



Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra

Geologia del Sedimentario

“XX Ciclo”

**Studio paleobotanico dei giacimenti del Cretacico
della Campania (Italia).**

Aspetti tafonomici, paleoecologici, stratigrafici e sedimentologici

Antonello Bartiromo

2007

RELATORI: Prof. Filippo Barattolo

COORDINATORE DEL DOTTORATO: Prof. Giuseppe Nardi

Prof. Georges Barale

CORRELATORI: Dott.ssa Maria Rosaria Barone Lumaga

Dott. Sergio Bravi

**Studio paleobotanico dei giacimenti del Cretacico
della Campania (Italia).**

Aspetti tafonomici, paleoecologici, stratigrafici e sedimentologici

Antonello Bartiromo

A mia madre.....

INDICE

	Riassunto	Pag. 2
	Résumé	3
	Abstract	4
	Introduzione	5
Cap. I	Inquadramento geologico	9
	Introduzione alla geologia dell'Appennino	10
	Cenni sul significato di <i>fossil-lagerstätte</i> : i fossil-lagerstätte campani	14
	Inquadramento geologico dei giacimenti oggetto di studio	15
	Profeti	15
	Cusano Mutri	19
	Pietraroja	24
	Petina	29
	Magliano Vetere	32
Cap. II	Materiale e Metodi	36
Cap. III	Sistematica Paleontologica	48
	Lista dei taxa studiati	49
Cap. IV	Aspetti tafonomici e paleoecologici	203
Cap. V	Aspetti paleogeografici e comparazioni con flore coeve	211
Cap. IV	Conclusioni e Prospettive di Ricerca	223
	Appendice I	227
	Appendice II	231
	Ringraziamenti	242
	Bibliografia	243
	Tavole	273

Riassunto

Cinque *Fossil-Lagerstätten* [Profeti (Aptiano inferiore-medio, Caserta), Cusano Mutri (Aptiano superiore, Benevento), Pietraroja (Albiano inferiore, Benevento), Petina (Albiano medio, Salerno), Magliano Vetere (Cenomaniano medio, Salerno)] dei calcari litografici della Campania sono stati studiati dal punto di vista paleobotanico. Essi hanno un'età compresa tra l'Aptiano ed il Cenomaniano medio e sono ricchi diversificati con Pteridofite, Bennettitiali, Conifere e Angiosperme. 60 taxa sono stati descritti e 54 scoperti per la prima volta in Italia.

L'approccio morfologico è stato completato mediante lo studio delle cuticole, o dei loro *peels*, permettendo una conoscenza dettagliata della struttura epidermica dei vegetali. In particolare, osservazioni condotte al SEM sono state realizzate per 3 nuove specie:

Frenelopsis nov. sp. 1 (Profeti);

Frenelopsis nov. sp. 2 (Cusano Mutri);

Watsoniocladus nov. sp. (Cusano Mutri).

Tutti i giacimenti presentano Angiosperme. Lo studio paleoecologico rivela adattamenti di tipo xerofitici. Da un punto di vista tafonomico è stata dimostrata una dislocazione sub-autoctona della maggior parte delle piante.

La presenza di Angiosperme in una flora essenzialmente costituita da Conifere è analizzata.

Probabilmente, piccole aree sabbiose (isole?) permettevano lo sviluppo di una flora soggetta a condizioni di secchezza e prossime al mare.

Comparazioni con altre flore di calcari litografici vengono effettuate con flore coeve della stessa paleolatitudine.

Affinità floristiche vengono dimostrate tra i giacimenti di Cusano Mutri e quello di Montsech (Spagna).

La composizione generale della flore corrisponde a quella della provincia euro-siniana dell'emisfero Nord: si nota l'assenza di componenti floristici tipici del continente Gondwaniano.

Résumé

Cinq *Fossil-Lagerstätten* [Profeti (Aptien inférieur-moyen, Caserta), Cusano Mutri (Aptien supérieur, Benevento), Pietraroja (Albien inférieur, Benevento), Petina (Albien moyen, Salerno), Magliano Vetere (Cénomanién moyen, Salerno)] de calcaires lithographiques de la Campanie (Italie) ont été étudiés pour l'inventaire paléobotanique. Ils sont datés de l'Aptien jusqu'au Cénomanién moyen et ils sont riches et diversifiés avec des Ptéridophytes, Bennettiales, Conifères et Angiospermes.

60 taxa ont été décrit et 54 ont été découvert pour la première fois en Italie.

L'approche morphologique a été complétée par une étude de cuticules, ou de leur *peel*, permettant une connaissance détaillée de la structure épidermique des végétaux. Des observations ou MEB ont été réalisés.

Trois nouvelles espèces sont présentées:

Frenelopsis nov. sp. 1 (Profeti);

Frenelopsis nov. sp. 2 (Cusano Mutri);

Watsoniocladus nov. sp. (Cusano Mutri).

Tous les gisements présentent des Angiospermes. L'étude paléoécologique révèle des adaptations xérophytiques. D'un point de vue taphonomique, il a été démontré une dislocation sub-autochtone de la majorité de plantes.

L'arrivée des Angiospermes dans une flore à composition essentiellement de Conifères a été analysée.

Des petites îles sableuses permettent le développement d'une flore soumise à un environnement sec de bord de mer.

Des comparaisons sont faites avec des flores de calcaires lithographiques de même paléolatitudo.

Des affinités sont démontrées pour les gisements de Cusano Mutri avec la flore du Montsech (Espagne).

La composition générale de la flore correspond à celle de la province eurosiniénne de l'hémisphère du Nord et l'absence de composants de celle du Gondwana.

ABSTRACT

Five *Fossil-Lagerstätten* [Profeti (Lower-middle Aptian, Caserta), Cusano Mutri (Upper Aptian, Benevento), Pietraroja (Lower Albian, Benevento), Petina (Middle Albian, Salerno), Magliano Vetere (Middle Cenomanian, Salerno)] of lithographic limestones in the Campania Region (Italy) have been studied from a paleobotanical point of view. They range in age between the Aptian and the Middle Cenomanian and contains a rich and diversified flora composed by Pteridophytes, Bennettitales, Conifers and Angiosperms. 60 taxa have been described and 54 have been found in Italy for the first time.

The study, based on the macromorphology of the specimens, has been completed by observations on the cuticles and their peels. Observations have been conducted with scanning electron microscope (SEM).

Three new species are discovered:

Frenelopsis nov. sp. 1 (Profeti);

Frenelopsis nov. sp. 2 (Cusano Mutri);

Watsoniocladius nov. sp. (Cusano Mutri).

All the studied outcrops contain Angiosperms. The paleoecological study shows a xerophytic assemblage of plants. By a taphonomic point of view, a very low dislocation of the specimens from the site of origin, seems to be very probable.

The mean of Angiosperms, among a flora mainly constituted by Conifers, has been analyzed. Probably, small sandy islands leded the development of a flora into a dry paleoenvironment, close to the sea.

Comparations with fossil floras from other lithographic limestones of the same age and paleolatitude, have been conducted. Floristic affinities are shown between the Fossil-Lagerstätten of Cusano Mutri and Montsech (Spagna).

The general composition of the flora well fits with that of the euro-sinian province of the Northern Hemisphere. The absence of typical floristic components of the Gondwana continent can be noted.

Introduzione

Nonostante i numerosi studi a carattere geologico e paleontologico (Costa, 1864; Bassani 1882, 1885; D'Argenio, 1963; Bravi & Garassino, 1998; Carannante *et al.*, 2006) effettuati sulle successioni carbonatiche Mesozoiche di Piattaforma Carbonatica affioranti nell'Appennino campano (Sud Italia), scarsa attenzione è stata rivolta alle emergenze paleobotaniche relative alle macroflore fossili scoperte nei *fossil-lagerstätten*¹ campani.

Anche se i resti di piante fossili sono distribuiti sia nello spazio che nel tempo in molti tipi di rocce sedimentarie, a causa della loro relativa scarsità e difficoltà nell'identificazione, solo da alcuni anni sono stati utilizzati come fossili guida.

Fino ad oggi, anche se queste *finestre tafonomiche* (*sensu* Briggs, 2003) hanno fornito macro resti di piante e vertebrati (Leonardi & Teruzzi, 1993), gli studi condotti su di esse hanno incentrato l'attenzione esclusivamente su ricerche a carattere sedimentologico, stratigrafico e paleofaunistico. Infatti, ad esclusione di qualche sporadica segnalazione di generi di piante fossili (Bravi, 1996; Bravi & Garassino, 1998), la vasta letteratura paleontologica con gli antesignani studi Ottocenteschi ad opera di Oronzo Gabriele Costa sul giacimento beneventano di Pietraroja, prende in esame esclusivamente i vertebrati rinvenuti nei circa 10 giacimenti fossiliferi mesozoici dell'Appennino campano trascurando le emergenze paleobotaniche.

Questa Tesi di Dottorato costituisce un'introduzione alla identificazione delle principali entità floristiche rinvenute nei fossil-lagerstätten cretaci della Campania sia attraverso osservazioni macroscopiche dei megaresti che microscopiche delle cuticole attraverso l'utilizzo di tecniche (fisiche e chimiche) di isolamento dei campioni dalla matrice e la loro osservazione utilizzando microscopia ottica ed elettronica.

In Italia, livelli Cretaci contenenti macroresti di piante sono segnalati sin dal sec. XIX (fig. 1), comunque pochi studi paleobotanici sono stati



Fig. 1. Mappa dell'Italia con la localizzazione dei giacimenti cretaci indicati nella Tab. 1. Da Gomez *et al.*, 2002. Modificata ed aggiornata.

¹ Definizione a pag.14.

condotti (Gomez *et al.*, 2002 *b*) e tra l'altro su giacimenti ubicati essenzialmente nell'area orientale dell'Italia settentrionale. La Tab. 1 rappresenta una sintesi dei precedenti studi paleobotanici del Cretacico italiano aggiornata al mese di ottobre 2007.

Nel loro *bauplan*² e distribuzione, gli organismi riflettono la composizione degli ambienti in cui crescono e si riproducono. Se si assume che gli organismi del passato, come quelli attuali, si adattarono agli ambienti in cui vivevano, allora bisogna interpretare cuticole spesse e stomi infossati all'interno del mesofillo delle foglie fossili come un adattamento alla mancanza di disponibilità di acqua, mentre radici od assi con parenchima aerifero indicano un ambiente di vita di tipo paludoso o comunque acquatico (Stewart & Rothwell, 1999).

Informazioni ricavate dalla morfologia ed anatomia delle piante, unite a studi sedimentologici e palinologici, consentono di effettuare ricostruzioni paleoambientali, avendo sempre ben presente che in realtà non tutto ciò che si osserva oggi costituisce necessariamente la chiave per la comprensione del passato (Di Michele & Wing, 1987).

L'area su cui tale studio è stato condotto è la Campania e cinque sono i fossil-lagerstätten (fig. 2) di età Cretacica oggetto di tale Studio:

1. **Pietraroja (BN), Albiano inferiore**
2. **Cusano Mutri (BN), Aptiano superiore – Albiano inferiore**
3. **Profeti (CE), Aptiano inferiore**
4. **Magliano Vetere (SA); Cenomaniano**
5. **Petina (SA) Albiano medio.**



Fig. 2. La regione Campania con l'ubicazione dei giacimenti fossiliferi oggetto di studio.

Pur avendo presente le difficoltà di uno studio nuovo, mai condotto in Italia centro-meridionale, erano stimolanti i risvolti che lo stesso avrebbe potuto fornire in termini di comprensione del *bauplan* di queste piante e delle ripercussioni di tipo paleoecologico che ne sarebbero scaturite.

² *Bauplan*: vocabolo tedesco che significa letteralmente “uno schema od un disegno strutturale”. Il concetto di *bauplan* cattura sia l'essenza della portata strutturale che quella dei limiti architettonici, così come anche gli aspetti funzionali di un disegno. I componenti strutturali e funzionali dello “schema particolare” stabiliscono le capacità ed i limiti. Tale termine, originariamente utilizzato in Zoologia, viene qui esteso anche agli organismi vegetali (Da Brusca & Brusca, 1996).

Il presente studio svolto nell'arco di tre anni (Dottorato in Geologia del Sedimentario XX° Ciclo) e senza borsa di studio, nasce dalla collaborazione tra l'Université Claude Bernard Lyon-1, (Laboratoire de Paléobotanique) nella persona del Prof. Georges Barale e l'Università degli Studi di Napoli "Federico II" (Dipartimento di Scienze della Terra) nella persona del Prof. Filippo Barattolo quali relatori del lavoro; il dott. Sergio Bravi (Dipartimento di Scienze della Terra) e la dott.ssa Maria Rosaria Barone Lumaga (Orto Botanico, Dipartimento di Biologia Vegetale) in qualità di correlatori.

Gli scopi che tale Tesi di Dottorato si prefigge sono:

1. La determinazione del materiale vegetale fossile rinvenuto nel corso delle attività di scavo svolte durante il Dottorato.
2. Comparazione del materiale rinvenuto nei diversi giacimenti con paleoflore coeve.
3. Considerazioni tafonomiche e palaeoecologiche sui giacimenti.
4. Integrazione delle conoscenze sulle macroflore del Cretacico inferiore in questo settore della Tetide.
5. Incremento della conoscenza dei giacimenti in modo da dare impulso a specifiche politiche di conservazione.

Tab. 1. Sintesi degli studi paleobotanici del Cretacico in Italia pubblicati fino al 2007. Vedere la fig. 1 per la localizzazione geografica dei giacimenti. Da Gomez *et al.* (2002). Modificata ed aggiornata.

Età	Localizzazione sulla cartina	Formazione, Località	Piante fossili	Bibliografia
Maastrichtiano superiore	(19)	Trieste Karst, a Trebiciano (Trieste, Friuli Venezia-Giulia).	Resti di conifere.	Dalla Vecchia (2000).
Santoniano superiore	(18)	Aurisina Limestones, al Villaggio del Pescatore (Trieste, Friuli Venezia-Giulia).	Frammenti indeterminati e rare carofite.	Dalla Vecchia (2000).
Coniaciano-Santoniano	(17)	Aurisina Limestones, at Polazzo (Carso Isontino, Friuli Venezia-Giulia).	Conifere (<i>Cunninghamites</i> , cf. <i>Sequoia</i> , cf. <i>Arucaria</i>) e possibili dicotiledoni.	Dalla Vecchia & Rigo (1998), Rigo (1999); Dalla Vecchia (2000)
Coniaciano-Santoniano	(16)	Limestones, at Vernasso (Udine, Friuli Venezia-Giulia).	Conifere (<i>Arucaria macrophylla</i> , <i>Cunninghamites elegans</i> , <i>Cyparissidium gracile</i> , <i>Frenelopsis königii</i> , <i>Sequoia ambigua</i> , <i>S. concinna</i>) e angiosperme (<i>Arundo groenlandica</i> , <i>Myrica vernassensis</i> , <i>Phyllites proteaceus</i> , <i>P. platanoides</i> , <i>Rhus antiqua</i>).	Dalla Vecchia & Rigo (1998); Rigo (1999); Dalla Vecchia (2000); Bozzi (1888, 1891); Tommasi (1889, 1891); Muscio & Venturini (1990); Dalla Vecchia (2000).
Cenomaniano-Senoniano	(15)	Limestones of Melissano, Surbo (Lecce, Puglia).	<i>Cunninghamites?</i> (Araucariaceae)	Meleleo <i>et al.</i> (1984); Dalla Vecchia (2000).
Cenomaniano/Turoniano	(14)	Cinto Euganeo (Colli Euganei, Padua, Veneto).	Abbondanti macroresti frammentari di piante con alcuni campioni ascritti dubitativamente al genere <i>Equisetites</i> .	Sorbini (1974); Astolfi & Colombara (1990).
Cenomaniano/Turoniano	(13)	Carcoselle, vicino Possagno (Treviso, Veneto).	<i>Sequoia concinna</i> (Taxodiaceae), <i>Frenelopsis alata</i> (Cheirolepidiaceae) e angiosperme (<i>Sapindopsis alpina</i> e <i>Carcophyllum</i>).	Bizzarini & Coccioni (1990); Pigozzo (1996, 2002).
Cenomaniano/Turoniano	(12)	Furlo (Marche).	Piante fossili indeterminate.	Bizzarini & Coccioni (1990); Dalla Vecchia (2000).
Cenomaniano/Turoniano	(11)	Ca' Trenta di Schio (Vicenza, Veneto).	<i>Frenelopsis</i>	Pigozzo (2001).
Cenomaniano/Turoniano	(10)	Quero (Belluno, Veneto).	<i>Sequoia</i> .	Pigozzo (2001).
Cenomaniano superiore	(9)	Colle di Moschenizza (Monfalcone, Gorizia, Friuli Venezia Giulia).	<i>Frenelopsis</i> .	Tentor & Tentor (2007).
Cenomaniano superiore	(8)	Scaglia Bianca Fm, a Valle Costa (Brescia, Lombardia).	Frammenti silicizzati di legno di gimnosperme.	Lehner <i>et al.</i> (1987).
Cenomaniano medio	(7)	Magliano Vetere (Salerno).	<i>Frenelopsis</i> sp., <i>Sapindopsis</i> sp.	Bravi <i>et al.</i> (2004), Bartiromo <i>et al.</i> (2006b)
Albiano-Cenomaniano	(6)	Bituminous limestones affiorante a Faierazzo (vicino Polcenigo, Friuli Venezia-Giulia).	Felci e monocotiledoni.	Taramelli (1873); De Zigno (<i>vide</i> Taramelli, 1881).
Albiano superiore	(5)	Petina (Salerno, Campania).	Conifere (<i>Pagiophyllum</i> sp. e <i>Podozamites?</i>) ed altre piante (e.g., <i>Zamites</i> sp.).	Bravi (1995); Bravi & Garassino (1998a); Dalla Vecchia (2000).
Albiano inferiore	(4)	Calcere ad ittoliti di Pietraraja (Benevento, Campania).	<i>Phlebopteris</i> sp., Cycadales?, Bennettitale (<i>Zamites?</i>) e conifere (<i>Brachyphyllum</i> sp.); <i>Frenelopsis</i> sp.	Bartiromo <i>et al.</i> (2006a); Bartiromo <i>et al.</i> (2006b); Bravi & Garassino (1998b); Dalla Vecchia (2000).
Aptiano superiore	(3)	Cusano Mutri (Benevento, Campania).	<i>Frenelopsis</i> sp., <i>Podozamites</i> sp., Conifere, angiosperme.	Bartiromo <i>et al.</i> (2005); Bartiromo <i>et al.</i> (2006).
Aptiano inferiore	(2)	Marne, Profeti (Caserta, Campania).	Conifere quali <i>Brachyphyllum</i> sp. e <i>Podozamites</i> sp., <i>Frenelopsis</i> sp.	Bartiromo <i>et al.</i> (2006b); Bravi (1997); Dalla Vecchia (2000).
Barremiano superiore	(1)	Valle di Cornappo, vicino Torlano (Udine, Friuli Venezia-Giulia).	Assi di conifere non identificati con foglie scagliforimi.	Muscio & Venturini (1990), Dalla Vecchia (2000).

Cap. I

Inquadramento geologico



I giacimenti fossiliferi oggetto della presente Tesi di Dottorato sono situati nella Regione Campania, nell'ambito della catena appenninica. Di seguito verranno proposte 3 sezioni relative la Geologia dell'Appennino, il significato dei *fossil-lagerstätten* ed infine un quadro geologico dei giacimenti (fig. 3) ordinati secondo la loro ubicazione latitudinale.

Introduzione alla geologia dell'Appennino

L'Appennino meridionale è una porzione di una catena a falde di ricoprimento derivata dalla deformazione del margine meridionale della Tetide. In particolare, esso si è sviluppato in quanto a fasi tettoniche, tra il Cretacico superiore ed il Pleistocene come conseguenza dell'interazione tra la placca europea e quella africana.

La storia della genesi tettonica dell'Appennino meridionale può essere divisa in due fasi separate (Romano, 2000):

- 1) collisionale;
- 2) post-collisionale.

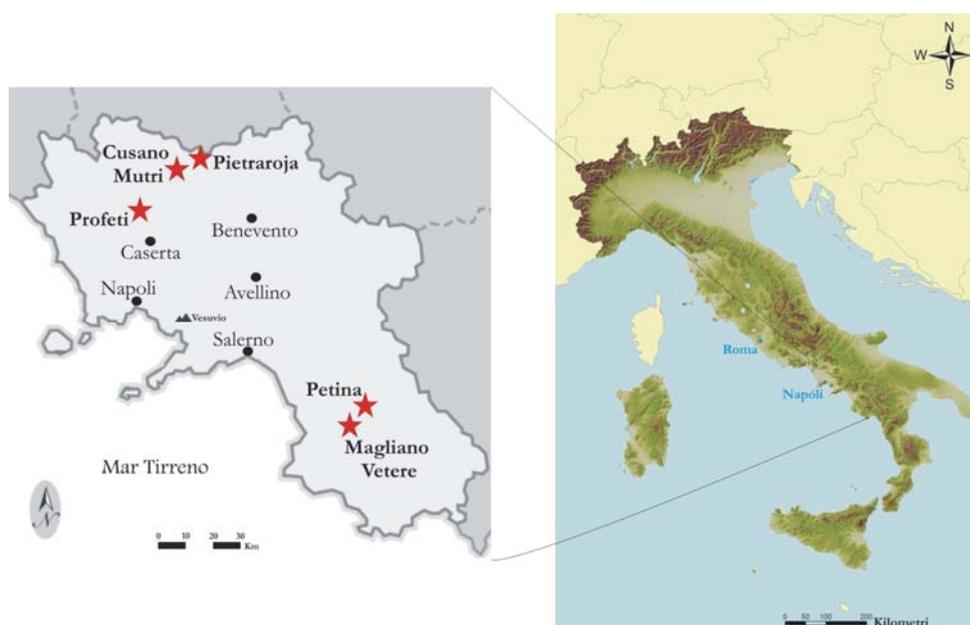


Fig. 3. Ubicazione dei *fossil-lagerstätten* oggetto di studio nella regione Campania.

La prima fase, controllata dalla convergenza tra la Placca Europea e quella Africana tra il Cretacico superiore e l'Oligocene superiore, causò la collisione continente-continente: il risultato fu la formazione della cintura alpina.

Gli eventi post-collisionali verificatisi tra il Miocene ed il Pliocene-Quaternario interessarono il margine del promontorio Apulo-Adriatico della Placca Africana, dando origine alla formazione dell'Appennino.

La convergenza delle placche (fase compressiva) cessò nel Miocene superiore lasciando il posto ad una fase estensiva, culminante nell'apertura del bacino oceanico Tirrenico. In tal modo, dal Miocene superiore al Quaternario coesistevano una fase compressiva nell'Appennino ed una estensionale nel bacino di retro-arco Tirrenico, entrambe controllate dallo sprofondamento della litosfera Apulo – Adriatica (Malinverno & Ryan, 1986).

Il bacino tirrenico si allargò a spese della cintura della catena Appenninica la quale collassò parzialmente all'interno del bacino (Sartori, 1990); la migrazione del fronte di estensione procedeva parallelamente alla migrazione delle falde di ricoprimento Appenniniche (Patacca *et al.*, 1990).

Nel segmento meridionale della cintura Appenninica, l'ultimo trasporto orogenetico si protrasse fino al Pleistocene inferiore (Casero *et al.*, 1988; Patacca *et al.*, 1990; Cinque *et al.*, 1993), ma cessò a causa del blocco della piattaforma Apula che non riusciva a flettersi (Doglioni *et al.*, 1994). Dopo la fine della compressione un sollevamento di un cuneo prese posto nel Pleistocene medio. Il regolare incremento di tale sollevamento da NE a SW è stato interpretato come una fase finale elastica della piattaforma Apula (Cinque *et al.*, 1993).

L'attuale assetto dell'Appennino Meridionale può essere interpretato come una struttura duplex risultante dalla vergenza NE delle unità tettoniche (Unità Appenniniche) un tempo facenti parte del margine orientale del Promontorio Apulo (Mostardini & Merlini, 1986). Le unità Appenniniche derivano dalla deformazione di terreni Mesozoico - Terziari, ricoperti dalle Formazioni di flysch miocenici e sovrascorsi da frammenti più antichi, legati alla collisione della catena (nappe interne). Sono presenti altresì depositi clastici con un'età compresa tra il Pliocene e il Quaternario.

Da un punto di vista strutturale, partendo da Ovest ed andando verso Est si riscontrano tre elementi strutturali:

- 1) La catena Appenninica.
- 2) L'Avanfossa Bradanica.
- 3) Il promontorio Apulo.

Quest'ultimo, quasi interamente costituito da una spessa sequenza carbonatica in facies di piattaforma, ha uno spessore che varia tra i 4000 ed i 6000 m. La parte bassa della

successione è costituita da depositi fluvio deltaici e packstone a fusuline (Ricchetti *et al.*, 1988).

La porzione esterna dell'arco dell'Appennino meridionale è caratterizzata da intense anomalie negative di gravità che evidenziano la presenza, al di sopra dell'avampaese inflesso e fagliato, di una spessa sequenza di depositi clastici plio-pleistocenici (Ogniben *et al.*, 1975). La sequenza clastica è costituita da argille, sabbie e conglomerati, con spessori fino a 3000 metri, che si deposero nell'avanfossa sud-appenninica dopo la fase compressiva del Pliocene medio (Casnedi *et al.*, 1982). La porzione interna dell'avanfossa pliocenica è sepolta al di sotto della pila di falde appenniniche. L'Avanfossa Bradanica ha un'età plio-pleistocenica.

La catena a falde di ricoprimento dell'Appennino Meridionale è costituita da numerose unità tettoniche. Tali unità hanno raggiunto l'attuale posizione durante una complessa storia deformativa caratterizzata da varie fasi compressive. Una descrizione essenzialmente litostatigrafica dell'Appennino Meridionale consente di individuare almeno tre tipi di sequenze (Parente, 1991):

1) una spessa sequenza carbonatica in facies di piattaforma con un'età compresa tra il Triassico superiore e il Cretacico superiore, seguita da un esiguo spessore di calcari paleogenici presenti solo in alcune aree. Queste sequenze si sono deposte nell'ambito di piattaforme carbonatiche di "lunga vita" con un'evoluzione bistadiale da piattaforma di tipo epicontinentale a shelf epioceanici isolati (D'Argenio, 1976). Esse affiorano lungo tutta la catena. La porzione inferiore (Triassico superiore) è prevalentemente dolomitica, con facies peritidali (Carannante *et al.*, 1988; D'Argenio, 1966). Queste dolomie sono seguite da calcari e calcari dolomitici di età giurassica e cretacea. Nella porzione nordoccidentale della catena (Monti del Matese, M. Maggiore, M. Camposauro) è presente una lacuna stratigrafica nel Cretacico medio, marcata da depositi bauxitico (D'Argenio *et al.* 1987), mentre nel settore Sud Est la sequenza è continua sino al Cretacico superiore. In alcune aree (Monti Alburni, Monte Pollino, Monti Aurunci occidentali) sul Cretacico superiore, dopo una lacuna estesa tra il Paleocene inferiore e medio è presente un nuovo episodio di sedimentazione carbonatica di piattaforma, rappresentato da calcari e marne, spesso in facies lagunare [Formazione di Trentinara (Selli, 1962), Paleocene superiore-Eocene medio]. Facies di margine e di scarpata, indicanti la transizione a bacini profondi, sono presenti in alcune aree (D'Argenio, 1976; Marsella & Pappone, 1987). Questi depositi, costituiti da calcareniti e calciruditi risedimentate, breccie di scarpata e calcari con selce, generalmente sovrapposte in *unconformity* sui depositi neritici, rappresentano episodi diversi di arretramento dei margini di piattaforma.

2) Spesse sequenze carbonatiche e silicee depositate dal Triassico inferiore al Miocene inferiore in bacini profondi che bordavano le piattaforme carbonatiche. Queste rocce sono ampiamente diffuse nell'Appennino meridionale. Normalmente, nella letteratura geologica, esse vengono spesso riferite a due domini paleogeografici mesozoici: il Bacino di Lagonegro ed il Bacino Molisano (D'Argenio *et al.*, 1973, 1986). La successione di Lagonegro affiora estesamente in Campania ed in Lucania ed è costituita da 1000-1500 metri di depositi pelagici. In essa sono state distinte diverse unità litostratigrafiche: Formazione di Monte Facito (Triassico inferiore e medio), Calcari con selce (Triassico superiore), Scisti silicei (Triassico superiore-Giurassico), Flisch galestrino (Malm²-Cretacico inferiore), Flisch rosso (Cretacico superiore-Paleogene), Flisch numidico (Miocene inferiore).

3) Numerosi cicli di depositi clastici costituiti da sequenze terrigene e carbonatiche con un'età compresa tra il Miocene inferiore e il Pliocene superiore – Pleistocene. Questi si depositarono principalmente sotto controllo tettonico in bacini di avanfossa e in bacini di piggy back durante la deformazione dell'Appennino Meridionale.

Relativamente alla paleogeografia preorogena dell'Appennino meridionale ed alla sua storia deformazionale sono stati proposti vari modelli. Quello classico (D'Argenio *et al.*,

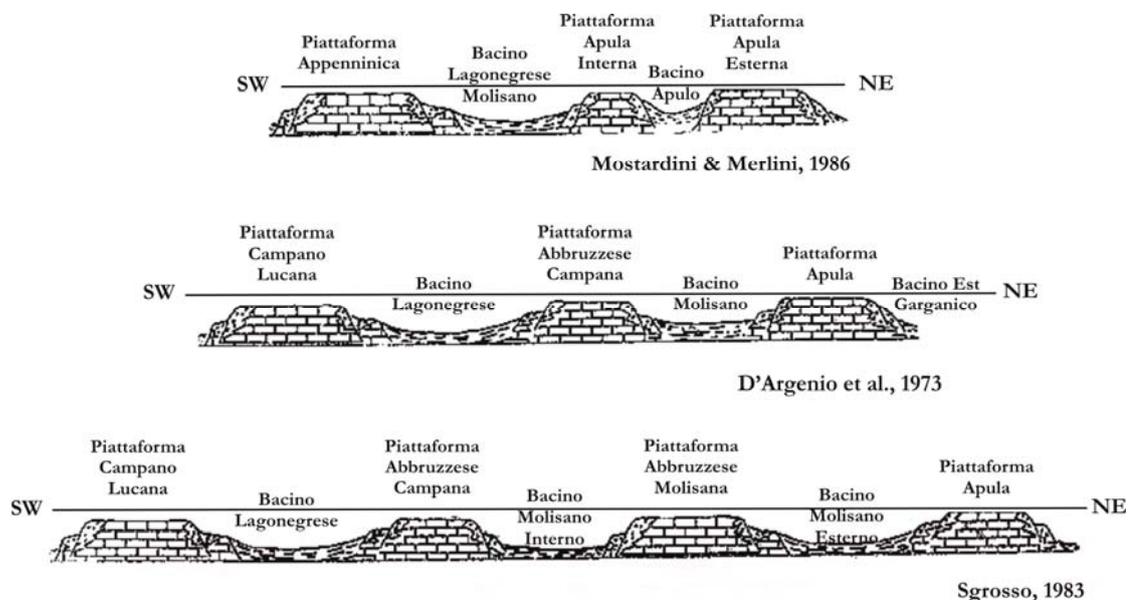


Fig. 4. Modelli paleogeografici mesozoici dell'Appennino meridionale.

1973) propone, da Ovest verso Est, i seguenti domini paleogeografici mesozoici (Piattaforma carbonatica Campano-Lucana; Bacino di Lagonegro; Piattaforma carbonatica Abruzzese-Campana; Bacino Molisano; Piattaforma carbonatica Apula; Bacino Est-

Garganico). Questi domini paleogeografici si deformarono tra il Miocene inferiore ed il Plio-Pleistocene superiore, attraverso diverse fasi compressive ed il sovrascorrimento delle unità interne su quelle più esterne, con la progressiva migrazione verso l'avampese apulo del sistema catena-avanfossa (D'Argenio *et al.*, 1986; Patacca & Scandone, 1989).

Sono stati proposti anche vari altri modelli che differiscono dal precedente essenzialmente nel prospettare una paleogeografia preorogena più o meno articolata (D'Argenio *et al.*, 1980; Ogniben, 1969, 1985; Pieri, 1966; Sgrosso, 1983, 1986). Oggi, il modello che trova maggiori consensi è quello di Mostardini & Merlini (1986) che propongono un quadro paleogeografico con due Piattaforme: l'Appenninica ad Ovest e l'Apula a Est, separate dal bacino Lagonegrese-Molisano (fig. 4).

Cenni sul significato di *fossil-lagerstätte*: i *fossil-lagerstätte* campani

I siti paleontologici oggetto di studio, sebbene distanti tra loro, sono tutti ubicati in Campania (fig. 3). Essi coprono un intervallo stratigrafico compreso tra l'Aptiano inferiore ed il Cenomaniano medio.

La tesi prende in considerazione i resti fossili di vegetali terrestri in depositi sedimentari carbonatici che nella letteratura delle Scienze della Terra sono indicati con diverse terminologie: *calcari ittiolitici*, *calcari litografici*, *calcolutiti sottilmente stratificate*, *platy limestones*. Ad esempio, la definizione di calcari ittiolitici si riferisce essenzialmente al particolare contenuto in fossili di tali giacimenti (ittioliti), ma tutte le rocce che contengono ittioliti non necessariamente sono di natura calcarea potendo essere costituite anche da selci oppure da altro. A tal proposito è evidente che i termini su menzionati, presi singolarmente, presentano dei limiti di utilizzo.

Probabilmente i termini più adatti per designare i depositi sedimentari trattati in questo lavoro sono quelli di *plattenkalke* e di *fossil-lagerstätte*.

Il primo sebbene anch'esso limitante, è essenzialmente descrittivo, infatti non si riferisce esplicitamente a depositi fossiliferi, ma a strati calcarei con stratificazione sottile e tabulare, a grana generalmente fine. La minore specificità e l'idea della stratificazione tabulare lo fa comunque preferire alla terminologia accennata sopra che si riferisce principalmente ad una facies.

Il termine *fossil-lagerstätte* è invece più consono ai giacimenti trattati. Fu introdotto da Seilacher (1970) per indicare *corpi sedimentari che forniscono un'inusuale quantità d'informazioni paleontologiche* (tradotto da Seilacher, 1970). Oggi però il significato del termine è stato ristretto a quei giacimenti che sono straordinari rispetto allo standard geologico e che

consentono di *aggiungere dettagli interessanti alla storia ambientale, deposizionale e diagenetica dell'intera associazione ecologica* (tradotto da Seilacher, 1990). Brevemente, Seilacher (1970) ha operato una prima distinzione dei fossil-lagerstätte distinguendo *depositi di conservazione* e *depositi di concentrazione*, introducendo successivamente ulteriori suddivisioni delle categorie su menzionate.

I depositi di concentrazione si formano dove i fossili vengono accumulati in gran numero da fattori fisici quali azioni di correnti o di moto ondoso. I depositi di conservazione sono caratterizzati da uno stato di conservazione ottimale non necessariamente legato alla quantità degli esemplari presenti nel giacimento (Raffi & Serpagli, 1996).

Le due definizioni spesso possono essere applicate allo stesso deposito fossilifero (Vizcaïno *et al.*, 2004). Questo è il caso dei giacimenti che costituiscono l'oggetto della presente Tesi di Dottorato.

I caratteri sedimentologici e paleoecologici dei suddetti plattenkalk indicano ambienti di sedimentazione più o meno fortemente ristretti ed in generale con basse profondità, tutti ricadenti in un contesto ambientale variabile tra la laguna costiera con condizioni supra-inter-subtidali e la laguna ristretta di piattaforma interna. Secondo Bravi (1996) la scarsa profondità è un denominatore comune tra gli orizzonti fossiliferi oggetto di questa Tesi, e la deposizione delle facies di plattenkalk prese in considerazione per questo studio, sarebbe da mettere in relazione con condizioni di sedimentazione tidale in ambienti ristretti, generatisi in piattaforma carbonatica durante picchi di abbassamento eustatico del livello marino.

Inquadramento geologico dei giacimenti oggetto di studio

Profeti

Aptiano inferiore-medio

Le prime osservazioni sulla successione stratigrafica di Profeti furono pubblicate nel 1963 da Pescatore & Vallario, allo scopo di datare lo stesso affioramento da cui provengono macroresti di fauna e flore fossili. In base alle conoscenze dell'epoca le strutture rinvenute dagli autori vennero interpretate come impronte di fondo, mentre l'età che questi assegnarono al giacimento fu Aptiano - Albiano. Studi di maggior dettaglio e la

prima segnalazione di questo eccezionale sito paleontologico si devono a Bravi (1996) e Bravi & Garassino (1998) che vi riconobbero numerose specie di pesci, crostacei ed alcuni vegetali.

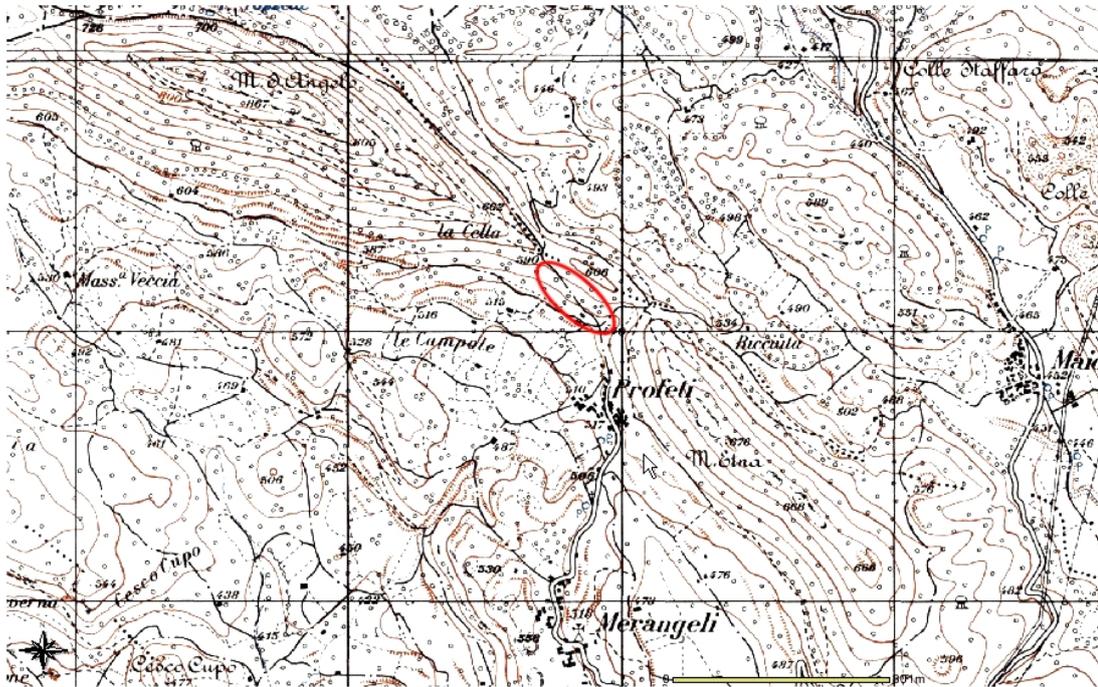


Fig. 5. Ubicazione dell'area di studio (Tav. I.G.M. 172 I SO Formicola). L'ellisse indica l'area di affioramento del *fossil-lagerstätte*.

Inquadramento geologico dell'area oggetto di studio

La porzione di successione esaminata da Bravi (1996) ha una potenza complessiva di 100 m ed un'età compresa tra l'Aptiano inferiore e l'Albiano inferiore-medio. Essa affiora a circa 500 metri a NW delle ultime abitazioni (fig. 5) di Profeti (Tav. I.G.M. 172 I SO Formicola), lungo il versante meridionale di un piccolo rilievo (m 606) situato tra i più estesi ed elevati Monte Sant'Angelo (m 867) a NW e Monte Etna (m 668) a SE. L'immersione media degli strati è N 35° E, mentre l'inclinazione è di circa 25°. Nonostante lo smembramento dovuto a faglie con modesta dislocazione, e la presenza di tratti parzialmente coperti da suolo, la serie stratigrafica è relativamente ben osservabile, a partire da un sentiero che passa a mezza costa lungo il suddetto rilievo e lungo il quale affiorano gli strati del plattenkalk. Quest'ultimo, con uno spessore di circa 8-10 metri, è seguibile lungo una sezione per un'estensione laterale di circa 80 m; in un punto esso mostra i suoi rapporti laterali con una facies dolomitica saccaroide massiccia, rispetto alla quale si chiude a "becco di flauto" (Bravi, 1996).

Litologia e Biostratigrafia

Le rocce affioranti (fig. 6) sono costituite da dolomie grigiastre mal stratificate, nella parte più bassa, passanti ad un'alternanza di dolomie e calcari dolomitici in strati piatti, sottili e regolari, e sets di strati centimetrici o decimetrici laminati, seguiti nella metà superiore dell'intervallo, da marne dolomitiche fittamente laminate passanti a pacchi di stromatoliti. Questa formazione costituisce il livello ittiolitifero e passa verso l'alto con l'interposizione di circa 3 m di dolomie giallastre e grigiastre mal stratificate ad una superficie di erosione di possibile origine subaerea.

I microfossili sono pressoché assenti o non riconoscibili, perché totalmente ricristallizzati. I macrofossili sono costituiti principalmente da resti di pesci e di piante terrestri, localizzati in massima parte negli intervalli marnosi fittamente laminati. L'età della successione a macroresti non è desumibile dai microfossili che sono appunto rari e poco significativi.

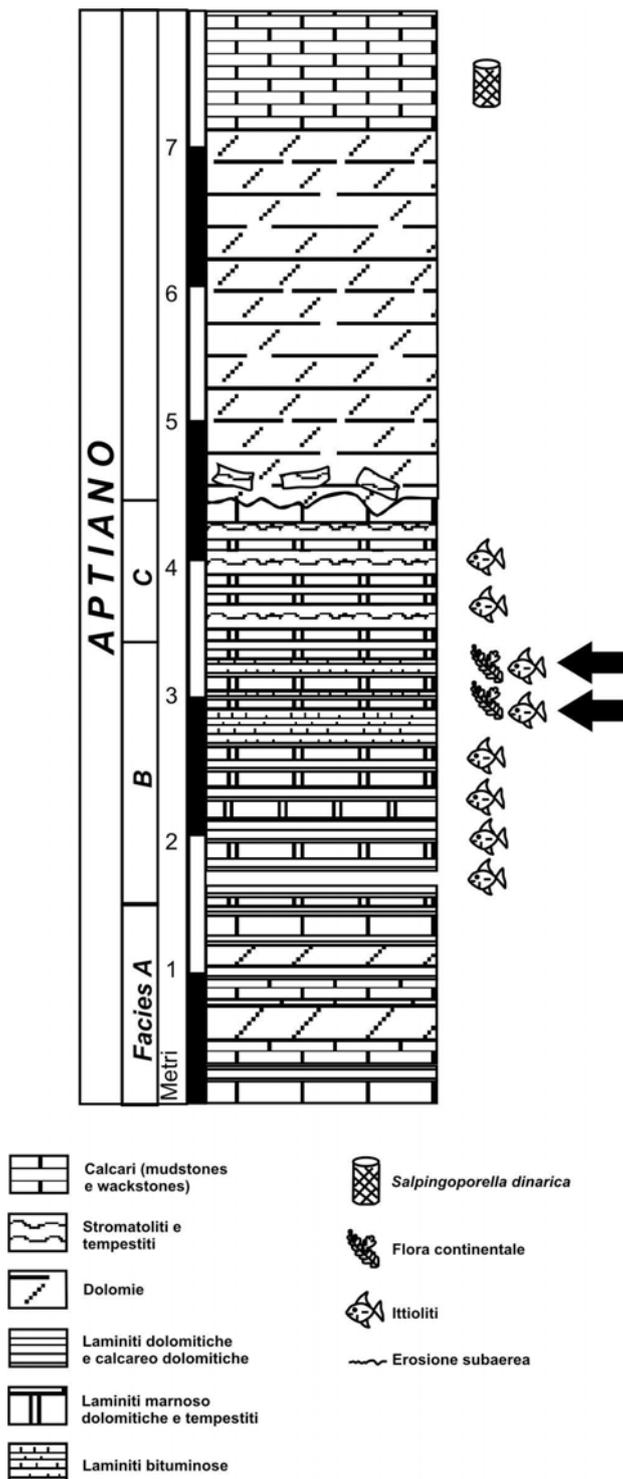


Fig. 6. Colonna stratigrafica del tratto di successione comprendente il plattenkalk di Profeti. Da Bravi, 1996. Modificata.

Indicazioni cronologiche di massima sono fornite dall'ittiofauna che comprende generi caratteristici del Cretacico inferiore (*Coelodus*, *Lepidotes*). Queste ittiofaune sono tipiche dell'Albo-Aptiano (es. Pietraroja, Petina).

Considerazioni cronologiche sono possibili dalla presenza abbondante di *Salpingoporella dinarica* Radoicic negli strati subito sovrastanti il tetto di questo intervallo. In sostanza, sembra fondato ritenere che la superficie erosiva sovrastante l'orizzonte stromatolitico non rappresenti una lacuna stratigrafica particolarmente ampia, pertanto la formazione ittiolitifera potrebbe essere ragionevolmente attribuita all'Aptiano inferiore-medio.

Nella parte alta della successione contenente il plattenkalk fossilifero, è possibile riconoscere numerosi microfossili costituiti principalmente da alghe, foraminiferi, ostracodi, piccoli gasteropodi turricolati, frammenti di bivalvi requienidi e, talora, *Bacinella irregularis* Radoicic, *Aeolisaccus* sp. Le alghe sono rappresentate da piccole *Thaumatoporelle* e da dasycladali quali *Salpingoporella dinarica* Radoicic ed occasionalmente *Triploporella marsicana* Platurlon; nella parte più alta di questo tratto è sporadicamente presente una forma affine a *Cretacicladus*.

I foraminiferi sono rappresentati principalmente da Textularidi, Ataxofragmiidi, *Cuneolina* aff. *laurentii* Sartoni & Crescenti, *Vercorsella scarsellai* De Castro, rare Cuneoline evolute, *Sabaudia minuta* Hokfer, *Praechrysalidina infracretacea* Luperto Sinni, Lituolidi, Miliolidi tra cui *Quinqueloculina* sp., *Glomospira* spp. Tra cui *G. urgoniana* Arnaud-Vanneau e subordinatamente *G. cf. elongata* Collins, *G. cf. glomerosa* Eicher, Valvulinidi.

Le indicazioni sull'età di questo intervallo stratigrafico sono fornite principalmente dalla dasycladacea *Salpingoporella dinarica*, che raggiunge qui l'acme della sua acrozona; essa è infatti presente e talora estremamente abbondante, in tutto il tratto, a partire dai primi strati immediatamente sovrastanti le dolomie sterili. L'acme di questa dasycladacea, in associazione con la suddetta microfauna ed in particolare con *Sabaudia minuta*, permette di riconoscere l'Aptiano superiore (Bravi, 1996).

Precedenti conoscenze di macroresti di flora e fauna fossile

Per la flora fossile, Bravi (1996), identifica *Brachyphyllum* sp., *Podozamites* sp.

Relativamente alla ittiofauna fossile invece: *Lepidotes* sp., *Coelodus danae* n. sp., *Liberichthys borbonicus* n. sp., e ?Gonorinchiformi. Per i crostacei (Bravi & Garassino, 2000), la specie *Palaemon antonellae*.

Considerazioni paleoambientali

La presenza di tracce di attività vitale di organismi bentonici (impronte lineari di grossi anellidi larghe da 4 a 7 mm) su molte superfici di strato, consente di ipotizzare che vi erano condizioni anossiche non costanti (ambiente disaerobico).

Questi vermi avrebbero svolto un'attiva azione di disarticolamento delle carcasse di cui si nutrivano. Ciò si evince dallo stato di conservazione dei pesci, ma soprattutto dalla presenza, spesso abbondante, di coproliti allungati con dimensioni variabili tra i 5 ed i 20 mm in lunghezza per 1 – 5 mm di larghezza, ripieni di ossa di piccoli pesci e diversi da coproliti attribuibili a pesci. Sulla superficie di molte lamine, la presenza di scaglie e piccole ossa senza orientazione preferenziale, consente di ipotizzare l'assenza di correnti in prossimità del fondo della laguna. Inoltre l'incompletezza di alcune carcasse di pesci è da mettere in relazione con fenomeni di flottazione in superficie (Schafer, 1972; Tintori, 1992) ad opera di gas putrefattivi sviluppatasi nella cavità addominale (Elder & Smith, 1988; Tintori, 1992).

Comunque, numerosi ittioliti si conservano in perfetta articolazione delle parti; ciò è probabilmente dovuto all'abbondanza delle carcasse rispetto agli organismi bioturbatori, nonché alla rapida crescita di veli algali sui fondali, che esercitavano un effetto stabilizzante sulle carcasse (Gall, 1990; Gall *et al.*, 1985).

Cusano Mutri

Aptiano superiore

Relativamente al nuovo giacimento di Cusano Mutri, vengono proposti preliminari risultati biostratigrafici e paleontologici (relativamente alla fauna) utili nella determinazione dell'età del giacimento ed alla realizzazione di un primo screening sulle paleofaune rinvenute, anche se allo stato attuale non è stata ancora effettuata una stratigrafia di dettaglio.

Il nuovo “fossil-lagerstätte” ricade nel territorio del *Parco Regionale del Matese*, nel comune di Cusano Mutri (BN) e non è distante dal noto giacimento fossilifero di Pietraroja.

Inquadramento geologico dell'area oggetto di studio

Il sito paleontologico in oggetto affiora nel massiccio calcareo (fig. 7) del Monte Monaco di Gioia (1332 m s.l.m.) (Tav. IGM IV NO Cerreto Sannita 1:25000).

Questo monte è parte del bordo meridionale del Matese orientale ed è costituito da una monoclinale interessata da faglie con andamento E-W che ne attraversano il corpo, e da faglie bordiere con andamento NW, SE. L'ossatura del massiccio è costituita da terreni mesozoici in facies di piattaforma carbonatica, con età compresa fra il Giurassico inferiore ed il Cretacico. Su di essi, in questo settore del Matese, poggiano in trasgressione terreni miocenici pertinenti alle Formazioni di Cusano, Longano e Pietraroja (Selli, 1957).

Nell'ambito della successione carbonatica mesozoica del Monte Monaco di Gioia e di altri rilievi limitrofi (M.te Cigno, Civita di Pietraroja), il Cretaceo inferiore è caratterizzato da intercalazioni di "calcarei ittiolitiferi" (D'Argenio, 1963) in facies di plattenkalk (Bravi, 1996). Questi depositi si localizzano essenzialmente nell'intervallo Aptiano superiore - Albiano inferiore, essendo presenti nei loro strati o in quelli subito a tetto o a letto, markers

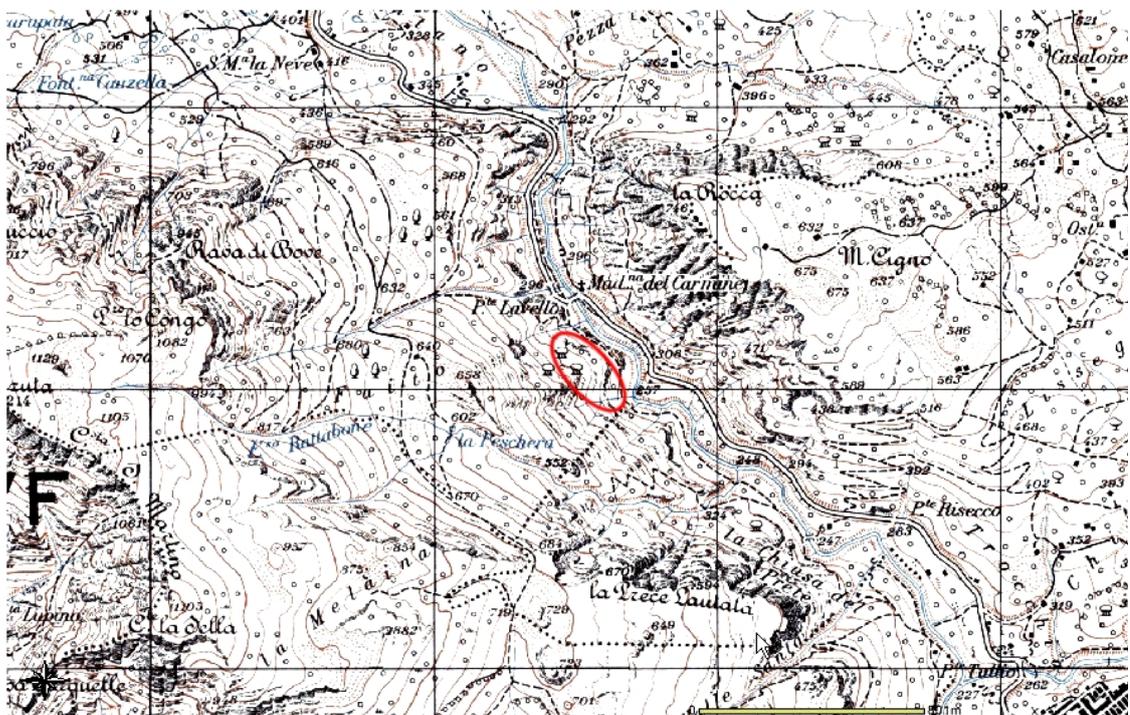


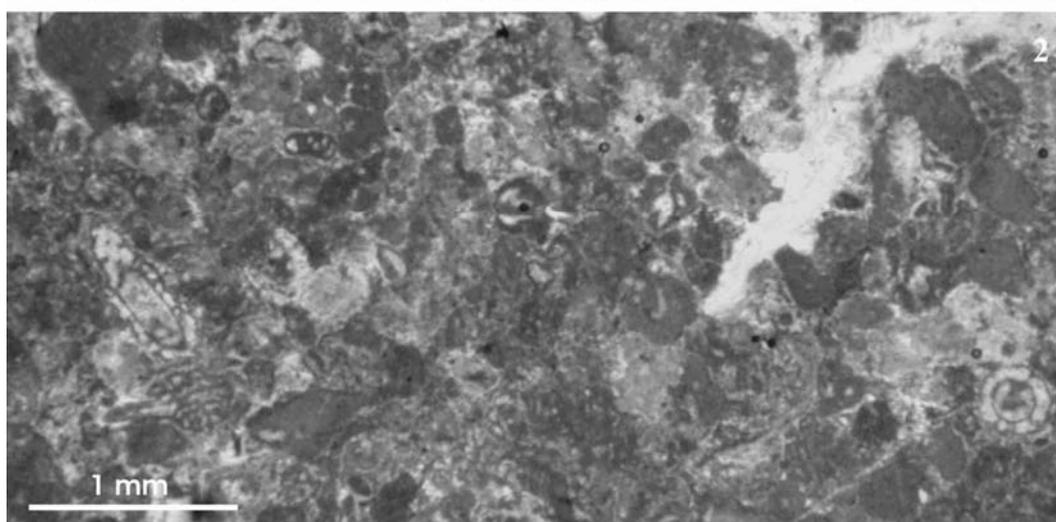
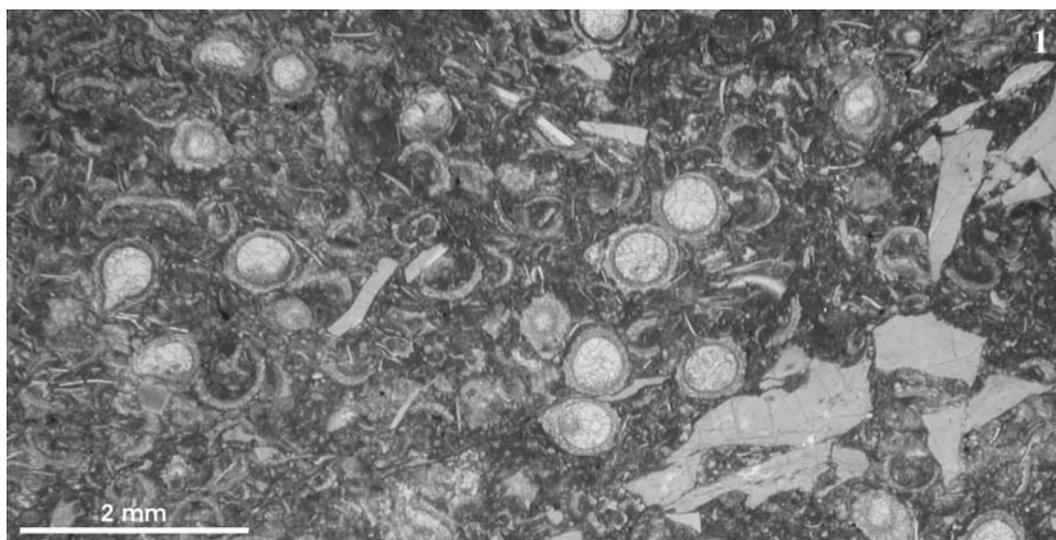
Fig. 7. Ubicazione dell'area di studio (Tav. IGM IV NO Cerreto Sannita 1:25000). L'ellisse indica l'area di affioramento del *fossil-lagerstätte*.

stratigrafici quali: *Salpingoporella dinarica* Radoicic, *Ovalveolina reicheli* De Castro, *Orbitolina texana* Roemer, *O. parva* Douglass, *Paracoskinolina tunesiana* Peybernes, *Cribellopsis cf. arnaudae* Chiocchini (D'Argenio, 1963; Catenacci & Manfredini 1963; Bravi, 1996; Bravi & Garassino, 1998).

Litologia e biostratigrafia

Il livello fossilifero, sebbene di notevole estensione areale, si presenta prevalentemente subaffiorante ed affetto da disturbo tettonico; localmente sono presenti affioramenti di estensione limitata con tipica stratificazione sottile (*plattenkalk*). La roccia è costituita da mudstones e wackestones di colore avana e grigio a cui talora si intercalano strati di packstones organogeni microfossiliferi. Osservazioni preliminari in sezione sottile (Tav-text. 1, figs. 1, 2, 3) su questi ultimi litotipi hanno messo in evidenza la presenza di foraminiferi quali: miliolidi, textulariidi, *Spirioloculina* sp., *Debarina haounerensis* Fourcade, Raoult, Vila, *Cuneolina* sp., *Praechrisalidina infracretacea* Luperto Sinni. Tra le alghe sono presenti: *Thaumatoporella* sp. *Cayeuxia* sp., *Salpingoporella dinarica* Radoicic. In alcuni strati calcareo-marnosi più tipicamente associabili alla facies di plattenkalk, sono invece presenti abbondantissimi oogoni e frustoli di carofite frammisti a numerose scaglie disarticolate di pesci ganoidi. L'associazione microfossilifera osservata consente l'attribuzione del giacimento all'Aptiano superiore (Barattolo & De Castro, 1991; De Castro, 1991).

L'età del nuovo sito fossilifero ne consente la perfetta correlazione con il plattenkalk di Monte Cigno, affiorante a poca distanza, e nei cui strati è presente l'acme di *Salpingoporella dinarica* (Bravi & Mega, 1999). Possibile, sebbene necessiti di verifiche risulta anche la correlazione con il "plattenkalk 1" di Pietraraja (Bravi & Garassino, 1998) che, al versante SW della Civita, contiene l'acme di *S. dinarica* (Bartirromo *et al.*, 2006).



Tav.-text 1. Fig. 1. Packstone calcareo-marnoso con oogoni e frustoli di corafite e scaglie disarticolate di *Lepidotes* sp. Fig. 2. Sezione sottile: C2. Età: Aptiano superiore. Fig. 2. Packstone con: Miliolidae, Textularidae, *Pseudonummoloculina* sp., *Cuneolina* sp., *Debarina haounerensis* Fourcade, Raoult, Vila, *Salpingoporella dinarica* Radoicic, frammenti di gusci di Requinidae e gasteropodi. Non tutte le forme presenti in microfacies sono osservabili in figura. Sezione sottile: C3. Età: Aptiano superiore. Fig. 3. Mudstone/wackestone calcareo-marnoso con: *Lepidotes* sp. Le scaglie sono embricate poiché conservano in massima parte l'originaria posizione sul corpo dell'ittiolite. Sezione sottile: C4. Età: Aptiano superiore.

Precedenti conoscenze di macroresti di flora e fauna fossile

I macrofossili rinvenuti (Bartirromo *et al.*, 2005) provengono sia dall'affioramento che da materiale non in posto. Le ricognizioni effettuate fino ad ora hanno consentito di recuperare numerosi organismi fossili rappresentati da paleoflore, pesci, crostacei decapodi, esteridi ed un probabile dente di dinosauro (fig. 8) che per forma e dimensione (stesso profilo e stessa curvatura) assomiglia a quello di un Titanosauride (Sauropode) rinvenuto nell'Aptiano-Albiano (Cloverly Formation) del Montana (Ostrom, 1970).

Nel sito è stata riscontrata la presenza di *Podozamites* sp. e di *Frenelopsis* sp. (Bartirromo *et al.*, 2006) e di altre entità che, sebbene frammentarie, sono ben conservate e spesso fornite di cuticola.

Riguardo l'ittiofauna, osservazioni preliminari hanno consentito di ascrivere alcuni esemplari a clupeiformi, presumibilmente appartenenti



Fig. 8. Probabile dente di Titanosauride. Aptiano superiore, Cusano Mutri. La barra equivale a 5 mm.

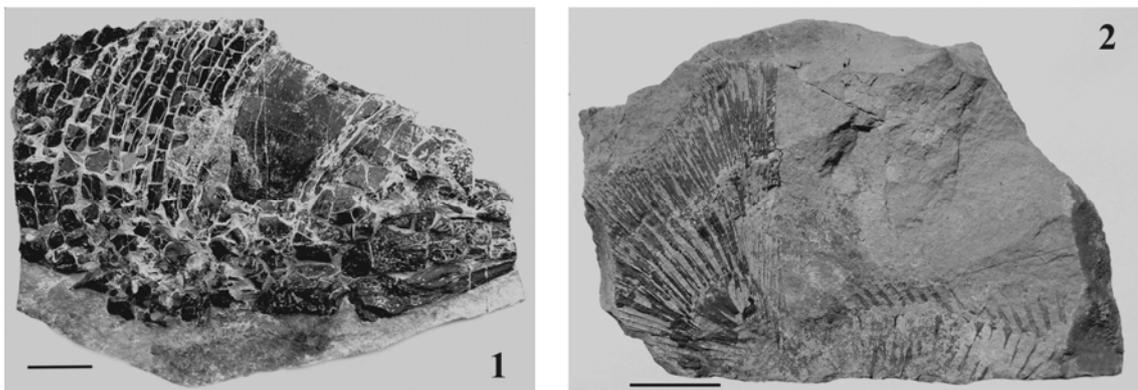


Fig. 9. Fig. a. *Lepidotes* sp. Esemplare incompleto di cui si osserva parte del cranio (parte ventrale) e l'area antero-ventrale del tronco. Campione B20. Aptiano superiore. Fig. b. *Coelodus* sp. Esemplare incompleto di cui si conserva parte della porzione caudale del tronco e pinna codale. Campione B15. Aptiano superiore. Per entrambe le foto la barra equivale a 1 cm.

al gen. *Clupevus* Arambourg. Tali pesci, comuni nel giacimento, hanno una lunghezza massima di 2,6 cm e si rinvengono spesso ricurvi sul dorso probabilmente a causa della pressione causata dai gas putrefattivi che si formano, dopo la morte, nella cavità addominale (Elder & Smith, 1988).

Il gen. *Lepidotes* è ben rappresentato sia da esemplari ben conservati (fig 9, a) che da ammassi di scaglie disarticolate. Gli ammassi di ossa e scaglie disarticolate sono frequenti e probabilmente attribuibili, almeno in parte, all'attività di organismi bioturbatori e/o necrofagi quali crostacei decapodi e vermi.

Al gen. *Coelodus* è stato attribuito un unico esemplare incompleto (fig. 9, b), di cui si conserva parte della coda e una limitata porzione dorso-caudale del tronco.

Allo stato attuale il gen. *Notagodus* è presente con un unico esemplare di circa 4 cm di lunghezza, privo della parte anteriore del cranio. Sono altresì frequenti crostacei decapodi con forme di piccole dimensioni; su alcune superfici di lamina sono infine presenti numerose valve di esteridi.

Considerazioni paleoambientali

Le prime indagini sul nuovo sito paleontologico di Cusano Mutri ne mettono in evidenza la buona correlazione con gli altri affioramenti coevi di plattenkalk nell'area della Valle del Tiverno, consentendo di ampliare il quadro della distribuzione areale degli ambienti lagunari fortemente ristretti, nell'Aptiano superiore di questo settore dell'Appennino.

Il nuovo fossil-lagerstätte di Cusano Mutri presenta facies sedimentologiche non riscontrate in altri affioramenti analoghi dell'area; in particolare, facies a caracee e scaglie di pesci ganoidi sembrano non essere presenti al M.te Cigno e nel "plattenkalk 1" di Pietraroja. Queste due ultime formazioni non presentano, inoltre, la ricchezza faunistica e floristica riscontrata nel nuovo sito. Le tipologie di fossili presenti, quali gli ostracodi a carapace liscio e sottile e gli esteridi (Tasch, 1987) per i crostacei, le carofite per la paleoflora e l'abbondanza del gen. *Lepidotes* per l'ittiofauna (Gayet, 1982), lascia ipotizzare una forte affinità con ambienti dulcacquicoli.

Pietraroja

Albiano inferiore

Il sito di Pietraroja situato sui Monti del Matese trae origine dall'omonimo villaggio.

Esso ed è noto per l'eccezionale stato di conservazione dei vertebrati rinvenuti nell'area ubicata a monte del paese e conosciuta come *Le Cavere* (Costa, 1864; D'Erasmus, 1914–1915; Dal Sasso & Signore, 1998). Il fossil-lagerstätte è noto in letteratura sin dal 1798, quando Scipione Breislak lo menzionò nella sua *Topografia Fisica della Campania*.

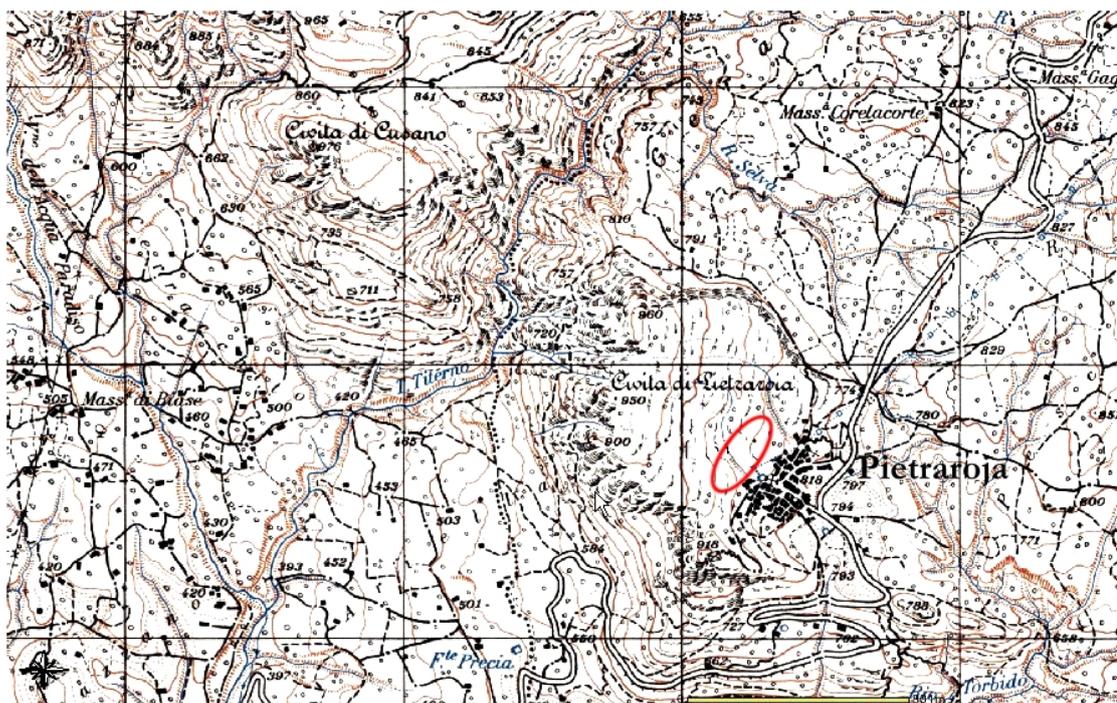


Fig. 10. Ubicazione dell'area di studio (Tav. I.G.M. 1:25.000, foglio 162 III SW – Cusano Mutri). L'ellisse indica l'area di affioramento del *fossil-lagerstätte*.

“Sopra Cerreto sorge l’alta montagna di Pietraroia che è una delle cornate del Matese, molto interessante per i prodotti che presenta. Questa montagna in alcune parti è composta di pietra calcarea scissile con impressioni di pesci. La durezza però dello schisto, e la molteplicità delle venature spatose che si intersecano in molte direzioni, fan sì, che con difficoltà se ne possono avere de’ belli esemplari, ne’ sono giammai di quella precisione e bellezza che si osserva ne’ pesci fossili di Bolca. Nella parte un poco più elevata della montagna si trovano de’ massi di pietra calcarea bianca, di grana grossolana, ma compatta e capace di polimento in cui sono racchiuse moltissime conchiglie del genere de’ Pettin?”.

Sin dalla fine del Diciottesimo secolo, pesci, anfibi e rettili recuperati nel giacimento fossilifero, sono stati oggetto di numerosi studi ad opera di diversi autori quali: Costa (1864), Covelli (1839), Agassiz (1833-1843) e Pilla (1833) che tra l’altro ascrissero il giacimento al Giurassico, e di Bassani (1882; 1885), De Lorenzo (1896), Bassani & D’Erasmus (1912) e D’Erasmus (1914-1915), che invece datarono dal Neocomiano al Cenomaniano inferiore il sito delle *Cavere*. Solo tra gli anni ’60 e ’70 dell’ultimo secolo il sito venne datato all’Aptiano (D’Argenio, 1963; Cherchi, De Castro & Schroeder, 1978) ed infine ad opera di Bravi & De Castro (1995) e Bravi & Garassino, (1998) all’Albiano inferiore. La recente descrizione del dinosauro teropode *Scipionix sammiticus* Dal Sasso & Signore, 1998 (vedi pure Leonardi & Teruzzi, 1993) con parte dei tessuti molli perfettamente conservati, ha riaccessato l’attenzione su questo giacimento.

Inquadramento geologico dell'area oggetto di studio

Il fossil-lagerstätte di Pietraroja (Tavoletta I.G.M. 1:25.000, 162 III SW – Cusano Mutri), affiora alla Civita di Pietraroja (fig. 10), una monoclinale calcarea variamente fagliata che s'innalza per 970 m s.l.m. con un'immersione media degli strati di circa 15° E-SE (Bravi, 1996), circondata da profonde valli sul fondo delle quali scorrono il Torrente Titerno ed il Rio Torbido. Il versante occidentale della Civita degrada ripidissimo per quattrocento metri circa, dal crinale fino all'alveo del Torrente Titerno, mentre il versante orientale declina dolcemente verso Est, con pendenza del 10% circa (Bravi, 1996).

Il corpo della struttura è attraversato da faglie, alcune della quali inverse con scarso rigetto, orientate E-W e ESE-WNW e con vergenza a Nord, a proposito delle quali D'Argenio (1963) scrive: *“un bell'esempio si ha sul versante settentrionale della Civita, nella forra del Torrente Acqua Calda, dove è possibile osservare con grande chiarezza le marne siltose nere del Miocene [cioè la parte alta della Formazione di Longano (Selli, 1957)] ricoperte tettonicamente dai calcari del Cretacico inferiore. Le faglie inverse, che sono accompagnate da faglie con piani molto prossimi alla verticale, di andamento N-S, sono quasi sempre obliterate dalla successiva distensione che ha squadrato i fianchi della Civita”*.

La Civita di Pietraroja è situata sul bordo orientale del Massiccio del Matese, un *thrust and fold belt* (Carannante *et al.*, 2006), originatosi durante il Terziario dalla deformazione del margine continentale della Piattaforma Adria, interpretata sia come una Unità cretacea indipendente, che come parte della Piattaforma Africana (Channel *et al.*, 1979). I Monti del Matese sono parte di una grande Unità, formata da spessori di circa 3-4 km di sedimenti depositatisi in ambienti di piattaforma carbonatica di età Mesozoica, a sua volta coperti da carbonati terziari e sedimenti terrigeni (D'Argenio *et al.*, 1973). Questi ultimi rappresentano i prodotti delle prime fasi deformative che hanno poi impilato il Matese nella struttura a falde dell'Appennino alla fine del Miocene (Sgrosso, 1998). Molti dei successivi fenomeni di sollevamento che hanno portato il Matese ad elevarsi sin oltre i 2000 m s.l.m. si sono verificati nel corso del Pliocene superiore e del Pleistocene (Carannante *et al.*, 2006). Durante il Cretacico inferiore, l'area di Pietraroja era parte di un grande dominio carbonatico con acque poco profonde [Piattaforma Carbonatica Appenninica (Mostardini & Merlini, 1986)] soggetto a condizioni climatiche da tropicali a subtropicali. (D'Argenio, 1976).

Come nel caso di molti altri domini carbonatici del margine Sud-Tetideo, predominanti condizioni di lagune poco profonde prevalsero durante il Cretacico inferiore (Carannante *et al.*, 2006).

Litologia e Biostratigrafia

I calcari ittiolitici di Pietraraja affiorano in più punti della Civita; il sito dove questi sono meglio esposti arealmente è in località Le Cavere; ma in sezione questi sono ben osservabili anche lungo il versante NE della Civita (fig. 11). Bravi & Garassino (1998) individuano due orizzonti di plattenkalk ittiolitiferi con caratteristiche diverse tra loro (plattenkalks 1 e 2). Il plattenkalk 2, affiorante al sito delle Cavere, costituisce il tipico calcare ittiolitico da cui provengono i resti di piante fossili oggetto della presente Tesi di Dottorato. In particolare, l'età dei calcari ittiolitiferi del plattenkalk 2 è stata ricavata da Bravi (1996) sulla base del riconoscimento di numerosi micro fossili tra cui foraminiferi quali *Cuneolina* aff. *pavonia*, *Cuneolina pavonia parva* Henson, *Pseudotextulariella* aff. *scarsellai*, *Sabaudia minuta* Hofker ed Orbitolinidi rappresentati da *Parakoskinolina tunesiana* e *Cribelloopsis* cf. *arnaude*.

La costante presenza di *Sabaudia minuta* in associazione con Cuneoline evolute (tra le quali *Cuneolina pavonia parva*), l'abbondanza di *Pseudonummoloculina* e gli Orbitolinidi *Parakoskinolina tunesiana* e *Cribelloopsis* cf. *arnaude*, consentono di attribuire il plattenkalk 2 all'Albiano inferiore, probabilmente corrispondente alla parte terminale della zona a *Sabaudia minuta* (De Castro, 1991; Barattolo & De Castro, 1991).

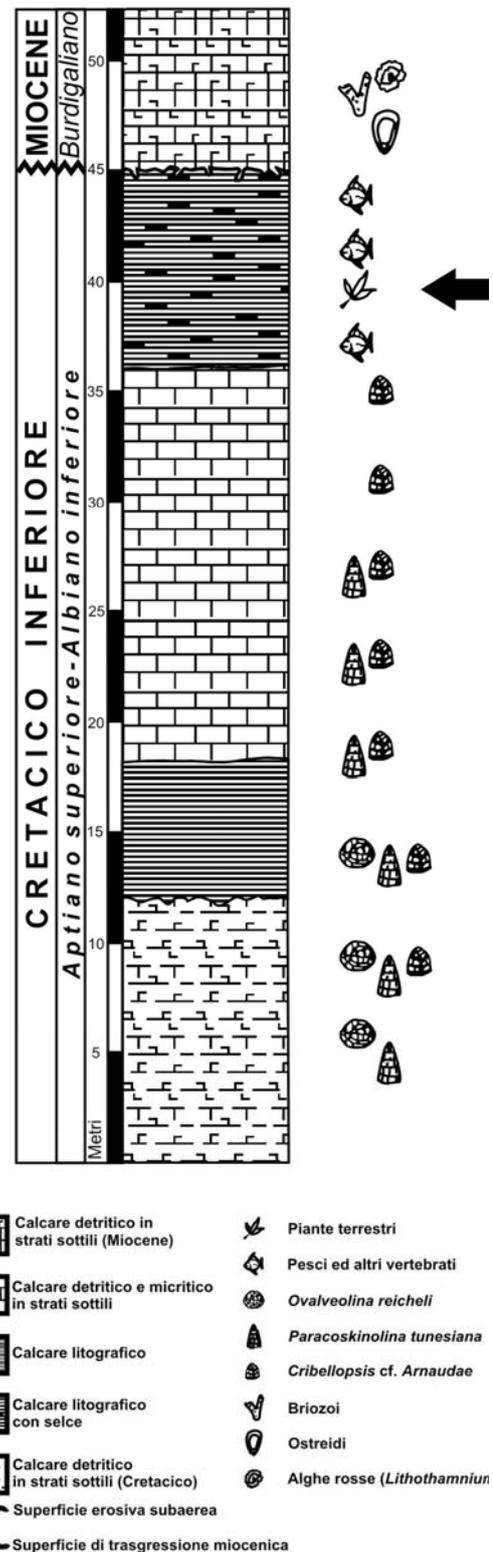


Fig. 11. Colonna stratigrafica del lato NE della Civita di Pietraraja. Da Bartiromo *et al.* 2006. Modificata.

Precedenti conoscenze sui macroresti di flora e fauna fossile

Relativamente ai resti di piante fossili, Bravi (1996) e Bravi & Garassino (1998), identificano i generi *Zamites?* e *Brachyphyllum*. Successivamente, Bartiromo *et al.* (2005, 2006), descrivono il primo esemplare di Matoniacea: *Phlebopteris* sp. Infine, ad opera di Bartiromo *et al.*, (2006) per la prima volta viene segnalata la presenza del genere *Frenelopsis* a Pietraroja.

Relativamente alla fauna fossile, numerosissimi sono gli esemplari di pesci, rettili, nonché un anfibio, descritti nel giacimento, pertanto si rimanda ad apposita bibliografia specialistica (per es. Costa O.G., 1864; D'Erasmus, 1914–1915; Barbera & Macuglia, 1988; Bravi & Garassino, 1998; Evans *et al.*, 2006).

Considerazioni paleoambientali

La prima considerazione paleoambientale fu effettuata da O. G. Costa (1866), nella *conclusione* del suo “*Studi sopra i terreni ad ittioliti delle provincie meridionali d'Italia*”; questi afferma che i calcari ad ittioliti di Pietraroja “...sono stati originati in una Baja, ove sboccava un fiume perenne;...”. Successivamente, Galdieri (1913), in base all'osservazione della grana fine dei calcari ed alla presenza di selci, pensò che il deposito si fosse formato in un ambiente di acque profonde e calme. Ma, per trovare innovative considerazioni paleoambientali bisogna attendere l'inizio degli anni '60 con l'esautivo lavoro di D'Argenio (1963). Secondo quest'ultimo autore, il deposito ittiolitico si originò da un rallentamento del tasso di subsidenza della piattaforma, che creò condizioni favorevoli per la formazione di ambienti lagunari di acque basse con trascurabile energia cinetica ed occasionali eventi sia di comunicazioni col mare aperto che di fenomeni di emersione.

Il plattenkalk di Pietraroja è stato interpretato da D'Argenio (1963) e da Bravi & Garassino (1988) come un deposito lagunare di bassa energia. Da Catenacci e Manfredini (1963) come una fascia di transizione tra il margine della piattaforma ed i sedimenti più profondi del bacino antistante (depressione molisano-sannitica); questo ambiente, eteropico di calcari neritici di piattaforma, sarebbe stato caratterizzato da frequenti oscillazioni batimetriche che avrebbero determinato l'alternarsi irregolare di condizioni “semicontinentali” e lagunari, con altre di mare più aperto: essi spiegano così la presenza di organismi e litotipi tra loro molto differenti. Da Freels (1975), l'ambiente deposizionale dei calcari ittiolitici di Pietraroja è stato invece interpretato come un bacino di erosione sottomarina con massima profondità non superiore ai 60 metri, eteropico di calcari meno profondi in facies di piattaforma carbonatica; il riempimento di tale bacino sarebbe da

attribuire a piccole correnti di sospensione (torbidity) trasportanti materiale detritico dai margini del bacino stesso.

L'ipotesi lagunare sostenuta da Bravi (1996) e da Bravi & Garassino (1998), si basa su analisi sedimentologiche e paleoecologiche. Secondo questi autori, l'ambiente di sedimentazione era una laguna poco profonda, vicina alla costa, interessata da apporti sedimentari di materiale fangoso più o meno frammisto a particolato organogeno; tali materiali erano trasportati nel bacino dalle circostanti aree della piattaforma carbonatica ad opera di maree. Questi eventi sedimentari erano pertanto legati a ritmi tidali ed a tempeste, alternati a fenomeni di starvazione sedimentaria più o meno prolungati. L'incompleta anossia del fondo è documentata dalla presenza di bioturbazioni, mentre il surriscaldamento ciclico dell'acqua della laguna in fase di stagnazione, unitamente alla carenza di ossigeno ed allo sviluppo di H₂S ad opera di masse di cianobatteri in decomposizione, provocavano fenomeni di mortalità in massa delle faune.

Recentemente però, Carannante *et al.* (2006), sulla base di indagini geologiche sul campo e dettagliate analisi sedimentologiche, hanno fornito una nuova interpretazione dell'ambiente di formazione del calcare ittiolitico, considerandolo un deposito abbandonato di un canale sottomarino (*Pietraraja Channel*, *sensu* Carannante *et al.*, 2006) che documenta un evento trasgressivo principale. Secondo gli autori, il fenomeno trasgressivo era associato all'instaurarsi di condizioni anossiche sul fondo che hanno favorito la preservazione dei fossili, nonché la deposizione di ingenti quantità di coproliti e di strati di materiale bituminoso.

Petina

Albiano medio

La prima segnalazione sui Monti Alburni di *frammenti ittiolitici indeterminabili* è opera di Sartoni & Crescenti (1962); gli autori ascrissero questo calcare alla loro “zona a *Cuneolina pavonia parva*” (Albiano-Cenomaniano). Probabilmente il plattenkalk fossilifero del giacimento di Petina, recentemente segnalato (Bravi & Garassino, 1998), rappresenta la continuazione laterale della facies riportata dagli autori di cui sopra.

Inquadramento geologico dell'area oggetto di studio

I Monti Alburni (fig. 12) sono una struttura monoclinale (I.G.M. foglio 198 Eboli. 1:100.000) orientata in direzione WNW-ESE. Essi sono bordati da grandi faglie

perimetriche e sono interessati da due principali sistemi di fratture in direzione Appenninica ed anti Appenninica. L'età della successione carbonatica esposta va dal Giurassico superiore al Cretacico superiore, quest'ultimo affiora estesamente nella parte alta del massiccio. I terreni mesozoici in facies di piattaforma carbonatica sono ricoperti da piccoli affioramenti eocenici e miocenici (Bravi, 1998. Ulteriori e dettagliate informazioni a carattere geologico-stratigrafico sono riportate anche in Sartoni & Crescenti, 1962; Bravi & Schiattarella, 1988; Santo, 1988; Marini & Andri, 1966).

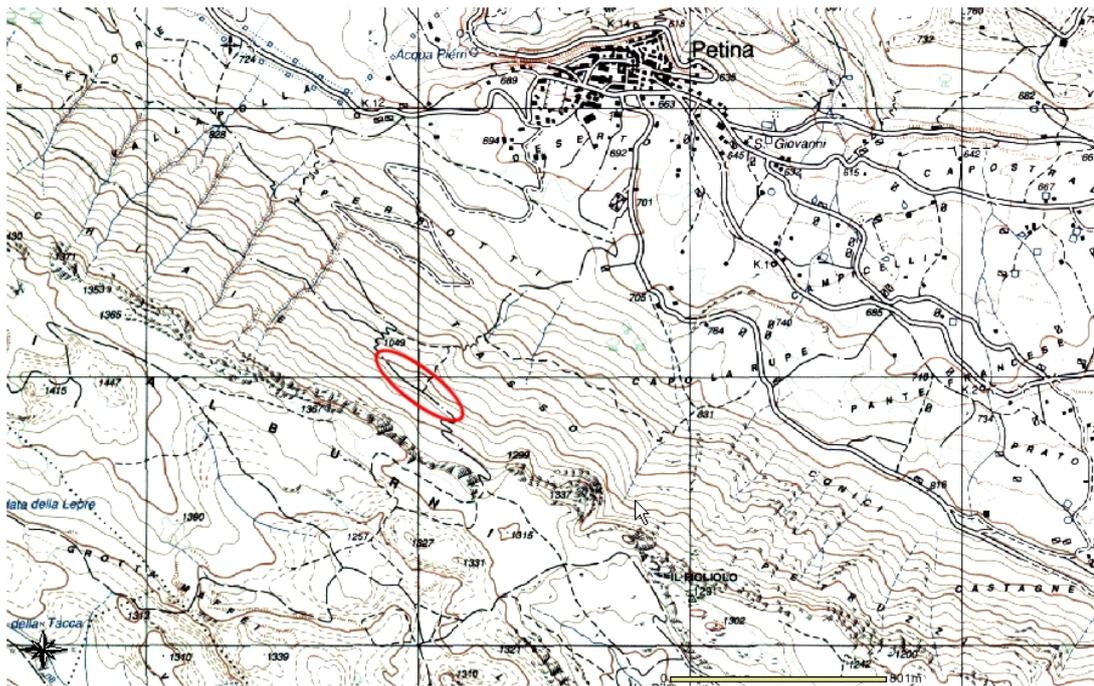


Fig. 12. Ubicazione dell'area di studio (I.G.M. foglio 198, I SE – Auletta; 1:25.000). L'ellisse indica l'area di affioramento del *fossil-lagerstätte*.

Litologia e Biostratigrafia

Il tratto di successione stratigrafica (fig. 13) esaminata da Bravi & Garassino (1998) e contenente il livello fossilifero con resti di macroflora, affiora lungo il versante NE dei Monti Alburni (I.G.M. foglio 198, I SE – Auletta; 1:25.000). L'intervallo stratigrafico esaminato si trova tra i 1120 ed i 1180 m s.l.m. ed ha uno spessore di circa 60 m; questo è stato diviso dagli Autori nei 3 intervalli: a, b (contenenti i resti a piante) e c.

Gli ultimi 16 m dell'“intervallo b” presentano la tipica facies di plattenkalk. Questi strati sono costituiti da calcari dolomitici e dolomie in strati sottili con noduli di selce di color avana, nerastri o grigiastri con, nella parte basale, resti di flora continentale e piccoli

pesci. Nella parte alta invece si riscontrano crostacei decapodi macruri, pesci di grosse dimensioni sia completi che disarticolati, scaglie ed abbondanti coproliti.

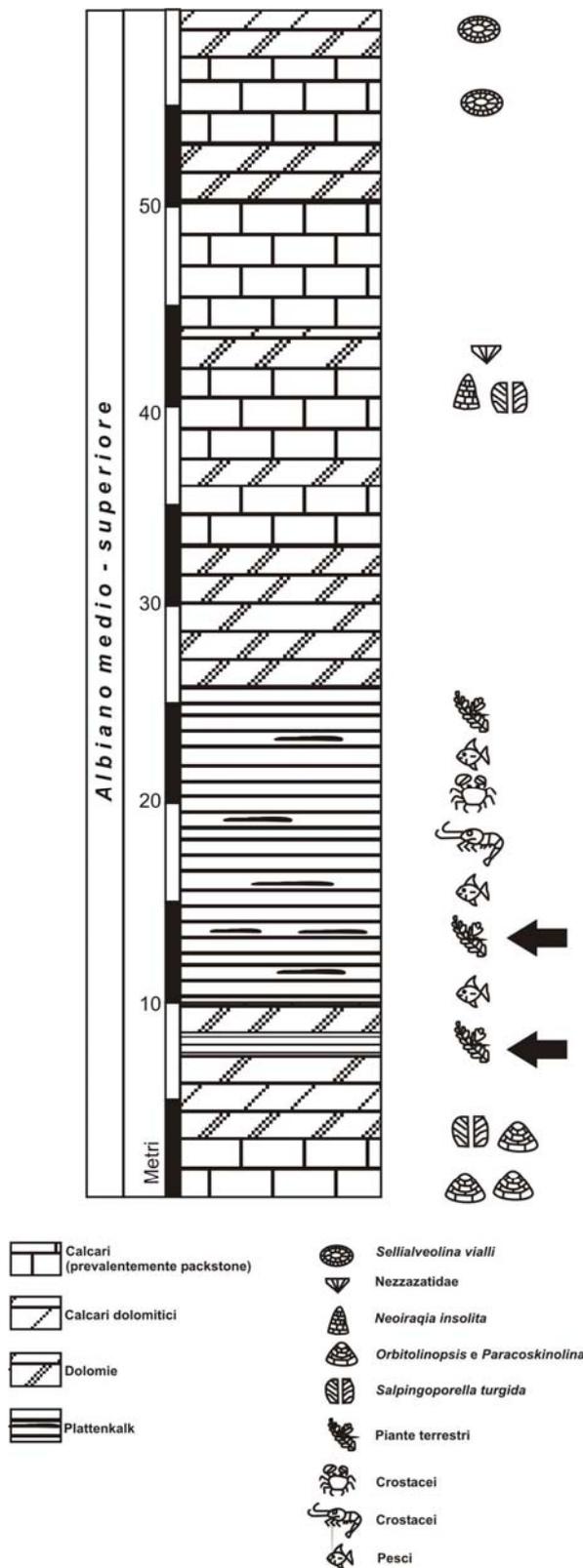


Fig. 13. Colonna stratigrafica del tratto di successione comprendente il plattenkalk di Petina. Da Bravi & Garassino, 1988. Modificata.

L'“intervallo a” contiene *Salpingoporella turgida* (Barattolo & De Castro, 1991) e gli orbitolinidi *Paracoskinolina tunesiana* ed *Orbitolinopsis* gr. *Reticulata*, che insieme alle abbondanti *Pseudonummoloculina* sp. e Cuneoline evolute, consentono di ascriverlo all'Albiano inferiore (zona a *Sabaudia minuta*; De Castro, 1991).

L'età dell'“intervallo c” è dedotta invece dalla presenza dell'orbitolinide *Neoragia insolita*, Decruetz & Moullade di *Nezzazzata simplex* Omara e *Sellialveolina viallii* Colalongo.

Questa associazione è tipica dell'Albiano superiore – Cenomaniano inferiore (zona a *Peneroplis parvus*; De Castro, 1991).

L'assenza di microfauna nell'“intervallo b” non consente una datazione precisa, ma la sua posizione stratigrafica, subito dopo “l'orizzonte a” datato all'Albiano inferiore e prima dell'“orizzonte c” datato all'Albiano superiore – Cenomaniano inferiore, consentono di attribuire il plattenkalk fossilifero (“orizzonte b”) all'Albiano medio (Bravi & Garassino, 1998).

Precedenti conoscenze di macroresti di flora e fauna fossile

Bravi & Garassino (1998),

relativa mente alla flora segnalano la presenza di *Pagiophyllum* sp., *Podozamites?* sp. e *Zamites* sp.

Per la macrofauna gli stessi autori hanno identificato ittioliti quali: *Coelodus* sp., *Lepidotes* sp., *Prochanos* sp., *Clupavus* sp. Mentre, relativamente ai crostacei: Il nuovo genere *Alburnia* con la specie *A. petinensis* ed il genere *Palinurus* sp.

Considerazioni paleoambientali

La sequenza stratigrafica esaminata da Bravi & Garassino (1998), rappresenterebbe un ambiente neritico (orizzonte a) passante ad uno ristretto di tipo subtidale lagunare, con stratificazione delle acque, con il fondo pressoché privo di ossigeno e con scarsi scambi col mare aperto (orizzonte b: plattenkalk). L'“orizzonte c”, invece rappresenterebbe un ambiente poco profondo, probabilmente prospiciente alle terre emerse (abbondanti resti di flore continentali ed ostracodi tipici di ambienti a ridotta salinità), evolvente nella parte superiore a facies subtidali; ciò è provato dalla presenza di strutture loferitiche delle rocce e marcata ricristallizzazione dei materiali.

Pertanto, la sequenza stratigrafica su menzionata è interpretata da Bravi & Garassino (1998) come un ampio ciclo peritidale del tipo “shallowing upward”, probabilmente legato a cambiamenti eustatici del livello marino. Tale ciclo instauratosi in un'area della piattaforma carbonatica probabilmente pianeggiante e con blande depressioni, avrebbe consentito la formazione di isolate lagune dove il plattenkalk sedimentava.

Magliano Vetere

Cenomaniano medio

Come per gli altri fossil-lagerstätten su elencati, anche il giacimento a piante fossili di Magliano Vetere rientra nella categoria plattenkalk (Bernier, 1994) o *platy dolomite*.

Queste formazioni, presenti a più altezze stratigrafiche nel Mesozoico appenninico (prevalentemente con età cretacea) in facies di piattaforma carbonatica, costituiscono gli unici “fornitori” di macroresti a piante ed animali.

Inquadramento geologico dell'area oggetto di studio

L'area di migliore affioramento dell'orizzonte fossilifero a piante (fig. 14), è situata a monte dell'abitato di Magliano Vetere, in prossimità della stazione di pompaggio dell'acquedotto (Tav. I.G.M. 1:25000, 198 II SO – Castel San Lorenzo), lungo il versante

SE del Monte Chianello (1314 m), il rilievo più elevato di una dorsale calcarea allungata in direzione WNO-ESE estesa da Capaccio Vecchia a Magliano Nuovo. Questa dorsale rappresenta una porzione deformata di un dominio di piattaforma carbonatica meso-

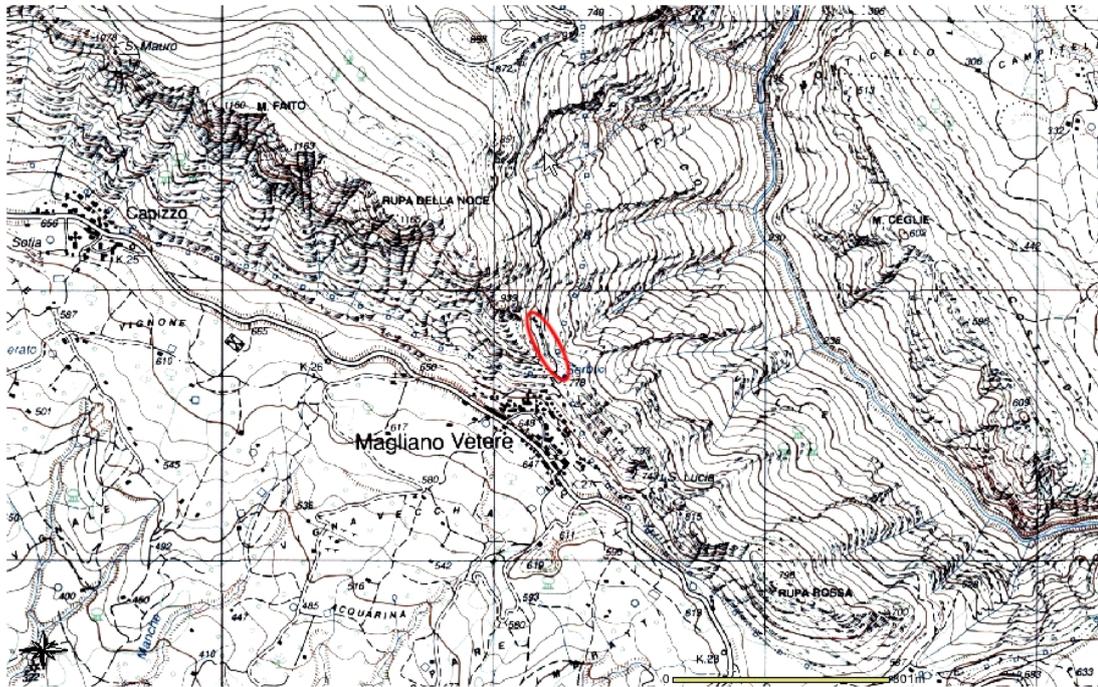


Fig. 14. Ubicazione dell'area di studio (I.G.M. foglio 198, I SE – Auletta; 1:25.000). L'ellisse indica l'area di affioramento del *fossil-lagerstätte*.

cenozoico (“Piattaforma Campano-Lucana”, *sensu* D’Argenio *et al.*, 1973; “Piattaforma Appenninica”, *sensu* Mostardini & Merlini, 1986) la cui successione è potente fino a 4.000 m.

Lo studio strutturale dell’area di Magliano Vetere (Torrente *et al.*, 2000), documenta la presenza di un articolato pattern delle mesofaglie in cui sono riconoscibili i sistemi NS, N70-90W, NW-SE e NE-SW, che dislocano l’orizzonte di “platy dolomite” con rigetti di ordine metrico (Bravi *et al.*, 2004).

Litologia e biostratigrafia

In base alle differenti facies riscontrate, Bravi *et al.* (2004), hanno diviso il tratto di successione campionato (200 m) in quattro intervalli: *a*, *b*, *c*, *d* (fig. 15). L’orizzonte fossilifero a piante fossili fa parte dell’ “intervallo b” ed affiora in prossimità dell’acquedotto (800 m ca.) di Magliano Vetere. Le rocce sono costituite da calcari dolomitici, dolomie e marne. Agli strati più compatti si intercalano pacchi di lamine

millimetriche calcareo-dolomitico-marnose, spesso facilmente sfaldabili, con superfici arrossate da ossidi di ferro, talora mostranti impronte di foglie e frustuli.

Sia gli strati più compatti che gli intervalli laminati sono spesso fortemente

bituminosi. Negli strati immediatamente sottostanti e sovrastanti la “platy dolomite”, nonché negli strati più detritici e meno dolomitizzati della stessa “platy dolomite”, sono talora osservabili in sezione sottile abbondanti resti fossili. Essi sono rappresentati principalmente da frammenti di bivalvi (talora di rudiste), piccoli gasteropodi, ostracodi, tubuli di vermi, spicole di spugna presenti in rari intraclasti, alghe calcaree tra cui abbonda *Traumatoporella*, rare Dasycladali, frammentate e ricristallizzate, pertanto indeterminabili. I foraminiferi sono molto abbondanti. L'abbondanza di Nezzazzatidae [*Nezzazzata simplex* Omara, *Nezzazzata* cf. *gyra*, *Nezzazzatinella* cf. *aegyptiaca* consente di attribuire al Cenomaniano l'intera porzione di successione stratigrafica comprendente anche la “platy dolomite” insieme agli strati subito a letto ed a tetto di essa (cf.: De Castro, 1985, 1991; Chiocchini *et al.*, 1994). In particolare, la presenza contemporanea di *Pseudorhapydionina dubia* (De Castro), *Biconcava bentori* Hamamoui & Saint-Mark e principalmente di *Pseudorhapydionina laurinensis* (De Castro) e di numerosi individui ascrivibili a *Biplanata*

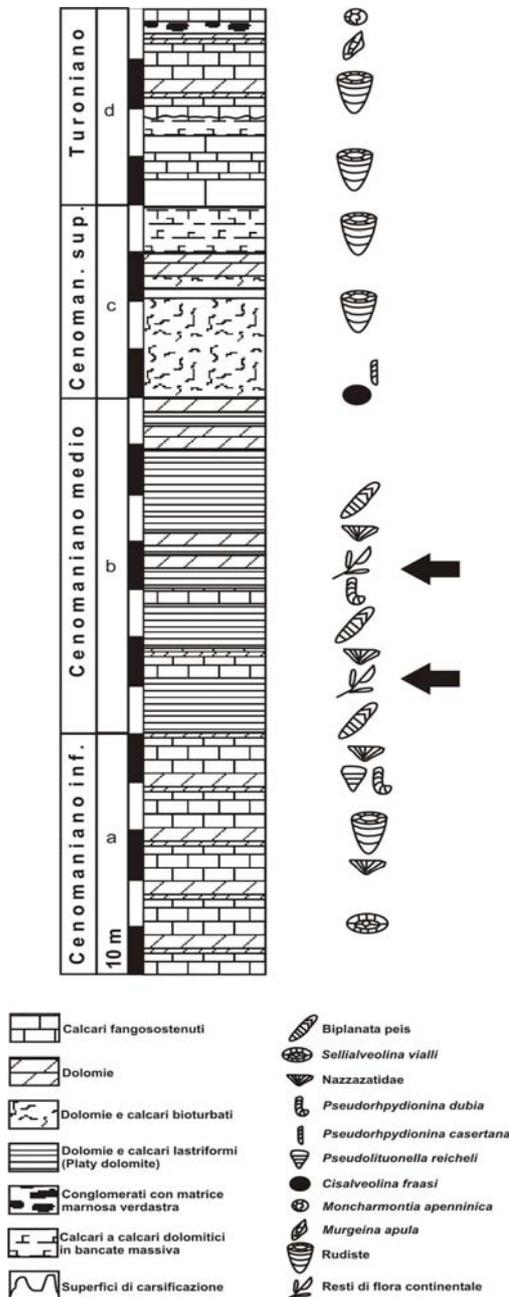


Fig. 15. Tratto di successione stratigrafica che comprende la platy dolomite. Da Bravi *et al.*, 2004. Modificata.

peneropliformis, permette di riferire la “platy dolomite” alla parte media e alta della biozona a *Pseudorhapydionina dubia* (De Castro, 1991), attribuibile al Cenomaniano medio-superiore.

Precedenti conoscenze di macroresti di flora e fauna fossile

Bravi *et al.* (2004), segnalano la presenza di impronte appartenenti al genere-forma *Sapindopsis* sp., prive di cuticola. Bartiromo *et al.* (2006) segnalano la presenza del genere *Frenelopsis*.

Si nota l'assenza totale di macrofauna, tra l'altro relativamente abbondante negli altri fossil-lagerstätten oggetto di questa tesi.

Considerazioni paleoambientali

La successione stratigrafica studiata da Bravi *et al.* (2004) ha un'età compresa tra il Cenomaniano inferiore ed il Turoniano; i quattro intervalli (*a*, *b*, *c*, *d*) in cui è stata suddivisa, sono stati rispettivamente interpretati come: *Intervallo a*, facies di piattaforma carbonatica interna di tipo lagunare, in cui si alternavano fasi di palude ricche in cianobatteri (livelli a marne stromatolitiche) con episodi di emersione che potevano generare superfici disseccate e/o erose. *Intervallo b*, includente la “platy dolomite” a piante terrestri), ambiente intertidale superiore-supratidale con condizioni ancora più ristrette delle precedenti, con diminuzione di apporti sedimentari marini e marcata sedimentazione da parte di ambienti emersi più interni nella piattaforma con età corrispondente al Cenomaniano medio. In questo livello, la totale assenza di macrofaune potrebbe essere attribuibile alle condizioni di prevalente isolamento dal mare (stagni costieri) con elevato stress ecologico. *Intervallo c*, con bancate massive fortemente bioturbate con abbondanti frammenti di gusci di rudiste e resti di echinidi, indicante un passaggio a situazioni di mare più aperto. *Intervallo d*, ambienti marini ancora più aperti con episodici apporti di sedimenti biodetritici grossolani (frammenti di rudiste), mentre, la parte più elevata dell'intervallo, a causa della presenza di livelli marnosi, potrebbe essere interpretabile come una fase di emersione della piattaforma carbonatica.

La presenza del genere forma *Sapindopsis* testimonia un ambiente di sedimentazione prossimo ad una linea di costa, compatibile con i caratteri deposizionali della “platy dolomite”. Quest'ultima interpretabile come il prodotto deposizionale di ambienti di piattaforma carbonatica tendenti all'emersione sembrerebbe correlabile, vista l'età, con una marcata fase di abbassamento eustatico del livello marino nel Cenomaniano medio, riconoscibile nella curva eustatica del 3° ordine di Haq *et al.* (1987).

Cap. II

Materiale e Metodi

La maggior parte dei reperti paleobotanici oggetto di questa Tesi di Dottorato, sono stati recuperati da chi scrive negli anni 2005/06 e provengono da cinque giacimenti cretacici situati in 3 province della Regione Campania. Le sigle attribuite ai campioni constano di una o due lettere al fine di identificare il giacimento di provenienza, seguite successivamente dal numero d'inventario (Tab. 2). Quando il campione è costituito da impronta e controimpronta, queste vengono contraddistinte anche con la lettera a (impronta) e b (controimpronta). Quando sul campione sono presenti più fossili, ciascuno è contraddistinto da numeri progressivi. I vari preparati sono contraddistinti con la lettera *v* se si tratta di vetrini, *s* se sono *stub* e *t* se sono *transfer*.

Tab. 2. Caratteristiche generali dei giacimenti e dei reperti.

Giacimenti	Provincia	Sigla dei campioni	Età
Profeti	Caserta	P	Aptiano inferiore
Cusano Mutri	Benevento	CM	Aptiano superiore
Pietraroja	Benevento	PI ed M*	Albiano inferiore
Petina	Salerno	PE	Albiano medio
Magliano Vetere	Salerno	MV	Cenomaniano medio

*: parte del materiale di Pietraroja proviene dalla Collezione del Museo di Paleontologia (sigla M) e parte da raccolte effettuate dall'autore (PI).

Il materiale oggetto di studio è conservato presso il *Museo di Paleobotanica ed Etnobotanica* dell'Orto Botanico di Napoli ed il *Dipartimento di Scienze della Terra*: due strutture afferenti all'Università "Federico II" di Napoli.

Il materiale del giacimento di Pietraroja proviene sia da saggi di scavo effettuati dall'autore esternamente all'area recintata, che da una collezione custodita nel *Museo di Paleontologia* del Centro Museale "*Centro Musei delle Scienze Naturali*" dell'Università "Federico II" di Napoli. Questa collezione è stata raccolta nel 1982 in occasione di uno scavo realizzato in collaborazione con il Museo di Storia Naturale di Torino¹.

Tipi di conservazione del materiale vegetale

Al fine di comprendere le modalità di conservazione delle piante fossili rinvenute nei cinque Fossil-Lagerstätten campani oggetto di tale studio e la relativa terminologia adottata, è opportuno far riferimento alla ricostruzione schematica in fig. 16 che mostra la formazione di impressioni e compressioni di vegetali fossili.

¹ E' importante far notare che tutti i fossili recuperati nel corso dello scavo ed attribuiti a "Vegetali indeterminati" sono conservati esclusivamente nel Museo di Paleontologia di Napoli, mentre il Museo di Storia Naturale di Torino ha incamerato esclusivamente resti di vertebrati.

La condizione di partenza (A1) presume il seppellimento del materiale vegetale (nel caso riportato in fig. 16, una foglia con tricomi e nervatura centrale) da parte del sedimento incassante. In A2, la foglia viene mostrata dopo il collasso dei tessuti e la compattazione dei sedimenti.

Normalmente il piano di frattura che si realizza al momento dell'esposizione del campione fossile e che consente l'osservazione del fossile nella matrice (B1 e B2) passa al di sopra dello strato di materia organica costituita dai tessuti fossili, lasciando un film di materiale carbonioso su una superficie sotto forma di compressione fossile (B2): in tal caso si parla di vera compressione.

Fossili di questo tipo sono stati raccolti nei giacimenti di Profeti e di Petina.

L'altra metà del fossile, la controimpronta, normalmente non presenta materia organica, pertanto si parla di impressione fossile (B1), sebbene, come mostrato nella figura, a volte residui di materia organica, come i tricomi nella figura, vi possono rimanere collegati. L'insieme di materia organica carboniosa, la compressione fossile, e l'altra metà della matrice, con la sua impressione sulla superficie della matrice, sono state chiamate "adpressioni fossili" da Shute & Cleal (1987).

A volte il piano di frattura passa lungo la compressione fossile lasciando materia organica sia sull'impronta che sulla controimpronta (C1 e C2). In questo caso si parla di compressioni clivate.

In alcuni casi, dopo la compattazione ed il consolidamento della matrice, ma prima che il fossile sia esposto all'aria a causa di una frattura, tutta la materia organica può andare perduta. Questo può avvenire presto nel corso della biodegradazione, per fenomeni di pirolisi, oppure successivamente

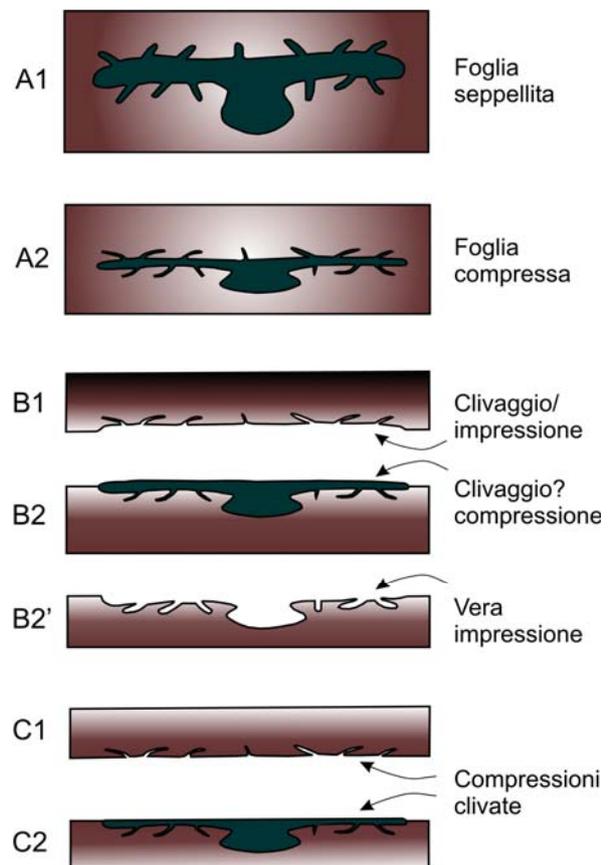


Fig. 16. Ricostruzione schematica mostrante le fasi diagenetiche nella formazione delle impressioni e compressioni di vegetali fossili. Spiegazione nel testo. Da Chaloner (1999, text-fig. 8.1). Modificato.

per semplice ossidazione a causa della prossimità del fossile con la superficie. In tal caso, si formano le vere impressioni (B2'). A volte, la completa rimozione della materia organica consente la formazione di due vere impressioni. In base a tali considerazioni, i resti di paleoflore provenienti dal nuovo giacimento di Cusano Mutri sono da considerare appunto vere impressioni.

Talvolta si richiede l'eliminazione artificiale di residui carboniosi che obliterano la superficie dell'impressione. Ciò può essere fatto attraverso la combustione ad elevate temperature (Chaloner & Gay, 1972) del campione (Chaloner, 1999).

Cenni sulla microanatomia delle foglie: cuticole, stomi

La cuticola

La cuticola è uno strato non cellulare che ricopre molte parti aeree delle piante superiori, formando uno stampo naturale della sottostante epidermide, riflettendo chiaramente le caratteristiche dei tipi cellulari, inclusi gli stomi e le strutture quali peli, glandi, e papille.

Di norma le cellule epidermiche presentano degli spazi intercellulari in cui la cuticola insinuandosi, forma le pareti anticlinali.

La grande resistenza delle cuticole fossili è dovuta alla loro composizione chimica primaria. Molte specie presentano una combinazione e distribuzione unica delle caratteristiche cuticolari, consentendo di poter essere usate per studi tassonomici. Ciò fu compreso dai primi autori che studiarono cuticole fossili (Wessel & Weber, 1855; Bornemann, 1856). Le cuticole inoltre consentono la correlazione di "dispersed organs" e sono di grande aiuto nella ricostruzione di interi taxa di piante (Harris, 1937; Clement-Westerhof, 1984).

Inoltre la morfologia dell'epidermide può fornire importanti informazioni sull'ecologia (Kerp & Barthel, 1993; Krings & Kerp, 1997). Negli ultimi anni le cuticole sono state ampiamente indagate quali biosensori delle condizioni paleoatmosferiche (Beerling & Chaloner, 1994; Kürschner, 1996). Inoltre le cuticole fossili possono contribuire alla comprensione dei paleoambienti in cui le piante crescevano. Le gimnosperme e le angiosperme normalmente hanno una cuticola piuttosto resistente e ben sviluppata, mentre solo relativamente pochi fossili di licopodi, sphenopsidi e cuticole di felci sono stati documentati (Kerp & Krings, 1999).

Cenni relativi all'osservazione delle cellule epidermiche e degli apparati stomatici

La superficie della foglia più lontana dall'apice vegetativo dell'asse è conosciuta come *superficie abassiale*, mentre la faccia superiore (vicino all'apice dell'asse) è conosciuta come *superficie adassiale* (Watanabe & Okada, 2003).

L'apertura stomatica è circondata da due cellule di guardia, le quali aprendosi e chiudendosi, controllano l'incameramento dell'anidride carbonica e la perdita di acqua (Hetherington & Woodward, 2003). L'apertura e le cellule di guardia sono circondate da uno oppure da due anelli di cellule sussidiarie. Collettivamente, le cellule di guardia e le cellule sussidiarie costituiscono il complesso stomatico (Upchurch, 1995). A causa delle condizioni ambientali, ma anche dalla specie considerata, la dimensione degli stomi varia mediamente tra i 10 e gli 80 μm , mentre la densità stomatica varia tra i 5 ed i 1000 stomi per mm^2 di epidermide (Hetherington & Woodward, 2003). La distribuzione degli stomi sulla superficie della foglia segue essenzialmente tre modelli (Meidner & Mansfield, 1968; McElwain & Chaloner, 1996):

- ❖ Ipostomatici, quando gli stomi sono dislocati sulla superficie abassiale della foglia.
- ❖ Epistomatici, quando gli stomi si trovano sulla sola superficie adassiale della foglia.
- ❖ Anfistomatici, se gli stomi sono presenti su entrambe le superficie della foglia.

Possono essere altresì presenti differenze morfologiche tra gli stomi della superficie abassiale ed adassiale della foglia. Per esempio, in alcuni casi gli stomi della superficie adassiale sono associati a peli, evaginazioni ed altre appendici superficiali, mentre gli stomi della superficie abassiale non mostrano lo stesso grado di modificazioni (Aston, 1978). Queste strutture anatomiche sono interpretabili quali protezioni; infatti, la presenza sulla superficie superiore della foglia di un maggiore numero di strutture altamente specializzate è da mettere in relazione alla maggiore esposizione di questa superficie rispetto a quella abassiale (Aston, 1978).

L'osservazione della superficie esterna di una cuticola fossile non consente di apprezzare le geometrie delle cellule epidermiche, mentre, in visione interna, le pareti anticlinali e periclinali delle cellule epidermiche sono sempre ben visibili (Barale, 1981). P.A. Roelofsen (1959) ha studiato la struttura della cuticola. Egli distingue due parti: una parte esterna poco sviluppata composta esclusivamente di cutina (cuticola propriamente detta) ed una parte interna più sviluppata formata da un "melange" di fibre di cellulosa e di cutina (strato cuticolare propriamente detto). Quest'ultimo strato è distrutto nel corso dei processi di fossilizzazione.

Da un punto di vista spaziale, gli apparati stomatici rispetto alle cellule epidermiche, possono essere dislocati sia sullo stesso piano, sia al fondo di una cavità o camera sotto-

stomatica (*stomatal pit*, secondo gli autori anglosassoni). Le pareti delle cellule di guardia in visione interna sono denominate *pareti dorsali* mentre quelle in visione esterna sono designate come *pareti ventrali* (Barale, 1981).

Fasi di studio delle cuticole

Anche se alcuni gruppi di piante quali licopodi, equiseti e felci non presentano cuticole con un elevato potenziale di fossilizzazione, altri taxon quali le conifere ad esempio, hanno cuticole che invece subiscono poche modificazioni nel corso delle fasi diagenetiche. Tutte le cuticole isolate e trattate nel corso di questo lavoro appartengono proprio a questo ultimo gruppo di piante. Schematicamente, le fasi che hanno consentito lo studio delle cuticole sono:

1. *dégagement*;
2. eliminazione della frazione minerale associata alla cuticola con mezzi chimici e macerazione dei residui organici;
3. colorazione della cuticola trattata con safranina;
4. montaggio in gel di glicerina;
5. tecnica di transfer con collodio.
6. EDS

Dégagement

Il ritrovamento di cuticole ha richiesto l'impiego di differenti metodi di campionamento in funzione delle condizioni di esposizione e di preservazione delle stesse. Le cuticole sono state recuperate con mezzi meccanici dal calcare litografico con l'ausilio di bisturi e/o di piccole lame, a volte addirittura solo con l'ausilio di fogli di carta. Sono state isolate cuticole con caratteri anatomici ben osservabili nei giacimenti di Pietraraja, Cusano Mutri, Profeti. Alcuni orizzonti del sito di Profeti contengono grandi quantità di ammassi di cuticole.

Mentre i *fossil-lagerstätten* di Petina e Magliano Vetere, almeno allo stato attuale, hanno fornito solo cuticole degradate prive di caratteri diagnostici (per la tecnica del “*dégagement*” vedi Demaret *et al.*, 1999).

Eliminazione della frazione minerale associata alla cuticola con mezzi chimici e macerazione dei residui organici

Successivamente il materiale è stato sottoposto a trattamento chimico per eliminare la frazione calcarea e le impurità che non avrebbero consentito la perfetta osservazione al microscopio ottico ed elettronico. I campioni sono stati immersi in acido cloridrico per rimuovere la frazione calcarea della roccia incassante. Quando la reazione era troppo violenta si è aggiunta acqua distillata per diluire la soluzione. Sui piccoli frammenti è stato aggiunto perclorato di potassio e solo sui campioni trattati con questo ultimo composto è stato versato acido nitrico. Il materiale può anche essere trattato direttamente con questo sistema evitando l'utilizzo di HCl. Il "melange" HNO_3 - ClO_3K consente l'ossidazione delle parti legnose e del materiale umico. Successivamente, le cuticole che non erano del tutto pulite, sono state immerse in una soluzione diluita dal 10 al 20% di ammoniaca e poi sciacquate con acqua distillata. Questo passaggio è consigliabile se il materiale deve essere osservato al SEM.

Dopo circa 1 ora si controlla: la presenza in soluzione di un alone di colore rossastro attorno al materiale è indice che la reazione procede positivamente. A volte questo trattamento è insoddisfacente, pertanto bisogna usare una miscela di acido nitrico liquido e qualche goccia di acido nitrico fumante. Il colore costituisce un indice del grado di preparazione. Durante il trattamento con gli acidi il materiale può essere osservato spruzzando sulle bolle che ricoprono le cuticole acqua distillata. Dopo ogni passaggio in acido i frammenti di cuticola sono stati sciacquati sotto un getto di acqua distillata in recipienti con maglie del diametro di 0,5 mm. Dopo, le cuticole sono state lasciate in un recipiente di piccole dimensioni immerse in acqua distillata e recuperate ad evaporazione di quest'ultima. I frammenti così ottenuti a seconda dei casi sono stati: 1) colorati con safranina; 2) montati in gel di glicerina; 3) montati direttamente per l'osservazione al SEM.

Colorazione della cuticola trattata con safranina

La colorazione delle cuticole con la safranina migliora la visibilità delle strutture cellulari quando queste non sono perfettamente preservate. Il procedimento si realizza diluendo una goccia di safranina in pochi centilitri di acqua; dopo due minuti di immersione nella soluzione. Dopo l'immersione in safranina il materiale deve essere sciacquato con acqua distillata, quindi i campioni sono pronti per essere montati sul vetrino porta oggetto.

La colorazione delle cuticole con safranina causa la formazione di flocculazioni che possono diventare fastidiose in quanto assumono la stessa colorazione delle cuticole e

possono essere scambiate per queste durante la fase di “sorting”. Le cuticole da osservare al SEM non devono essere trattate preventivamente con safranina: questa causa fenomeni di rifrazione. Se la soluzione di safranina contenente cuticole assume una colorazione violacea, vuol dire che il materiale presenta ancora tracce di acido nitrico.

Montaggio in gel di glicerina

Il gel di glicerina è la sostanza preferita per montare cuticole sui vetrini porta oggetti:

- ha eccellenti proprietà ottiche;
- può essere maneggiata senza troppe precauzioni;
- consente di manipolare le cuticole anche se sono immerse nel gel stesso.

L'unico problema del gel di glicerina è la formazione di bolle, infatti la glicerina fresca normalmente contiene una grande quantità di aria ed acqua. Per eliminare questi due “inquinanti”, il gel di glicerina può essere versato in un beaker, il quale viene posto in un recipiente contenente acqua e riscaldato fin quando il gel di glicerina non assume una colorazione giallo scura.

Nel corso di questo studio, prima del montaggio delle cuticole in gel di glicerina, alcuni frammenti sono stati immersi in safranina, in soluzione acquosa all'1% e se necessario portato ad una temperatura di 40° C. L'effetto della safranina può essere differente per varie specie vegetali (Kerp & Krings, 1999).

Tecnica di transfer con collodio

Molto spesso, il materiale vegetale fossile si conserva sotto forma della sola impressione della cuticola sul sedimento incassante: quest'ultimo forma un calco microscopico naturale riportante fedelmente la microanatomia della cuticola ormai andata perduta. Per ricreare una cuticola artificiale (il negativo) esistono svariate tecniche di trasferimento (Kouwenberg *et al.*, 2007; Wang *et al.*, 2005; Watson & Alvin, 1976). Per il materiale vegetale di Cusano Mutri (il giacimento su cui è stata ampiamente applicata questa tecnica), è stata usata una sostanza denominata collodio “o parlodio”: una tecnica di trasferimento suggerita da Dilcher (1974). Il collodio si acquista in farmacia ed è usato per alcune preparazioni dermatologiche. Si tratta di un composto a base di nitrocellulosa estremamente infiammabile, pertanto deve essere maneggiato con cura.

Per ottenere un film di nitrocellulosa scevro di bolle, i campioni di roccia contenenti resti di vegetali fossili devono essere posti preventivamente in congelatore. Dopo circa 10 minuti, si stende una goccia di collodio sulla superficie da “trasferire” e si ripone

immediatamente il campione nel congelatore per consentire la lenta evaporazione del solvente. In tal modo si forma una pellicola che si stacca automaticamente e che può essere osservata in microscopia ottica (con luce trasmessa e riflessa) od elettronica (SEM). Il collodio può esplodere facilmente a bassa temperatura, pertanto si consiglia di maneggiare piccolissime quantità di prodotto.

EDS²

L'analisi chimica (microanalisi) con il microscopio elettronico a scansione (SEM) viene realizzata misurando l'energia e la distribuzione delle intensità dei raggi X generati dal fascio elettronico sul campione utilizzando un rivelatore a dispersione di energia EDS (spettrometria per dispersione di energia). L'energia di un fotone X è proporzionale al numero atomico dell'elemento che lo ha emesso rendendone dunque possibile l'identificazione.

L'analisi effettuata può essere relativa sia ad una relativa ampia area che ad uno specifico punto del campione esaminato (microanalisi). Dato che la porzione di spazio eccitata dal fascio elettronico e che produce lo spettro X, è un intorno del punto di pochi micron, il SEM+EDS è un potente mezzo di indagine su solidi chimicamente disomogenei a scala microscopica.

Le analisi quantitative vanno effettuate su campioni perfettamente lucidati mentre su campioni non lavorati, grezzi o semilucidati è possibile effettuare solo analisi qualitative in cui l'intensità di un'energia (picco nel grafico) non può essere considerata proporzionale alla concentrazione del suo relativo elemento.

Si possono determinare gli elementi (maggiori, minori e tracce) a partire da $Z = 5$ (boro), con differenti sensibilità in funzione della loro massa atomica e della matrice analitica. I valori limite di detezione per gli elementi maggiori, nei sistemi X-EDS, sono dell'ordine delle 2000 ppm (0.2%). Si possono utilizzare frammenti, piastrine, porzioni di materiale, spezzoni di chip, polveri o granulati, che verranno montati su appositi supporti.

Per l'analisi del materiale paleobotanico oggetto del presente lavoro, il materiale è stato montato direttamente sugli *stub* ed analizzato. Per alcuni frammenti provenienti dal giacimento di Pietraraja, l'analisi è stata effettuata su materiale già metallizzato con oro.

² In Appendice II si riportano i risultati preliminari relativi alle microanalisi effettuate su cuticole e matrici incassanti dei cinque giacimenti oggetto di studio.

Tecniche di osservazione del materiale vegetale

Lo studio di alcuni reperti è stato condotto mediante luce UV utilizzando un Transilluminator Lourmat (UV TFX-20:M, $\lambda=312$ nm). Tale sistema ha permesso di evidenziare tracce organiche altrimenti invisibili, in modo da meglio definire la morfologia ed i limiti strutturali dei fossili.

Le foto macroscopiche sono state realizzate utilizzando due macchine digitali: una Fuji S5000 sia con luce solare che con raggi UV ed una Sony DSPC200.

Nel caso delle impressioni è stato utilizzato uno stereomicroscopio binoculare Nikon SMZ-U. Per le cuticole, l'osservazione è stata effettuata con un microscopio Leitz-Wetzlar e con due microscopi elettronici a scansione (SEM: Scanning electron microscope): un JEOL JSM-5310 in dotazione presso il CISAG (Centro Interdipartimentale di servizi per analisi Geomineralogiche), ed un FEI-QUANTAS 200 ESEM in dotazione presso il CISME (Centro Interdipartimentale di servizi di Microscopia Elettronica).

Il SEM è uno strumento di routine nella ricerca paleobotanica per l'osservazione e la realizzazione di microfotografie. Buona parte del materiale studiato col SEM in questo lavoro di Tesi appartiene alla categoria dei "mesofossili", cioè, oggetti che possono essere osservati ad occhio nudo ma non identificati senza l'aiuto del microscopio (Collinson, 1999). Questo tipo di microscopio permette l'osservazione degli oggetti per emissione secondaria di elettroni e non per trasmissione (Barale, 1981). I frammenti di cuticole opportunamente selezionati ed orientati sono stati incollati sui portaoggetti in alluminio (*stub*) sia con colla liquida (se di grosse dimensioni) che con scotch a doppia faccia (se di piccole dimensioni). E' possibile utilizzare colle del tipo:

- "Bostik" assoluta o diluita con acetone;
- colla "UHU" che, pare non soddisfi pienamente;
- "Attak";
- "Araldite", una resina epossidica molto tenace, preferibile ad altri tipi di adesivi che normalmente rilasciano gas nella camera sotto vuoto e che possono addensarsi attorno ai filamenti riducendo le prestazioni dello strumento e quindi la risoluzione delle immagini (Collinson, 1999).

Collinson (1995), ha riesaminato campioni montati su *stub* 15 anni prima usando colla "Durofix" ottenendo risultati impeccabili.

Il materiale proveniente da Cusano Mutri è stato osservato senza trattamenti chimici preventivi.

Successivamente, il materiale incollato sugli *stub* è stato ricoperto con uno strato di oro dello spessore di circa 30 nm. L'uniformità dello spessore dello strato di materiale conduttivo è assicurato dalle peculiari modalità di irradiazione del metallo.

Grazie alla profondità di campo, il SEM consente l'osservazione e la fotografia di forme tridimensionali (Barale, 1981). Tale caratteristica è di estrema importanza nella comprensione delle caratteristiche anatomiche del complesso stomatico: in microscopia ottica, la messa a fuoco avviene su di un solo piano, pertanto occorrerebbe scattare numerose foto per poter ricavare l'aspetto completo dell'oggetto osservato. In microscopia elettronica (SEM) invece al fine di comprendere l'organizzazione dell'apparato stomatico, sono sufficienti due fotografie: una sul lato interno e l'altra sul lato esterno della cuticola.

Osservazione del materiale vegetale al SEM

Una delle caratteristiche più importanti che consente la perfetta conservazione dei fossili riguarda la grana finissima del sedimento incassante. Il giacimento dell'Aptiano di Cusano Mutri costituisce un esempio emblematico in tal senso, infatti la matrice calcarea marnosa a grana finissima ha consentito di riprodurre fedelmente la morfologia cuticolare di numerosi esemplari di vegetali fossili. I negativi di apparati stomatici, cellule epidermiche, tricomi e papille sono risultati perfettamente conservati ed osservabili.

Prima di effettuare il montaggio dei frammenti di sedimento sugli *stub* per l'osservazione al SEM, i reperti sono stati ricoperti da uno strato di collodio. Dopo circa 10 minuti la pellicola formatasi ha inglobato le impurità che ricoprivano lo stampo calcarea naturale della cuticola. L'osservazione al SEM ha consentito di osservare così il "negativo" della cuticola. Per ottenere il "positivo" si è provveduto ad importare il file ottenuto al SEM in un programma di grafica (Corel Photo Paint) e, mediante i processi di inversione e riflessione del file originale, si è ottenuta un'immagine compatibile a quella dell'osservazione diretta della cuticola (fig. 17).

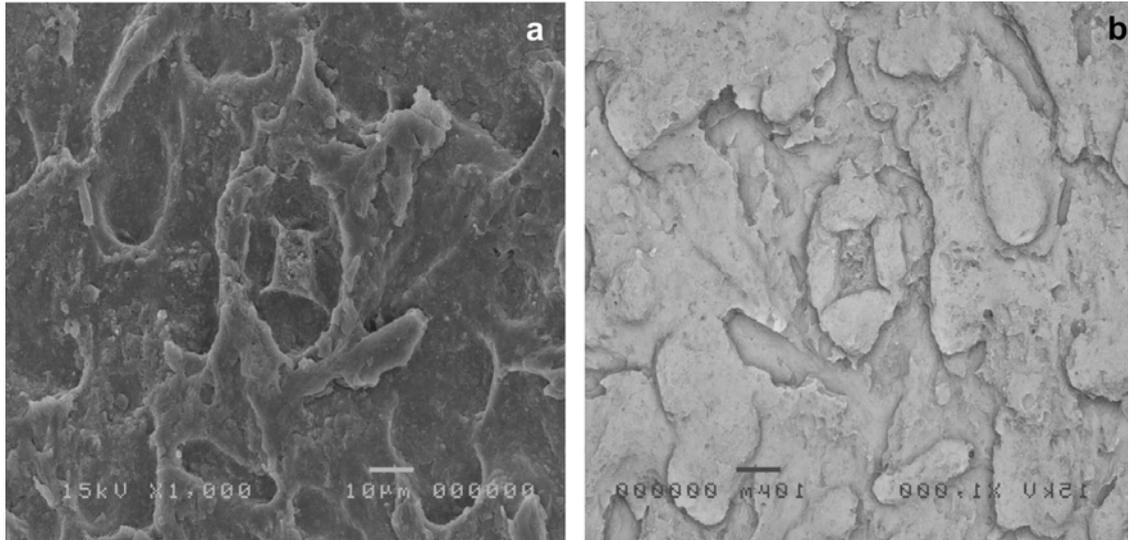


Fig. 17. Campione CM 72. *Watsonioclodus* nov. sp. Aptiano superiore, Cusano Mutri. A sinistra (a) microfotografia di calco di apparato stomatico al SEM. A destra (b) stessa immagine invertita e riflessa.

Cap. III

Sistemática Paleontológica

LISTA DEI TAXA DESCRITTI

<i>Phlebopteris</i> Brongniart	Pag. 52
<i>Phlebopteris</i> ?	52
Foliola di Bennettitale	55
<i>Sphenobaiera</i> Florin, emend. Harris & Millington	57
<i>Sphenobaiera</i> sp.	57
<i>Sphenobaiera</i> ?	59
<i>Pseudotorellia</i> Florin, emend. Harris, Millington & Miller	61
<i>Pseudotorellia</i> sp.	62
<i>Brachyphyllum</i> Lindley & Hutton ex Brongniart, emend. Harris	65
<i>Brachyphyllum obesum</i> Heer	65
<i>Brachyphyllum</i> aff. <i>obesum</i>	68
<i>Brachyphyllum</i> aff. <i>punctatum</i>	69
<i>Brachyphyllum</i> sp. 1	73
<i>Brachyphyllum</i> sp. 2	74
<i>Brachyphyllum</i> sp. 3	75
<i>Pagiophyllum</i> Heer emend. Harris	77
<i>Pagiophyllum</i> aff. <i>pedreranus</i>	78
<i>Pagiophyllum</i> sp. 1	79
<i>Pagiophyllum</i> sp. 2	80
<i>Pagiophyllum</i> sp. 3	81
<i>Araucarites</i> Presl	84
<i>Araucarites</i> aff. <i>pedreranus</i> Barale	84
<i>Araucarites</i> sp.	87
<i>Araucarites</i> ? 1	87
<i>Araucarites</i> ? 2	88
<i>Nageiopsis</i> Fontaine	89
<i>Nageiopsis</i> sp. 1	90
<i>Nageiopsis</i> sp. 2	93
<i>Nageiopsis</i> sp. 3	94
<i>Nageiopsis</i> ?	95

<i>Frenelopsis</i> Schenk emend. Watson	105
<i>Frenelopsis</i> nov. sp. 1	114
Microsporofilo di un cono maschile di <i>Frenelopsis</i> nov. sp. 1	121
<i>Frenelopsis</i> nov. sp. 2	125
<i>Frenelopsis</i> sp. 1	132
<i>Frenelopsis</i> sp. 2	133
<i>Frenelopsis</i> sp. 3	139
<i>Frenelopsis</i> sp. 4	144
<i>Frenelopsis</i> ? 1	145
<i>Frenelopsis</i> ? 2	145
<i>Frenelopsis</i> ? 3	148
<i>Frenelopsis</i> ? 4	150
<i>Pseudofrenelopsis</i> Nathorst, emend. Srinivasan	152
<i>Pseudofrenelopsis parceramosa</i> (Fontaine) Watson	155
<i>Pseudofrenelopsis varians</i> (Fontaine) Watson	157
<i>Pseudofrenelopsis</i> sp.	160
<i>Pseudofrenelopsis</i> ? 1	161
<i>Pseudofrenelopsis</i> ? 2	162
<i>Watsoniocladius</i> Srinivasan	164
<i>Watsoniocladius</i> nov. sp.	166
<i>Watsoniocladius</i> ? 1	172
<i>Watsoniocladius</i> ? 2	175
<i>Cupressinocladius</i> Seward	176
<i>Cupressinocladius</i> sp.	177
<i>Cupressinocladius</i> ?	178
<i>Podozamites</i> Braun	179
<i>Podozamites</i> sp.	179
<i>Podozamites</i> ? 1	180
<i>Podozamites</i> ? 2	180
<i>Dammarites</i> Presl	182
<i>Dammarites</i> sp. 1	182
<i>Dammarites</i> sp. 2	183
Coni	184
Coni?	184

<i>Dicotylophyllum</i> Saporta	187
<i>Dicotylophyllum</i> sp.	187
<i>Montsechia vidali</i> Teixeira	189
<i>Sapindopsis</i> Fontaine	194
<i>Sapindopsis</i> sp. 1	194
Angiosperma 1	196
Angiosperma 2	197
Angiosperma 3	198
<i>Cupressinoxylon</i> ?	198
Frammenti di legno	200

PTERIDOPHYTA

Classe Filicopsida

Ordine Filicales

Famiglia Matoniaceae

Genere *Phlebopteris* Brongniart, 1836

Specie tipo – *Phlebopteris smithii* (Daugherty, 1941) Arnold, 1947.

Phlebopteris ?

Tavola 1, figs. 1-5; fig. 18

Materiale studiato: P 3. Pietraroja.

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano inferiore

Nota – Impressione fossile in cattivo stato di conservazione.

Descrizione – Il campione è composto da impronta e controimpronta di un frammento di pinna. L'asse centrale è generalmente diritto, eccettuato per una blanda curvatura nella porzione medio-distale (Tav. 1, fig. 1). La parte visibile del rachide, interrotto nella sua porzione basale, è approssimativamente lungo 14 cm e largo 3 mm alla base, mentre si rastrema progressivamente verso l'apice (fig. 18), raggiungendo un'ampiezza minima di 1 mm. Le pinnule, ben evidenti in luce UV (Tav. 1, figs. 3-5), hanno una lunghezza variabile tra gli 8 ed i 25 mm con una larghezza di circa 2 mm. Queste sono lineari, con apice ottuso e parte basale da non decorrente a leggermente decorrente; il loro angolo di inserzione sul rachide è compreso tra 75 e 85°. Inoltre, esse presentano una nervatura centrale ben evidente. Le osservazioni relative alle nervature secondarie ed alla presenza di sori, sono state eseguite in condizione di luce naturale (l'utilizzo della luce UV non si è dimostrata efficace nell'identificazione di questi caratteri). Ai lati delle nervature primarie delle pinnule sono presenti delle strutture circolari con un diametro di circa 0.5 mm. Tali strutture sono appena visibili nella porzione mediana della pinna.

Le nervature secondarie delle pinnule si dipartono da quella principale con un angolo di 50° ca.; è possibile osservarne parzialmente il decorso in prossimità del punto di distacco, le parti restanti non si sono preservate.

Discussione – Secondo le categorie elaborate da Schopf (1975), relativamente ai tipi di conservazione del materiale vegetale, il campione è classificabile come un'impressione. Tale stato di conservazione ha influenzato notevolmente lo studio, principalmente a causa della scarsità di materia organica.

Osservazioni effettuate con luce naturale ed a basso angolo, hanno consentito di definire alcune caratteristiche morfologiche (Tav. 1, figs. 1, 2).

I caratteri osservati nel campione in studio, in particolare l'ampiezza della pinna, la forma e la dimensione delle pinnule, il decorso delle nervature primarie e secondarie delle pinnule e la presenza di punti riferibili alla localizzazione di sori, corrispondono alle caratteristiche della famiglia delle Matoniaceae.

Fra i vegetali fossili rinvenuti nel giacimento di Pietraraja, l'esemplare P 3 costituisce il primo campione attribuito alle Filicales (Bartirolo *et al.*, 2006) e

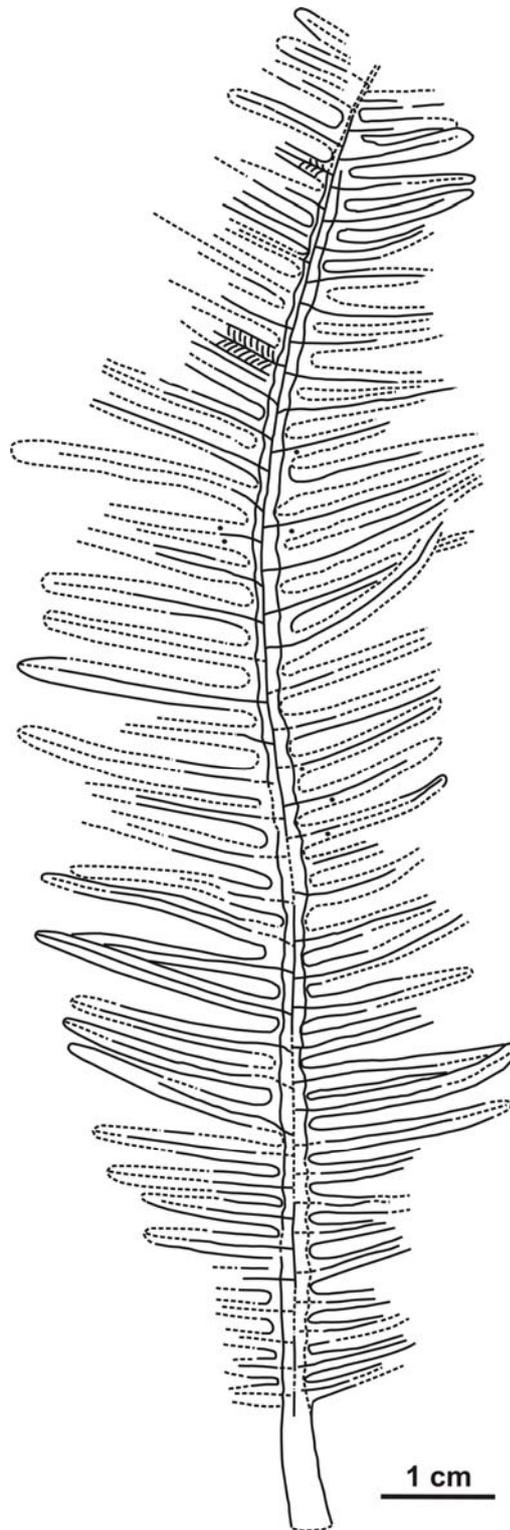


Fig. 18. P 3. *Phlebopteris* ? Albiano inferiore, Pietraraja. Disegno interpretativo del campione; i puntini su alcune pinnule rappresentano i sori. Da Bartirolo *et al.* 2006.

probabilmente (se l'appartenenza al genere *Phlebopteris* sarà confermato), il primo probabile rinvenimento in Italia del genere *Phlebopteris* Brongniart.

Considerazioni sul genere – Il genere *Phlebopteris* Brongniart è stato soggetto a varie revisioni (Harris, 1961; Van Konijnenburgvan Cittert, 1993). Le fronde di questo genere sono caratterizzate dall'aver una dicotomia basale con entrambi i lati che sostengono numerose pinne, a loro volta ulteriormente suddivise in pinnule lineari aventi apice appuntito. In alcune specie, dalla nervatura centrale delle pinnule, si dipartono le nervature laterali anastomizzate. I sori, senza indusio, sono disposti su due file, ciascuna parallela alla nervatura mediana delle pinnule (Meyen, 1987; Taylor & Taylor, 1993; Givulescu & Popa, 1998; Harris, 1961; Hirmer & Hoerhammer, 1936; Lundblad, 1950 *a*; Van Konijnenburgvan Cittert, 1993).

Considerazioni filogenetiche e stratigrafiche – Le Matoniaceae, insieme alle Gleicheniaceae, Dipteridaceae, and Hymenophyllaceae, costituiscono una delle linee filitiche più antiche nell'ambito delle felci leptosporangiate attuali con una storia evolutiva che parte dall'inizio del Mesozoico (Skog, 2001).

Attualmente le Matoniaceae sono considerate un gruppo isolato con una posizione basale nell'ambito della filogenesi delle felci leptosporangiate.

Le Matoniaceae hanno un *range* di distribuzione temporale che va dal Triassico superiore all'attuale, anche se comuni dal Giurassico al Cretacico inferiore. Le Matoniaceae erano distribuite sia nell'emisfero australe che in quello boreale (Van Konijnenburg - van Cittert, 1993).

Anche se i *taxa* attuali di Matoniaceae sono limitati all'arcipelago malaisiano (Kato, 1998), numerosi resti Mesozoici sono stati trovati in molti continenti, incluso l'Antartide (Skog, 2001).

PRESPERMATOPHYTAE

Classe Bennettitopsida

Ordine Bennettitales

Foliola di Bennettitale

Genere *Incertae sedis*

Tavola 2, figs. 1-6; fig. 19

Materiale studiato: P 2.

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano inferiore

Nota – Materiale in cattivo stato di conservazione.

Considerazioni sull'Ordine – L'estinto Ordine delle Bennettitales (Cycadeoidales), è un gruppo di gimnosperme mesozoiche che subì massicce estinzioni nel corso del Cretacico. I membri di quest'ordine hanno un *habitus* simile a quelle delle attuali Cycadales. Come *Cycas*, molte Cycadeoidales avevano un tronco non ramificato o scarsamente ramificato, con le basi fogliari presentanti una disposizione spiralata. Le fronde erano pinnate oppure con margine intero, tipo *Taeniopteris*. Fino al pionieristico studio di Thomas & Bancroft's (1913) su cuticole di cicadofite attuali e fossili, era impossibile distinguere fronde di *Cycas* da quelle delle cycadeoidali.

Essi scoprirono che le fronde delle Cycadales presentano apparati stomatici di tipo aplochelico, mentre le Bennettitales un apparato stomatico (fig. 19) di tipo sindentochelico¹. Inoltre le cellule di guardia delle Bennettitales differiscono da quelle delle Cycadales nell'aver pareti esterne e dorsali fortemente cutinizzate (Stewart & Rothwell, 1993). Gli apparati stomatici delle Cycadales sono orientati parallelamente alle nervature, mentre nelle Bennettitales tendono ad essere

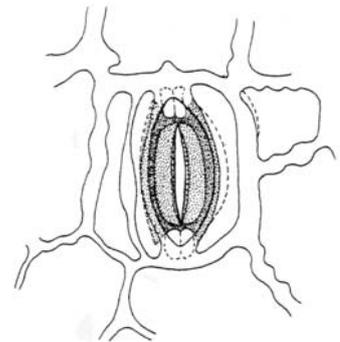


Fig. 19. Stoma sindentochelico con cellule epidermiche presentanti pareti anticlinali sinuose. Da Stewart & Rothwell, 1993.

¹ Un apparato stomatico di tipo sindentochelico differisce da quello di tipo aplochelico nell'aver una cellula ausiliaria su ogni lato delle due cellule di guardia. Le cellule ausiliarie derivano dalla stessa cellula madre da cui derivano le due cellule di guardia, indipendentemente dalle cellule epidermiche che circondano l'apparato stomatico (Stewart & Rothwell, 1993).

orientati secondo un angolo di 90°. Le cellule epidermiche delle Bennettitales sono disposte in file e presentano pareti anticlinali sinuose (fig. 19). Fronde con apparati stomatici di tipo sindetochelico orientati perpendicolarmente alle nervature e aventi cellule epidermiche con pareti sinuose, di regola vengono inserite nell'Ordine delle Bennettitales (Stewart & Rothwell, 1993).

Descrizione – Impronta e controimpronta di foliola isolata lunga 20 mm e larga 5 mm (Tav. 2. figs. 1, 2), di forma più o meno deltoidale, con margine intero e picciolata (Tav. 2. figs. 2 e 3). Le nervature in n° di 8?, si dipartono dalla base e sono parallele per l'intera lunghezza della foliola raggiungendo l'apice senza convergere; non sembrano presentare dicotomie (Tav. 2, figs. 1, 2 e 3).

Il cattivo stato di conservazione del reperto (Tav. 2, fig. 6) non consente di osservare gli apparati stomatici.

Le cellule epidermiche disposte in file, presentano le pareti anticlinali con morfologia sinusoidale ed hanno una lunghezza media di 35 µm (dimensioni minime osservate 20 µm, massime 49 µm) ed una larghezza media di 27 µm (dimensioni minime osservate 18 µm, massime 37 µm). Lo spessore delle pareti anticlinali delle cellule epidermiche si presenta uniforme sia per quanto riguarda le pareti disposte longitudinalmente che per quelle disposte latitudinalmente, con un valore medio che si attesta sui 2 µm (Tav. 2. Fig. 5).

Discussione – Il campione si presenta in cattivo stato di conservazione, pertanto non è possibile un'attribuzione generica dello stesso. La presenza di cellule epidermiche disposte in file con pareti anticlinali sinuose, consente di attribuirlo all'Ordine delle Bennettitales.

Si tratta dell'unico campione rinvenuto nel giacimento di Pietraraja attribuibile con certezza a quest'ordine.

La morfologia della foliola permetterebbe una comparazione con quelle del genere *Ptilophyllum* Morris emend. Harris, ma manca la base della foliola che è caratteristica.

Ordine GINKGOALES

Famiglia *incertae sedis*

Genere *Sphenobaiera* Florin, 1936 emend. Harris & Millington, 1974

Specie tipo – *Baiera spectabilis* Nathorst 1906, pl. 4, pl. 1, figs 1-8; pl. 2, fig. 1 = *Sphenobaiera spectabilis*.

Considerazioni sul genere - Il genere *Sphenobaiera* è stato istituito da Florin (1936) per foglie che originariamente erano state incluse nel genere *Baiera* Braun. Successivamente, la diagnosi di Florin è stata emendata da Harris & Millington (1974). Il genere è generalmente contraddistinto da foglie con una forma a cuneo (*wedge-shaped*) ma che differisce dai generi *Ginkgo* e *Ginkgoites* per l'assenza di un distinto picciolo (Wang *et al.* 2005; Lydon *et al.*, 2003; Zhou, 1997).

Il genere *Sphenobaiera* è relativo ai più antichi tipi di foglie fossili appartenenti alle Ginkgoales; è a diffusione globale sebbene prevalentemente distribuito nell'emisfero Nord (Wang *et al.*, 2005). Il genere è stato rinvenuto dal Permiano inferiore fino al Cretacico (Taylor & Taylor, 1993). Sono state descritte circa 50 specie del genere *Sphenobaiera* e per alcune di esse si conoscono anche le caratteristiche cuticolari. Solo pochi campioni sono stati trovati in associazione con organi riproduttivi.

Sphenobaiera sp.

Tavola 3, figs. 6, 7, 8, fig 20

Materiale studiato – P 36.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

Nota – Materiale senza cuticola preservata

Materiale studiato – M 20796.

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano inferiore

Nota – Materiale senza cuticola preservata

Descrizione – Foglie lunghe 21 mm (M 20796) e larghe 6,2 mm (P 36) senza un distinto picciolo. Il campione P 36 è costituito da impronta e controimpronta (Tav. 3, figs. 7, 8). Le foglie sono divise in 3 (oppure 4?) lobi (M 20796) ed in 2 (P 36) con una larghezza (misurata nella parte mediana dei lobi) compresa tra 1,9 e 2,5 mm per M 20796 (Tav. 3, fig. 6) e di 1 mm per entrambi i lobi di P 36. La porzione basale indivisa è lunga 8,8 mm per M 20796 e di 3,6 mm per P 36. L'ampiezza della base fogliare è di 2 mm per M 20796 e 1 mm per P 36 nella parte mediana e tende a restringersi verso la base fino a raggiungere una larghezza di 1,1 mm per M 20796 e 0,3 mm per P 36. I lobi presentano un'inclinazione che va da 37,5° (i primi due lobi a sinistra) a 19,8° (tra lobo centrale e quello di destra) in M 20796 ed un'inclinazione di 46,7° tra i due lobi di P 36. I lobi presentano dimensioni (lunghezza per larghezza) di 12 per 1,7 mm (lobo a sinistra), 10,8 per 2,6 mm (lobo centrale), 10,8 per 2,3 mm (lobo a destra) nell'esemplare M 20796 e di 2,3 ed 1 mm (lobo di sinistra) e 2,4 e 0,9 mm (lobo di destra) in P 36. Gli apici dei lobi sono arrotondati. Non si osservano nervature. Non si osservano caratteristiche epidermiche.

Discussione – I parametri diagnostici (macromorfologici) elencati nella diagnosi emendata da Harris & Millington (1974) sul genere *Sphenobaiera*: “*Leaves shed separately. Leaf as a whole more or less broadly wedge-shaped, without a distinct petiole. Lamina forking one or more times to give segments. Veins forking repeatedly, where several in a segment, nearly parallel and ending separately in distal margin. Cuticle (Where known) well developed (of Ginkgoalean type) with stomata scattered or in broad bands, stomata sunken and surrounded by several haplocheilic subsidiary cells*”, sono conformi a quelli riscontrati nei campioni M 20796 e P 36 (fig. 20) che quindi per morfologia generale sono riconducibili al genere *Sphenobaiera*. Comunque a causa della mancata preservazione delle caratteristiche epidermiche non è possibile attribuirli ad alcuna specie.

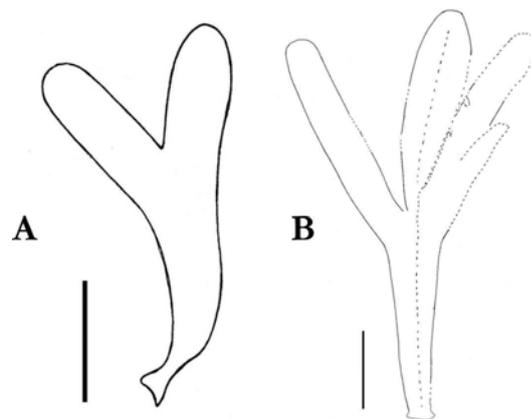


Fig. 20. *Sphenobaiera* sp. **A**: P 36. Aptiano inferiore-medio, Profeti. **B**: M 20796. Albiano inferiore, Pietraraja. Disegni interpretativi. Per A la scala equivale a 2 mm, per B equivale a 4 mm.

Sphenobaiera ?

Tavola 3, figs. 1, 2, 3, 9

Materiale studiato – P 33, P 34 a e b.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

Nota – Cuticola non preservata.

Materiale studiato – CM 84.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – La cuticola originaria è stata sostituita da ossidi di ferro

Descrizione – Foglie mal conservate lunghe 25,2 mm (CM 84), 10 mm (P 34) e 7,5 mm (P 33), senza un distinto picciolo. Il campione P 34 è costituito da impronta (P 34 a) e controimpronta (P 34 b). Le foglie sono divise in 2 lobi ? (P 34 e P 33) e 3? in CM 84 con una larghezza dei presunti lobi (misurata nella parte mediana degli stessi) di 0,9 mm per P 33, 1,1 mm per P 34 e di 0,9, 0,8 e 0,6 (limiti perimetrali dei lobi non ben definibili) rispettivamente per i lobi di sinistra, centro e di destra per CM 84. La porzione basale indivisa è lunga 3,9 mm per P 33, non misurabile per P 34, e di 1,4 mm per CM 84. L'ampiezza della base fogliare (nella parte mediana) è di 0,9 mm per P 33, non misurabile per P 34 e di 1,2 mm per CM 84.

L'inclinazione dei lobi è misurabile con certezza solo per CM 84 e va da 19,5° (i primi due lobi a sinistra) a 36,7° (tra lobo centrale e quello di destra). I lobi presentano dimensioni (lunghezza per larghezza) di 6,2 per 1 mm in P 33 (lobo a destra), 5 per 1,1 mm in P 34 (lobo di destra). Gli apici dei lobi sono arrotondati. Non si osservano nervature. Non si osservano caratteristiche epidermiche.

Discussione – Il materiale si presenta in cattivo stato di conservazione. Non è possibile stabilire con certezza se i presunti lobi del campione CM 84 siano legati anatomicamente alla porzione basale della foglia e comunque il campione non presenta i limiti delle strutture perfettamente definibili. Per gli altri esemplari non è chiaro se i presunti lobi siano parte

integrante della foglia od di assi sovrapposti. Per tali motivi gli esemplari vengono dubitativamente attribuiti al genere *Sphenobaiera*.

Ginkgophytae ?

Tavola 3, figs. 4, 5

Materiale studiato – M 19401, M 19405.

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano inferiore

Nota – Materiale in cattivo stato di preservazione

Descrizione – Foglie aventi dimensioni (lunghezza per larghezza) di 20 per 3,8 mm (M 19401) e di 14,6 per 5,8 mm (M 19405) presentanti un picciolo aventi dimensioni (lunghezza per larghezza) di 2,3 per 1,2 mm (M 19401) e di 1,6 per 2 mm (M 19405). Gli apici sono arrotondati. Solo nella parte mediana si osservano con difficoltà delle nervature: 6? in M 19405 e 3? in M 19401 per le quali non è possibile chiarire se siano o meno parallele e se siano presenti dicotomie. Le caratteristiche epidermiche non si sono preservate.

Discussione – Il materiale non presenta caratteristiche cuticolari preservate. Ciò farebbe supporre la presenza di una cuticola non molto spessa. Inoltre non si osservano canali della resina lungo le foglie. Tali caratteristiche sono tipiche delle Ginkgoales piuttosto che delle Coniferales (Watson & Harrison, 1998). In ogni caso il cattivo stato di preservazione del materiale non consente di attribuire con certezza il materiale alla Ginkgoales.

Ordine CONIFERALES GINKGOALES (?)

Famiglia *incertae sedis*

Genere *Pseudotorellia* Florin, 1936 emend. Harris, Millington & Miller 1974

Specie tipo – *Feildenia nordenskjöldii* (Nathorst), 1897, p. 56, pl. 3, figs. 16-27.

Considerazioni sul genere – Il genere *Pseudotorellia* fu istituito da Florin (1936, p. 142) come un genere-forma appartenente alle Ginkgoales per la presenza di foglie lanceolate prive di picciolo, diverse quindi da quelle del genere *Torellia* Heer (1870) *in not being shed attached to caducons leafy shoots* (vedere Lundblad 1968, p. 189). La diagnosi del genere fu tradotta in inglese da Lundblad (1957) e poi emendata da Watson (1969). Successivamente, Magdefrau & Rudolf (1969) trasferirono le specie attribuite a *Pseudotorellia* nel genere *Tritaenia*. Ancora, Bose & Manum (1990) emendarono la diagnosi di Watson riconoscendo il genere *Pseudotorellia* Florin, ma, ad una ulteriore revisione del genere, Magdefrau & Rudolf (1991) ed ancora Bose & Manum (1991) riconobbero il genere *Tritaenia*.

Pseudotorellia differisce da *Eretmophyllum* Thomas (1913, p. 259) nell'essere ipostomatica, nell'avere meno nervature e più piccole. Inoltre le caratteristiche che seguono distinguono *Pseudotorellia* da altri generi appartenenti alle Ginkgoales: cuticola spessa; stomi orientati in serie e cellule epidermiche allungate longitudinalmente; presenza, in alcune specie, di canali della resina non interrotti lungo l'intera lunghezza della lamina fogliare. Le caratteristiche elencate si riconducono alle conifere piuttosto che ad entità vegetali assimilabili al gruppo delle Ginkgoales. Secondo Watson & Harrison (1998) tali caratteristiche suggeriscono che alcune specie del genere *Pseudotorellia* potrebbero essere incluse tra le conifere *broad-leaved*, *multi-veined* quali le Araucariaceae oppure le Cycadocarpidaceae (Podozamitaceae) piuttosto che nelle Ginkgoales.

Pseudotorellia fu originariamente assegnata alle Ginkgoales piuttosto che alle conifere *broad-leaved* per il fatto di avere le nervature che terminavano liberamente all'apice della foglia; comunque questa caratteristica è presente in alcune specie di *Podozamites*, come per esempio *P. punctatus* Harris (1935, p. 89).

La scoperta di una foglia di *Pseudotorellia angustifolia* Dolundenko emend. Krassilov (1972, p. 58) attaccata ad un corto asse simile a quello di *Ginkgo* (Krassilov, 1972, pl. 20, pag. 3) consentì di avanzare l'ipotesi secondo cui questo genere avesse forti legami con le Ginkgoales. Comunque, il seme (*Burejospermum*) e la struttura portante il seme (*Ulmatolepis*)

associata a *P. angustifolia* suggerisce la possibilità che questo genere sia legato alle conifere piuttosto che alle Ginkgoales. *Ulmatolepis* presenta strette somiglianze con *Cycadocarpidium* Nathorst (1886, p. 91) ed i semi isolati *Burejospermum* sono poco conosciuti per poter verificare se possiedono o meno una camera pollinica, l'assenza della quale indicherebbe un'appartenenza alle conifere, la sua presenza permetterebbe di interpretare i semi come appartenenti alle Ginkgoales oppure a conifere primitive. Ciononostante, in assenza di una completa conoscenza delle strutture femminili riproduttive, i corti assi e l'associazione con polline tipicamente da Ginkgoales suggerisce di attribuire la specie siberiana di *Pseudotorellia* descritta da Krassilov ad una famiglia nell'ambito delle Ginkgoales. Krassilov (1970, 1972) sostiene che *Pseudotorellia* corrisponderebbe ad un genere naturale da attribuire interamente ad una famiglia, quella delle Pseudotorelliaceae. Comunque, Watson & Harrison (1998) sulla base di uno studio condotto su materiale della Germania e dell'Inghilterra, propongono la vicinanza di *Pseudotorellia* alle conifere.

Comunque, sostengono che *Pseudotorellia* dovrebbe essere considerato un genere-forma che racchiuderebbe specie appartenenti sia alle Ginkgoales che alle Coniferales.

Pseudotorellia sp.

Tavola 4, figs. 1-8 e fig. 21

Materiale studiato – CM 76.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Le osservazioni microscopiche del materiale sono state effettuate su *peel* di collodio.

Descrizione – L'unico campione attribuito a questo genere è costituito da impronta e controimpronta di una foglia lanceolata lunga 36 mm e larga 6,6 mm. Apice acuto, tendente all'appuntito. Superficie della lamina piana. Le nervature (Tav. 4, fig. 3), incospicue, sono in numero di 10? e pare terminino distanziate ma senza raggiungere il margine fogliare, mentre alla base non si osservano dicotomie. L'intera lamina fogliare pare non presenti canali della resina (Tav. 4, fig. 1, 2).

Le caratteristiche epidermiche sono state osservate mediante l'utilizzo di *peel* realizzati col collodio (Tav. 4, figs. 3, 5, 6, 7, 8 e fig. 21) Lo spessore della cuticola non è

determinabile. Non sono chiari i limiti delle cellule epidermiche. Non è stato possibile determinare lo spessore delle pareti anticlinali delle cellule epidermiche.

Gli apparati stomatici sono disposti in file longitudinali (Tav. 4, figs. 5, 6). Non è possibile determinare il numero di cellule epidermiche interposte tra le file stomatiche.

Gli apparati stomatici sono di tipo aplochelico e probabilmente sono monociclici. L'unica area del *peel* presentante apparati stomatici, consente di constatare il loro allineamento longitudinale (Tav. 4, figs 5, 6). Non è ben chiaro il numero delle cellule ausiliarie. L'orificio stomatico ha una forma allungata. Le cellule di guardia hanno dimensioni medie (lunghezza per larghezza) di 40 per 12 μm e presentano delle appendici polari che si estendono oltre il bordo esterno. Le pareti anticlinali delle cellule di guardia presentano estese cutinizzazioni. Si osservano papille che si estroflettono dalle cellule ausiliarie e che rastremano parzialmente l'orificio sottostomatico. Si osservano strutture presenti nella camera stomatica (fig. 21).

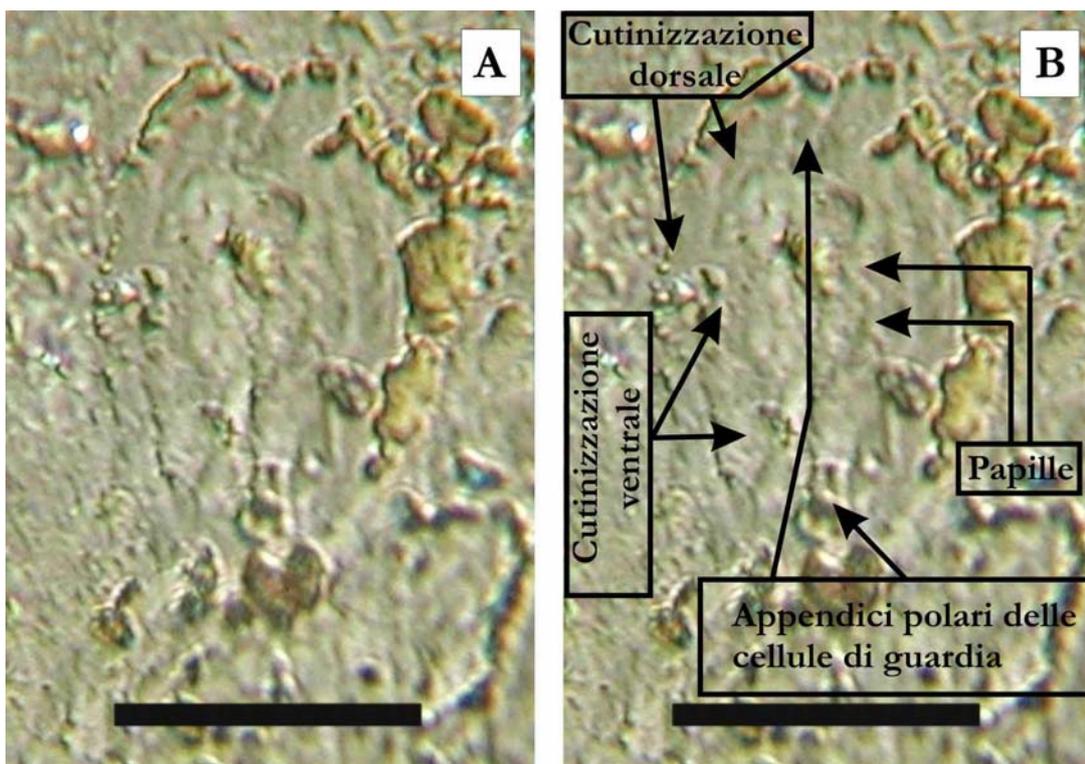


Fig. 21. CM 76. *Pseudotorellia* sp. Aptiano superiore, Cusano Mutri. Peel effettuato con collodio mostrante uno stomato. **A** e **B**: stessa foto. Spiegazione nel testo. La foto costituisce un particolare della foto n° 7 della Tav. 4. Per entrambe le foto la barra equivale a 25 μm .

Discussione – La diagnosi effettuata da Florin (1936) fu successivamente emendata da Bose & Manum (1990) e tradotta da Lundblad (1957): “*Leaves coriaceous, entire or microscopically dentate, almost linear to narrowly tongue-shaped or obovate, straight or slightly falcate, with*

their maximum width in the middle region or more apically; apex obtuse; gradually narrowing towards base, hardly forming a petiole. Veins moderate in number, dichotomizing chiefly in basal part, ending separately at, or just below apical margin. Lamina with or without resin ducts.

Stomata confined to lower side in stomatal strips between narrower, nonstomatal longitudinal zones. Within strips stomata in short longitudinal rows or irregularly scattered, sparse or crowded, always longitudinally orientated. Guard cells sunken, next to the slit showing a more or less strongly cutinized ridge ("Vorhofleiste") and side wall facing lateral subsidiary cell also strongly cutinized. Subsidiary cells 4-6. Epidermal cells with slightly sinuous to straight outlines, surface of one or both sides having a median longitudinal ridge".

Le caratteristiche macromorfologiche della diagnosi emendata da Bose & Manum (1990) e che è stata riportata integralmente sopra, corrispondono a quelle riscontrate per il campione CM 76. Per tali motivi è possibile assegnare il campione al genere *Pseudotorellia*. I pochi stomi osservati (Tav. 4, figs. 7, 8 ed in particolare fig.-text 21), presentano delle caratteristiche molto prossime a quelle riscontrate da Watson & Harrison (1998) per stomi riconducibili alla specie *Pseudotorellia linkii* (Römer) Watson & Harrison. Infatti, la fig. 21 nel testo, consente di osservare il calco di uno stoma effettuato con collodio, in cui si osservano le cutinizzazioni dorsali e ventrali delle cellule di guardia, le papille che sovrastano il foro stomatico e le appendici polari delle cellule di guardia. Tali caratteristiche avvicinano il campione aptiano di Cusano alla specie *P. linkii*, ma gli stomi di quest'ultima specie hanno una dimensione che si aggira intorno ai 76 μm , mentre gli stomi di CM 76 hanno una lunghezza massima di 45 μm .

Comunque, il cattivo stato di conservazione del materiale non consente di assegnare il campione ad una data specie.

CONIFERAE

Famiglia *incertae sedis*

Genere-forma *Brachyphyllum* Lindley & Hutton ex Brongniart, 1828 emend. Harris, 1979

Specie tipo – *Brachyphyllum mamillare* Brongniart ex Lindley et Hutton, 1835.

Considerazioni sul genere – Il genere *Brachyphyllum*, come si evince dalla diagnosi emendata da Harris (1979), è un genere-forma avente: “*Shoot, bearing leaves helically (spirally). Leaf composed of a basal cushion tapering into a small free part, length of free part (upper surface beyond leaf cushion) or total height of leaf and cushion (outwards from shoot) less than width of leaf cushion*”. Questo genere comprende foglie di conifere mesozoiche le cui affinità sono ancora controverse, ma i paleobotanici pensano che le piante appartenenti a questo genere fossero termofile e xeromorfiche, in funzione delle caratteristiche anatomiche riscontrate in molte specie (Watson & Alvin, 1996) ed in base alla loro ripartizione geografica (Spicer *et al.*, 1993).

Il genere *Brachyphyllum*, spesso riportato come appartenere alle Araucariaceae, in realtà appartiene solo in parte a questa famiglia (Stockey, 1982).

Il genere *Brachyphyllum* presenta assi con disposizione elicoidale delle foglie con una lunghezza pari alla loro larghezza e rastremantesi fino a formare una piccola foglia libera ed appuntita (Stockey, 1982). Una specie, *Brachyphyllum mamillare* Lindley & Hutton del Giurassico dello Yorkshire sembra appartenere alle Araucariaceae (Harris, 1979) sulla base della morfologia fogliare, per le caratteristiche della cuticola e per la sua associazione con le scaglie di araucarie (Kendall, 1949) contenenti polline di tipo *Araucariacites* (Couper, 1958).

Pertanto è evidente che resti di cuticola sono richiesti per effettuare comparazioni e quindi stabilire le affinità con foglie isolate (Stockey, 1982).

Brachyphyllum obesum Heer, 1881

Tavola 5, figs. 1-4; figs. 22 e 23

Materiale studiato – M 20908

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano inferiore

Nota – Materiale privo di cuticola

Brachyphyllum obesum Heer, 1881 *b*, p. 20, Tav. XVII, figs. 1-4 (not seen, after Seward, 1895, p. 218; Seward, 1919 *b*, fig. 757).

Brachyphyllum obesum Saporta, 1894, p. 112, Tav. XXI, figs. 1-7; pl. XXII, fig. 9a (non pl. XXVII, figs. 7, 8).

Brachyphyllum obesum Seward, 1895, p. 218, Tav. XVII, fig. 9; Tav. XX, figs. 1, 2, 4.

Brachyphyllum obesum Sze *et al.*, 1963, p. 305, Tav. 93, figs. 1-3.

Brachyphyllum obesum Cao, 1999, p. 95, Tav. 27, figs. 1-8.

Brachyphyllum obesiforme Saporta, 1894, p. 176, Tav. XXXI, figs. 12, 13; Tav. XXXIII, fig. 4b; Tav. XXXIV, fig. 8.

Brachyphyllum crassicaule Fontaine, 1889, p. 221, Tav. C, fig. 4; pl. CIX, figs. 1-7; Tav. CX, figs. 1-3; pl. CXI, figs. 6, 7; Tav. CXII, figs. 6-8; Tav. CLXVIII, fig. 9.

Brachyphyllum crassicaule Berry, 1911, p. 393, Tav. LXIV, figs. 1-6.

Brachyphyllum obesum Heer, 1948, Tav. XVIII, fig. 8; p. 62, Tav. XXII, fig. 7; p. 65, Tav. XXIII, figs. 1-4, 1a, 2a, 4a; p. 75, Tav. XXVI, figs. 1, 1a; XXXVI, figs. 1-3, 2a, 3a; Tav. XLI, figs. 1, 2, 1a, 2a; Tav. XLII, figs. 1, 2, 1a

Brachyphyllum ex gr. obesum Heer, Krassilov, 1967, p. 247, Tav. LXIII, figs. 9, 10.

Brachyphyllum elegans Cao, 1989, p. 443, Tav. II, figs. 8-11; Tav. III, figs. 1-3.

Brachyphyllum sp., Yabe *et al.*, 2003, p. 29, fig. 3.

Descrizione - Impronta e controimpronta di un asse ramificato lungo 47 mm e largo 3 mm alla base, da dove comincia a rastremarsi gradualmente verso l'apice dove raggiunge una larghezza di 1,8 mm. Il campione si è conservato come impronta. Si tratta di un asse con ramificazioni opposte disposte su un solo piano ed aventi un passo costante di 3,5 mm. Le ramificazioni, ben evidenti nella parte distale dell'asse principale, lo sono meno nella porzione mediana. L'inclinazione delle ramificazioni rispetto all'asse principale varia dai 60 ai 70°. Le ramificazioni hanno una larghezza più o meno costante (1 mm) per l'intera lunghezza. La disposizione elicoidale delle foglie è visibile solo nella parte basale dell'asse (fig. 23); queste sono romboidali, ma il cattivo stato di conservazione del reperto non consente di stabilire la loro fillotassia.

Discussione – Il presente campione è identico a *Brachyphyllum obesum* descritto per il Cretacico inferiore della “Kitadani Formation” del “Tetori Group” del Giappone (Yabe & Kubota, 2004) ed a *B. obesum* descritto da Teixeira (1948) nel suo studio relativo alla flora mesozoica portoghese (Tavole: XVIII, fig. 8; XXII, fig. 7; XXIII, figs. 1-4, 1a, 2a, 4a; XXVI, figs. 1, 1a; XXXVI, figs. 1-3, 2a, 3a; XLI, figs. 1, 2, 1a, 2a; XLII, figs. 1, 2, 1a) per la disposizione elicoidale delle foglie con apice ottuso (fig. 23) e per la morfologia generale del campione: dimensioni, modalità di ramificazione.

Saporta (1894) descrive questa specie per differenti località del Portogallo. I campioni provenienti da Caixaria (Pl. XXI, figs. 1-7; Pl. XXII, fig 9a) contemporanei a quelli provenienti dalla località da cui provengono i reperti di Heer (1881), sono identici alla specie *B. obesum* (Yabe & Kubota, 2004). Alcuni assi di conifere rinvenuti nel “English Wealden²” (Seward, 1895) e dal Giurassico superiore al Cretacico inferiore della Cina (Sze *et al.*, 1963; Cao, 1999) i

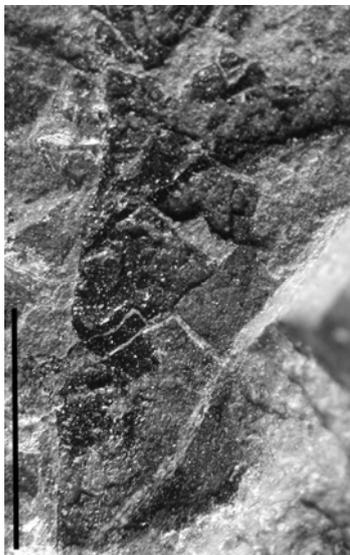


Fig. 23. *Brachyphyllum obesum*. Albiano inferiore, Pietraraja. Foto della parte basale dell'asse mostrante i cuscinetti fogliari? In disposizione spiralata. La scala equivale a 3 mm.

quali furono assegnati a *Brachyphyllum obesum*, sono comparabili con questa specie (Yabe & Kubota, 2004).

Krassilov (1967) segnala la presenza di questa specie nella località di Lipovetsky (Aptiano) e Frentsevsky (Albiano), rispettivamente nella “Suifun Formation” (Razdolnaya) e nel Bacino di Suchan (Partizansk) in Russia. Egli descrisse ed identificò due assi portanti foglie attribuendoli a *B. ex gr. obesum*.

Cao (1999) descrive *B. obesum* dal Cretacico inferiore della Provincia di Zhejiang ed anche da altre località (Yabe & Kubota, 2004).

Questo esemplare, costituisce il primo rinvenimento di *Brachyphyllum obesum* in Italia. Finora, per il Cretacico inferiore era stato trovato in Portogallo, Inghilterra, Nord America e Sud Primorje, mentre

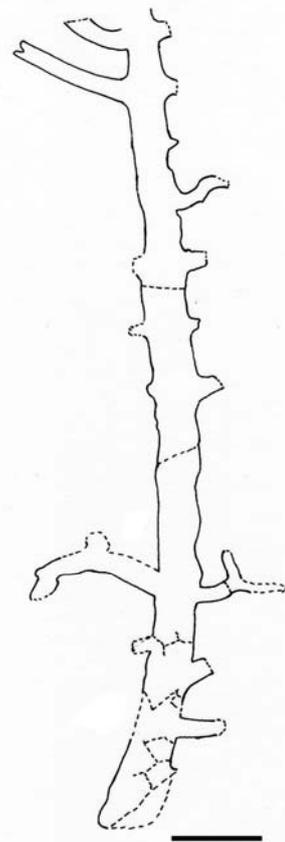


Fig. 22. *Brachyphyllum obesum*. Albiano inferiore, Pietraraja. Disegno interpretativo. La scala equivale a 5 mm.

² Periodo compreso tra il Berriasiano e l'Aptiano.

per il Giurassico superiore-Cretacico inferiore è stato rinvenuto in territorio cinese (Yabe & Kubota, 2004). Queste località fanno parte della Regione Floristica Euro-Siniana: una delle quattro divisioni paleofitogeografiche proposte da Vakhrameev (1991) per il Mesozoico e che corrisponde ad un settore dell'emisfero Nord avente un clima subtropicale.

Brachyphyllum aff. *obesum*

Tavola 6, figs. 1-4; fig. 24

Materiale studiato – CM 21, CM 34, CM 47, CM 68.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Impressioni di assi

Descrizione – Si tratta di impressioni di assi semplici (CM 34, CM 47, CM 68) o ramificati (CM 21) aventi dimensioni massime (lunghezza per larghezza) di 74 per 5,5mm (CM 21), 12 per 4,6 mm (CM 34), di 31 per 5,2 mm (CM 47) e 13,4 per 3,5 mm (CM 68).

I campioni CM 34, CM 47 e CM 68 presentano foglie strettamente adese all'asse con una morfologia romboidale (Tav. 6, figs. 2, 3; fig. 24 C). Le dimensioni medie delle foglie (larghezza per altezza) sono di 3 per 3 mm per l'esemplare CM 21 (per questo esemplare le dimensioni sono state misurate sui cuscini fogliari), di 4,4 per 3,9 mm (CM 34), di 3,5 per 3,5 mm (dimensioni medie) per CM 47 e di 3 per 3 mm per CM 68. Le foglie di CM 34, CM 47 e CM 68 hanno apice arrotondato. I cuscini fogliari sono perfettamente osservabili: in CM 21 le foglie non si sono preservate. Le caratteristiche epidermiche sono difficilmente osservabili, eccettuato alcune aree della parte apicale dell'asse ramificato di CM 21, su cui sono stati effettuati dei *peel* su cui è possibile osservare delle strutture aventi un diametro di 80 µm, presumibilmente riconducibili a complessi stomatici (Tav 6 fig. 4).

Discussione – Per la forma generale dei suoi assi e per la disposizione delle foglie, il materiale è riconducibile al genere *Brachyphyllum* Lindley & Hutton ex Brongniart emend. Harris. Mentre, la morfologia generale e la dimensione delle foglie, permette di ricondurre in maniera dubitativa i 4 esemplari alla specie *Brachyphyllum obesum* Heer.

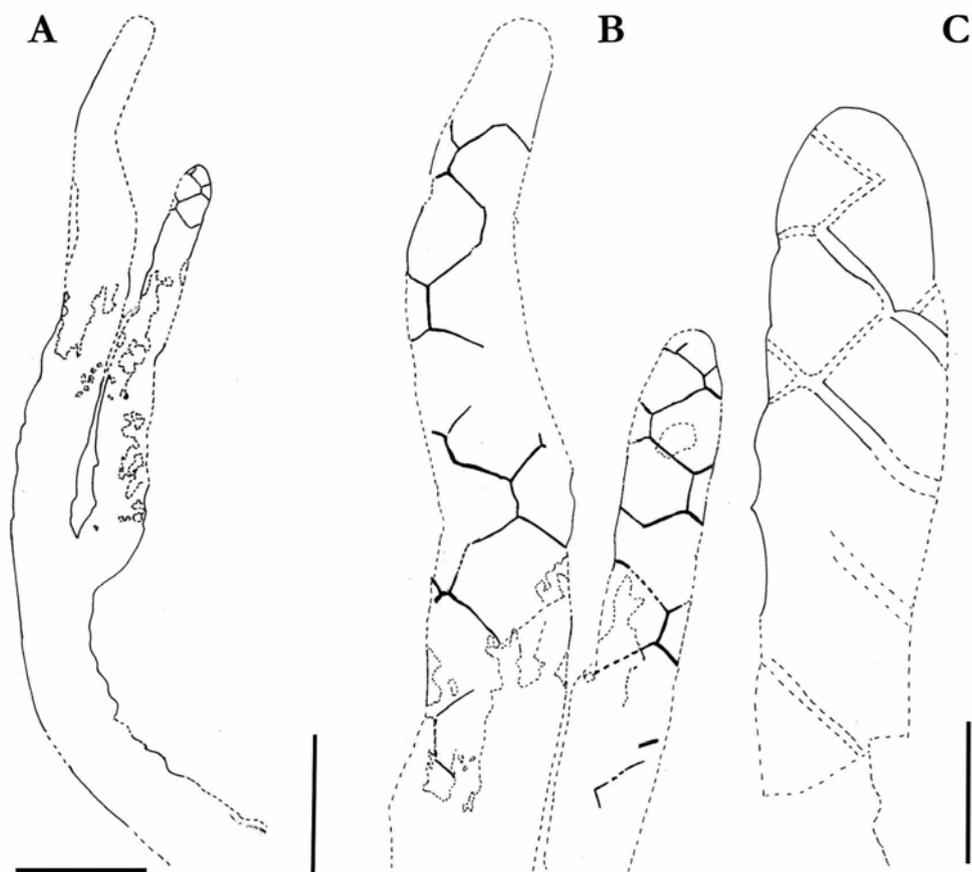


Fig. 24. **A e B:** CM 21 . **C:** CM 68. *Brachyphyllum* aff. *obesum*. Aptiano superiore, Cusano Mutri. Disegni interpretativi. B costituisce un particolare di A. Per A la scala equivale a 1 cm, per B equivale a 4 mm, per C equivale a 3 mm.

Brachyphyllum aff. *punctatum*

Tavola 6, figs 5-8; Tavola 7, figs. 1-6; figs. 25, 26, 27

Materiale studiato – CM 28, CM 67, CM 80.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Materiale presentante cuticola mal preservata

Descrizione – Tre assi presentanti morfologia e dimensioni (lunghezza per larghezza) simili: 4,9 per 5,4 mm (CM 28), 8,4 per 2,8 mm (CM 67), 4,5 per 3,1 mm (CM 80). I campioni (specialmente CM 67 e CM 80) consentono di osservare bene l'arrangiamento spiralato delle foglie intorno all'asse (Tav. 6 figs. 5-8; Tav. 7, fig. 1; fig. 25). Il numero delle

parastiche per CM 28 è di $6,6 + 3,7$; per CM 67 è di $6,3 + 4,7$; per CM 80 è di $3,3 + 4,4$ (Tab. 3 e fig. 25). Le foglie presentano un cuscinco fogliare con una forma più o meno deltoidale, ed hanno dimensioni (larghezza della base fogliare, per altezza per lunghezza della parte libera della foglia) di $1,5$ per $1,3$ per $1,3$ mm per CM 28, di 1 per $0,8$ per $0,8$ per CM 67 e di $1,4$ per $0,95$ per $0,8$ mm per CM 80. Le cattive condizioni di preservazione di CM 28 ed in particolar modo di CM 80 non hanno consentito di effettuare molteplici misure relativamente alle dimensioni fogliari rendendo difficoltoso altresì il calcolo delle parastiche.

Le caratteristiche epidermiche del materiale non sono ben preservate. Le cellule epidermiche hanno una morfologia rettangolare, allungate ed hanno dimensioni medie (lunghezza per larghezza) di $(-25 \mu\text{m}) 41 \mu\text{m}$ ($69 \mu\text{m}-$) e di $(-11,8 \mu\text{m}) 16,9 \mu\text{m}$ ($23,6 \mu\text{m}-$) con le pareti anticlinali aventi uno spessore medio di $(- 2,6 \mu\text{m}) 3,9 \mu\text{m}$ ($5,8 \mu\text{m}-$).

E' stata osservata un'unica struttura riconducibile ad un apparato stomatico? avente un diametro di circa $100 \mu\text{m}$ e costituita da 6 cellule ausiliarie? disposte intorno ad un presumibile foro stomatico (Tavola 7, fig. 2). Non sono stati osservati i tipici apparati stomatici allungati, al fondo del quale ci sono le cellule di guardia (Tavola 7, figs. 1-6).

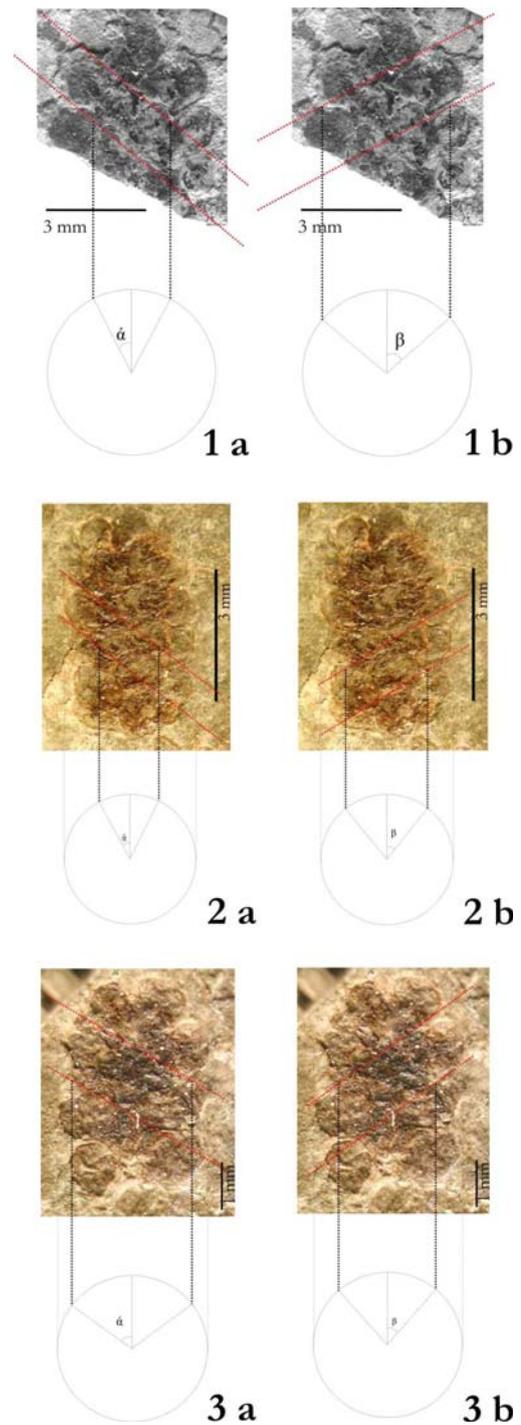


Fig. 25. *Brachyphyllum* aff. *punctatum*. Aptiano superiore, Cusano Mutri. Calcolo delle parastiche. **1a** ed **1b**: CM 28; **2a** e **2b**: CM 67; **3a** e **3b**: CM 80. Per tutte le figure, le lettere a e b si riferiscono rispettivamente al calcolo degli angoli α e β . Spiegazione nel testo.

Discussione – Nel 1987 Watson *et al.* pubblicarono un articolo dal titolo “*New species of Brachyphyllum from the English Wealden and its probable female cone*” relativamente alla istituzione di una nuova specie denominata *Brachyphyllum castatum*. L'anno successivo (1988) gli stessi

autori (Watson *et al.*) pubblicarono un altro articolo: “*The holotype of the Wealden conifer Brachyphyllum punctatum Micheal*”

Gli autori descrissero come nuova specie (*B. castatum*) materiale già descritto da Micheal (1936) che fu da questi designato quale *B. punctatum*. Pertanto *B. castatum* Watson, Fischer & Hall è caduto in sinonimia con con *B. punctatum* Micheal. L’olotipo della specie *Brachyphyllum punctatum* Micheal, 1936 originariamente custodito al “Geological Survey of Berlin” è stato oggetto di ricerche sin dal 1961 ed infine ritenuto perduto insieme a molti altri campioni del Wealden tedesco. Successivamente l’olotipo di *B. punctatum* è stato inaspettatamente ritrovato in una collezione di materiale mai raffigurato nel “Geologisch-Paläontologisches Institut and Museum of the Georg-August-Universität, Göttingen” (Watson *et al.*, 1988). Studi sulla cuticola hanno permesso di comprendere che il materiale inglese (Watson *et al.*, 1987) è identico

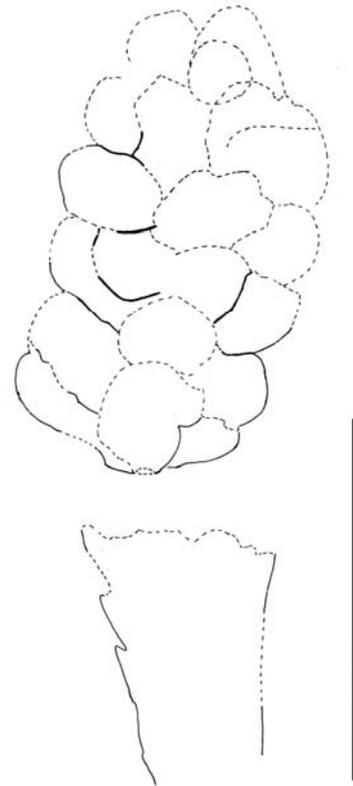


Fig. 26. CM 67. *Brachyphyllum* aff. *punctatum*. Aptiano superiore, Cusano Mutri. Disegno interpretativo. La scala equivale a 4 mm.

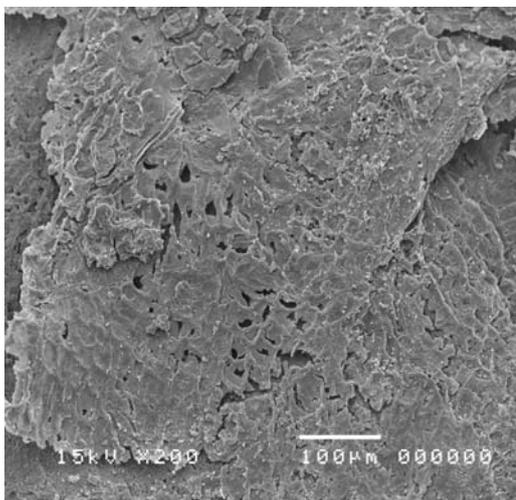


Fig. 27. CM 28. *Brachyphyllum* aff. *punctatum*. Aptiano superiore, Cusano Mutri. Superficie abaxiale? di cuticola mal preservata. Foto al SEM.

a *B. punctatum* Micheal e che, probabilmente, la nuova specie descritta per il cretaceo inferiore dell’Argentina *Tarphyderma glabra* Archangelsky & Taylor, 1986 costituisce un altro sinonimo di *B. punctatum* (Watson *et al.* 1988).

Dal punto di vista morfologico e dimensionale i tre campioni descritti sono molto prossimi a *B. castatum* (= *B. punctatum* Micheal) raffigurato da Watson *et al.* (1987; p. 171, Pl. 1, fig. 1).

Nonostante il cattivo stato di conservazione, per i tre campioni è stato effettuato il calcolo delle parastiche. Secondo Harris (1976) la filotassia di un asse o di un cono fossile è un carattere spesso trascurato dai paleobotanici. Il numero di parastiche è determinato dal perimetro dell’asse e dalla base

fogliare (Richards, 1951). Le parastiche di una specie cambiano a seconda dello spessore dell'asse (Watson *et al.*, 1997). Pertanto, si ritiene che debbano essere costanti le parastiche di una data specie per una data ampiezza.

Secondo Watson *et al.* (1987), spesso un asse fossile compresso non consente il calcolo della frazione di Fibonacci; ciò invece viene fatto comunemente per le piante viventi.

Attraverso il metodo proposto da Watson *et al.* (1987)³ è stato effettuato il calcolo delle parastiche per i campioni esaminati: i risultati sono riassunti nella tab. 3.

I risultati relativi al calcolo delle parastiche hanno consentito di determinare la prossimità tra i campioni esaminati anche se alcuni valori sono leggermente contrastanti (in special modo per il campione CM 80), ma ciò è probabilmente da addurre al cattivo stato di conservazione del materiale.

Tab. 3. Valori relativi al calcolo delle parastiche per gli esemplari attribuiti a *Brachyphyllum* aff. *punctatum*.

Esemplare	Angolo α	Angolo β	Valore parastica relativa ad angolo α	Valore parastica relativa ad angolo β
CM 28	27,1°	48,4°	6,6	3,7
CM 67	28,3°	38,01°	6,3	4,7
CM 80	54,2°	41,2°	3,3	4,4

Comunque, le cattive condizioni di preservazione del materiale (Tav. 7 e fig. 27) non hanno consentito di attribuire con certezza il materiale alla specie *Brachyphyllum punctatum* Micheal. Infatti l'affinità del materiale di Cusano Mutri con questa specie è stata effettuata sulla base delle dimensioni e morfologie generali di assi e foglie, nonché della morfologia e dimensione delle cellule epidermiche.

Probabilmente i tre assi, date le ridotte dimensioni, appartengono agli ultimi ordini di ramificazioni.

Nell' "English Wealden", Watson (1977), ha rinvenuto un gran numero di foglie isolate appartenenti a *B. punctatum* insieme a quelle di *Pseudofrenelopsis parceramosa*. Situazione quest'ultima, riscontrata anche nel giacimento aptiano di Cusano Mutri dove però è stato rinvenuto un solo campione attribuito a *P. parceramosa*.

³ Data una misura orizzontale di parastiche = p ; il diametro dell'asse = d ; per α e β vedere fig. 25 nel testo.

Poi: $\sin \alpha = p/2 / d/2$

$\text{Arcsen } p/d = \alpha^\circ$

Divergenza dell'angolo = 2α

Numero delle parastiche = $360/2 \alpha$

Brachyphyllum sp. 1

Tavola 8, figs. 1-8

Materiale studiato – P 10 b 3, P 55, P 56, P 57, P 59, P 95, P 101, P 113.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

Nota – Materiale in cattivo stato di conservazione

Descrizione – Si tratta di impressioni di assi semplici; solo il campione P 113 presenta un esemplare (P 113 d) ramificato dicotomicamente. L'asse di maggiori dimensioni è P 113 c che raggiunge 105 mm di lunghezza per 8,9 mm di larghezza, mentre il più piccolo (P 56) è lungo 21,2 mm e largo 2,7 mm (Tavola 8, figs. 1-8).

Tutti i campioni ad eccezione di P 10 b 3 e P 55 presentano foglie strettamente adese all'asse. Le foglie hanno una disposizione spiralata ed una morfologia romboidale. Le foglie presentano dimensioni variabili (Tab. 4) ed hanno un apice arrotondato. I cuscinetti fogliari non sono sempre ben osservabili: il campione P 113 è ricoperto da uno spesso strato di *Vinavil*⁴ che impedisce l'osservazione delle caratteristiche macroscopiche. Le caratteristiche epidermiche non si sono preservate.

Tab. 4. Misurazioni effettuate sui campioni attribuiti al genere *Brachyphyllum* sp. 1. I valori sono in mm.

Campione	Lunghezza asse	Larghezza asse	Lunghezza foglie	Larghezza foglie
P 10 b 3	21,5	5	1,7	1,7
P 55	29,0	5,6	2,6	2,8
P 56	21,2	2,7	1,5	2
P 57	38,1	6,8	3,9?	4,8
P 59	14,5	6,8	2,7?	4,8?
P 95	29,8	5,8	2,6	4,2
P 101	27,9	7,8	3,7?	4,5?
P 113 a	31,4	7,3	3,8?	5,4?
P 113 b	56,5	6,9	3,8?	5,4?
P 113 c	105,5	8,9	3,8?	5,4?
P 113 d	67,1	5,3	3,8?	5,4?
P 113 e	53,2	6,8	3,8?	5,4?

?: non è chiara l'esatta morfologia delle foglie, pertanto sono difficilmente misurabili.

⁴ Lo strato di *Vinavil* è stato apposto da un raccoglitore di fossili. Tale procedimento ha pregiudicato la possibilità di effettuare dei *peel* sulla superficie degli esemplari esposti.

Discussione – Il materiale si rapporta al genere *Brachyphyllum* Lindley & Hutton emend Harris. Gli esemplari (tutti tranne P 10 b 3 e P 56) sono simili alla specie giurassica *B. kendallianum* descritta da Wesley (1956) e proveniente dalla Val D'Assa (Vicenza), per la dimensione delle foglie ed il loro arrangiamento intorno all'asse. Anche se presentanti misure diverse tra loro (Tab. 4), i reperti vengono inseriti nella stessa unità tassonomica in quanto 1) risulta difficile calcolare l'esatta dimensione delle foglie e 2) perchè provenienti dallo stesso giacimento. Pertanto, il cattivo stato di conservazione e l'assenza di strutture epidermiche impedisce di attribuire il materiale in maniera specifica.

Brachyphyllum sp. 2

Tavola 8, fig. 9

Materiale studiato – CM 48.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Materiale in cattivo stato di conservazione

Descrizione – Impressione di asse non ramificato con dimensioni (lunghezza per larghezza media) di 33,7 mm per 4 mm. Le foglie hanno una dimensione (lunghezza per larghezza) di 3,9 per 5,4 mm. Le foglie, strettamente adese all'asse, sono disposte intorno a questo in maniera elicoidale ed hanno una morfologia romboidale-triangolare con un apice arrotondato. I cuscinetti fogliari non sono sempre ben osservabili (Tav. 8, fig. 9).

Le caratteristiche epidermiche non si sono preservate.

Discussione – Il materiale è riconducibile al genere *Brachyphyllum* Lindley & Hutton emend Harris. Le foglie meglio preservate si possono osservare nella zona apicale. Il cattivo stato di preservazione non consente di attribuire il reperto specificamente.

Brachyphyllum sp. 3

Tavola 8, figs. 10-13; fig. 28

Materiale studiato – M 20765, M 20909, M 20924, M 20925⁵.

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano inferiore

Nota – Materiale privo di cuticola

Descrizione – Si tratta di impressioni di assi semplici (M 20924, M 20925) o ramificati (M 20765, M 20909) aventi dimensioni massime (lunghezza per larghezza) di 34 per 2,3 mm (M 20909) e minime di 11,9 per 1,9 mm (M 20925).

I campioni presentano foglie di piccole dimensioni che misurano mediamente 1 mm di lunghezza per 1 mm di larghezza (Tab. 5). Le foglie presentano apice arrotondato (fig. 28). I cuscinetti fogliari sono difficilmente osservabili. Le caratteristiche epidermiche non si sono preservate (Tav. 8, figs. 10-13).

Tab. 5. Misurazioni effettuate sui campioni attribuiti al genere *Brachyphyllum* sp. 3. I valori sono in mm.

Campione	Lunghezza asse	Larghezza asse	Lunghezza foglie	Larghezza foglie
M 20765	14,3	2	1	1,1
M 20909	34,4	2,3	1,2	1,2
M 20924	11,9	1,9	1	1
M 20925	11,9	1,9	1	1

Discussione – La dimensione delle foglie e la loro disposizione permette di ricondurre il materiale al genere *Brachyphyllum* Lindley & Hutton emend Harris. Si tratta di esemplari presentanti le foglie più piccole finora riscontrate nei cinque giacimenti oggetto di questo studio. Purtroppo, il cattivo stato di conservazione del materiale e l'assenza di caratteri epidermici non consentono di attribuire specificamente il materiale.

⁵ I campioni M 20924 e M 20925 costituiscono l'impronta e la controimpronta dello stesso asse. Nel corso della catalogazione effettuata nei primi anni '90 presso il Museo di Paleontologia, i due reperti hanno ricevuto un diverso numero di catalogo.

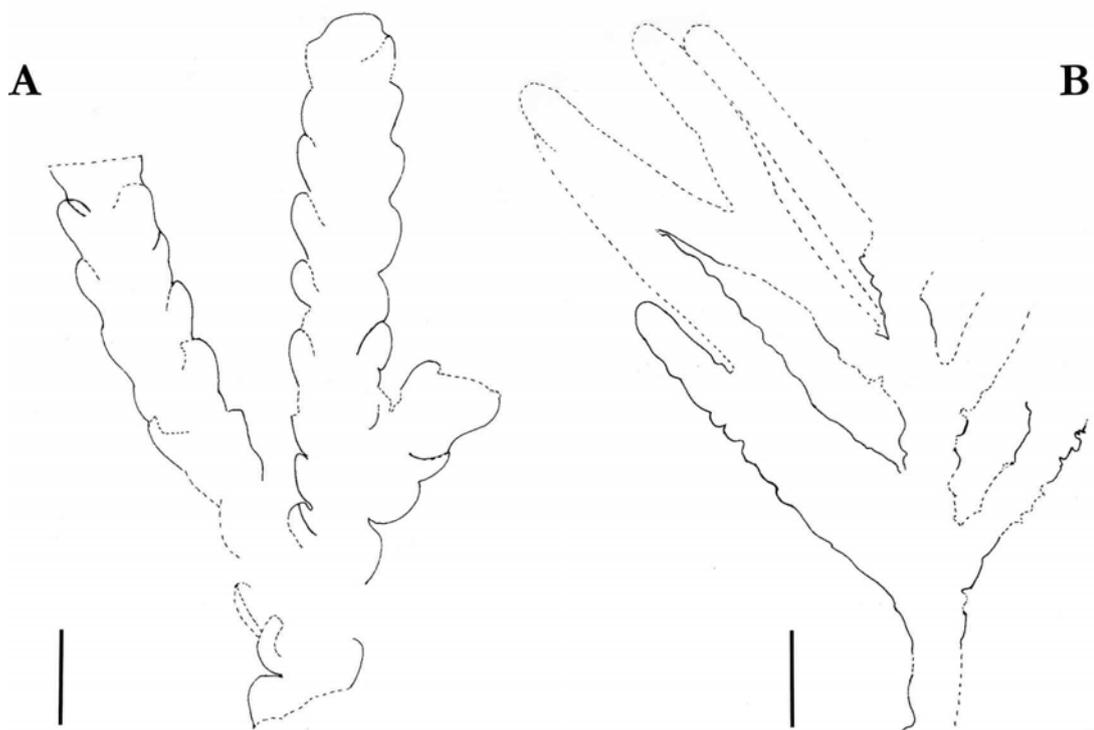


Fig. 28. *Brachyphyllum* sp. 3. **A**: M 20765. **B**: M 20909. Albiano inferiore, Pietraroja. Disegni interpretativi. Per A la scala equivale a 3 mm, per B equivale a 5 mm.

Specie tipo – *Pagiophyllum cirinicum* (Saporta), Heer

Considerazioni sul genere – Brongniart, nella sua “*Tableau des Genres fossiles*” (1849) definisce il tipo *Brachyphyllum* includendo la specie *Araucaria peregrina* Lindley & Hutton [= *Pagiophyllum peregrinum* (Lindley & Hutton) Schenk]. Pomel (1849) dopo aver osservato delle fruttificazioni provenienti dall’area di Verdun, propose il genere *Moreavia*, genere suddiviso in quattro sezioni: *Pachyphyllum*, *Brachyphyllum*, *Platyphyllum*, *Taxoidea*. Poi, nel 1881, Heer elimina il termine *Pachyphyllum* già applicato ad un membro della famiglia delle Orchidiaceae, rimpiazzandolo con il termine generico *Pagiophyllum*, proponendone la diagnosi (Barale, 1981).

Questo genere riunisce assi di conifere composti da rami distinti, non appiattiti. Le foglie, con disposizione spiralata, sono decorenti sui loro cuscini fogliari; la parte libera della foglia è almeno tanto lunga che larga, le più tipiche presentano una lunghezza maggiore della larghezza dei cuscini fogliari. Hanno una forma triangolare, sono spesse e si allargano alla base; la faccia inferiore della foglia è convessa; i bordi laterali della foglia sono sottili e terminano con un apice acuto (Barale, 1981).

Gli stomi sono presenti sulla faccia inferiore e nella maggior parte dei casi, sulla faccia superiore, sono largamente ripartiti su tutta la superficie tranne a livello della zona mediana stretta. Non sono mai assembrati in bande definite e tendono a formare delle file longitudinali, Spesso essi occupano una posizione irregolare tra le file stomatiche; queste ultime non sono in rilievo ma gli stomi lo sono. Gli apparati stomatici sono di tipo aplochelico monociclico o incompletamente anficciclico. Le cellule di guardia sono circondate da un anello irregolare di 3-6 cellule annesse (ausiliarie) e da un anello più o meno completo di cellule epidermiche. L’ostiolo è spesso perpendicolare alla direzione delle file stomatiche. Le cellule epidermiche, disposte in file longitudinali, normalmente sono di forma rettangolare. Queste divengono più piccole ed a pareti anticlinali ispessite presso la base dei cuscini fogliari (Barale, 1981).

Osservazioni – La distinzione tra i generi *Brachyphyllum* Brongniart e *Pagiophyllum* Heer è basata sulla forma delle foglie e più precisamente sulla parte libera di queste ultime:

- nel genere *Brachyphyllum*, la parte libera della foglia è sempre più corta ed inferiore alla larghezza della base fogliare;

- nel genere *Pagiophyllum*, la parte libera della foglia è più lunga e la sua lunghezza è sempre maggiore della larghezza della base fogliare.

Pagiophyllum aff. *pedreranus*

Tavola 9, figs. 1-7; fig. 29

Materiale studiato – CM 19.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Materiale con caratteristiche epidermiche mal conservate

Descrizione – Asse vegetativo privo di ramificazioni avente una lunghezza di circa 18 mm ed una larghezza media pressoché costante di circa 5 mm; larghezza all'apice: 4,9 mm; alla base: 4,3 mm. Le foglie sono opposte, falcate ed hanno una lunghezza media di 2,2 mm (minima: 1,5 mm; massima: 2,8 mm) per una larghezza media di 1,9 mm (Tav. 9, fig. 1). I due lati della faccia inferiore della foglia sono convessi e si uniscono nella parte mediana basale a formare una sorta di “chiglia”; i due lati della faccia superiore, leggermente

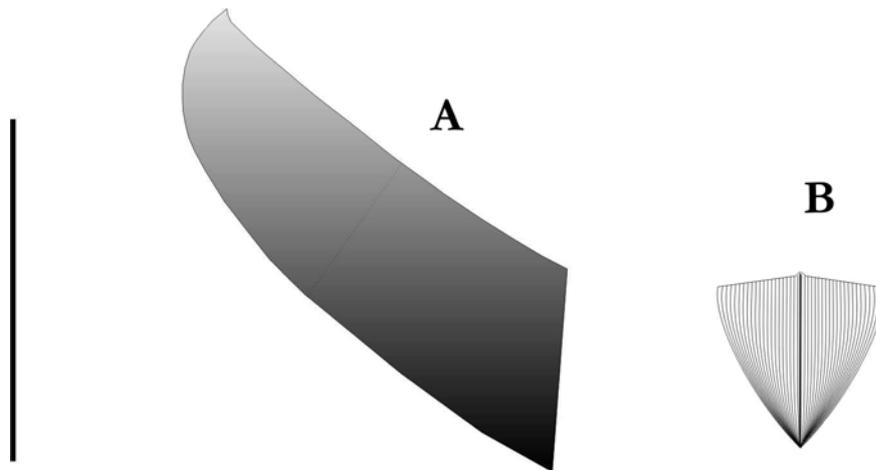


Fig. 29. CM 19. *Pagiophyllum* aff. *pedreranus*. Aptiano superiore, Cusano Mutri. **A**: foglia vista di profilo. **B**: ricostruzione in 3D della parte anteriore della foglia a partire dalla linea tratteggiata sul disegno A. La scala equivale ad 1,5 mm.

convessi, si uniscono nella parte mediana un po' rialzata rispetto ai bordi laterali (Tav. 9, fig. 1 e fig. 29). Lunghezza della parte libera delle foglie sempre maggiore rispetto alla loro larghezza. Apice della foglia ricurvo verso l'alto.

Le cellule epidermiche, disposte in file longitudinali, hanno una morfologia poligonale con pareti anticlinali spesso curve, a volte dritte; le pareti periclinali sembrano presentare delle puntazioni (Tav. 9, figs. 2-5). Le strutture che si osservano su calchi effettuati col collodio, presumibilmente sono apparati stomatici: questi hanno un diametro medio di circa 50 μm e sono disposti in file. I presunti ostioli⁶ sembrano avere un'orientazione casuale (Tav. 9, figs. 6, 7).

Discussione – La dimensione delle foglie e la loro disposizione permettono di ricondurre il reperto al genere *Pagiophyllum* Heer emend. Harris 1979. Il campione presenta una macromorfologia generale prossima a *P. araucarinum* Pomel (Saporta) ed a *P. pedreanus* Barale, ma differisce da entrambi nell'aver foglie di dimensioni più minute. Il reperto (CM 19) invece, presenta caratteri epidermici che lo rendono comparabile con *P. pedreranus*: le cellule epidermiche, di entrambi, sono disposte in file ed hanno una morfologia poligonale.

Sebbene il campione non presenti le caratteristiche epidermiche ben conservate, si riscontra l'affinità del reperto alla specie *P. pedreranus*. Questa attribuzione è altresì avvalorata dal rinvenimento nello stesso giacimento di una scaglia attribuita ad *Araucarites* aff. *pedreranus*.

Pagiophyllum sp. 1

Tavola 10, fig. 1; fig. 30

Materiale studiato – CM 30.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Materiale in cattivo stato di conservazione

Descrizione – Parte distale di un asse vegetativo privo di ramificazioni avente una lunghezza di 9,5 mm ed una larghezza massima di circa 6 mm; larghezza all'apice: 2 mm; alla base: 1,7 mm. Le foglie sono opposte, falcate ed hanno una lunghezza media di circa 3 mm (minima: 1,3 mm all'apice; massima: 3,9 mm alla base). La larghezza è difficilmente misurabile. I due lati della faccia inferiore della foglia sembrano essere convessi e si

⁶ Le aperture stomatiche possono essere altresì denominate ostioli.

uniscono nella parte mediana basale. La morfologia della porzione superiore della foglia non è chiara. Lunghezza della parte libera delle foglie sempre maggiore rispetto alla loro larghezza. Apice della foglia appuntito e ricurvo verso l'alto (Tav. 10, fig. 1).

Le caratteristiche epidermiche, mal preservate, si osservano esclusivamente su una delle foglie apicali e constano di cellule epidermiche aventi una morfologia arrotondata o poligonale con dimensioni medie di 57 μm di lunghezza per 30 μm di larghezza (fig. 30).

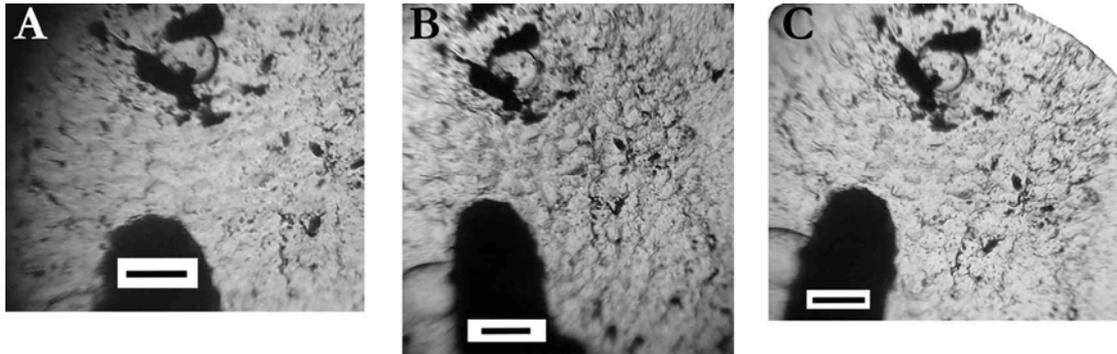


Fig. 30. CM 30 t. *Pagiophyllum* sp. 1. Aptiano superiore, Cusano Mutri. Peel effettuato con collodio mostrante le cellule epidermiche. Le foto **A**, **B** e **C** si riferiscono alla stessa area ma presentano un fuoco ed un'esposizione differente per evidenziare le caratteristiche del campione. Per le tre foto la barra equivale a 100 μm .

Discussione – Le caratteristiche morfologico-dimensionali, nonché la disposizione delle foglie consentono di attribuire il reperto al genere *Pagiophyllum* Heer emend. Harris 1979. Il campione presenta una macromorfologia generale prossima a *P. araucarinum* Pomel (Saporta) ed a *P. pedreanus* Barale, ma il cattivo stato di conservazione del materiale consente di fare delle comparazioni solo in via approssimativa. Il reperto CM 30 differisce da CM 19 nell'aver foglie più grandi, allungate e presentanti un'inclinazione maggiore rispetto all'asse, in special modo per le macrofilie che si trovano sul lato sinistro dell'asse. Comunque, le cattive condizioni di preservazione del reperto non consentono di attribuirlo ad una data specie.

Pagiophyllum sp. 2

Tavola 10, fig. 2

Materiale studiato – CM 104.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Materiale senza caratteristiche epidermiche preservate

Descrizione – Apice di un asse vegetativo privo di ramificazioni avente una lunghezza di 14,5 mm ed una larghezza media pressoché costante di circa 3,3 mm; Le foglie sono disposte in maniera elicoidale ed hanno una lunghezza media di circa 2 mm per una larghezza media di circa 1,5 mm. Le foglie sono strettamente adese all'asse secondo un angolo di circa 20° (valore medio), ma tendono ad essere più divaricate alla base (26°) e meno nella parte distale (15°). I due lati della faccia inferiore della foglia sono più o meno convessi e si uniscono nella parte mediana basale che risulta essere arrotondata. Non è chiara la morfologia della porzione superiore della foglia. Lunghezza della parte libera delle foglie sempre maggiore rispetto alla loro larghezza. Apice delle foglie arrotondato (Tav. 10, fig. 2).

Le caratteristiche epidermiche non si sono preservate.

Discussione – La morfologia, la dimensione e la disposizione delle foglie permettono di ricondurre il reperto al genere *Pagiophyllum* Heer emend. Harris 1979. Purtroppo i caratteri epidermici del materiale non si sono preservati. Dal punto di vista macromorfologico e dimensionale, il reperto assomiglia a quelli attribuiti al genere *Pagiophyllum* e rinvenuti nel giacimento dell'Albiano medio di Petina.

Pagiophyllum sp. 3

Tavole 10, figs. 3-11 e Tavole 11, 12, 13, 14 e fig. 31.

Materiale studiato – PE 2, PE 3, PE 4 1, PE 4 2, PE 5, PE 7, PE 8, PE 9 1, PE 9 2, PE 10, PE 11, PE 14, PE 15, PE 16 1, PE 16 2, PE 16 3, PE 17, PE 18, PE 19 1, PE 20, PE 21 1, PE 21 2, PE 22, PE 23 1, PE 23 2, PE 24, PE 25 1, PE 25 2, PE 26 1, PE 26 2, PE 26 3, PE 26 4, PE 27, PE 28, PE 29, PE 30, PE 31, PE 32 1, PE 32 2, PE 33 1, PE 33 2, PE 34, PE 35, PE 36, PE 37, PE 38, PE 39, PE 40, PE 41, PE 42, PE 43, PE 44.

Località – Petina (Salerno)

Età – Albiano medio

Nota – Il materiale non presenta caratteristiche epidermiche osservabili

Descrizione – Si tratta di compressioni di assi vegetativi semplici o ramificati aventi dimensioni centimetriche (vedere le Tav. 10-14). Le foglie sono disposte a spirale intorno all'asse e sono più o meno strettamente adese a questo secondo un angolo di circa 20°. Hanno una lunghezza compresa tra 2 e 3 mm per una larghezza media di circa 2 mm. I due lati della faccia inferiore della foglia sono convessi e si uniscono nella parte mediana basale a formare una sorta di “chiglia” (fig. 31); i due lati della faccia superiore invece, sono convessi e si uniscono nella parte mediana leggermente rialzata rispetto ai bordi laterali. Lunghezza della parte libera delle foglie sempre maggiore rispetto alla loro larghezza. Gli apici delle foglie possono essere arrotondati o ricurvi verso l'alto.

Le caratteristiche epidermiche non si sono preservate.

Discussione – Sono state condotte numerose osservazioni al microscopio ottico ed elettronico ma non sono stati ottenuti dati relativi alle caratteristiche micromorfologiche dei reperti. La dimensione relativa delle foglie unita alla loro morfologia e disposizione consente di attribuire i reperti al genere *Pagiophyllum* Heer emend. Harris 1979.

Non è stata altresì trovata nessuna somiglianza tra questi reperti e quelli descritti da Wesley (1956) per la Formazione dei Calcari Grigi del Veneto ed attribuiti al genere *Pagiophyllum*.

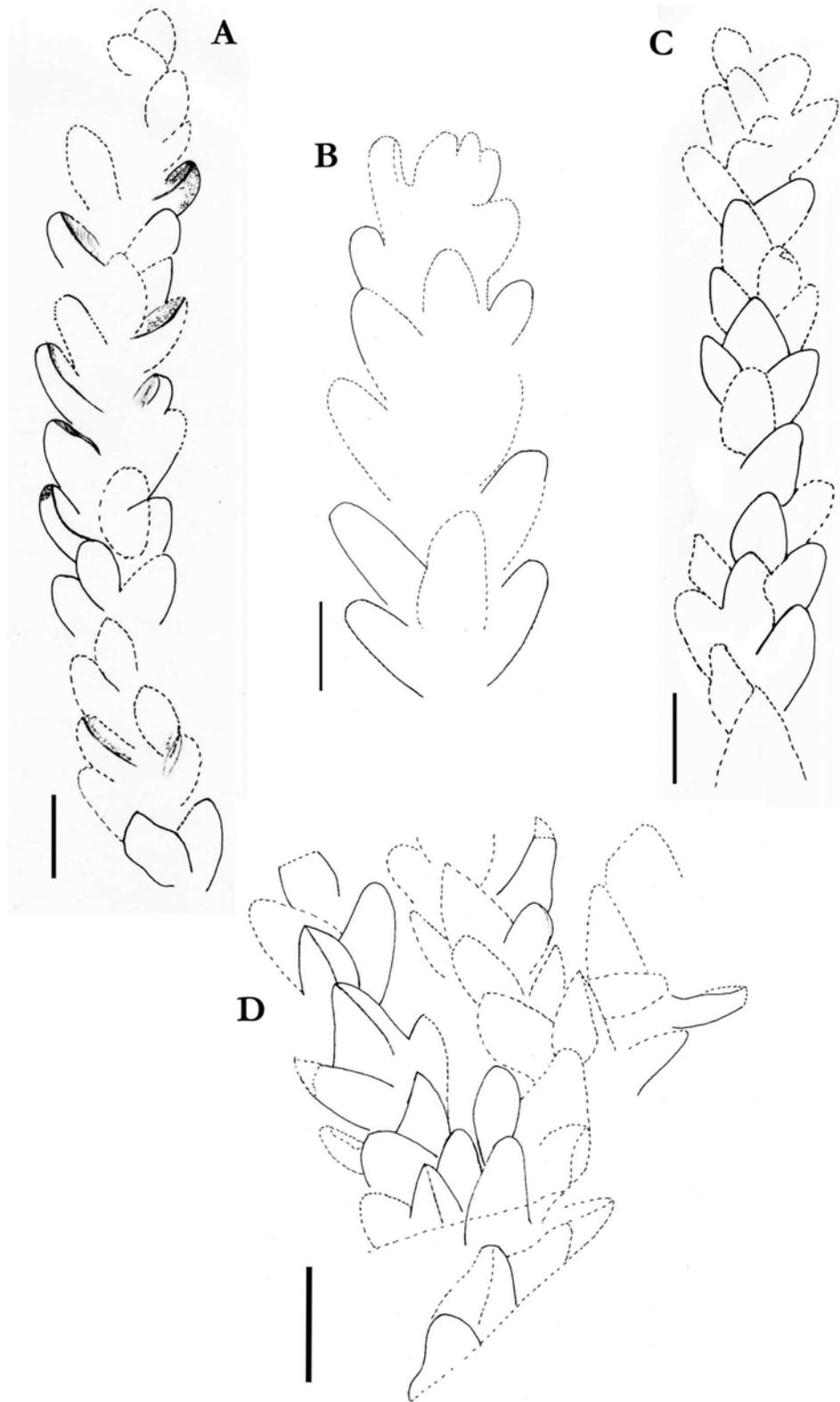


Fig. 31. *Pagiophyllum* sp. 3. Albiano medio, Petina. **A:** PE 17. **B:** PE 34. **C:** PE 9. **D:** PE 30. Per A, C e D la scala equivale a 3 mm; per B equivale a 2 mm.

Genere *Araucarites* Presl, 1838

Specie tipo – *Araucarites goepperti* Presl in Sternberg, 1838

Considerazioni sul genere – Il genere *Araucarites* è stato utilizzato dai paleobotanici per designare assi vegetativi presentanti caratteristiche tipiche delle gimnosperme e simili all'attuale genere *Araucaria* (caratterizzato in particolare dalla disposizione spirale delle foglie). Numerosi coni e scaglie fertili sono state ricondotte a questo genere. C.B. Presl (1838) propone la diagnosi seguente:

“*Strobilus ovalis, rotundato-obtusus, squassi densissimis. Rami sparsi, subdichotomi. Folia, parva, crasscula. Strobilus unis speciei huquesque notus multo minor illis specierum viventium, attamen similitudo praesertim cum strobilo juveni. Araucaria brasilianae negari non potest*”.

Schimper (1872) separa nettamente i generi *Araucarites* e *Araucaria*. Il genere *Araucarites* comprende dei rami di conifere in cui le foglie mostrano qualche rassomiglianza con le foglie di *Araucaria* del gruppo delle *Eutacta*. Secondo Schimper: “*Les Araucarites n'ont de comun avec les Araucaria que la forme des feuilles et en partie la structure du bois, et appartiennent soit à des genres éteints, soit à des types de famille toutes différentes*”. Egli riunisce nel genere *Araucaria* dei coni fossili presentanti caratteri comuni con quelli dei generi attuali (Barale, 1981).

Saporta (1884) allarga il genere *Araucaria* raggruppandovi assi vegetativi e coni fertili prossimi alle Araucariaceae.

Seward (1919) utilizza il nome *Araucarites* per dei coni, delle scaglie fertili e degli assi sterili aventi delle affinità con le Araucariaceae.

Araucarites aff. *pedreranus* Barale, 1992

Tavola 15, figs. 1-6 e figs. 32 e 33

Materiale studiato – CM 53.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Osservazioni microscopiche effettuate con transfer di collodio

Descrizione – Scaglia lunga 10,5 mm e larga 10,1 mm. Forma generale della scaglia, triangolare, base della scaglia di circa 5 mm di larghezza. Bordo della scaglia dritto. Apice arrotondato presentante una leggera invaginazione della parte centrale. Probabile faccia inferiore della scaglia.

Le caratteristiche della struttura epidermica qui riportate si riferiscono alla superficie inferiore? della scaglia. Le cellule epidermiche della parte distale⁷ hanno una forma poligonale con numerosi elementi pentagonali ed esagonali (Tav. 15, figs. 2-6; figs. 32 e 33).

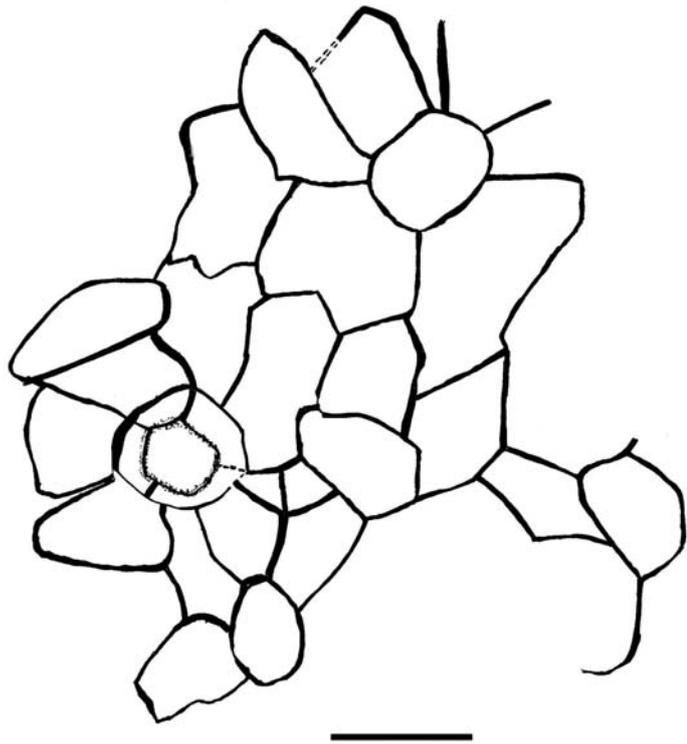


Fig. 32. CM 53 t. *Araucarites* aff. *pedreranum*. Aptiano superiore, Cusano Mutri. Disegno interpretativo raffigurante le cellule epidermiche della parte distale della superficie inferiore? della scaglia. Apparato stomatico aplochelico, monociclico, incompletamente anficclico, mostrandone l'ispessimento annulare presente su una faccia delle pareti periclinali delle cellule ausiliarie. Le cellule di guardia non si sono conservate. Il disegno deriva dalla foto mostrata in fig. 32. La scala equivale a 50 μ m.

L'unico apparato stomatico osservato (figs. 31 e 32) è costituito da 4 cellule ausiliarie. La faccia periclinale delle cellule annesse sembra presentare un ispessimento disposto a corona intorno all'orificio stomatico avente uno spessore di 4 μ m. Non sono state osservate cellule di guardia.

Discussione – Le caratteristiche (dimensioni generali e forma) macroscopiche, ma specialmente microscopiche del materiale studiato, rivelano delle affinità con la specie *Araucarites pedreranus* descritta da Barale (1989) e proveniente dal giacimento cretaceo spagnolo di Pedrera (la cava più importante dei calcari litografici del Montsech). La scaglia differisce da quella di *A. pedreranus* in particolar modo per la diversa morfologia dell'apice: triangolare in *A. pedreranus*, arrotondato nell'esemplare CM 53. Relativamente alle dimensioni, il materiale rientra nei caratteri diagnostici proposti da Barale (1989; p. 311). Le

⁷ E' stato effettuato il *peel* di collodio sull'intera scaglia, ma solo la parte distale presenta cellule epidermiche ben conservate. Queste sono raffigurate nel disegno interpretativo della fig. 32 nella fig. 33 e nelle foto 2-6 della Tav. 15.

affinità maggiori si riscontrano specialmente a livello delle caratteristiche epidermiche (Tav. 15, figs. 2-6; figs. 32 e 33).

Sull'area più larga della scaglia, il *peel* effettuato ha consentito di riscontrare cellule aventi un perimetro poligonale (pentagonale ed esagonale) e ciò è in accordo con le caratteristiche diagnostiche proposte da Barale (1989), secondo cui: “*Dans la partie la plus élargie de l'écaille, cellules penta à hexagonales de 25-40 µm de large*”. L'unico apparato stomatico osservato presenta caratteristiche ben comparabili a quelle riscontrate da Barale (1989) per il materiale proveniente da la Pedrera.

Sebbene siano state trovate altre scaglie nei giacimenti studiati, solo questa (CM 53) parzialmente ben conservata, presenta delle caratteristiche che la riconducono alla specie *Araucarites pedreranus* Barale. Non è stato possibile visualizzare il punto d'inserzione

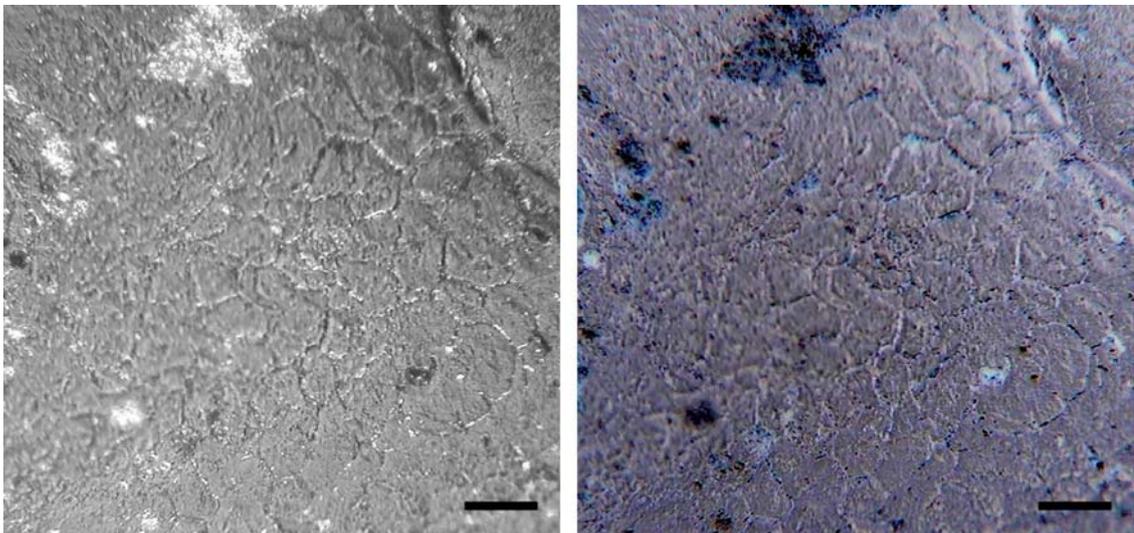


Fig. 33. CM 53 t. *Araucarites* aff. *pedreranus*. Aptiano superiore, Cusano Mutri. Peel effettuato con collodio mostrante le cellule epidermiche e, nella parte centrale l'apparato stomatico. **A** e **B**: stessa foto, ma B è stata invertita. Il disegno della foto è riproposto in fig. 31. Per entrambe le foto la barra equivale a 50 µm.

dell'ovulo.

Comunque, a causa del mediocre stato di conservazione del reperto e quindi dell'incompletezza dei caratteri epidermici (distribuzione e morfologia delle cellule epidermiche; distribuzione e densità stomatica per mm² degli apparati stomatici), non è possibile attribuire con certezza il materiale alla specie *Araucarites pedreranus* Barale, ma se ne riconosce l'affinità.

Araucarites sp.

Tavola 15, fig 7

Materiale studiato – P 49.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

Nota – Materiale privo di caratteristiche epidermiche

Descrizione – Scaglia lunga 9,8 mm e larga 5,5 mm. Forma generale della scaglia, triangolare. Base della scaglia di 2,2 mm di larghezza. Bordo della scaglia dritto. Apice appuntito di forma pseudo-rettangolare (Tav. 15, fig 7). Probabilmente si tratta della faccia interna della scaglia in quanto si osserva una depressione più o meno centrale larga 2,7 mm ed alta 3,4 mm, presumibilmente corrispondente all'area di alloggiamento del seme⁸. Le caratteristiche epidermiche non si sono preservate.

Discussione – La scaglia rinvenuta presenta caratteristiche macromorfologiche prossime a quelle riscontrate da Barale (1989) per la specie *Araucarites pedreranus*, ma la morfologia dell'apice è da ricondursi a quella descritta e raffigurata da Harris (1979) per la specie *A. phillipsii* (p. 11, fig. 4 A) per il Giurassico medio dello Yorkshire. Per il parametro “rapporto lunghezza-larghezza” considerato per le scaglie di *A. phillipsii* e *A. pedreranus* rispettivamente di 1,678 e di 1,052, si nota come il campione P 49 (rapporto = 1,781) è meglio comparabile col materiale spagnolo piuttosto che con quello inglese. La mancanza di caratteristiche epidermiche però, non consente di attribuire il materiale ad una data specie.

Araucarites ? 1

Tavola 15, fig. 8

Materiale studiato – P 51.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

⁸ Le Araucariaceae presentano strobili lignificati formati da complessi di squame copritrici ed ovulifere monosperme (Strasburger, 1995).

Nota – Materiale in cattivo stato di conservazione

Descrizione – Scaglia? lunga 7,2 mm e larga 4,2 mm. Forma generale, pseudo triangolare. Base di 1,1 mm? di larghezza. Bordo dritto. Apice non ben definibile. Il cattivo stato di conservazione del reperto non consente di comprendere a quale superficie possa essere assimilabile quella esposta (Tav. 15, fig. 8). Le caratteristiche epidermiche non si sono preservate.

Discussione – La forma generale del campione, pseudo triangolare ed il rapporto lunghezza – larghezza calcolato (1,714) consentono di avvicinare il reperto al genere *Araucarites*. Ma a causa della mancanza di caratteristiche macromorfologiche ben definibili e dell'assenza di caratteristiche epidermiche, si preferisce attribuire dubitativamente il materiale al genere *Araucarites*.

Araucarites ? 2

Tavola 15, fig. 9

Materiale studiato – M 20923.

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano inferiore

Nota – Materiale frammentario

Descrizione – Scaglia? frammentaria lunga 9,7 mm e larga 8,5 mm. Forma generale, pseudo triangolare. Base sconosciuta. Bordo dritto. Apice triangolare. Non è chiara quale sia la superficie esposta. Si osserva una depressione centrale rotondeggiante avente un diametro di circa 3 mm presumibilmente corrispondente all'area di alloggiamento del seme (Tav. 15, fig. 9). Le caratteristiche epidermiche non si sono preservate.

Discussione – La frammentarietà del reperto: apice incompleto e parte basale mancante, non consente di effettuare comparazioni macroscopiche con altre materiale conosciuto. Pertanto il materiale può essere attribuito solo dubitativamente al genere *Araucarites*.

Genere *Nageiopsis* Fontaine, 1889

Specie tipo – *Nageiopsis longifolia* Fontaine

Considerazioni sul genere – Il genere *Nageiopsis* (fig. 34) è stato istituito da Fontaine (1889) per delle forme simili a specie attuali del tipo *Nageia* (Podocarpaceae). Egli descrisse 14 nuove specie nel Cretacico inferiore del “Potomac Group” in Virginia (USA). Seward (1895), paragona dei campioni del Wealdiano di Hastings ed Ecclesbourne a *Nageiopsis* cf. *N. heterophylla*. Nel 1905, Fontaine descrisse una nuova specie, *N. montanensis* per il Cretacico inferiore della “Kootanie Formation” (USA). La specie è stata istituita sulla base di foglie isolate ed incomplete nella loro parte basale (Barale, 1989). Berry (1911), effettuò una revisione del materiale descritto da Fontaine (1889) riunendo le 14 specie conosciute in sole 3: *Nageiopsis angustifolia*, *N. longifolia*, *N. zamioides*. Kryshtofovich et Prynada (1932) per il Cretacico inferiore del sud di Primorye (U.R.S.S) descrissero due specie appartenenti al genere *Nageiopsis*. Tra queste, *N. zamioides*, ed una nuova specie: *N. ussuriensis*. Di questa specie però è nota solo una breve descrizione, priva di figure.

Nella flora del Giappone, Oishi (1940) riscontra *N. longifolia* Fontaine e *N. zamioides* Fontaine, rispettivamente per il Cretacico inferiore del “Kiyosue Groupe” ed il Wealdien della “Ryôseki Series”, proponendo anche una nuova specie: *N. rhaetica*.

Nel Cretacico inferiore dell’Alberta (Canada), Bell (1956), sulla base di campioni rinvenuti descrive una nuova specie: *N. striata*.

Kimura & Kansha (1978) descrivono per il Neocomiano dalle formazioni “Yuasa” e “Arida” del Giappone *Nageiopsis* ex gr. *zamioides* (Fontaine) Berry.

Seward (1900) ha ricondotto a questo genere dei campioni trovati nella flora giurassica dello Yorkshire ed attribuiti alla specie *N. anglica*. Secondo Harris (1949, 1969) i campioni attribuiti a questa specie appartengono invece al genere *Otozamites*.

Nei calcari portlandiani di Süntel (Germania Ovest) Salfeld (1909), segnala una foliola isolata ed incompleta attribuendola a questo genere, senza fornire un’attribuzione specifica precisa. Secondo Barale (1989) è impossibile attribuire il campione al genere *Nageiopsis*.

Barale (1989) descrive la specie *Nageiopsis hispanica* per il Cretacico inferiore dei calcari litografici di Montsech (Spagna).

Dal punto di vista sistematico, il genere più vicino a *Nageiopsis* è *Lindleycladus* Harris (Harris, 1979). I due generi differiscono tra di loro per alcuni caratteri macroscopici e microscopici. Relativamente ai primi, nel genere *Lindleycladus* presenta foglie lanceolate

appena picciolate alla loro base, mentre lo sono più nettamente nel genere *Nageiopsis*. Relativamente alle caratteristiche epidermiche, solo la conformazione dell'orifizio stomatico è diverso nei due generi, infatti si osserva un ispessimento marginale continuo per il genere *Nageiopsis* e due labbra laterali ispessite per *Lindleycladus*.

Nel momento in cui Fontaine (1889) propose il nuovo genere *Nageiopsis*, fu subito chiara la similarità con le forme attuali quali le podocarpacee ed in particolare con il genere *Nageia*. Ciò è confermato da diversi autori (Arnold, 1947).

Nel 1919, Seward propose che certi assi ricondotti a questo genere, avrebbero potuto avere delle affinità con le araucariacee, perché prossime morfologicamente ad *Araucaria bidwillii* ed *Agathis*. Affinità con le Ginkgoales sono proposte da Salfeld nel 1909 per esemplari provenienti dalla Germania. Secondo Barale (1989) non si può dare credibilità a questa affermazione in quanto questi campioni sono molto frammentari. Inoltre, secondo Barale (1989), non è possibile stabilire una qualsiasi relazione tra le Ginkgoales ed i campioni appartenenti al genere *Nageiopsis* provenienti dalla Spagna.

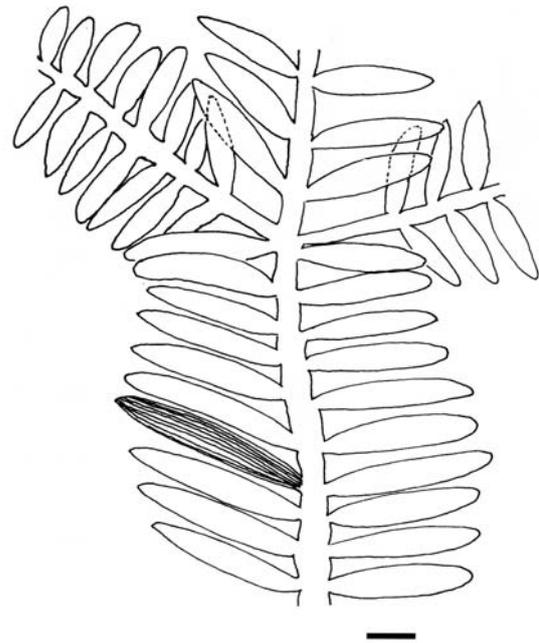


Fig. 34. Disegno interpretativo di *Nageiopsis hispanica*. La barra equivale a 5 mm. Da Barale, 1991.

Nageiopsis sp. 1

Tav. 16, figs. 1-24 e Tav. 17, figs. 1-20; figs. 35, 36

Materiale studiato – P 1 a 1, P 1 a 2, P4, P5, P 7 3, P 7 4, P 7 5, P 27 b, P 28 2, P 37, P 61 b 3, P 62 1, P 62 2, P 63, P 64, P 66, P 68, P 69 a, P 70, P 71, P 72, P 73, P 73 2, P 73 4, P 75, P 76, P 78, P 79, P 80, P 81, P 83, P 84, P 85, P87, P 88, P 89, P 92 1, P 92 2, P 94, P 100 a 2, P 103, P 105, P 109, P 110.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

Nota – Foglie isolate senza caratteri epidermici preservati

Descrizione – Foglie isolate, spesso picciolate, con dimensioni comprese tra 7,3 e 27,3

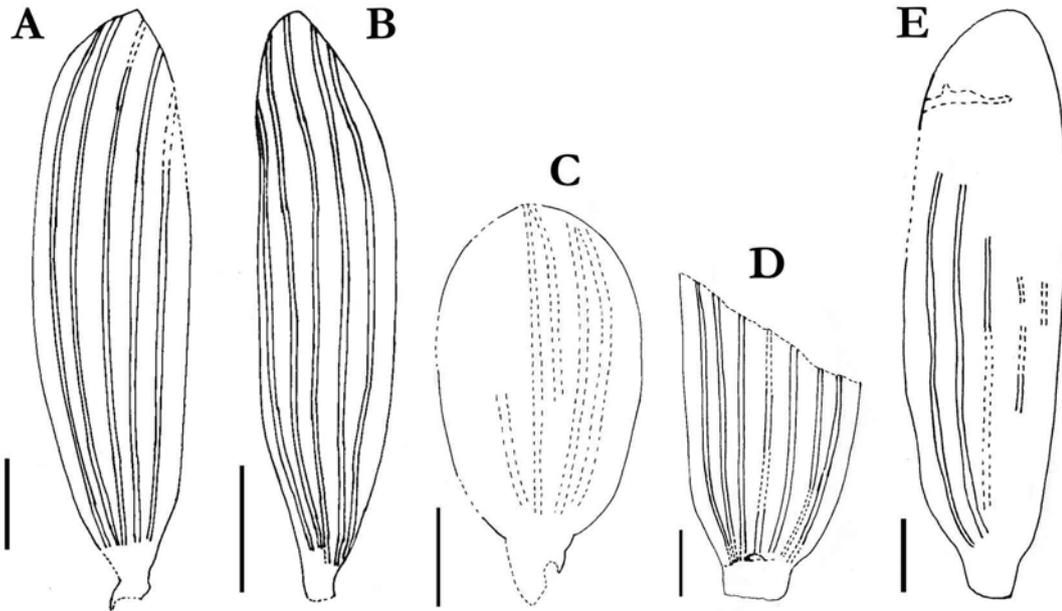


Fig. 35. *Nageiopsis* sp. 1. Aptiano inferiore-medio, Profeti. **A:** P 7 3. **B:** P 27 b. **C:** P 37. **D:** P 63. **E:** P 84 b. Differenti morfologie per i reperti riproposti nei disegni interpretativi. Per A la scala equivale a 5 mm; per B equivale a 3 mm; per C, D ed E equivale a 2 mm.

mm di lunghezza e tra 7,6 e 2,9 mm di larghezza. Apice arrotondato, a volte presentante una leggera invaginazione nella parte centrale (P 1 a 1, P 4, P 64), a volte leggermente appuntito (P 110). Il picciolo è di norma corto, ma sono stati riscontrati esemplari che ne possiedono uno relativamente sviluppato (P 88, P 70). Foglie normalmente simmetriche in rapporto ad una linea ideale che unisce la callosità basale all'apice anche se sono state riscontrate foglie disimmetriche (P 7 3, P 27 b⁹, P 61 b 3, P 66, P 70, P 75). Le foglie si allargano progressivamente dal picciolo per raggiungere la massima larghezza nella zona mediana e restringersi poi gradualmente in corrispondenza dell'apice. Normalmente si riscontrano da 5 a 8 nervature (Tab. 6). Queste, si osservano bene nella parte mediana della foglia dove sono più o meno parallele, conflueno nel picciolo e verso la parte distale della foglia; tranne pochi casi (P 37¹⁰) solo la nervatura mediana raggiunge l'apice fogliare, le altre nervature terminano lungo il bordo della foglia.

Le caratteristiche epidermiche si sono preservate esclusivamente sul campione P 9. Con l'ausilio di un *peel* di collodio (fig. 36) si osservano cellule epidermiche non allineate

⁹ I campioni P 7 3 e P 27 b sono riproposti oltre che nella Tav. 16, figs. 5 e 8 anche nella fig. 35 A e B.

¹⁰ Vedere fig. 35 C.

con morfologia poligonale aventi dimensione media (lato più lungo) di 21 μm . Le pareti anticlinali hanno uno spessore che va da 1 a 2,8 μm .

Discussione – La forma generale dei campioni descritti, la morfologia e la nervatura, consente di ricondurli al genere forma *Nageiopsis* Fontaine.

Ad eccezione del campione P 9, nessun altro presenta caratteristiche epidermiche

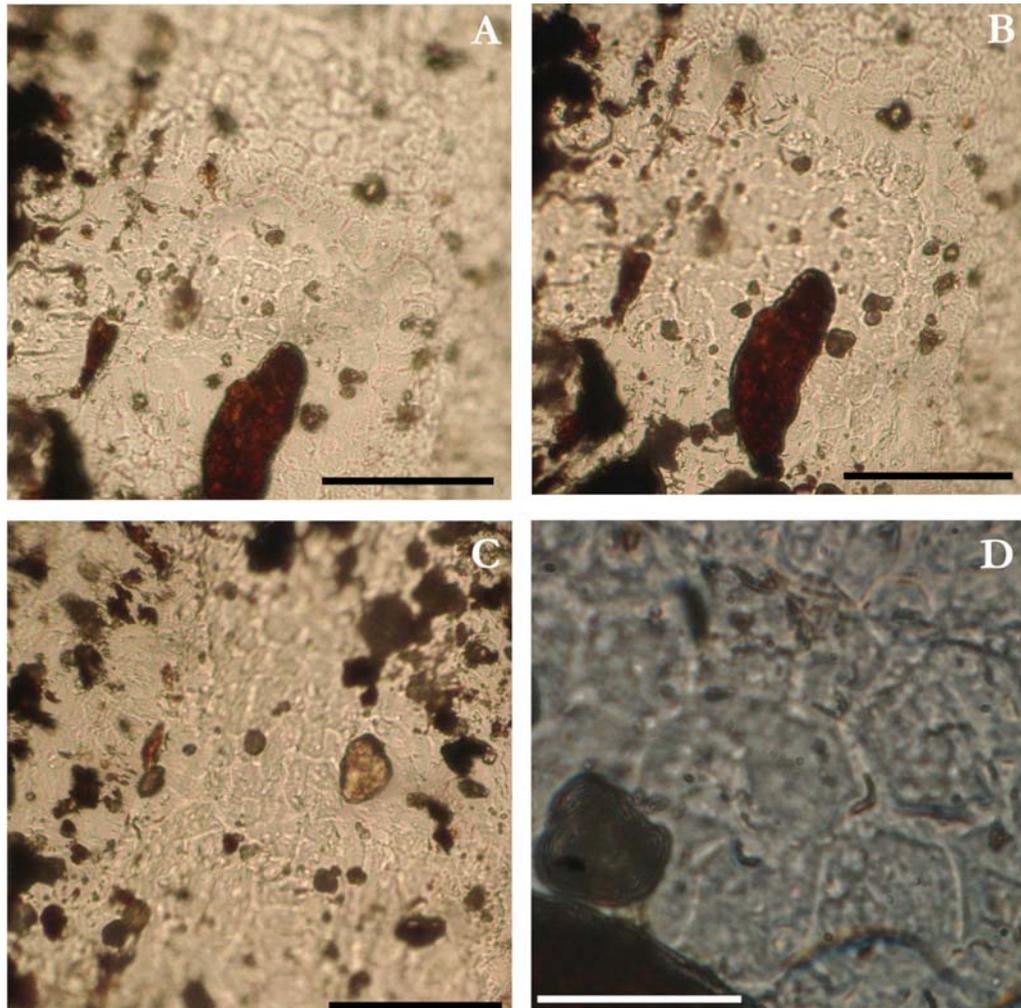


Fig. 36. P 9 t. *Nageiopsis* sp. 1. Aptiano inferiore-medio, Profeti. **A, B, C, D:** cellule epidermiche. **D:** probabile base di tricoma. Per A, B e C la scala equivale a 100 μm , per D equivale a 30 μm .

preservate. Per tale motivo la comparazione di questo materiale con quello di altre flore può essere effettuato esclusivamente sulla base delle caratteristiche macromorfologiche.

Infatti, le foglie sono comparabili con quelle descritte da Barale (1989) per il Cretacico inferiore del giacimento spagnolo di Montsech. Alcuni campioni del giacimento di Profeti, assomigliano a quelli spagnoli per il fatto di avere foglie dotate di bordi leggermente incurvati. Il materiale campano assomiglia altresì a *N. anglica* descritta da

Seward (1900) che presenta foglie distiche con una lunghezza variabile tra 1 e 1,5 cm: i campioni di *Nageiopsis* di Profeti differiscono da questa per il fatto di avere dimensioni maggiori.

La morfologia delle foglie di *Nageiopsis* di Profeti è altresì comparabile con alcuni campioni di *N. microphylla* e *N. heterophylla* [*N. zamioides* (Fontaine) Berry] figurati da Fontaine (1889), in relazione alla simmetria che scaturisce se si considera una linea che unisce la callosità basale all'apice della foglia.

Probabilmente, le foglie in esame potrebbero non appartenere alla stessa specie, ma come sottolinea Seward (1963): "... *the leaves exhibit a wide range in size and shape, long and linear or lanceolate, acute or subacute, more or less abruptly contracted at the proximal end and attached by a very short stalk ...*". Per questo motivo quindi e sulla base del fatto che il materiale di Profeti consente l'osservazione delle sole caratteristiche macromorfologiche, si preferisce riunirlo sotto lo stesso raggruppamento e mantenerne l'attribuzione a livello di genere.

Il genere *Nageiopsis* è caratteristico della flora del Potomac (Stati Uniti), dove è associato, alla fine del Cretacico superiore, a numerosi resti di angiosperme (Barale, 1989). Anche i campioni esaminati provenienti dal giacimento di Profeti (Aptiano inferiore-medio) sono associati a foglie di angiosperme. Le foglie sono abbondanti su molte superfici di strato, costituendone a volte la frazione predominante (Tav. 17, fig. 24).

Nageiopsis sp. 2

Tav. 18, fig. 8; fig. 37

Materiale studiato – CM 82.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Impressione di foglia senza caratteristiche epidermiche preservate

Descrizione – Impressione di foglia isolata, picciolata, avente dimensioni di 7,7 mm di lunghezza per 2,2 mm di larghezza. Apice arrotondato. (Tav. 18, fig. 8). Il picciolo è lungo 1 mm e largo 0,7 mm. Foglia dissimmetrica rispetto ad una linea ideale che unisce la callosità basale all'apice. La foglia si allarga progressivamente dal picciolo per raggiungere la massima larghezza nella zona mediana e restringersi poi gradualmente in corrispondenza

dell'apice incurvato verso destra. Il reperto presenta 5 nervature. Queste si osservano bene nella parte medio-distale della foglia dove sono parallele tra loro confluendo nel picciolo (dove sono scarsamente osservabili) e verso la parte distale della foglia. Solo la nervatura mediana raggiunge l'apice fogliare (fig. 37), le altre nervature terminano lungo il bordo della foglia (Tav. 18, fig. 8; fig. 37). Il rapporto lunghezza-larghezza della foglia è di 3,5.

Le caratteristiche epidermiche non si sono preservate.

Discussione – La forma generale dell'esemplare, la morfologia e le nervature, consentono di attribuirlo al genere forma *Nageiopsis* Fontaine. Il reperto assomiglia per forma e dimensione agli esemplari rinvenuti nel giacimento di Profeti.

Il reperto si trova su un campione dove si osservano esclusivamente impressioni di foglie sprovviste di cuticole.

La mancanza di caratteristiche epidermiche non consente di attribuire il reperto ad una data specie.

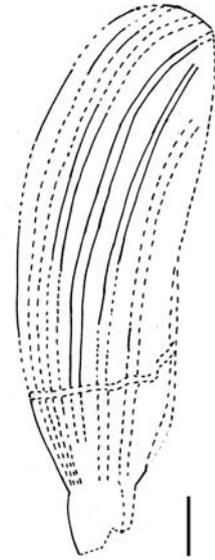


Fig. 37. CM 82. *Nageiopsis* sp. 2. Aptiano inferiore, Cusano Mutri. Disegno interpretativo. La scala equivale ad 1 mm.

Nageiopsis sp. 3

Tavola. 18, fig. 1-7; fig. 38

Materiale studiato – CM 85.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Impressione di foglia con probabili danni da insetto

Descrizione – Impressione di foglia isolata, avente dimensioni di 38,5 mm di lunghezza per 9,1 mm di larghezza. Apice arrotondato. (Tav. 18, fig. 8). Foglia più o meno simmetrica rispetto ad una linea ideale che unisce la callosità basale all'apice.

La foglia presenta una larghezza più o meno costante per tutto il decorso, si restringe progressivamente verso il picciolo e verso l'apice. Il reperto presenta 15 nervature più o



Fig. 38. CM 85. *Nageiopsis* sp. 3. Aptiano inferiore, Cusano Mutri. Disegno interpretativo. La scala equivale ad 5 mm.

meno ben osservabili lungo l'intero decorso della foglia (fig. 38): queste sono parallele tra loro e confluiscono nella parte prossimale (dove sono scarsamente osservabili) e terminano parallele all'apice della foglia. Solo la nervatura mediana raggiunge l'apice fogliare (fig. 37), le altre nervature terminano lungo il bordo della foglia più o meno equamente distanziate tra loro (Tav. 18, figs. 1-3; fig. 38). I due lati della parte prossimale della foglia presentano due invaginazioni (Tav. 18, figs. 3, 4) aventi una lunghezza di 0,7 mm per una larghezza di 0,4 mm e che presumibilmente sono da ricondurre a danni da insetto¹¹.

Le cellule epidermiche preservate sotto forma di impressioni, non sono allineate ed hanno una dimensione media (lunghezza per larghezza) di 30 per 23 µm (Tav. 18, figs. 6 e 7). Non sono stati osservati apparati stomatici.

Discussione – La morfologia generale e le nervature consentono di attribuire l'esemplare al genere forma *Nageiopsis* Fontaine. Forma generale, numero di nervature, dimensione e rapporto lunghezza-larghezza dell'esemplare sono diversi dall'esemplare CM 82. Per tale motivo si può ipotizzare che i due campioni appartengano a due specie distinte.

La morfologia del reperto non si discosta dagli altri esemplari finora descritti e rinvenuti nel giacimento di Profeti. Inoltre questo (CM 85) rappresenta l'esemplare più grande rinvenuto nei 5 giacimenti oggetto di tale studio ed attribuito al genere *Nageiopsis*. Il rapporto lunghezza larghezza (4,20) è compatibile con altri reperti riscontrati nel giacimento di Profeti (Tab. 6) ed attribuiti al genere *Nageiopsis*.

L'incompletezza delle caratteristiche epidermiche non consente di attribuire il reperto ad una data specie.

Nageiopsis?

Tav. 17, figs. 21-23

Materiale studiato – P 7 2, P 46 a, P 86.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

¹¹ La misurazione è stata effettuata solo sulla struttura che si trova a sinistra della foglia, meglio conservata e che è figurata nella Tav. 18, fig. 4. La struttura è compatibile per dimensioni e morfologia a quella prodotta attualmente da alcuni insetti emitteri della Superfamiglia Coccoidea (Dixon, 1973). Le invaginazioni più piccole disposte all'interno di quella più grande, sono in numero di sei (tre per lato) e potrebbero riferirsi alle appendici locomotorie di questi insetti.

Nota – Materiale in cattivo stato di conservazione

Descrizione – Foglie isolate, picciolate (P 7 2, P 86), con dimensioni (lunghezza per larghezza) di 19,8 per 3,5 mm per P 7 2, di 3,7 per 2,4 mm per P 46 a, di 9,5 per 3,1 per P 86. I campioni P 7 2 e P 86 sono integri, mentre P 46 a è frammentario e non presenta la zona distale e quella prossimale (Tav. 17, figs. 22). Apice arrotondato (P 7 2 a, P 86). Le foglie, rispetto ad una linea ideale che collega il picciolo con l'apice non sono simmetriche, ma presentano una leggera curvatura nella parte centrale della lamina, specialmente per P 7 2 a. Solo P 46 a presenta 3 nervature ben visibili, mentre il cattivo stato di conservazione degli altri due non consente di enumerare correttamente il numero di nervature che comunque sembrano quantificabili in numero di 3 o 4.

Discussione – Gli esemplari P 7 2 a e P 86 (Tav. 17, figs. 21, 23) non presentano nervature ben osservabili; P 46 a invece è privo di apice e parte prossimale. Pertanto a causa del cattivo stato di conservazione degli esemplari non è possibile attribuirli con certezza al genere forma *Nageiopsis* Fontaine.

Tab. 6. Valori relativi alle caratteristiche macroscopiche dei reperti attribuiti a *Nageiopsis* sp. 1 per il giacimento di Profeti, Aptiano inferiore-medio. I valori sono in mm.

Campione	Esemplare	Stato	Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	N° di nervature	Rapporto lunghezza/larghezza	Nervature all'apice
P 1							
	P 1 a 1	senza picciolo	12,5	4,7	5	2,66	equamente distanziate
	P 1 a 2	senza picciolo	13,4	5,7	6	2,35	equamente distanziate
P 4							
	P 4	integra	15,6	6,1	7	2,56	equamente distanziate
P 5							
	P 5	integra	12,5	5,4	7	2,31	equamente distanziate
P 7							
	P 7 3	integra	16,4	4,3	5	3,8	equamente distanziate
	P 7 4	integra	12,1	4	5?	3,03	distanziate ?
	P 7 5	integra	19,9	4,6	5	4,33	equamente distanziate
P 27 b							
	P 27 b	integra	14,3	3,2	5	4,47	equamente distanziate
P 28 2							
	P 28 2	integra	14,7	4,1	7	3,59	equamente distanziate
P 37							
	P 37	integra	7,3	4,1	9	1,78	equamente

							distanziate
P 61 b 3							
	P 61 b 3	integra	18,6	7,6	6	2,48	equamente distanziate
P 62							
	P 62 1	integra	8,5	3,1	5	2,74	equamente distanziate
	P 62 2	senza picciolo	13,8	4,7	7	2,94	equamente distanziate
P 63							
	P 63	senza apice	9,8	5,2	7		equamente distanziate
P 64							
	P 64	integra	16	5	5	3,2	equamente distanziate
P 66							
	P 66	senza picciolo	11,9	4,6	5		equamente distanziate
P 68							
	P 68	integra	19,5	3,9	5	5	equamente distanziate
P 69							
	P 69 a	integra	26,7	6	10?	4,45	equamente distanziate
P 70							
	P 70	integra	13,9	2,6	4	5,35	equamente distanziate
P 71							
	P 71	integra	13,2	5,6	6?	2,36	equamente distanziate
P 72							
	P 72	senza picciolo	14,4	4	4		equamente distanziate
P 73							
	P 73	integra	27,3	7,5	5?	3,64	equamente distanziate
	P 73 2	Man- cante del lato sinistro	18,3	3,7	5?	4,9	equamente distanziate
	P 73 4	senza picciolo	14,27	3,7	4		equamente distanziate
P 75							
	P 75	integra	16,4	5,1	7	3,22	equamente distanziate
P 76							
	P 76	più o meno integra	14,8	4,4	5	3,63	equamente distanziate
P 78							
	P 78	integra	12,2	2,9	5?	4,21	equamente distanziate
P 79							
	P 79	integra	17,3	4	6	4,32	equamente distanziate
P 80							
	P 80	senza apice	16,3	4,8	5	3,39	equamente distanziate
P 81							

	P 81	integra	16,38	5,1	7	3,21	equamente distanziate
P 83							
	P 83	integra	16	3,1	5	5,16	equamente distanziate
P 84							
	P 84	integra	16	4,2	5	3,81	equamente distanziate
P 85							
	P 85	integra	15,2	3,6	5	4,22	equamente distanziate
P 87							
	P 87	fram.	9,2	3,3	5		equamente distanziate
P 88							
	P 88	integra	15	4,5	5	3,33	equamente distanziate
P 89							
	P 89	integra	12,4	3,5	5	3,54	equamente distanziate
P 92							
	P 92 a	fram.	13,54	4,6	5		
	P 92 b	fram.	8	3,4	5		
P 94							
	P 94	fram.	11,7	4,3	5		distanziate ?
P 100							
	P 100 a 2	fram.	15,6	2	?		?
P 103							
	P 103	integra	7,3	4,4	8?	1,66	più o meno distanziate
P 105							
	P 105	fram.	7,6	3,5			distanziate
P 109							
	P 109	integra	19	3,9	5	4,88	più o meno distanziate
P 110							
	P 110	integra	16,3	3,7	5	4,4	più o meno distanziate

Fram = frammentaria

Famiglia Cheirolepidiaceae
1934 Cheirolepidaceae, Hirmer & Hörhammer
1963 Cheirolepidiaceae, Takhtajan
1979 Hirmerellaceae, Harris

Le Cheirolepidiaceae sono un'importante famiglia di conifere del Mesozoico (Watson, 1988). Resti di conifere assegnati all'estinta famiglia delle Cheirolepidiaceae Takhtajan ex Doludenko (1978), sono distribuiti in rocce con un'età compresa dal Triassico superiore al Cretacico superiore, Maastrichtiano (Van der Ham *et al.*, 2003) e sono più o meno distribuiti in tutto il mondo sia alle alte che alle basse latitudini dove sono stati trovati macroresti e pollini (Cantrill & Falcon Lang, 2001; Falcon Lang & Cantrill, 2000; Mohr & Gee, 1992; Batten & Maclennan, 1984). Durante il Giurassico ed il Cretacico la massima diversità ed abbondanza di questa famiglia di conifere si registra nel Sud della Laurasia e nella parte Nord del "continente" Gondwana (Kunzmann *et al.*, 2006).

Sulla base delle similarità morfologiche con i generi attuali, i generi di assi vegetativi che oggi fanno parte della famiglia delle Cheirolepidiaceae in passato erano attribuiti a varie famiglie di conifere attualmente viventi, principalmente alle Araucariaceae, Taxodiaceae e Cupressaceae (Watson, 1988).

I generi *Brachyphyllum* Lindley & Hutton, 1836 emend. Harris, 1979 (pro parte), *Cupressinocladus* Seward, 1919 (pro parte), *Watsoniocladius* Srinivasan, 1995, *Frenelopsis* Schenk, 1869, *Pseudofrenelopsis* Nathorst 1893, emend. Srinivasan, 1995, *Pagiophyllum* Heer, 1881 (pro parte), *Tarphyderma* Archangelsky & Taylor, 1986 e *Tomaxellia* Archangelsky, 1963 sono membri giurassici e cretacici di questa famiglia. Altri taxon cretacici potenzialmente appartenenti alle Cheirolepidiaceae sono *Androvettia* Hollick & Jeffrey, 1909 e *Glenrosa* Watson & Fischer, 1984 (Watson, 1988).

Il carattere distintivo della famiglia delle Cheirolepidiaceae è costituito dal polline denominato *Classopollis* Pflug, 1953 (Traverse, 2004); vecchi sinonimi sono: *Circulina*, *Corollina* e *Gliscopollis*. Infatti, mentre la morfologia generale del polline rappresenta un carattere costante nell'ambito dei generi attribuiti alla famiglia delle Cheirolepidiaceae, quella delle foglie e dei coni, come pure la loro taglia e la morfologia della cuticola variano sostanzialmente.

Secondo Watson (1988), i membri di questa famiglia possono essere divisi in due gruppi: il primo gruppo comprende assi del tipo *Brachyphyllum* o *Pagiophyllum* con foglie disposte a spirale. Si pensava che questi avessero affinità con le famiglie Araucariaceae e

Taxodiaceae. Il secondo gruppo, come sostiene Watson (1988), “... are what we might call the *frenelopsid*”. Il “genere tipo” di quest’ultimo gruppo è *Frenelopsis* Schenk, costituito da ramificazioni cilindriche segmentate con piccole foglie in disposizione verticillata (Meyen, 1987; Watson, 1988; Srinivasan, 1995) così da assomigliare alle Cupressaceae (Watson, 1988).

Mentre i coni maschili attaccati o associati a molte ramificazioni di Cheirolepidiaceae descritte hanno fornito polline attribuibile al genere *Classopollis*, molto poco si sa dei coni femminili di molti generi assegnati a questa famiglia (Watson, 1988).

Le Cheirolepidiaceae sono state trattate in dettaglio da Alvin (1982) e Watson (1988). Sulla base di nuove informazioni sull’organizzazione di assi ovuliferi di *Hirmeriella muensteri* (Schenk) Jung, Clement-Weserhoff & Van Konijnenburgh Van Cittert (1991) hanno proposto una diagnosi emendata della famiglia delle Cheirolepidiaceae.

Tra i generi più rappresentativi della famiglia delle Cheirolepidiaceae ci sono *Frenelopsis* Schenk (1869) e *Pseudofrenelopsis* Nathorst (1893), descritti da molte località del Cretacico inferiore del Nord America, Europa, Africa e Asia (Srinivasan, 1995). Descrizioni dettagliate di numerose specie attribuite a *Pseudofrenelopsis* e *Frenelopsis* sono state date da Barale (1973), Reymanowna & Watson (1976), Hlustik & Konzalova (1976), Alvin (1977), Watson (1977), Alvin & Pais (1978), Doludenko & Reymanowna (1978), Srinivasan (1995), Watson & Alvin (1999), Kvaček (2000), Gomez et al. (2002).

In *Frenelopsis* gli internodi sono cilindrici, lisci, senza scanalature o suture e ci sono 2 o 3 foglie per nodo con disposizione decussata o ciclica, mentre in *Pseudofrenelopsis*, gli internodi presentano sia forme aperte (fig. 39, D, E) che chiuse (fig. 39 C) con una (Watson, 1977, 1988; Alvin & Pais, 1978) o due foglie (*Pseudofrenelopsis nathorstiana*, Srinivasan 1995, p. 261) per nodo in un arrangiamento spiralato (Fig. 39).

In *Pseudofrenelopsis* è presente una singola foglia per nodo (fig. 39 C) con le foglie formanti una spirale semplice lungo la ramificazione (Watson, 1977). In *Frenelopsis* ci sono normalmente tre foglie per nodo con un arrangiamento ciclico (fig. 39, A), eccetto in *Frenelopsis teixeirae*, *F. choshiensis*, e *F. pombetsuensis* dove ci sono due foglie per nodo con una disposizione opposta e decussata (Watson, 1977, 1988; Alvin & Pais, 1978; Kimura *et al.*, 1985; e Saiki, 1997).

La morfologia della cuticola dei due generi è piuttosto simile (Alvin, 1977; Watson, 1977), sebbene *Frenelopsis* (tranne *F. ramosissima*) differisca nell’avere papille che si estendono dai lati del foro stomatico, mentre in *Pseudofrenelopsis* le papille sono al di sopra dell’apertura dello stoma (Alvin, 1977; Watson, 1983).

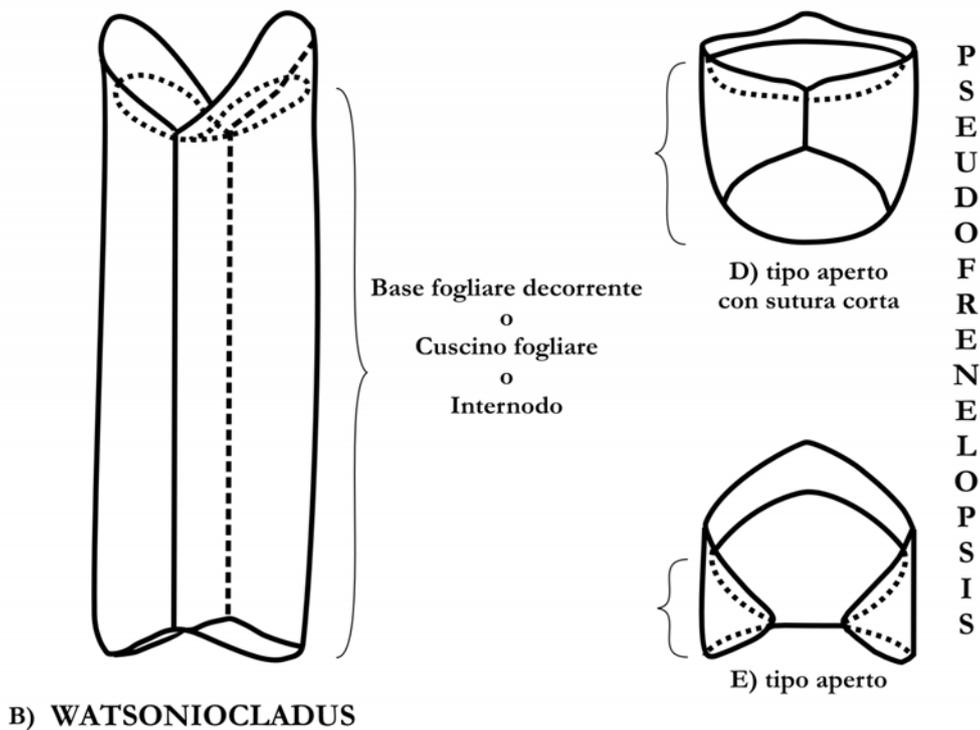
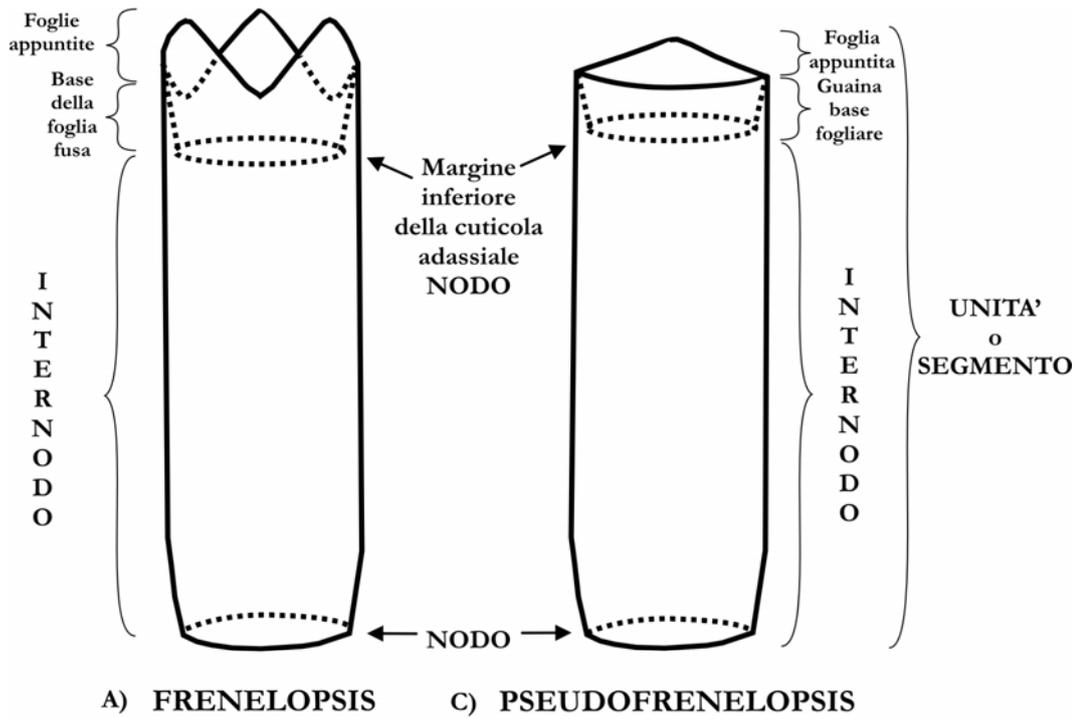


Fig. 39. Ricostruzione di unità disarticolate dei generi attribuiti al tipo "*Frenelopsis*". Da Watson (1977). Spiegazione nel testo. Ridisegnato e modificato.

La maggior parte delle cuticole di membri appartenenti alla famiglia delle Cheirolepidiaceae e di altri membri "sospettati" di appartenere alla medesima famiglia, sono

conosciute in dettaglio e costituiscono un valore aggiunto nel riconoscimento e/o nella separazione delle specie (Watson, 1988).

Il microscopio elettronico ha giocato un ruolo di primo piano consentendo di comprendere i fini dettagli delle strutture stomatiche. Il SEM è quindi uno strumento utilissimo per questo gruppo di piante le cui cuticole rappresentano un oggetto di studio molto particolare. Le cuticole delle Cheirolepidiaceae, spesse e resistenti, presentano una “suite” di caratteri altamente distintivi trovati in differenti combinazioni.

Le caratteristiche cuticolari normalmente includono peli marginali e “papillazioni” delle cellule epidermiche ordinarie che variano da piccole protuberanze di varia lunghezza a protuberanze puntiformi fino ad una densa copertura di lunghi peli.

Gli stomi presentano aperture con un’orientazione random e arrangiamento sia disperso che in file longitudinali che in alcune specie possono essere irregolari mentre in altre ben definite.

L’apparato stomatico tipo presenta un anello composto da 4 a 6 cellule sussidiarie, spesso 6, anche se in *Pseudofrenelopsis varians* ne sono state osservate più di 9.

Le cellule sussidiarie formano un canale stomatico associato al quale ci possono essere una o due serie di papille; spesso attorno al bordo dell’apertura del foro stomatico può essere presente un anello consistente. Normalmente le papille sono in numero eguale alle cellule ausiliarie e possono formare un anello che si estende al di sopra del foro stomatico, restringendolo. In altri, larghe papille sono presenti nella parte inferiore del canale stomatico; il bordo può presentare papille, lobi, rigonfiamenti (Watson, 1988). Secondo Watson (1988), tali caratteristiche danno un aspetto unico agli apparati stomatici presenti nel genere *Frenelopsis*.

Questo tipo di stoma è presente in tutte le specie conosciute del genere *Frenelopsis* tranne che nelle specie *F. ramosissima* e *F. rubiesensis*.

Nella sua diagnosi, Srinivasan (1995), descrive *Watsoniocladius valdensis* (una cheirolepidiacea) come un albero o arbusto appartenente alle conifere con un paio di foglie in disposizione decussata oppure in un verticillo di tre, con basi fogliari separate da evidenti suture. *Watsoniocladius valdensis* (ex *Cupressinocladius valdensis*) costituisce un esempio di come la struttura stomatica sia stata usata per predire l’appartenenza di una specie fossile ad una data famiglia: nel caso particolare le Cheirolepidiaceae (Watson, 1988). Successivamente la scoperta che questa specie aveva il polline del tipo *Classopollis*, confermò la validità delle ipotesi di Watson (1988).

A parte gli stomi con questa duplice struttura, il tipo con un singolo set di papille al bordo del foro stomatico, è stato trovato in molte specie appartenenti ai generi *Brachyphyllum* (Ash, 1973), *Pagiophyllum* (Barale, 1981; Ash, 1978), *Pseudofrenelopsis* e *Cupressinocladus* (Barnard & Miller, 1976), tutti estremamente simili agli altri. Anche il genere *Androvettia*, che apparterebbe a questa famiglia, ha questo tipo di stoma.

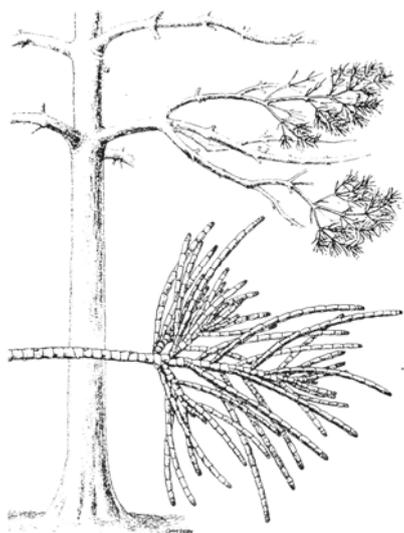


Fig. 40. Ricostruzione di *Pseudofrenelopsis parceramosa*. Da Watson (1988). Modificato.

In molte specie giurassiche di *Brachyphyllum*, *Pagiophyllum*, *Hirmeriella* e *Tomaxiella*, sono presenti stomi interamente non papillati. Secondo Watson (1988): “*stomata of this kind seem to me very similar to species that have been reliably attributed to the Araucariaceae and Taxodiaceae* (Harris, 1979; Fischer, 1981), and hence nonfrenelopsid members of the Cheirolepidiaceae need other supporting evidence, probably cones”. Watson (1988) sostiene che un riesame delle caratteristiche cuticolari, in particolar modo attraverso l'utilizzo del SEM, apporterà ulteriori informazioni in merito.

Secondo Alvin (1977), i due generi di conifere fossili *Frenelopsis* e *Pseudofrenelopsis*, presentano una stretta somiglianza sia nella morfologia degli assi e che in quella cuticolare. Srinivasan (1995), sostiene che dall'assenza di internodi di tipo aperto in *Frenelopsis* e dalla loro presenza in *Pseudofrenelopsis*, come pure la mancanza di informazioni relative ai loro organi riproduttivi femminili, che costituirebbero importanti prove nel combinare o lasciare separati i due generi, è preferibile mantenere ancora le forme separate nei due generi.

La paleoecologia delle Cheirolepidiaceae è stata trattata da Vakhrameev (1970, 1981), Upchurch & Doyle (1981), Alvin (1982), Batten & Maclennan (1984), Gomez *et al.* (2001), Gomez *et al.* (2002).

Secondo Upchurch & Doyle (1981), *Pseudofrenelopsis parceramosa* (Fontaine) Watson (1977) dominava ambienti tidali costieri (fig. 40) mentre *Frenelopsis ramosissima* cresceva in ambienti non salini (fig. 41).

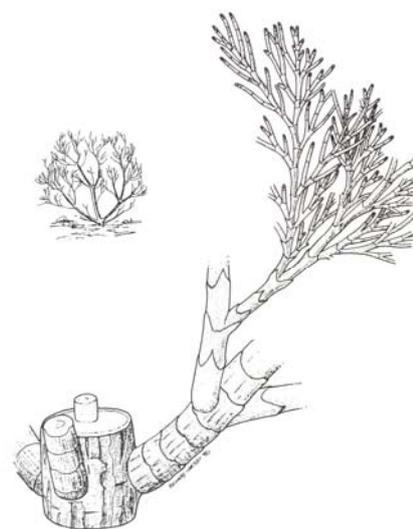


Fig. 41. Ricostruzione di *Frenelopsis ramosissima*. Da Watson (1988). Modificato.

Alvin (1983), sulla base della ricostruzione effettuata per la specie *Pseudofrenelopsis parceramosa* trovata nell'Isola di Wight nella successione del Wealden (dal Berriasiano all'Aptiano), ipotizza che questa specie fosse un albero che cresceva lungo banchi sabbiosi fluviali che potevano essiccarsi stagionalmente o anche irregolarmente nel corso dell'anno. Secondo Daghlian & Person (1977) e Watson (1977), *Pseudofrenelopsis varians* (Fontaine) Watson (1977) dalla "Glen Rose Formation" in Texas, Stati Uniti, cresceva in paludi tidali (Fig. 42). Analisi isotopiche effettuate su *P. varians* della "Glen Rose Formation" hanno rivelato un elevato valore di $\delta^{13}\text{C}$ (-21,9%). Tale concentrazione suggerisce la presenza di stress ambientali in



Fig 42. Ricostruzione di *Pseudofrenelopsis varians*. Da Watson (1988). Modificato.

accordo con le condizioni presenti in ambiente salino (Bocherens *et al.*, 1994). Sulla base di studi effettuati sul polline del tipo *Classopollis*, Batten (1974) suggerisce per la famiglia delle Cheirolepidiaceae vari tipi di habitat: barre sabbiose, isole costiere, ambienti salmastri, oppure pendii su terre emerse. Un'alta percentuale ed una grande varietà morfologica di pollini nei rispettivi spettri pollinici (Spicer *et al.*, 1994) indicano che queste conifere occuparono una varietà di nicchie ecologiche (Watson, 1988; Axsmith & Jacobs, 2005). Studi effettuati da Upchurch & Doyle (1981), Alvin (1982), Batten & Maclennan (1984) e Gomez *et al.* (2001, 2002) mettono in evidenza come le Cheirolepidiaceae erano adattate ad un ampio *range* di *habitat*.

Genere *Frenelopsis* (Schenk, 1869) emend. Watson, 1977

1976 *Frenelopsis* Schenk; Reymanówna & Watson, p. 19. [Diagnosi emendata]

1977 *Frenelopsis* Schenk; Watson, p. 730. [Diagnosi emendata]

1988 *Frenelopsis* Schenk; Watson, p. 401. [Revisione del genere]

Specie tipo: *Frenelopsis hobeneggeri* Ettinghausen, 1852, p. 26, pl. 1, figs. 6, 7.

Diagnosi: vedi Watson (1977, p. 730).

La specie tipo del genere *Frenelopsis* (*Thuites hobeneggeri*) fu descritta da Ettinghausen (1852) su materiale proveniente dai Carpazi. Schenk (1869), descrivendo diverso materiale proveniente dai Carpazi che pensò identico a quello di Ettinghausen, istituì il nuovo genere *Frenelopsis*, che considerò essere prossimo ad una cupressacea vivente appartenente al genere *Frenela* (oggi un sinonimo di *Callitris*) piuttosto che a *Thuja*. Oggi tutto questo materiale è andato perduto, ma senza dubbio Schenk aveva tra i suoi campioni almeno due specie con una diversa disposizione delle foglie. La diagnosi redatta da Ettinghausen (1852) indica la presenza di quattro foglie per verticillo, mentre Schenk interpreta alcuni dei suoi campioni con disposizione fogliare opposta e decussata. E' quasi certo che anche la specie *Pseudofrenelopsis parceramosa* (Fontaine) Watson con disposizione spiralata delle foglie fosse presente nel materiale. Così la specie tipo *Frenelopsis hobeneggeri* (Ettinghausen) Schenk fu istituita e successivamente usata per campioni provenienti da numerose nazioni (Watson, 1988).

Fino ad oggi sono state descritte 16 specie appartenenti al genere *Frenelopsis* (tab. 7).

Il genere *Frenelopsis* (Schenk) emend. Watson (Cheirolepidiaceae) è stato un componente frequente delle flore cretache. I suoi assi vegetativi consistono di internodi cilindrici con foglie ridotte ed inguainanti, aventi disposizione verticillata di tre oppure di due foglie con fillotassia opposta e decussata. Questo dá agli assi un aspetto anastomizzato (fig. 44).

In molte specie le piccole foglie portano peli marginali. Inoltre gli assi articolati hanno:

- cuticole molto spesse;
- stomi profondamente infossati e ristretti da papille;
- assi apparentemente succulenti;
- assi e foglie fotosintetizzanti (Barale, 1973; Watson 1977, 1988; Alvin & Pais, 1978).

Caratteristiche morfologiche analoghe consentono di prevenire eccessive perdite di acqua e si riscontrano in piante attuali che vivono in ambienti aridi o con elevate concentrazioni saline; ciò consente di considerare il genere *Frenelopsis* un rappresentante di habitats xeromorfici o alomorfici. Grazie alle analisi sedimentologiche, siti paleontologici con abbondanti e ben preservati assi di *F. alata* sono stati associati a depositi marini costieri (Nguyen Tu *et al.* 1999; Kvaček 2000). Questa interpretazione fu estesa anche alle altre specie del genere che furono considerate abitanti di ambienti quali spiagge (litorali), margini costali delle lagune ed insenature tidali. Quindi, queste specie erano delle alofite costiere che occupavano sia ambienti paludosi che di formazioni a mangrovie (quindi, piante che vivevano nella zona intertidale, con le radici immerse in acqua salata).

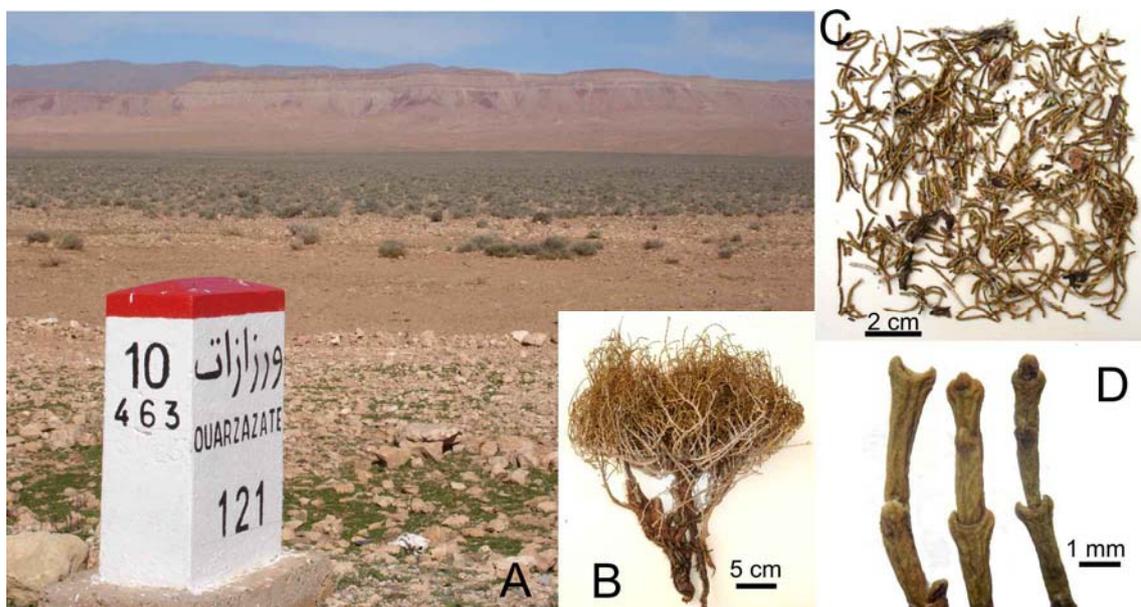


Fig. 43. Sullo sfondo della foto A, si osserva una comunità monospecifica costituita da esemplari di *Tetraclinis articulata* Masters. Nella foto B un esemplare; in C, segmenti staccatisi dalla pianta e in D, particolare dei segmenti disarticolati con foglie in disposizione opposta e decussata. La foto A è stata scattata in Marocco nel mese di febbraio 2007, mentre le foto B, C e D sette mesi dopo la raccolta dell'esemplare in B.

Il genere *Frenelopsis* ed in particolare la specie *F. alata*, relativamente ad alcuni caratteri epidermici, può essere comparata a *Tetraclinis articulata* Masters, una conifera cupressacea attualmente vivente in Nord Africa (fig. 43). Entrambe le specie presentano peli sui margini fogliari che servirebbero a catturare l'acqua sotto forma di vapore presente nell'atmosfera durante la notte (Pons 1979).

In particolare l'aspetto succulento del genere *Frenelopsis* ricorda alcune angiosperme arbustive di ambienti paludosi come per esempio *Salicornia* L. (Zeiller, 1882; Reymanowna and Watson, 1976; Watson, 1988), piuttosto che rappresentanti delle moderne mangrovie che invece sono poco xeromorfe (Upchurch & Doyle 1981). Questi moderni esemplari

di Chenopodiaceae prosperano in paludi ed in ambienti aridi o semiaridi dove il suolo è carico di cloruro di sodio oppure di carbonato di sodio. Secondo Courtinat (1984) *Frenelopsis* probabilmente si riproduceva in simili condizioni.

Upchurch & Doyle (1981) ritengono che almeno una specie di *Frenelopsis*, *F. ramosissima* Fontaine emend. Watson del “Potomac Group” del Maryland e della Virginia, non era una pianta che viveva in ambienti deltaici marini. A supporto dell’ipotesi “acque dolci”, Upchurch & Doyle (1981) fanno riferimento alla presenza di abbondante plankton costituito essenzialmente da un’associazione di acritarchi, caratterizzata dall’aver una bassa diversità specifica. Tale associazione è stata paragonata dagli autori ad un’altra di età miocenica del Nevada con contenuto fossilifero analogo. Questo argomento comunque viene considerato non convincente in quanto sono state comparate associazioni fossili di diversa età ed organismi, gli acritarchi appunto, la cui paleobiologia non è del tutto chiara (Gomez *et al.* 2002 *a*).

Altri autori hanno inoltre ipotizzato che il genere *Frenelopsis*, e più in generale la famiglia delle Cheirolepidiaceae, occupasse un ampio *range* di *habitat*. Questi argomenti sono basati sull’interpretazione di adattamenti morfologici (Watson 1977, 1988; Watson & Alvin 1996, 1999) ed evidenze palinologiche (Vakhrameev 1970; Batten 1975; Alvin *et al.* 1978; Barale *et al.*, 1988; Batten & Dutta, 1997; Hluštík, 1987), che però non sono state comparate con quelle tafonomiche, le quali sono necessarie per la corretta interpretazione degli ambienti del passato.

Gli studi condotti da Gomez *et al.* (2002 *a*), hanno dimostrato che alcune specie del genere *Frenelopsis* non erano alofite obbligate e che solo alcune specie del genere possono essere usate come indicatori ecologici di ambienti ad influenza salina o comunque marina. Secondo Gomez *et al.* (2002 *a*), la grande diversità anatomica e morfologica delle specie di *Frenelopsis* spagnole consente un adattamento ad un’ampia gamma di ambienti.

Secondo Axsmith & Jacobs (2005), la coesistenza di *Frenelopsis ramosissima* (nel “Potomac Group”) e di altre entità vegetali sarebbe indicativo di un ambiente di tipo mesico. Infatti, i siti di Fredericksburg e Puddledock sono tra i più diversificati del “Potomac Group” ed includono molte angiosperme non xeromorfiche (Upchurch &

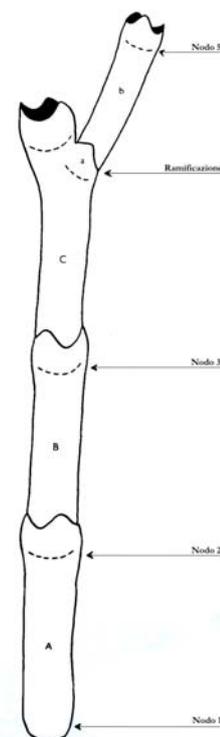


Fig. 44. Disegno schematico di *F. alata*. Da Alvin & Hluštík, 1979. Modificato.

Doyle 1981; Crane *et al.*, 1994). Axsmith & Jacobs (2005) ritengono che le buone condizioni di articolazione di molti fossili, incluse grandi ramificazioni di *F. ramosissima* rinvenute nel sito di Fredericksburg, indicano che le piante non erano semplicemente trasportate da diverse località. Secondo questa interpretazione, le caratteristiche morfologiche normalmente considerate evidenza di adattamento ad ambienti salini e/o serici oppure come caratteri residui di antenati che vivevano in ambienti xerici (Berry, 1910), possono essere invece considerate quali adattamenti a crescita localizzata su affioramenti rocciosi oppure su suoli sabbiosi nell'ambito di ambienti di tipo mesico (Upchurch & Doyle 1981).

Cenni sulla morfologia generale del genere *Frenelopsis*

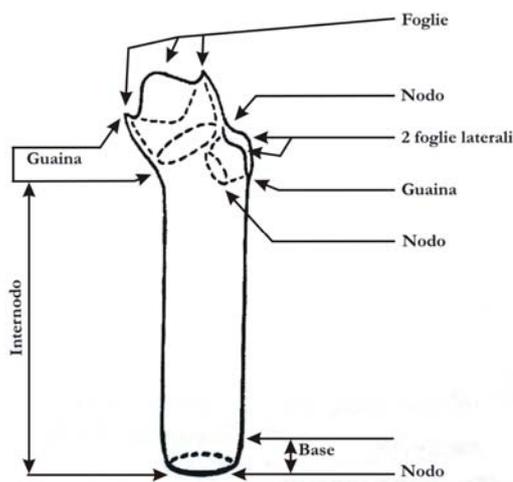


Fig. 45 Disegno interpretativo di un segmento disarticolato di *F. alata*. Da Alvin & Hluštík, 1979. Modificato.

Il genere *Frenelopsis* Schenk è caratterizzato dall'aver assi segmentati con verticilli di foglie squamiformi, fuse lateralmente ai nodi (figs. 44 e 45). Gli internodi non presentano scanalature longitudinali o suture. Reymanóvna & Watson (1976) e Watson (1977) descrivono la morfologia di base, standardizzando la nomenclatura delle parti (Alvin & Hluštík, 1979). Molte specie presentano foglie in verticilli di tre ma Alvin & Pais (1978), Kimura *et al.* (1985) e Saiki (1997), hanno

descritto tre specie del Cretacico inferiore (rispettivamente: *F. teixeirae*, *F. choshiensis*, *F. pombetsuensis*) nel quale le foglie sono due con una disposizione opposta e decussata (Vedi tab. 7).

La parti esterne degli assi sono coperte da una spessa cuticola che si estende dall'internodo sino alla guaina fogliare ed alle parti libere delle foglie.

Gli stomi (fig. 46) sono abbondanti sugli internodi ma si riducono in numero su foglie e guaine fogliari. Frequentemente le cellule marginali della guaina fogliare e le foglie terminano con peli oppure con una frangia scagliosa. Le superfici adassiali delle foglie e delle guaine fogliari sono coperte da uno strato cuticolare più sottile, generalmente senza

stomi e frequentemente mal conservato. Il limite anatomico tra due internodi adiacenti è segnato dalla giunzione tra questa cuticola adassiale e la parte finale della cuticola dell'internodo che segue. Questa caratteristica è chiaramente osservabile quando gli assi sono disarticolati in seguito alla macerazione. La cuticola della parte basale dell'internodo, la quale è coperta dalle foglie e dalla guaina fogliare dell'internodo sottostante, è più sottile di quella delle parti esposte. La parte terminale dell'ultimo internodo forma un apice sul quale sono ripiegate le tre foglie appuntite. Questa caratteristica potrebbe essere in relazione con la protezione del meristema dell'internodo successivo (Alvin & Hlustik, 1979).

Relativamente alle dimensioni di queste piante, Fontaine (1889) propose che *Frenelopsis ramosissima* fosse un grande arbusto oppure un albero con ramificazioni distali succulente. Tale considerazione fu fatta sulla base di osserva-

zioni secondo cui la fascia interna di materiale carbonioso rappresentante il tessuto legnoso degli assi, risultava essere molto più sottile rispetto all'impressione del fusto e delle spesse cuticole epidermiche. Secondo Watson (1988), *F. ramosissima* era un piccolo arbusto xerofitico con assi succulenti. L'asserzione secondo cui tali piante fossero piccole e con poco tessuto legnoso è basata sulla presenza nelle collezioni tipo, di assi larghi più di 2 cm che contenevano un nucleo legnoso ed un'epidermide con evidenze di cellule in divisione per accomodare l'espansione dell'asse (Axsmith & Jacobs, 2005).

Axsmith & Jacobs (2005), hanno studiato esemplari di *Frenelopsis* provenienti dalla cava dei dinosauri di Jones Ranch attribuendoli alla specie *F. ramosissima*. Essi hanno altresì rinvenuto esemplari di tronchi in cattivo stato di conservazione, il più grande del quale ha una lunghezza di 2,85 metri ed un diametro di 33 cm che secondo gli autori potrebbe essere attribuibile a *Protopodocarpoxyylon* oppure a *Protocupressinoxylon*, due morfotaxa che rientrano nella famiglia delle Cheirolepidiaceae.

Attraverso l'applicazione dell'equazione allometrica di Niklas¹² (1994) utilizzata per stabilire l'altezza di piante fossili a partire dai loro resti, Axsmith & Jacobs (2005) hanno dedotto che il tronco silicizzato rinvenuto in campo aveva un'altezza di almeno 23,4 metri.

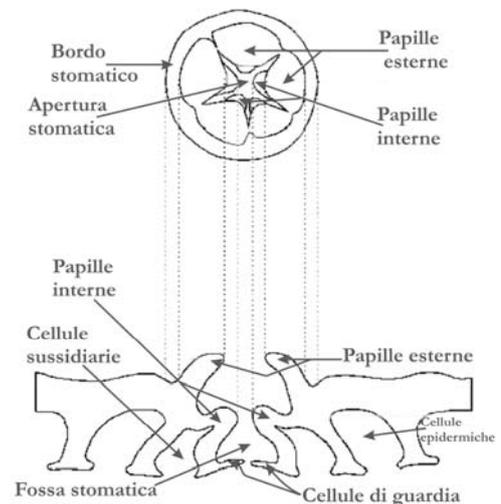


Fig. 46. Disegno interpretativo di stoma in pianta (in alto) e di cuticola in sezione verticale di *F. alata*. Da Gomez *et al.*, 2002 *a.* Modificato.

¹² $[\log_{10} H = \log_{10} D - (\log_{10} D)^2]$ dove H= altezza dell'asse e D= diametro dell'asse

Tabella 7. Comparazione tra le specie descritte ed attribuite al genere *Frenelopsis*. Da Gomez *et al.* 2002 *a*, 2002 *b*. Modificata.

Carattere/Taxa	<i>F. alata</i> (Feistmantel) Knobloch	<i>F. choshiensis</i> Kimura <i>et al.</i>	<i>F. elegans</i> Chow & Tsao	<i>F. harrisii</i> Doludenko & Reymanówna
Ramificazione	moderata	moderata	rara	moderata
Lunghezza internodi in mm	> di 15	4-4,5	> di 23	8-12
Larghezza internodi in mm	> di 5	1,5-2	2-3	1-4
N° di foglie per nodo	in verticilli alternati di 3	2 opposte e decussate	in verticilli alternati di 3	in verticilli alternati di 3
N° di creste esterne per foglia	12-13		?	Assente
Lunghezza massima della foglia	Circa 1	0,5	Circa 1	> di 1,5
Profondità dell'anastomosi della base fogliare	> di 1		?	?
Margine fogliare	frangia di peli	peli più lunghi di 4 µm	?	?
Spessore cuticolare dell'internodo (µm)	30-40	20	?	> di 100µm
Arrangiamento stomatico	file mal definite	file mal definite	file ben definite	file ben definite
Densità delle file stomatiche per mm	10-12		8-10	9-10
Densità stomatica per mm²	90-100	200		
Diametro del complesso stomatico in µm	52-77	45-75	100	45×20 (ellittico)
N° di cellule ausiliarie	4-5, occasionalmente 6	4-6, comunemente 4	4-6	4-5
Orientazione dell'apertura stomatica	? casuale	orizzontale	trasversale oppure obliqua	?
Superficie intorno al foro stomatico		Solcata		
Papille nel foro stomatico	presenti	presenti	presenti	presenti
Superficie cuticolare	Irregolarmente scanalata	liscia	liscia	liscia
Forma del foro stomatico	Stellata con bordi lobati		ellittica	stellata
Distribuzione	Cecoslovacchia, Francia, Portogallo, USA	Giappone	Cina Orientale	Tadzhikistan
Età	Aptiano, Senoniano	Barremiano	Aptiano	Cenomaniano
Bibliografia	Feistmantel (1881); Knobloch (1971); Hlušítk (1972, 1974, 1978, 1979); Hlušítk & Konzalová (1976 <i>a, b</i>); Alvin (1977); Watson(1977); Alvin & Hlušítk (1979); Pons (1979); Kvaček (2000).	Kimura <i>et al.</i> (1985).	Chow & Tsao (1977).	Doludenko (1978); Doludenko & Reymanówna (1978).

Carattere/Taxa	<i>F. hohenneggeri</i> (Ettingshausen) Schenk emend. Reymanówna & Watson (specie tipo)	<i>F. kaneviensis</i> Barale & Doludenko	<i>F. occidentalis</i> Heer emend. Alvin	<i>F. oligostomata</i> Romariz emend. Alvin
Ramificazione	moderata	abbondante	sparsa	moderata
Lunghezza internodi in mm	8	8-10	> di 16	9
Larghezza internodi in mm	3	1,7-3,5	> di 4	3-4,7
N° di foglie per nodo	in verticilli alternati di 3	in verticilli alternati di 3	in verticilli alternati di 3	in verticilli alternati di 3
N° di creste esterne per foglia	15	assenti	?	5-9
Lunghezza massima della foglia	1,5	1-0,7	?	> di 0,9
Profondità dell'anastomosi della base fogliare	1	> di 1	?	?
Margine fogliare	scaglioso	peli corti con lunghezza superiore ai 20 µm	?	piccoli peli unicellulari
Spessore cuticolare dell'internodo (µm)	40	15-20	> di 60	30
Arrangiamento stomatico	file ben definite	file mal definite	file ben definite	file mal definite
Densità delle file stomatiche per mm	10-12	12-16	10-12	10-13
Densità stomatica per mm ²	90-100			
Diametro del complesso stomatico in µm	60-70	35-50	75	75
N° di cellule ausiliarie	4-6, comunemente 4	4-6, comunemente 4	5-6	4-6, comunemente 5
Orientazione dell'apertura stomatica	trasversale	?	?	trasversale
Superficie intorno al foro stomatico	anello ispessito			
Papille nel foro stomatico	presenti	presenti	papille massicce	piccole papille ampie
Superficie cuticolare	liscia	liscia	liscia	liscia
Forma del foro stomatico	stellata	circolare	poligonale, a forma di osso o di stella	lobata
Distribuzione	Polonia, Repubblica Ceca	Ucraina	Portogallo, Germania	Portogallo, Spagna
Età	Hauteriviano	Albiano	Berrasiano – Aptiano - Albiano	Senoniano
Bibliografia	Ettingshausen (1852); Schenk (1869); Reymanówna (1965); Reymanówna & Watson (1976); Hluštík (1979); Purkynová (1983).	Barale & Doludenko (1985); Doludenko & Pons (1986).	Heer (1881); Alvin (1977); Watson & Alvin (1999).	Romariz (1946); Broutin & Pons (1976); Alvin (1977); Lauverjat & Pons (1978); Pons & Broutin (1978); Alvarez-Ramis (1981); Alvarez-Ramis <i>et al.</i> (1987).

Carattere/Taxa	<i>F. pombetsuensis</i> Saiki	<i>F. ramosissima</i> Fontaine emend. Watson	<i>F. rubiesensis</i> Barale emend. Gomez	<i>F. sifloana</i> Watson
Ramificazione	?	abbondante	abbondante	?
Lunghezza internodi in mm	almeno 10	> di 20	6-13	> di 10
Larghezza internodi in mm	1,4	>di 20	3-5	1-3
N° di foglie per nodo	2	in verticilli alternati di 3	in verticilli alternati di 3	3 (a volta probabilmente 2)
N° di creste esterne per foglia		?	4-5	?
Lunghezza massima della foglia	1,5	2	0,9	1
Profondità dell'anastomosi della base fogliare		0.5	?	?
Margine fogliare		lunghezza dei peli superiore ai 100 µm	2/3 della parte superiore membranosa	intero
Spessore cuticolare dell'internodo (µm)	10	circa 30	30	?
Arrangiamento stomatico	file mal definite	file mal definite	file ben definite	file mal definite
Densità delle file stomatiche per mm	7-9	10-12 (a volte meno)	10-11	12-14
Densità stomatica per mm ²	30-40		70-100	
Diametro del complesso stomatico in µm	65-80	50-75	70-75	80
N° di cellule ausiliarie	4-5	4-6, comunemente 5	4-6, comunemente 4	4-5
Orientazione dell'apertura stomatica	trasversale	trasversale	?	?
Superficie intorno al foro stomatico	anello ispessito			
Papille nel foro stomatico	piccole papille ampie	No	presenti	abbastanza arrotondate
Superficie cuticolare	liscia	> di 120 µm	liscia	papille > di 10µm
Forma del foro stomatico	rettangolare o poligonale	rotonda: lobata o papillata	lobata	circolare
Distribuzione	Giappone	Maryland e Virginia (USA)	Spagna	Sudan
Età	Albiano	Barremiano –Albiano inferiore	Berrasiano Superiore-Barremiano	Cretacico inferiore
Bibliografia	Saiki (1997).	Berry (1910, 1911); Thompson (1912); Watson (1977); Upchurch & Doyle (1981).	Barale (1973b).	Edwards (1926); Watson & Alvin (1976); Watson (1983).

Carattere/Taxa	<i>F. teixeirae</i> Alvin & Pais	<i>F. turolensis</i> Gomez	<i>F. ugunaensis</i> Gomez	<i>F. veneta</i> Gomez <i>et al.</i>
Ramificazione	moderata	moderata	rara	moderata
Lunghezza internodi in mm	2,5-6	> di 42	> di 13	?
Larghezza internodi in mm	1,5-2	> di 3.6	> di 2	> di 4
N° di foglie per nodo	2 foglie opposte decussate	in verticilli alternati di 3	in verticilli alternati di 3	in verticilli alternati di 3
N° di creste esterne per foglia	assente	?	?	
Lunghezza massima della foglia	Circa 0,7	fino a 1.8	Circa 1	?
Profondità dell'anastomosi della base fogliare	?			?
Margine fogliare	scaglioso	banda di peli (20-40 µm)	Peli superiori ai 100 µm	?
Spessore cuticolare dell'internodo (µm)	50	20-30	15-20	20-30
Arrangiamento stomatico	file mal definite	file mal definite	file mal definite	file mal definite
Densità delle file stomatiche per mm	10	11-13	7-9	8-11
Densità stomatica per mm ²		140-200	40-55	70-90
Diametro del complesso stomatico in µm	75	55-75	50-60	60-90
N° di cellule ausiliarie	5-6	Comunemente 4	Comunemente 4	4-5, comunemente 4
Orientazione dell'apertura stomatica	?	?	?	variabile
Superficie intorno al foro stomatico	un pò elevata	un pò elevata	un pò elevata	papillata
Papille nel foro stomatico	larghe	massicce	presenti	presenti
Superficie cuticolare	liscia	liscia	Peli superiori ai 100 µm	
Forma del foro stomatico	stellata o poligonale	stellata	stellata	stellata
Distribuzione	Portogallo	Spagna	Spagna	Italia
Età	Hauterviano o Barremiano	Albiano medio - inferiore	Barremiano superiore	Cenomaniano - Turoniano
Bibliografia	Alvin & Pais (1978).	Gomez <i>et al.</i> (2002 <i>a</i>).	Gomez <i>et al.</i> (2002 <i>a</i>).	Gomez <i>et al.</i> (2002 <i>b</i>).

Genere *Frenelopsis* (Schenk, 1869) emend. Watson, 1977

Specie tipo: Frenelopsis hobeneggeri Ettinghausen, 1852, p. 26, pl. 1, figs. 6, 7.

Frenelopsis nov. sp. 1

Tavole 19-23

Olotipo – P 133. Preparato su vetrino n° 9.2.2

Paratipi – P 133. Preparati su vetrini, 9.1- 9.21 e stub n° 9 s, n° 9.1 s, 9.2 s, 9.3 s

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

Nota – Il campione P 133 era costituito da un assemblamento di decine di frammenti di cuticole. Ogni qual volta la cuticola è stata rimossa dalla matrice con mezzi meccanici non sono stati osservati calchi delle strutture stomatiche sulla matrice incassante.

Diagnosi – Assi con verticilli di tre foglie bordate da peli unicellulari. Cuticola dell'internodo con uno spessore di 10-20 μm . Stomi disposti in file longitudinali (6-7 per mm lineare); densità stomatica di circa 60 per mm^2 . Apparati stomatici con un diametro medio di circa 107 μm , con quattro cellule ausiliarie ed orientati trasversalmente rispetto all'asse principale dei segmenti. Foro stomatico con papille esterne che si dipartono dalle cellule ausiliarie. Piccole papille emisferiche con un diametro medio di 12 μm si dipartono dalle cellule epidermiche; tricomi, che superano i 100 μm lunghezza, sui margini fogliari.

Descrizione – Il materiale è costituito da compressioni di segmenti cuticolari disarticolati e frammentari che hanno una lunghezza compresa tra 10,1 e 4 mm; la larghezza invece varia da 2 a 5 mm ma mediamente si attesta intorno ai 4 mm (Tav. 19, figs. 1, 2, 3). A livello di ogni nodo s'inserisce un verticillo di tre foglie saldate tra loro a formare una guaina fogliare che si sviluppa per tutta la lunghezza dell'internodo. Pertanto, all'estremità della guaina fogliare si osservano tre piccoli *denti* corrispondenti alle estremità libere delle tre foglie (Tav. 19, fig. 1). Non si osservano linee di sutura lungo la guaina fogliare. Di forma triangolare, questi denti hanno dimensioni medie (lunghezza per larghezza) di 1 per 1 mm. Le foglie, molto delicate, sono bordate da peli unicellulari marginali che possono superare anche i 100 μm di lunghezza (Tav. 19, figs. 9, 10, 11).

La cuticola dell'internodo ha uno spessore di circa 10-20 μm (Tav. 20, figs. 1, 2, 3). In visione esterna, le cellule epidermiche sono dotate di papille emisferiche con un diametro medio di 12 μm ed un'altezza di circa 10 μm ; le papille che sono prossime agli apparati stomatici tendono ad allungarsi verso questi ed hanno dimensioni (lunghezza per larghezza) di 14 per 10 μm (Tav. 21, figs. 1, 2, 3). Di norma il rapporto lunghezza-larghezza è in favore di quest'ultima dimensione. La densità delle papille si attesta intorno a 140-160 unità per mm^2 (Tav. 20, figs. 4, 5, 6). Non sono stati riscontrati peli. Le cellule epidermiche che costituiscono la guaina fogliare sono di forma isodiametrica (38 μm circa) o poligonali. Le cellule epidermiche sono disposte in file più o meno regolari disposte parallelamente all'asse lungo degli internodi.

Le pareti anticlinali delle cellule epidermiche hanno uno spessore sempre superiore ai 10-15 μm , talvolta raggiungono anche i 25-30 μm (Tav. 19, figs. 5, 6, 7).

Gli apparati stomatici sono disposti in file longitudinali (di norma 6-7, a volte anche 8) (Tav. 19, fig. 4; Tav. 21, figs. 4, 5; Tav. 22, figs. 1, 3, 4). Raramente qualche apparato stomatico occupa una posizione intermedia tra le file, perturbando così la linearità di altre file stomatiche. Le file stomatiche sono separate le une dalle altre da 1 a 2 file di cellule epidermiche (raramente 3, come per il preparato 9.2.1 v). Si possono notare da 1 a 2 cellule epidermiche tra due apparati stomatici adiacenti (a volte 3) nell'ambito di una stessa fila; non è infrequente che cellule ausiliarie di due apparati stomatici adiacenti siano a contatto tra loro venendo del tutto a mancare le interposte cellule epidermiche. Sulla guaina fogliare la densità stomatica è di 60 stomi/ mm^2 (densità media calcolata sulla base delle densità stomatiche in tab. 8).

Gli apparati stomatici sono di tipo aplochelico e normalmente sono monociclici (Tav. 19, figs. 4-8; Tav. 21, fig. 6; Tav. 22, figs. 5, 6; Tav. 23, figs. 1-6). Questi hanno una dimensione media di 107 μm (massima 126 μm minima 91 μm). Gli apparati stomatici sono orientati trasversalmente rispetto all'asse principale dei segmenti; molto raramente si osservano stomi disposti con l'asse longitudinale parallelo a quello principale (Tav. 22, fig. 4). Le cellule ausiliarie sono in numero di 4 e disposte più o meno regolarmente attorno all'orifizio stomatico. Pertanto, dal punto di vista morfologico si possono distinguere due cellule annesse laterali e due cellule annesse polari; normalmente le cellule annesse polari sono più grandi di quelle laterali. Le pareti anticlinali laterali delle cellule annesse hanno lo stesso spessore delle pareti anticlinali interne ed esterne. Ogni cellula sussidiaria sviluppa in genere una papilla esterna che si protrae sulla rima stomatica, mascherando in parte la camera sub-stomatica. Le papille esterne che si estroflettono dalle cellule annesse

conferiscono all'orificio sottostomatico un aspetto stellato con un'apertura che ha un diametro medio di 10 μm e che si presenta a volte leggermente più elevata rispetto al livello generale dell'epidermide (Tav. 20, fig. 3; Tav. 21, fig. 2). Le cellule ausiliarie hanno una morfologia più o meno rettangolare e presentano dimensioni variabili tra 50-65 μm di lunghezza per 24-35 μm di larghezza per le cellule polari e 35-45 μm di lunghezza per 30-40 μm di larghezza per le cellule laterali.

Le pareti anticlinali delle cellule epidermiche hanno uno spessore sempre superiore ai 10-15 μm e talvolta raggiungono anche i 25-30 μm .

Le cellule di guardia, spesso presenti, conservano talvolta le placche dorsali al di sotto del foro stomatico (Tav. 21, fig. 6; Tav. 22, figs. 5, 6; Tav. 23, figs. 1, 3, 6).

Le cellule di guardia sono difficili da osservare in microscopia ottica, infatti il loro contorno spesso si confonde con strutture presenti nella camera stomatica. Sulle cuticole, osservazioni al microscopo elettronico visualizzano strutture sferoidali dotate di minute evaginazioni filiformi¹³ aventi un diametro di circa 1,5 μm (Tav. 21, fig. 7; Tav. 22, fig. 7, 8, 10, 11).

Discussione – Le caratteristiche riscontrate per il materiale di Profeti consentono di ascriverlo al genere *Frenelopsis* (Schenk, 1869) emend. Watson, 1977.

Le comparazioni del materiale di Profeti con altre specie conosciute di *Frenelopsis* (si consideri altresì la tab. 7) saranno qui di seguito effettuate sulla base delle seguenti caratteristiche:

1. superficie cuticolare;
2. diametro dell'apparato stomatico;
3. n° di cellule ausiliarie;
4. arrangiamento stomatico;
5. densità di file stomatiche per mm lineare;
6. densità stomatica per mm^2 ;
7. morfologia del margine fogliare.

La maggior parte delle specie di *Frenelopsis* descritte non possiedono papille sulla superficie esterna della cuticola. Solo le specie *F. sifloana* Watson, *F. ramosissima* Fontaine emend. Watson e *F. ugnaensis* Gomez presentano rispettivamente 1 piccola papilla emisferica per ogni cellula epidermica, papille e peli epidermici che possono essere anche molto lunghi

¹³ Spesso, sulle superfici cuticolari si osservano delle strutture dotate di espansioni filiformi che dipartendosi radialmente dal centro conferiscono alle stesse una morfologia sferoidale. Probabilmente tali strutture sono riconducibili ad *orbicule* (Axsmith *et al.*, 2004; figs. 2 e 14), oppure viste le dimensioni, a lefifere di opale.

e, come sottolineano Gomez *et al.* (2002 *a*) relativamente alla specie *F. ugnaensis*, peli che sono perfettamente conici (diversi quindi da quelli riscontrati per *F. ramosissima*). Il materiale di Profeti invece, presenta la superficie esterna della cuticola ricoperta da papille: non sono presenti peli.

Il materiale di Profeti presenta apparati stomatici con dimensioni medie di 107 μm , ma che possono raggiungere (raramente) anche i 150 μm di diametro. Tale caratteristica non è presente in alcuna delle specie di *Frenelopsis* sinora descritte (tab. 7).

Gli apparati stomatici del materiale di Profeti sono costituiti da 4 cellule ausiliarie. Questo carattere è condiviso con le *Frenelopsis* spagnole: *F. rubiesensis* Barale, *F. ugnaensis* Gomez, *F. turolensis* Gomez, ma il materiale di Profeti differisce dalla prima per il fatto di avere: la superficie esterna provvista di papille; apparati stomatici più grandi; un numero di file stomatiche per mm più basso; una densità stomatica per mm^2 più bassa (tab. 7). Differisce dalla seconda (*F. ugnaensis*) nell'aver: apparati stomatici più grandi; file stomatiche ben definite, una densità stomatica per mm^2 leggermente più alta (tab. 7). Differisce da *F. turolensis* nell'aver: la superficie esterna provvista di papille; diametro dell'apparato stomatico più grande; file stomatiche ben definite; una densità stomatica per mm sensibilmente più bassa; una densità stomatica per mm^2 molto più bassa; margine fogliare con peli che possono superare anche i 100 μm , mentre in *F. turolensis* hanno una lunghezza compresa tra 20 e 40 μm (tab. 7).

Gli apparati stomatici del materiale di Profeti sono disposti in file ben definite. Questa caratteristica è condivisa con le specie *F. elegans* Chow & Tsao, *F. harrisii* Doludenko & Reymanóvna, *F. hobenneggeri* (Ettingshausen) Schenk emend. Reymanóvna & Watson, *F. rubiesensis* Barale, *F. occidentalis* Heer emend Alvin. Ma il materiale di Profeti differisce dalla prima (*F. elegans*) per il fatto di avere: la superficie esterna provvista di papille; un numero di cellule ausiliarie che si attesta su 4, mentre in *F. elegans* varia da 4-6; una densità stomatica per mm più bassa. Il materiale di Profeti è diverso da *F. harrisii* nell'aver: la superficie esterna provvista di papille; apparati stomatici sensibilmente più grandi; un numero di cellule ausiliarie che si attesta su 4, mentre in *F. harrisii* varia da 4-5; una densità stomatica per mm più bassa; una densità stomatica per mm^2 molto più bassa. Il materiale di Profeti è diverso da *F. hobenneggeri* nell'aver: la superficie esterna provvista di papille; apparati stomatici più grandi; una densità stomatica per mm più bassa; una densità stomatica per mm^2 sensibilmente più bassa. La comparazione con la specie *F. rubiesensis* è già stata effettuata.

Per il materiale di Profeti il numero di file stomatiche per mm equivale a 6-7. Tale valore è più o meno comparabile con le specie *F. ugnaensis* Gomez e *F. pombetsuensis* Saiki in quanto il n° di file stomatiche è comunque più basso delle specie considerate. Comunque, il materiale di Profeti è diverso da *F. pombetsuensis* nell'avere: la superficie esterna provvista di papille; diametro dell'apparato stomatico più grande; un numero di cellule ausiliarie che si attesta su 4, mentre in *F. pombetsuensis* varia da 4-5; apparati stomatici in file ben definite; una densità stomatica per mm² più alta. La comparazione con la specie *F. ugnaensis* è stata già trattata.

Le caratteristiche macroscopiche riscontrate per il materiale aptiano di Profeti consentono di ascriverlo al genere *Frenelopsis*. Le peculiarità epidermiche invece, consentono di ascrivere il materiale di Profeti ad una nuova specie.

Tab. 8. Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche mesoscopiche e microscopiche degli esemplari attribuiti alla specie *Frenelopsis* nov. sp. 1 del giacimento aptiano di Profeti.

Preparato	L. in. (mm)	La. in. (mm)	N° fo. x no.	L. max fo. (mm)	Pr. an. fo. (mm)	Marg. sup fo.	Disp. sto.	Dens. fi. sto. x mm	Dens. sto. x mm ²	Diam. app. sto. (µm)	N° cel. aus.	Ori. ap. sto.	Pap. go. sto.	Sup. cut.	Per. for. sto.
9	fram	fram	3?	1,1	?	Tricomi 100 µm ca	File ben definite	6-7	45	91	4	Trasversale	?	Tricomi	Stellato
9.1	5	5	3	1	?	Tricomi 60 µm ca	File ben definite	6-7	65	94	4	Trasversale	?	-	Stellato
9.2.1	8,5	4	?	?	?	-	File ben definite	7-8	54	110	4	Trasversale	?	-	Stellato
9.2.2	9	4	3	1	?	-	File ben definite	7-8	70-80	99	4	Trasversale	?	-	Stellato
9.2.3	14	4	3	1,3	?	-	File ben definite	7-8	70	107	4	Trasversale	?	-	Stellato
9.2.4	6	5	3	1,3	?	-	File ben definite	7-8	65	126	4	Trasversale	?	-	Stellato
9.3.1	9,5	5	3	?	?	-	File ben definite			110	4	Trasversale?	?	Papille	?
9.3.2	10,1	3	-	-	-	-	File ben definite	6-7	63	118	4	Trasversale	?	-	
9.4	7	4	3?	?	?	-	File ben definite	7-8	65	114	4?	Trasversale?	?	Papille	Stellato
9.5	fram	fram	?	?	?	-	File ben definite	-	-	100	4	Trasversale	?	-	Stellato
9.6	8,5	4,1	3?	?	?	-	File ben definite	6-7	42	102	4	Trasversale	?	-	Stellato
9.7	6	3	3?	?	?	-	File ben definite	6-7	42	105	4	Trasversale	?	Papille	?
9.8	9	3,2	3			Tricomi > 100 µm	File ben definite	6-7	60	108	4	Trasversale	?	Papille	?
9.9	8,5	2	-	?	?	-	File ben definite	6-7	50	114	4	Trasversale	?	Papille?	Stellato
9.10	7	4	-	-	-	-	File ben definite	6-7	50	109	4	Trasversale	?	-	Stellato
9.16	8	4	-	-	-	-	File ben definite	6-7	56	113	4	Trasversale	?	-	?

9.17	5	3,7	-	-	-	-	File ben definite	7	70	98	4	Trasversale	?	-	Stellato
9.18	10	4,5	3	?	?	-	File ben definite	6-7	60	116	4	Trasversale?	?	Papille?	Stellato
9.19	7	5	-	-	-	-	File ben definite	6-7	65	109	4	Trasversale	?	-	?
9.20	6	5	3?	1	?	-	File ben definite	6-7	60	101	4	Trasversale	?	-	Stellato
9.21	4	4	?	?	?	-	File ben definite	5-6	50	109	4?	Trasversale?	?	Papille	Stellato

L. Tot. = lunghezza totale; **N° in.** = numero di internodi; **L. in.** = lunghezza internodo; **La. in.** = larghezza internodo; **N° fo. x no.** = n° di foglie per nodo; **L. max fo.** = lunghezza massima delle foglie; **Pr. an. fo.** = profondità anastomosi fogliare; **Marg. sup fo.** = margine superiore della foglia; **Disp. sto.** = disposizione degli stomi; **Dens. fi. sto. x mm** = densità di file stomatiche; **Dens. sto. x mm²** = densità di stomi per mm²; **Diam. app. sto.** = diametro apparato stomatico; **N° cel. aus.** = numero di cellule ausiliarie; **Ori. ap. sto.** = orientazione dell'apertura stomatica; **Pap. go. sto.** = papille nella gola stomatica; **Sup. cut.** = superficie cuticolare; **Per. for. sto.** = perimetro del foro stomatico; - = assente; ? = non chiaro.

Microsporofillo di un cono maschile di *Frenelopsis* nov. sp. 1

Tavola 24, figs. 1-9

Materiale studiato – P 133. Preparato su vetrino n° 9.20 v.

Località – Profeti (Benevento)

Età – Aptiano inferiore-medio

Nota – Il materiale esaminato è costituito da un unico sporofillo. La descrizione si basa esclusivamente su osservazioni al microscopio ottico

Descrizione – L'unico sporofillo identificato tra centinaia di frammenti di cuticole attribuite al genere *Frenelopsis* ha una forma romboidale ed è largo 3,5 mm ed alto 3 mm. La scaglia è sprovvista di un frammento nella parte mediana a destra (Tav. 24, fig. 1). Gli apparati stomatici, disposti in file più o meno longitudinali sono presenti su tutto il lato abassiale del microsporofillo ad eccezione del margine della scaglia (Tav. 24, figs. 1, 2, 3). Gli stomi di tipo aplochelico hanno una forma rotondeggiante tendente all'ellissoidale con dimensioni medie che vanno da 140 μm di larghezza a 101 μm di altezza (si osservano anche apparati stomatici larghi fino a 170 μm), monociclici o incompletamente diciclici. Gli apparati stomatici sono orientati perpendicolarmente rispetto alla linea margino-prossimale dello sporofillo e sono costituiti da 4 cellule ausiliarie che, da un punto di vista morfologico possono essere distinte in due cellule annesse polari e due cellule annesse laterali, con le cellule polari più grandi di quelle laterali. Le cellule ausiliarie hanno dimensioni medie (lunghezza x larghezza) di 65 per 40 μm (Tav. 24, figs. 8, 9).

Le file stomatiche sono separate da 1 a 2 file di cellule epidermiche, mentre 1-2, a volte 3 cellule sono frapposte tra due apparati stomatici della stessa fila. A volte, apparati stomatici di una stessa fila (Tav. 24, fig 4) oppure di file adiacenti (Tav. 24, fig. 6) possono essere in contatto mediante le loro cellule ausiliarie. Le cellule epidermiche, sia centrali che marginali hanno una forma variabile e sono di norma poligonali; esse, alla base tendono ad essere compresse nel senso dell'altezza, ma a mano a mano che ci si discosta dalla zona prossimale della scaglia tendono a divenire isodiametriche, fino ad allungarsi poi nella zona marginale, dove scompaiono gli apparati stomatici. Le cellule ordinarie hanno una larghezza media di 27 μm anche se le dimensioni vanno da un minimo di 18 μm ad un massimo di 37 μm , con lo spessore delle cellule anticlinali compreso tra (10-)14-18(-24) μm di spessore. Viceversa le cellule ordinarie divengono rettangolari, molto allungate e disposte in file in

prossimità del margine della scaglia (Tav. 24, figs. 2, 3, 5). Le file stomatiche sono più o meno parallele ai lati della scaglia [in special modo sul lato destro (Tav. 24, fig. 1)], mentre in tutta la parte centrale sono disposte più o meno in maniera disordinata (Tav. 24, figs. 1, 4); comunque tutte le file convergono verso la punta dove non ci sono apparati stomatici a parte alcuni che si insinuano nella parte centrale, tra le cellule epidermiche, verso la punta della scaglia (Tav. 24, fig. 3). Gli stomi s'interrompono bruscamente a circa 1 mm dalla punta. Il margine distale della scaglia presenta una frangia di peli che divergono rispetto alla punta della scaglia stessa (Tav. 24, figs. 2, 5) e che rappresentano delle evaginazioni delle cellule epidermiche marginali. Questi peli possono raggiungere anche i 100 μm di lunghezza.

Discussione – Le osservazioni sono state condotte sull'unica scaglia rinvenuta che è stata montata in gel di glicerina insieme a segmenti di *Frenelopsis* n. sp. (P 133, vetrini della serie 9), pertanto i dati ricavati si basano essenzialmente su osservazioni al microscopio ottico.

Non è stata riscontrata la presenza del polline tipo *Classopollis*.

Il microsporofillo descritto presenta caratteri microscopici molto prossimi a quelli dei segmenti di *Frenelopsis* a cui essa era associata ed indicati come nuova specie.

Entrambe le cuticole presentano: 1) file di stomi separate da cellule epidermiche con pareti cellulari molto spesse che superano anche i 20 μm ; 2) stomi costituiti da 4 cellule ausiliarie con spiccata polarità: le cellule polari sono più grandi di quelle laterali; 3) stomi che superano normalmente i 100 μm di diametro.

Microsporofilli e quindi coni associati od attaccati ad assi riconducibili al genere *Frenelopsis* ma anche *Pseudofrenelopsis*, appartengono al genere *Classostrobus*.

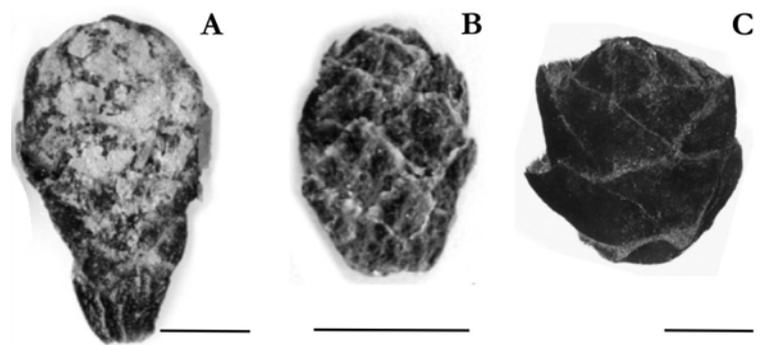


Fig. 47. **A.** *Classostrobus turolensis*: cono con scaglie disposte a spirale. **B.** *Classostrobus uñaensis*: cono microsporangiato con scaglie disposte a spirale. **A e B**, Eschucha Formation, Albiano inferiore-medio, Spagna. **C.** Cono isolato microsporangiato associato a *Frenelopsis alata*, Peruc-Korycany Formation, Cenomaniano, Repubblica Ceca. **A e B**, da Gomez *et al.*, 2002 a. **C**, da Kvaček, 2000. Per tutte le figure la barra equivale a 2 mm.

Il genere *Classostrobus* fu definito sulla base della presenza del polline del tipo *Classopollis* nel cono, anche se non si è potuta attribuire con certezza l'affinità a qualsiasi altra specie dotata di assi vegetativi (Alvin *et al.*, 1994). La specie tipo, *C. comptonensis* Alvin *et al.* (1978), fu descritta su campioni di età Barenmiana provenienti dall'Isola di Wight. Gli strati contengono abbondanti frammenti di assi e legno della conifera cheirolepidiacea *Pseudofrenelopsis parceramosa* (Fontaine) Watson (Watson, 1977; Alvin *et al.*, 1981; Alvin, 1983). Pertanto, *C. comptonensis* è stato attribuito a questa pianta sulla base delle caratteristiche cuticolari similari e non perché sia stata trovata attaccata ad assi vegetativi.

I coni hanno una struttura tipicamente da conifera (Fig. 47) con una morfologia da arrotondata ad ovale con microsporofilli portanti sacchi pollinici sulla superficie inferiore (Watson, 1988).

Molti di questi coni microsporangati sono stati denominati in relazione agli assi vegetativi con cui sono stati ritrovati (Van Konijnenburg-van Cittert, 1987; Watson, 1988). Infatti, il taxon rappresentato da *Classostrobus* è legato a numerosi generi di assi vegetativi: *Brachyphyllum*, *Pagiophyllum*, alcune specie del genere *Watsoniocladius* (ex *Cupressinocladius*), *Frenelopsis*, *Pseudofrenelopsis*, *Suturovagina* e *Tomaxellia* (Gomez *et al.* 2002 *a*).

Il microsporofillo rinvenuto a Profeti differisce dalla specie tipo *Classostrobus comptonensis* Alvin, Spicer & Watson, 1978 (Berriasiano - Cenomaniano inferiore) specialmente nella morfologia e struttura dell'apparato stomatico; infatti *C. comptonensis* presenta un complesso stomatico costituito da 5-7 cellule ausiliarie, ognuna portante una papilla. Gli stomi di *Classostrobus* di Profeti invece, presentano esclusivamente 4 cellule ausiliarie.

I microsporofilli dei coni microsporangati associati a *Frenelopsis alata* del Cenomaniano della Bohemia (Kvaček, 2000). Differiscono dal materiale campano per la presenza di apparati stomatici costituiti da 4 o 5 cellule ausiliarie e per lo spessore delle pareti delle cellule epidermiche di 2-4 μm .

Frenelopsis oligostomata del Senoniano del Portogallo (Pons & Broutin, 1978) differisce dal microsporofillo di Profeti nell'aver un apparato stomatico costituito da 4 o 5 cellule ausiliarie, nella dimensione dell'apparato stomatico di circa 65 μm e per la presenza di peli marginali molto lunghi (50-170 μm).

Frenelopsis sp. descritto da Barale *et al.* (1988) differisce dal microsporofillo di Profeti nell'aver apparati stomatici più piccoli (70 μm) e costituiti talvolta da 5 cellule ausiliarie e per il fatto di possedere peli marginali bordanti le scaglie che possono raggiungere i 200 μm di lunghezza; inoltre presentano file stomatiche mal definite.

La disposizione degli apparati stomatici sul microsporofillo rinvenuto a Profeti, riflette parzialmente quella riscontrata da Barale *et al.* (1988), Pons & Broutin (1978) e Pons (1979) sul materiale da questi studiato, secondo cui gli stomi “... *sont localisés dans une aire triangulaire dont la pointe est dirigée vers l'extrémité de l'écaillé*”. Infatti, l'area occupata dagli apparati stomatici sulla scaglia di Profeti è più o meno pseudo rettangolare, tendente al triangolare e solo nella parte centrale è possibile riscontrare una serie di apparati stomatici che s'insinuano verso l'apice (Tav. 24, fig. 3). Il microsporofillo di Profeti sembra quindi avere maggiori analogie con *Classostrobus* sp. descritto da Barale *et al.* (1988) ed in generale con le scaglie dei coni microsporangati descritti da Gomez *et al.* (2002).

I microsporofilli attribuiti a *C. ugunaensis* Gomez, 2002 (Baremmiano superiore) differiscono dalla scaglia di Profeti nell'aver apparati stomatici più piccoli (lunghi 33,5-36 μm e larghi 29-31,5 μm) e cellule epidermiche normalmente più grandi; inoltre, lo spessore delle pareti anticlinali compreso tra i 4 e gli 11 μm talvolta può presentare leggere crenulazioni.

Infine *C. turolensis* Gomez, trovato attaccato ad assi di *Frenelopsis turolensis* Gomez, 2002 (Albiano inferiore-medio) differisce dal microsporofillo di Profeti per lo spessore delle cellule anticlinali delle cellule epidermiche: (2-)3-4(-9) μm ; per la presenza nella regione centrale della scaglia di cellule epidermiche con morfologia rettangolare e, nell'ambito di una stessa fila, gli apparati stomatici sono separati tra loro da un numero variabile di cellule epidermiche (3-6), ed infine, nell'ambito di file stomatiche adiacenti da 2 a 4 cellule epidermiche.

Il fatto che la sola scaglia descritta sia stata trovata associata a centinaia di segmenti attribuiti a *Frenelopsis* nov. sp. 2 e vista l'estrema similarità nelle caratteristiche cuticolari tra i segmenti di *Frenelopsis* n. sp. ed il microsporofillo, si può ipotizzare che la scaglia faccia parte del cono maschile di *Frenelopsis* n. sp. 2. Non è possibile però attribuire la scaglia al genere *Classostrobus* in quanto la diagnosi effettuata da Alvin, Spicer and Watson (1978) fa esplicitamente riferimento ad un cono maschile e non ad un singolo microsporofillo isolato: “*Conifer male cone consisting of an axis bearing sporophylls of peltate (radial or dorsiventral) form with two or more pollen-sacs containing Classopollis pollen*”

Frenelopsis nov. sp. 2

Tavole 25-30

Olotipo – CM 100, CM 100 v, CM 100 s.

Paratipi – CM 3, CM 8, CM 22, CM 47, CM 55, CM 65, CM 66, CM 89, CM 105.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Materiale costituito da compressioni e impressioni di assi segmentati

Diagnosi – Assi con verticilli di tre foglie bordate da peli unicellulari. Cuticola dell'internodo con uno spessore di 5 μm . Stomi disposti in file longitudinali (10-11 per mm lineare); densità stomatica di circa 70-80 per mm^2 . Apparati stomatici con un diametro medio di circa 40 μm , con quattro cellule ausiliarie con orientazione casuale. Foro stomatico con papille esterne che si dipartono dalle cellule ausiliarie. Papille quadrangolari con dimensioni medie (lunghezza per larghezza) di 23 per 17 μm si dipartono dalle cellule epidermiche; tricomi sui margini fogliari di circa 50 μm lunghezza.

Descrizione – Il materiale è costituito da impressioni e compressioni di segmenti cuticolari articolati (CM 3, CM 66, CM 100), frammentari (CM 65), e ramificati (CM 22, CM 66) con una lunghezza compresa tra 11,1 e 1,2 cm; la lunghezza degli internodi varia da 4 a 10 mm, mentre la larghezza invece varia da 1,3 a 2 mm, ma mediamente si attesta intorno a 1,8 mm. A livello di ogni nodo s'inserisce un verticillo di tre foglie saldate tra loro a formare una guaina fogliare che si sviluppa per tutta la lunghezza dell'internodo. Pertanto, all'estremità della guaina fogliare si osservano tre piccoli *denti* corrispondenti alle estremità libere delle tre foglie. Non si osservano linee di sutura lungo la guaina fogliare. Di forma triangolare, questi denti hanno una lunghezza media di circa 0,7 mm. Le foglie sono bordate da peli unicellulari marginali che possono raggiungere i 60 μm di lunghezza.

La cuticola dell'internodo ha uno spessore di circa 5 μm (Tav. 29, fig. 5). In visione esterna, le cellule epidermiche sono dotate di papille aventi una morfologia allungata con una lunghezza media di circa 23 μm ed una larghezza di circa 17 μm (Tav. 30, fig. 4; Tav. 27, fig. 1); le papille che sono prossime agli apparati stomatici hanno dimensioni medie (lunghezza per larghezza) di 11 per 10 μm (Tav. 27, figs. 5, 6). Queste assumono una morfologia sferoidale e si trovano su un livello più elevato rispetto agli apparati stomatici

(Tav. 27, figs. 4, 6; Tav. 28, fig. 10). La densità delle papille si attesta intorno a 160 unità per mm^2 . Non sono stati riscontrati peli sulla superficie dell'epidermide. Le cellule epidermiche che costituiscono la guaina fogliare hanno una forma poligonale, spesso rettangolare con dimensioni medie (lunghezza per larghezza) di 31 per 15 μm (Tav. 30, figs. 6, 7). Le cellule epidermiche sono disposte in file più o meno regolari disposte parallelamente all'asse lungo degli internodi.

Le pareti anticlinali delle cellule epidermiche hanno uno spessore medio di 8 μm (Tav. 27, fig. 2).

Gli apparati stomatici sono disposti in file longitudinali (da 7 a 10) (Tav. 25, figs. 3, 4, 5, 6); Tav. 26, figs. 6 e 7; Tav. 27, fig. 1; Tav. 28, fig. 9; Tav. 30, fig. 4). Raramente qualche apparato stomatico occupa una posizione intermedia tra le file. Le file stomatiche sono separate le une dalle altre da 1 a 2 file di cellule epidermiche. Si possono notare da 1 a 2 cellule epidermiche tra due apparati stomatici adiacenti (a volte 3) nell'ambito di una stessa fila; non è infrequente che cellule ausiliarie di due apparati stomatici adiacenti siano a contatto tra loro venendo del tutto a mancare le interposte cellule epidermiche. Sulla guaina fogliare la densità stomatica è di 70-80 stomi/ mm^2 .

Gli apparati stomatici sono di tipo aplochelico e normalmente sono monociclici. Questi hanno una dimensione media di 40 μm (massima 62 μm minima 30 μm). Gli apparati stomatici sono orientati casualmente rispetto all'asse principale dei segmenti. Le cellule ausiliarie sono normalmente in numero di 4 e sono disposte in maniera regolare attorno all'orifizio sub stomatico. A volte si riscontrano apparati stomatici costituiti da 5 cellule ausiliarie (Tav. 27, figs. 4, 5). Alcuni apparati stomatici della superficie adassiale sono diciclici (Tav. 25, fig. 10). Quando l'apparato stomatico è costituito da 4 cellule ausiliarie, da un punto di vista morfologico è possibile distinguere due cellule ausiliarie polari e due cellule annesse laterali (Tav. 27, figs. 3, 6; Tav. 29, figs. 6, 7; Tav. 30, figs. 1, 2). Ogni cellula sussidiaria sviluppa in genere una papilla esterna che si protrae sulla rima stomatica, mascherando in parte la camera sub-stomatica. Le papille esterne che si estroflettono dalle cellule annesse conferiscono all'orifizio sottostomatico un aspetto stellato con un'apertura che ha una morfologia stellata avente dimensioni medie (lunghezza per larghezza) di 14 per 6 μm . Di norma gli stomi si trovano sottoposti rispetto al livello generale dell'epidermide (Tav. 27, figs. 3, 4, 5, 6). Le cellule ausiliarie hanno una morfologia più o meno rettangolare e presentano dimensioni medie che si attestano su 18 μm di lunghezza per 12 μm di larghezza.

Le cellule di guardia, spesso presenti, conservano talvolta le placche dorsali al di sotto del foro stomatico (Tav. 25, fig. 10; Tav. 29, figs. 6, 7, 8).

Discussione – Le caratteristiche riscontrate per per gli esemplari di Cusano Mutri consentono di ascriverli al genere *Frenelopsis* (Schenk, 1869) emend. Watson, 1977.

La comparazione dei reperti di Cusano Mutri con altre specie conosciute di *Frenelopsis* (si considera altresì la tab. 7) viene qui di seguito effettuata sulla base delle seguenti caratteristiche:

1. lunghezza internodo;
2. larghezza internodo;
3. superficie cuticolare;
4. diametro dell'apparato stomatico;
5. n° di cellule ausiliarie;
6. arrangiamento stomatico;
7. densità di file stomatiche per mm lineare;
8. densità stomatica per mm²;
9. morfologia del margine fogliare.

Quasi tutte le specie di *Frenelopsis* descritte, ad eccezione di *F. sifloana* Watson, *F. ramosissima* Fontaine emend. Watson e *F. ugnaensis* Gomez, non possiedono papille sulla superficie esterna della cuticola. *F. sifloana* possiede una piccola papilla emisferica per ogni cellula epidermica; *F. ramosissima* e *F. ugnaensis* possiedono papille e peli epidermici che possono essere anche molto lunghi anche se i peli di *F. ugnaensis* differiscono da *F. ramosissima* in quanto sono perfettamente conici (Gomez *et al.* 2002 *a*). Il materiale di Cusano Mutri invece, presenta la superficie esterna della cuticola ricoperta esclusivamente da papille che hanno sia una morfologia emisferica che quadrangolare con bordi molto arrotondati; inoltre sulla superficie cuticolare non sono presenti peli.

Gli apparati stomatici degli esemplari di Cusano Mutri hanno dimensioni medie di circa 40 µm. Tale caratteristica è più o meno condivisa con le specie *F. choshiensis* Kimura *et al.*, *F. alata* (Feistmantel) Knobloch e *F. kaneviensis* Barale & Doludenko. Gli esemplari di Cusano Mutri però differiscono da *F. choshiensis* nell'aver: internodi più lunghi, la superficie esterna provvista di papille; file stomatiche ben definite; una densità stomatica per mm² più bassa; margine fogliare con peli più lunghi. *Frenelopsis* di Cusano Mutri differisce da *F. alata* nell'aver: internodi più corti, un numero di cellule ausiliarie attestatesi sulle 4 unità, raramente si incontrano 5 cellule ausiliarie; file stomatiche ben definite; una densità di file

stomatiche per mm più bassa; una densità stomatica per mm² leggermente più bassa. *Frenelopsis* di Cusano Mutri differisce da *F. kaneviensis* nell'aver: internodi mediamente più corti e meno larghi; la superficie esterna provvista di papille; file stomatiche ben definite; una densità di file stomatiche per mm più bassa; peli dei margini fogliari più lunghi.

Gli apparati stomatici del materiale di Cusano Mutri sono costituiti da 4 cellule ausiliarie. Questo carattere è condiviso con le specie spagnole: *F. rubiesensis* Barale, *F. ugnaensis* Gomez, *F. turolensis* Gomez. Gli esemplari di Cusano Mutri però differiscono da *F. rubiesensis* nell'aver: internodi meno larghi, la superficie esterna provvista di papille; apparati stomatici più piccoli; densità di file stomatiche mediamente più bassa; una densità stomatica per mm² mediamente più bassa; peli sui margini fogliari. I reperti di Cusano Mutri differiscono da *F. ugnaensis* nell'aver: internodi più corti e meno larghi; file stomatiche ben definite; una densità stomatica per mm² mediamente più alta; peli del margine fogliare più corti. I reperti di Cusano Mutri differiscono da *F. turolensis* nell'aver: internodi più corti e meno larghi; superficie esterna provvista di papille; diametro dell'apparato stomatico mediamente inferiore; file stomatiche ben definite; una densità stomatica per mm più bassa; Una densità stomatica per mm² superiore; peli marginali fogliari più corti.

Il materiale di Cusano Mutri presenta file stomatiche ben definite. Tale caratteristica è condivisa con le specie: Questa caratteristica è condivisa con le specie *F. elegans* Chow & Tsao, *F. harrisii* Doludenko & Reymanóvna, *F. hobenneggeri* (Ettingshausen) Schenk emend. Reymanóvna & Watson, *F. rubiesensis* Barale, *F. occidentalis* Heer emend Alvin. I reperti di Cusano Mutri differiscono da *F. elegans* per il fatto di avere: internodi meno lunghi e meno larghi; la superficie esterna provvista di papille; apparati stomatici molto più piccoli; un numero di cellule ausiliarie che si attesta su 4, mentre in *F. elegans* varia da 4-6. Il materiale di Cusano Mutri è diverso da *F. harrisii* nell'aver: la superficie esterna provvista di papille; un numero di cellule ausiliarie che si attesta su 4, mentre in *F. harrisii* varia da 4-5. Gli esemplari di Cusano Mutri differiscono da *F. hobenneggeri* nell'aver: internodi con una lunghezza variabile compresa tra 4 e 10 mm, mentre in *F. hobenneggeri* la lunghezza è fissa a 8 mm; internodi meno larghi; la superficie esterna provvista di papille; apparati stomatici più piccoli; una densità stomatica per mm più bassa; una densità stomatica per mm² leggermente più bassa. La comparazione con la specie *F. rubiesensis* è stata già trattata prima.

Nelle *Frenelopsis* di Cusano Mutri il numero di file stomatiche per mm lineare si attesta su un valore che va da 7 a 10. Tale valore è più o meno comparabile con le specie *F. elegans* Chow & Tsao, *F. harrisii* Doludenko & Reymanóvna, *F. ugnaensis* Gomez e *F.*

pombetsuensis Saiki. La comparazione con le prime tre specie è stata già effettuata prima, mentre, il materiale di Cusano Mutri differisce da *F. pombetsuensis* nell'avere: internodi meno lunghi; la superficie esterna provvista di papille; diametro dell'apparato stomatico più piccolo; un numero di cellule ausiliarie che si attesta su 4, mentre in *F. pombetsuensis* varia da 4-5; apparati stomatici in file ben definite; una densità stomatica per mm² più alta.

Infine, gli esemplari ascritti al genere *Frenelopsis* rinvenuti nel giacimento di Cusano Mutri presentano peli marginali sui margini fogliari. Tale caratteristica è condivisa con le specie: *F. alata* (Feistmantel) Knobloch, *F. choshiensis* Kimura *et al.*, *F. hobenneggeri* (Ettingshausen) Schenk emend. Reymanówna & Watson, *F. turolensis* Gomez, *F. ugunaensis* Gomez, *F. kaneviensis* Barale & Doludenko, *F. ramosissima* Fontaine emend. Watson e *F. oligostomata*. Le prime sette specie sopra elencate sono state già comparate. Relativamente alla specie *F. oligostomata*, gli esemplari di Cusano Mutri se ne discostano nell'avere: internodi sensibilmente meno larghi; la superficie esterna provvista di papille; diametro dell'apparato stomatico più piccolo; numero di cellule ausiliarie che si attesta su 4 mentre in *F. oligostomata* varia da 4 a 6, attestandosi su un numero di 6; apparati stomatici in file ben definite; una densità stomatica per mm lineare più bassa.

Le caratteristiche macroscopiche del materiale di Cusano Mutri (Aptiano superiore) consentono di ascriverlo al genere *Frenelopsis*; le peculiarità epidermiche permettono l'istituzione di una nuova specie.

La tabella 10 consente di apprezzare le notevoli differenze esistenti tra le due nuove specie di *Frenelopsis* rinvenute nei giacimenti di Profeti ed in quello di Cusano Mutri.

Tab. 9. Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche macroscopiche e microscopiche degli esemplari attribuiti a *Frenelopsis* nov. sp. 2 del giacimento di Cusano Mutri.

Campione	L. Tot. (cm)	N° in.	L. in. (mm)	La. in. (mm)	N° fo. x no.	L. max fo. (mm)	Pr. an. fo. (mm)	Marg. sup fo.	Disp. sto.	Dens. fi. sto. x mm	Dens. sto. x mm ²	Diam. app. sto. (µm)	N° cel. aus.	Ori. ap. sto.	Pap. go. sto.	Sup. cut.	Per. for. sto.
CM 3	11,1			2	3	fino a 1	?	?	file ben definite	7	?	41	4	random?	?	papille?	stellato?
CM 8	7,5	7	4-5	1,8	3	0,5	?	frangia di peli?	file ben definite	?	?	36	4-5	random?	?	papille	stellato
CM 22				1,8	3	?	?	frangia di peli?	file ben definite	10?	?	30	4	random?	?	papille	stellato
CM 47	1,7	4	4	1,5	3	0,5	?	frangia di peli?	file ben definite	?	?	35	4	random?	?	papille	stellato
CM 55	4,7	8	5	1,8	?	?	?	?	file ben definite	10-11	?	36	4	random?	?	papille	stellato
CM 65	1,2			1,5	3	0,7	?	peli di 60 µm	file ben definite	?	?	41	4	random?	?	papille	stellato
CM 66	4,5	9?	5	1,3	3	0,6	?	?	?	?	?	62	4	random?	?	papille	stellato
CM 89	1,4	2	8?	2,2	3	0,5?	?	?	file ben definite?	10-11	100?	37	4	random?	?	papille	stellato
CM 100	8	8	10	2,4	3	0,9	?	peli 50 µm	file ben definite	7-8	70-80	38	4	random?	?	papille	stellato
CM 105																	

L. Tot. = lunghezza totale; **N° in.** = numero di internodi; **L. in.** = lunghezza internodo; **La. in.** = larghezza internodo; **N° fo. x no.** = n° di foglie per nodo; **L. max fo.** = lunghezza massima delle foglie; **Pr. an. fo.** = profondità anastomosi fogliare; **Marg. sup fo.** = margine superiore della foglia; **Disp. sto.** = disposizione degli stomi; **Dens. fi. sto. x mm** = densità di file stomatiche; **Dens. sto. x mm²** = densità di stomi per mm²; **Diam. app. sto.** = diametro apparato stomatico; **N° cel. aus.** = numero di cellule ausiliarie; **Ori. ap. sto.** = orientazione dell'apertura stomatica; **Pap. go. sto.** = papille nella gola stomatica; **Sup. cut.** = superficie cuticolare; **Per. for. sto.** = perimetro del foro stomatico; - = assente; ? = non chiaro.

Tab. 10. Tabella sintetica, comparativa delle principali caratteristiche macroscopiche e microscopiche degli esemplari attribuiti a *Frenelopsis* nov. sp. 1 ed a *Frenelopsis* nov. sp. 2 rispettivamente dei *fossil-lagerstätten* di Profeti e Cusano Mutri.

Materiale	Giacimento	Età	L. in. (mm)	La. in. (mm)	N° fo. x no.	Disp. sto.	Dens. fi. sto. x mm	Dens. sto. x mm ²	Diam. app. sto. (µm)	N° cel. aus.	Ori. ap. sto.	Sup. cut.	Per. for. sto.
Frenelopsis Nov. sp. 1	Profeti	Aptiano inferiore-medio		2-5	3	file ben definite	6-7	60	107	4	trasversale	papille	stellato
Frenelopsis Nov. sp. 2	Cusano Mutri	Aptiano superiore	4-5	1,8	3	file ben definite	7-10	70-80	40	4, raramente 5	random	papille	stellato

L. in. = lunghezza internodo; **La. in.** = larghezza internodo; **N° fo. x no.** = n° di foglie per nodo; **Disp. sto.** = disposizione degli stomi; **Dens. fi. sto. x mm** = densità di file stomatiche per mm; **Dens. sto. x mm²** = densità di stomi per mm²; **Diam. app. sto.** = diametro apparato stomatico; **N° cel. aus.** = numero di cellule ausiliarie; **Ori. ap. sto.** = orientazione dell'apertura stomatica; **Sup. cut.** = superficie cuticolare; **Per. for. sto.** = perimetro del foro stomatico;

Frenelopsis sp. 1

Fig. 48

Materiale studiato – P 1, P 14, P 24.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

Nota – Segmenti presentanti un verticillo di tre foglie

Descrizione – Si tratta di segmenti disarticolati (fig. 48) presentanti un verticillo di tre foglie. Non ci sono suture longitudinali. Le caratteristiche epidermiche non si sono preservate.

Discussione – Le caratteristiche macromorfologiche consentono di ricondurre i tre reperti al genere *Genere Frenelopsis* (Schenk, 1869) emend. Watson, 1977. Il cattivo stato di conservazione del materiale non ha consentito di attribuire il materiale ad una data specie.

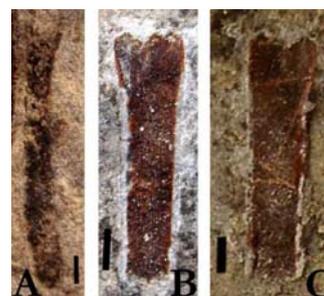


Fig. 48. **A:** P 1. **B:** P 14. **C:** P 24. Aptiano inferiore-medio, Profeti. Segmenti disarticolati di *Frenelopsis* sp. 1. Per tutte le immagini la scala equivale a 2 mm.

Frenelopsis sp. 2

Tavole 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37; figs. 49, 50

Materiale studiato – PI 1, M 20563, M 20564, M 20566, M 20568, M 20569, M 20599, M 20793, M 20913.

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano inferiore

Nota – Entrambe le superfici della cuticola internodale, specialmente la superficie interna, sono degradate

Descrizione – Gli esemplari PI 1 e M 20913 sono delle impressioni-compressioni e presentano un ordine di ramificazione che si diparte dicotomicamente (Tav. 31, fig. 1 e Tav. 32 fig. 1); il campione M 20793 è costituito esclusivamente da frammenti di cuticola (Tav. 33 fig. 1). I campioni M 20563 (Tav. 35, fig. 1, 3, 4) e M 20564 (Tav. 35, fig. 2) fig. 49.1), impronta e controimpronta, insieme a M 20569 (Tav. 37, fig. 2; fig. 50), costituiscono grandi ramificazioni prive di cuticola. I campioni PI 1, M 20913 ed M 20793 presentano frammenti di cuticola mal conservati. Mentre tutti gli altri (Tavole 35, 36, 37) sono impressioni costituite da grandi ramificazioni (figs. 49, 50).

PI 1 ha una lunghezza di 25 cm ed è costituito da tre assi che presentano la larghezza di 3,7 mm. M 20913 invece ha un più elevato grado di articolazione, essendo costituito da un asse principale con un diametro di circa 9 mm, da cui si dipartono sei assi con una disposizione opposta o subopposta aventi una larghezza di circa 4 mm. Le ramificazioni dei due esemplari si sviluppano su uno stesso piano. Gli assi si dipartono dall' asse principale con un angolo di circa 28° per M 20913 e dai 35° (a destra) ai 40° (a sinistra) per PI 1 (fig. 49). La distanza tra le due ramificazioni in PI 1 è di 1,5 cm, mentre in M 20913 è di circa 1 cm (fig. 49.1 e fig. 49.2).

Gli esemplari PI 1 e M 20913 presentano entrambi un unico segmento con materiale organico conservato (Tav. 31, fig. 4; Tav. 32, figs. 2, 3), con dimensioni rispettive (lunghezza per larghezza) di 15,8 x 3,7 mm e di 11 x 3,7 mm¹⁴. In tutti i campioni manca il sistema vascolare interno.

In PI 1 e M 20913 gli assi segmentati portano verticilli di tre foglie squamiformi; non sono state osservate foglie nel campione M 20793. La parte libera delle foglie ha una

¹⁴ Per una sintesi delle caratteristiche macroscopiche e microscopiche consultare la tabella a pag. 138.

morfologia triangolare, con un apice acuto e con una parte libera che raggiunge circa 1 mm di altezza in PI 1; in M 20913 le foglie non sono perfettamente osservabili.

Relativamente alle caratteristiche microanatomiche, il cattivo stato di conservazione del campione PI 1 non ha consentito l'osservazione delle caratteristiche microscopiche della cuticola ad eccezione di una struttura riconducibile ad uno stoma (Tav. 31, fig. 5), mentre i campioni M 20913 ed in particolare M 20793 sono quelli meglio conservati ed hanno permesso l'osservazione microscopica di frammenti di cuticola.

Lo spessore della cuticola misurato al SEM è di circa 12 μm (Tav. 33, fig. 6). Nell'esemplare M 20913 non è stato possibile effettuare tale misura.

Nel campione M 20793 le cellule epidermiche che costituiscono la guaina fogliare hanno una forma poligonale, oppure rettangolare; la dimensione media delle cellule è di circa 60 μm di larghezza per 28 μm di altezza (Tav. 33, fig. 2; Tav. 34, fig. 5). Le pareti anticlinali delle cellule epidermiche hanno uno spessore medio compreso tra i 13 ed i 16 μm , comunque sempre superiore ai 10 μm ; talvolta raggiungono anche i 25 μm . Le pareti anticlinali parallele all'asse lungo del campione sono meno spesse rispetto a quelle ortogonali. Le cellule epidermiche sono ammassate le une sulle altre ed almeno per i pochi frammenti di cuticola osservabili non sembrano essere disposte in file regolari. Nel campione M 20913, le poche cellule epidermiche osservabili sembrano avere una forma poligonale con dimensioni medie (lunghezza x larghezza) di circa 50 μm x 30 μm e pareti anticlinali aventi uno spessore di circa 8-17 μm (Tav. 32, fig. 5).

Gli apparati stomatici hanno un diametro medio di 100 μm in M 20913 e di 110 μm in M 20793 e gli stomi sono disposti in file longitudinali ben definite in M 20793 e più o meno ben definite in M 20913. Non è chiara l'orientazione degli stomi in quanto non si hanno a disposizione superfici interne della cuticola ben conservate. Raramente qualche apparato stomatico occupa una posizione intermedia tra le file. Le file stomatiche sono separate le une dalle altre da 1 o 2 file di cellule epidermiche in M 20793 (Tav. 33, figs. 2, 3), mentre in M 20913 non è possibile determinare il numero di cellule a causa del cattivo stato di conservazione della cuticola. Nell'ambito di una stessa fila di stomi, tra due apparati stomatici adiacenti si osservano da 1 (M 20913: relativamente ai pochi stomi osservabili) a 3 cellule epidermiche (M 20793); non è infrequente che cellule ausiliarie di due apparati stomatici adiacenti siano a contatto tra loro, venendo del tutto a mancare le cellule epidermiche interposte (Tav. 32, figs. 2, 5; Tav. 33, figs. 2, 3, 4, 5).

I pochi frammenti di cuticola osservati non consentono di stabilire la densità stomatica sulla guaina fogliare, mentre il numero di file stomatiche per mm lineare che pare essere uguale a 6-7, è desunto dalla distanza tra le file stomatiche osservabili.

Gli apparati stomatici sono di tipo aplochelico e normalmente sono monociclici. Le cellule ausiliarie sono in numero di 4 e disposte più o meno regolarmente attorno all'orifizio stomatico. Negli stomi meglio conservati del campione M 20973, è possibile distinguere due cellule annesse laterali e due cellule annesse polari dove le cellule annesse polari sono più piccole di quelle laterali. Le papille che si estroflettono dalle cellule annesse conferiscono all'orificio stomatico un aspetto stellato.

L'unico stoma (M 20913) osservato al SEM presenta due strutture riconducibili alle placche dorsali delle cellule di guardia (Tav. 32, fig. 2).

Discussione – La presenza di verticilli di tre foglie (PI 1 e M 20913) e l'assenza di suture longitudinali consente di ascrivere i reperti descritti al genere *Frenelopsis*. Solo il campione M 20913 consente l'osservazione delle caratteristiche epidermiche. I pochi apparati stomatici osservati hanno caratteristiche prossime a quelli descritti per la nuova specie di Profeti.

Il materiale consente di osservare come le grandi ramificazioni abbiano conservato quasi inalterato il volume originario. Ciò consente di ipotizzare che il materiale sia stato sepolto celermente dai sedimenti incassanti. Inoltre, l'elevato grado di articolazione delle ramificazioni fa supporre altresì che la zona da cui provenivano era molto prossima all'area di sedimentazione.

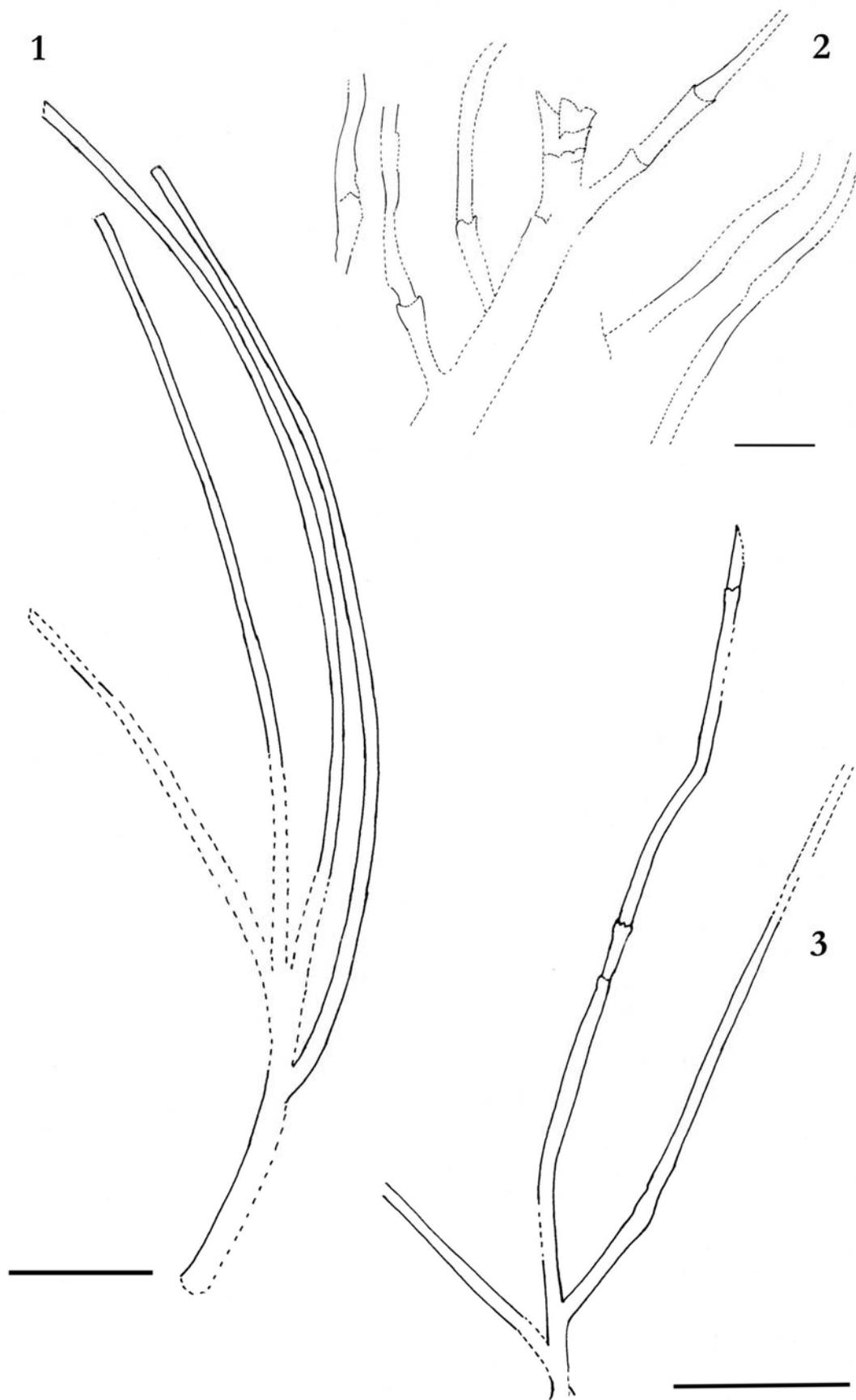


Fig. 49. *Frenelopsis* sp. 2. Disegni interpretativi. 1: M 20564. 2: M 20913. 3: PI 1. Albiano, Pietraraja. Per 1 la scala equivale ad 1 cm; per 2 e 3 equivale a 5 cm.

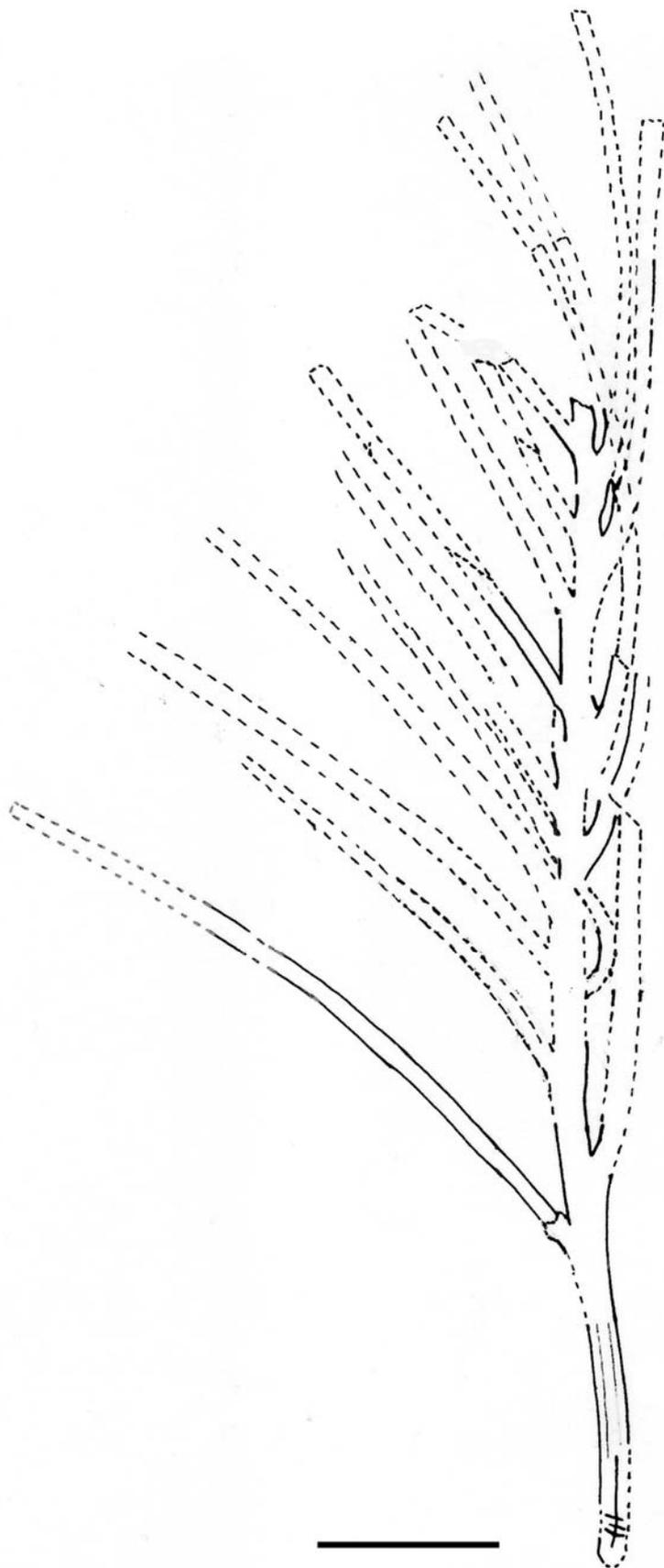


Fig. 50. *Frenelopsis* sp. 2. M. 20569. Albiano inferiore, Pietraroja. La scala equivale a 5 cm.

Tab. 11. Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche macroscopiche e microscopiche degli esemplari attribuiti al genere *Frenelopsis* sp. 2 recuperati nel giacimento di Pietraraja.

Campione	L. Tot. (cm)	N° in.	L. in. (mm)	La. in. (mm)	N° fo. x no.	L. max fo. (mm)	Pr. an. fo. (mm)	Marg. sup fo.	Disp. sto.	Dens. fi. sto. x mm	Dens. sto. x mm ²	Diam. app. sto. (µm)	N° cel. aus.	Ori. ap. sto.	Pap. go. sto.	Sup. cut.	Per. for. sto.
PI 1	25	?	15,8	3,7	3	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
M 20793	?	?	?	?	?	?	?	?	File ben definite	6-7	?	110	4	Trasversale?	?	papille	stellato
M 20563	44	?	?	4	3?	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M 20564	44	?	?	3,7	3?	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M 20566	27	?	?	3,7?	?	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M 20568	22	?	?	3,9	?	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M 20569	42	?	?	3,8	?	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M 20599	36	?	?	3?	?	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M 20913	55	?	11	2,9	3	1?	?	?	File ben definite	7?	?	101	4	Trasversale?	?	?	stellato

L. Tot. = lunghezza totale; **N° in.** = numero di internodi; **L. in.** = lunghezza internodo; **La. in.** = larghezza internodo; **N° fo. x no.** = n° di foglie per nodo; **L. max fo.** = lunghezza massima delle foglie; **Pr. an. fo.** = profondità anastomosi fogliare; **Marg. sup fo.** = margine superiore della foglia; **Disp. sto.** = disposizione degli stomi; **Dens. fi. sto. x mm** = densità di file stomatiche; **Dens. sto. x mm²** = densità di stomi per mm²; **Diam. app. sto.** = diametro apparato stomatico; **N° cel. aus.** = numero di cellule ausiliarie; **Ori. ap. sto.** = orientazione dell'apertura stomatica; **Pap. go. sto.** = papille nella gola stomatica; **Sup. cut.** = superficie cuticolare; **Per. for. sto.** = perimetro del foro stomatico; - = assente; ? = non chiaro.

Frenelopsis sp. 3

Tavole 38, 39, figs. 51, 52

Materiale studiato – MV 1, MV 2, MV 3, MV 4, MV 19, MV 23.

Località – Magliano Vetere (Salerno)

Età – Cenomaniano medio

Nota – Cuticola, quando presente, in pessimo stato di conservazione

Descrizione – I campioni MV 1, MV 4 ed MV 19 sono ramificazioni, mentre i campioni MV 3, MV 23 e MV 19 ed sono costituiti da frammenti di materia organica integralmente rimpiazzata da ossi di di ferro (fig. 52). MV 2 è un'impressione priva di ramificazioni (Tav. 39, fig. 3) MV 19 è costituito da un asse che si ramifica dicotomicamente nella parte distale, mentre MV 4 ed MV 23 sono assi apparentemente non in connessione anatomica. Per tutti gli esemplari i caratteri epidermici sono andati perduti. La ramificazione più grande presente sul campione MV 1 ha una lunghezza di 24,5 cm per 13,5 mm di ampiezza. Relativamente al campione MV 1, non è possibile individuare un asse principale (fig. 51). Gli assi, segmentati, non sono fittamente ramificati (Tav. 38, fig. 1; fig. 51) ed in particolare sul campione MV 1 è visibile con certezza una sola ramificazione di tipo dicotomico, osservabile sia sull'impronta che sulla controimpronta. Non è possibile stabilire con certezza se le singole ramificazioni derivino da uno o più assi principali (Tav. 38, figs. 1, 2). Il campione MV 4 mostra due ordini di ramificazioni ed in particolare, sull'asse di sinistra, il secondo ordine pare sia costituito da un verticillo di tre assi (Tav 39, fig. 2; fig. 52.3). L'angolo di ramificazione è di 10° per il campione MV1 e di 30° per MV 4. La distanza tra due ramificazioni in MV 4 varia tra 5 e 6 cm, mentre non è possibile calcolarla in MV 1. Gli assi segmentati portano verticilli di due foglie squamiformi (MV 23) in disposizione opposta e decussata. La parte libera della foglia ha una morfologia triangolare, non tanto adesa all'asse, con un apice acuto e con una parte libera che raggiunge circa 1 mm di altezza. Per quanto riguarda la lunghezza dei segmenti, essa è di 17 mm per MV 2, 16 mm per MV 1 ed MV 23, 13-14 mm per MV 3 ed MV 4 e 9-10 mm per MV 19. Invece, relativamente alla larghezza, per MV 1 è di circa 3 mm alla base della ramificazione mentre si restringe fino a 2 mm nella parte distale; per MV4 ed MV 23 si ha una larghezza fissa di circa 3 mm, mentre per MV 19 varia tra 2 e 3 mm ed infine per MV 4

è compresa tra 3 e 4 mm (Tab. 12). In tutti i campioni, ma specialmente in MV 1, si osserva bene il cordone corrispondente al fascio vascolare (Tav. 38, figs. 3-6; Tav. 39, figs. 3-5).

Discussione – L'attribuzione del materiale al genere *Frenelopsis* è legata essenzialmente alla presenza di almeno 2 foglie che caratterizzano gli esemplari studiati ed alla mancanza di suture (Watson, 1977, 1988). Infatti il genere *Pseudofrenelopsis* Nathorst, 1983 emend. Srinivasan, 1995 differisce da *Frenelopsis* per il fatto di portare almeno una foglia per nodo e di avere suture (Kunzmann *et al.* 2006). Sulla base della descrizione effettuata da Srinivasan (1995), su materiale proveniente dalla località albiana di Puddledock (Potomac Group, USA), è da escludere la possibilità che i tre campioni studiati possano essere attribuiti al genere *Pseudofrenelopsis*. Ella descrive assi con una fillotassia in parte opposta e decussata, con segmenti presentanti oppure no, suture con caratteristiche stomatiche tipicamente di tipo *Pseudofrenelopsis*. In effetti, anche se *Pseudofrenelopsis nathorstiana* presenta caratteristiche molto prossime al genere *Frenelopsis* (Srinivasan, 1995), non offre caratteristiche sufficientemente convincenti per unire i due generi.

Gli assi provenienti dal giacimento di Magliano Vetere attribuiti nel corso di questo lavoro al genere *Frenelopsis*, non presentano suture.

Il materiale di Magliano Vetere, almeno per quanto riguarda la larghezza dei segmenti, la distribuzione stratigrafica e la modalità di ramificazione, è comparabile con la specie *Frenelopsis harrisii* Doludenko & Reymanovna. Invece, relativamente alla larghezza e lunghezza di segmenti, *Frenelopsis sp.* di Magliano Vetere è comparabile con *F. pombetsuensis* Saiki, *F. sifloana* Watson e *F. ugnaensis* Gomez. Ma è proprio con quest'ultima che presenta le maggiori somiglianze almeno a livello macromorfologico, in special modo relativamente alla bassa frequenza di ramificazione. Indubbiamente il materiale studiato condivide con le *Frenelopsis* spagnole (*F. rubiesensis* Barale, *F. ugnaensis* Gomez, *F. turolensis* Gomez) l'*habitus* generale (fig. 51), sebbene la distribuzione stratigrafica non coincida: Baremmiano superiore per *F. ugnaensis*, Berriasiano superiore - Barremiano per *F. rubiesensis*, Albiano inferiore - medio per *F. turolensis*¹⁵. Comunque, risulta essere di particolare interesse la dimensione del campione MV 2 (Tav. 39, fig. 3): un asse decorticato lungo 9,5 cm per 4,5 cm di larghezza massima. Il disegno interpretativo (fig. 52.1) consente di evidenziare una pseudo segmentazione costituita da un'alternanza di aree con residui di materia organica ed aree che ne sono prive (lacune).

¹⁵ Nella comparazione non si è tenuto conto del campione MV 19 per l'impossibilità a misurare esattamente la lunghezza dell'internodo.

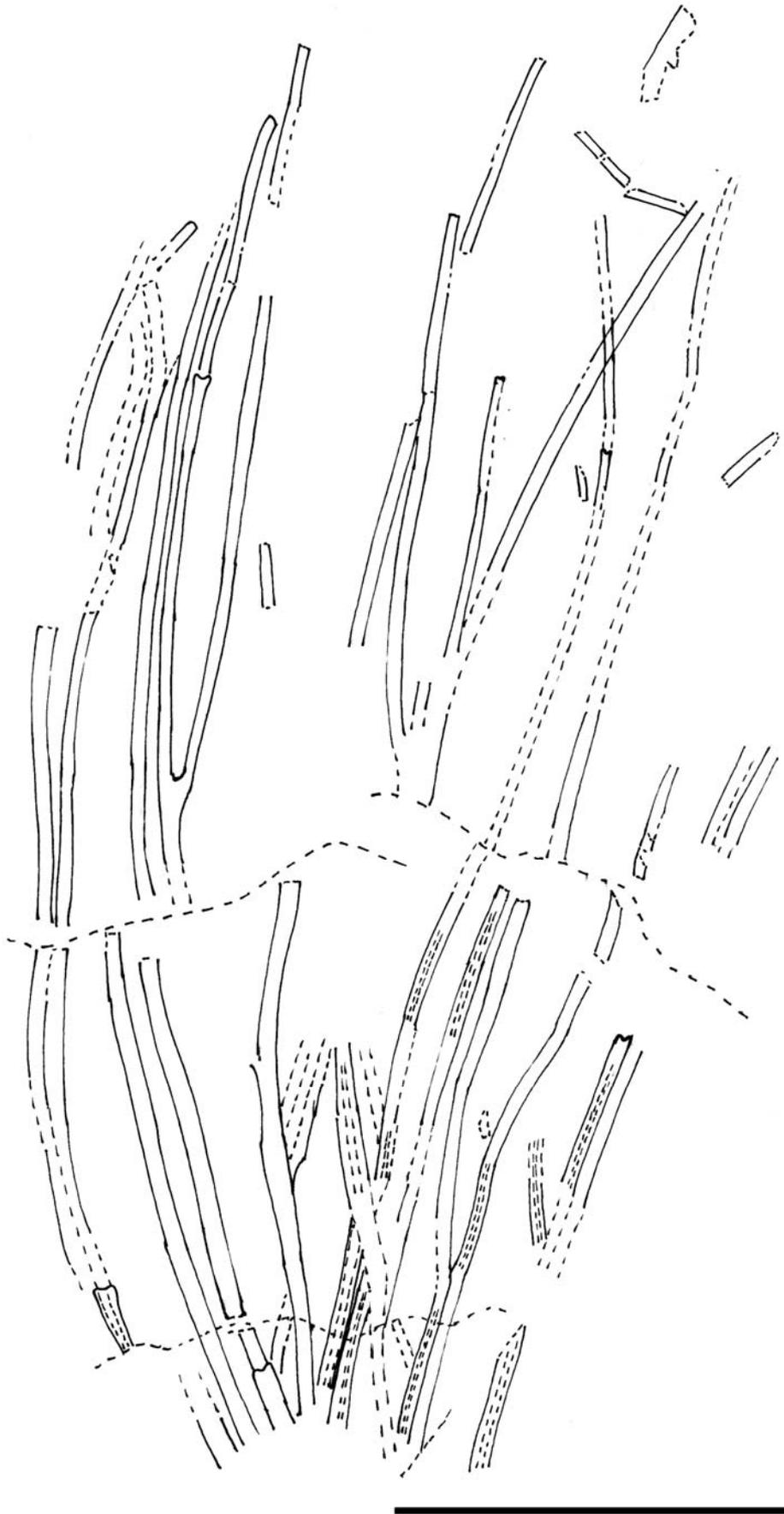


Fig. 51. MV 1, *Frenelopsis* sp. 3. Disegno interpretativo. Cenomaniano medio, Magliano Vetere. La barra equivale a 5 cm.

L'alternanza delle lacune (circa 17 mm) corrisponde bene a quella delle zone nodali degli esemplari rinvenuti nello stesso giacimento ed attribuiti al genere *Frenelopsis* (Tab. 11). Le linee di lunghezza costante (17 mm) apposte a destra del disegno interpretativo (fig. 52.1) di MV 2, danno un'idea della posizione presuntiva delle pseudo segmentazioni. La maggior parte della materia organica conservata corrisponde al sistema vascolare centrale. Nelle zone centrali dei campioni MV 2 ed MV 7 si può apprezzare lo spessore reale dell'asse rispetto al cordone vascolare.

Lo stato di conservazione di MV 2 (fig. 52.1) probabilmente è legato a particolari condizioni che s'instaurarono durante le fasi biostratinomiche. Infatti, la totale assenza nel giacimento di Magliano Vetere di resti riconducibili a paleofaune ed a tracce fossili documentanti attività vitali di animali, fanno pensare ad un ambiente di sedimentazione di tipo anossico. In tale ambiente l'azione di batteri anaerobici, facoltativi od obbligati, può aver causato la degradazione delle parti più delicate degli assi, corrispondenti alle zone nodali. Probabilmente i fenomeni di disarticolazione dei frammenti erano impediti dall'assenza di correnti, oppure dall'azione stabilizzatrice causata dalla deposizione di sottili strati di sedimento.

Comunque, a causa della indisponibilità di caratteri epidermici, l'attribuzione al genere *Frenelopsis* viene effettuata sulla sola base delle evidenze macromorfologiche.

Tab. 12. Campioni provenienti dal giacimento di Magliano Vetere attribuiti con certezza al genere *Frenelopsis* sp. 3.

N° campione	Tipo	Lunghezza campione (cm)	Lunghezza internodo (mm)	Larghezza internodo (mm)	N° di foglie
MV 1	<i>Frenelopsis</i> sp.	24,5	16	2,3-3	3
MV 2	<i>Frenelopsis</i> sp.	9,5	17	4,5	?
MV 3	<i>Frenelopsis</i> sp.	5,4	16- 17	3-4	?
MV 4	<i>Frenelopsis</i> sp.	10,5	13-14	3	3
MV 19	<i>Frenelopsis</i> sp.	12,4	9-10?	2,6	3
MV 23	<i>Frenelopsis</i> sp.	4,5	16	2,8	3

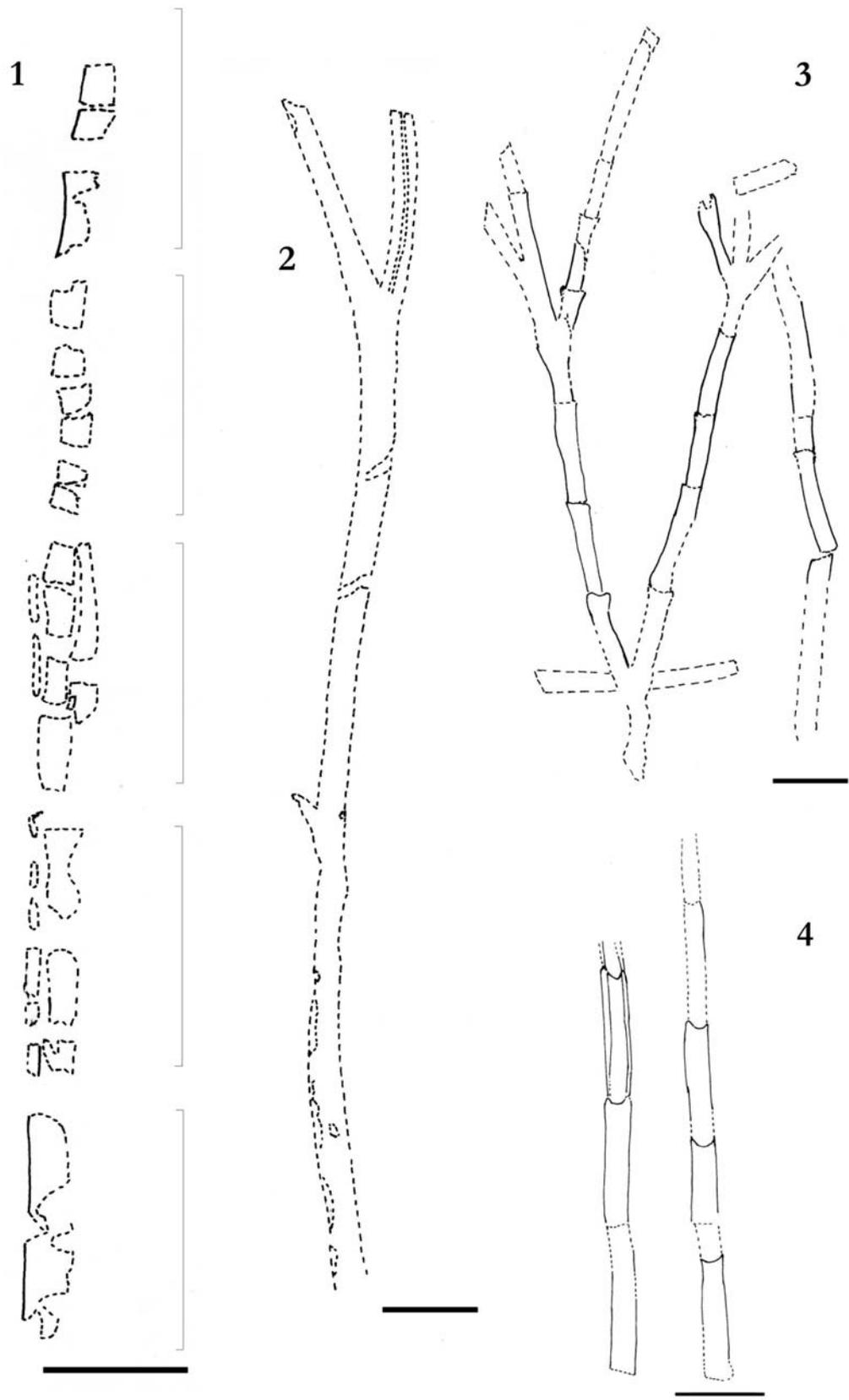


Fig. 52. Disegni interpretativi di *Frenelopsis* sp. 3. Cenomaniano medio, Magliano Vetere. 1: MV 2. 2: MV 19. 3: MV 4. 4: MV 23. 1: i riferimenti a lato del disegno danno l'idea del passo costante ed equidimensionale (1,7 cm) dei presunti segmenti. 2: ramificazione dicotomica che mostra sulla destra il cilindro vascolare centrale (tratteggiato). 3: ramificazione verticillata? 4: assi non ramificati. Per tutti i disegni, la barra equivale ad 1 cm.

Frenelopsis sp. 4

Fig. 53

Materiale studiato – PE 6, PE 24.

Località – Petina (Salerno)

Età – Albiano medio

Nota – Materiale frammentario

Descrizione – Trattasi di due frammenti della parte sommitale di due segmenti. Gli esemplari hanno dimensioni (lunghezza per larghezza) di 5 per 2 mm (PE 6) e di 3,6 per 1,5 mm (PE 24). Entrambi i reperti presentano due foglie in disposizione opposta lunghe 1 mm (PE 6) e 0,9 mm (PE 24). Non si osservano suture disposte longitudinalmente (fig. 53). La cuticola risulta essere completamente degradata.



Fig. 53. *Frenelopsis* sp. 4. Albiano medio, Petina. **1**: PE 6. **2**: PE 24. Per 1 la scala equivale a 2 mm; per 2 equivale a 1 mm.

Discussione – L'assenza di suture lungo i due segmenti e la presenza di due foglie in disposizione opposta, consente di attribuire i reperti al genere *Frenelopsis*. Comunque, la scarsità di informazioni microscopiche e macroscopiche non consente una comparazione con specie descritte e presentanti la medesima fillotassia.

Frenelopsis ? 1

Fig. 54

Materiale studiato – P 9, P 13, P 21, P 41, P 47, P 102, P 106, P 107.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

Nota – Impressioni e compressioni di assi

Descrizione – Il materiale è costituito da assi in cattivo stato di preservazione. Solo il frammento P 47 (fig. 54.5) consente l'osservazione di file stomatiche impresse sul sedimento. Per gli altri esemplari l'analisi della cuticola non ha consentito di osservare strutture epidermiche.

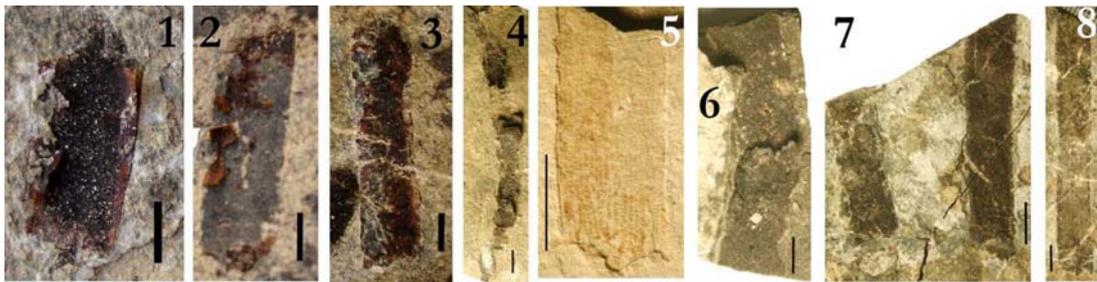


Fig. 54. *Frenelopsis* ? 1. Aptiano inferiore-medio, Profeti. 1: P 9. 2: P 13. 3: P 21. 4: P 41. 5: P 47. 6: P 102. 7: P 106. 8: P 107. Assi di *Frenelopsis* ? 1. Per tutti i campioni la scala equivale a 3 mm

Discussione – La morfologia generale del materiale può essere ricondotta al genere *Frenelopsis*, ma la mancanza di caratteri diagnostici macromorfologici a livello di genere (segmentazione dell'asse, verticillo di foglie), non consente un'attribuzione generica del materiale.

Frenelopsis ? 2

Tavole 40-42

Materiale studiato – CM 32, CM 49, CM 56, CM 61, CM 64 1, CM 64 2, CM 64 4, CM 64 5, CM 64 6, CM 69, CM 70, CM 73, CM 78, CM 86, CM 93, CM 94, CM 95, CM 98, CM 102.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Il materiale si compone sia di segmenti isolati che di segmenti articolati, nonché di piccole ramificazioni

Descrizione – Il materiale si compone di impressioni e compressioni di assi in mediocre stato di preservazione. Non si osservano foglie e non è possibile stabilire con chiarezza i limiti dimensionali dei segmenti. Su quasi tutti i campioni si osservano impressioni di apparati stomatici perfettamente conservati (Tav. 40, fig. 2; Tav. 41; Tav. 42, figs. 2, 5, 6, 10).

Discussione – Il materiale presenta caratteristiche generali prossime al genere *Frenelopsis*. Il campione CM 49 presenta uno stoma con dimensione e morfologia che differiscono dalla nuova specie descritta per il giacimento di Cusano (Tav. 40, fig. 5).

Il campione CM 64 è costituito da una lastra calcareo-marnosa presentante numerose impressioni di assi disarticolati? senza un'orientazione preferenziale (Tav. 41).

L'esemplare CM 70 presenta una sutura? lungo l'asse (Tav. 40, fig. 11); i singoli apparati stomatici (calchi di collodio) osservati al SEM (Tav. 40, figs. 12, 13) non forniscono risultati soddisfacenti per una collocazione generica del materiale.

Il campione CM 73 presenta una morfologia generale prossima agli assi delle *Frenelopsis*, ma la larghezza dell'asse risulta essere inferiore agli altri esemplari attribuiti al genere *Frenelopsis* del giacimento di Cusano. A ciò si accompagna il cattivo stato di conservazione delle caratteristiche epidermiche (file di stomi) a mala pena osservabili come calchi lasciati dalla cuticola (che non si è preservata) sulla superficie di strato (Tav. 42, figs. 1, 2).

Il campione CM 78 è costituito da un asse avente una larghezza (2 mm) compatibile quindi al materiale assegnato al genere *Frenelopsis*. Inoltre, sono stati riscontrati delle strutture aventi un diametro di 30-40 μm probabilmente assimilabili ad apparati stomatici (Tav. 42, figs. 3, 4).

Per morfologia generale e dimensione, i campioni sono prossimi a quelli trovati nel giacimento di Cusano Mutri ed attribuiti al genere *Frenelopsis*. Purtroppo la frammentazione dell'asse non consente la visualizzazione della segmentazione e delle foglie, pertanto non è consigliabile un'attribuzione generica del materiale.

Tab. 13. Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche macroscopiche e microscopiche degli esemplari attribuiti con dubbio al genere *Frenelopsis* ? 2 recuperati nel giacimento di Cusano Mutri.

Campione	L. Tot. (cm)	N° in.	L. in. (mm)	La. in. (mm)	N° fo. x no.	L. max fo. (mm)	Pr. an. fo. (mm)	Marg. sup fo.	Disp. sto.	Dens. fi. sto. x mm	Dens. sto. x mm ²	Diam. app. sto. (µm)	N° cel. aus.	Ori. ap. sto.	Pap. go. sto.	Sup. cut.	Per. for. sto.
CM 32	0,68	2?	?	1,8	?	?	?	?	file ben definite	?	?	50	4?	?	?	?	?
CM 49	2	2?	2	2	?	?	?	?	file + o - ben definite	?	?	35	4?	?	?	?	stellato-rottondeggiante
CM 56	3,5	?	?	1,8	?	?	?	?	file ben definite	6-7	?	35	4	?	?	liscia?	stellato-rottondeggiante
CM 61	3,8	?	?	3	?	?	?	?	?	?	?	65	?	?	?	?	rottondeggiante
CM 64										10-12		35-50	4				?
CM 69	0,7	?	?	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
CM 70	1	?	?	2	?	?	?	?	?	?	?	35	4	?	?	?	stellato-rottondeggiante
CM 73	1	2?	?	1,6	?	?	?	?	file + o - ben definite	?	?	40	?	?	?	?	?
CM 78	1	?		2	?	?	?	?	?	?	?	30-40?	?	?	?	?	?
CM 86										10-12							
CM 93	2,2	?	?	1,4	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
CM 94	1,2	?	?	1,4	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
CM 95																	
CM 98	0,8	2?	?	1,8	3?	?	?	?	file + o - ben definite	?	?	35-40	4	?	?	?	stellato-rottondeggiante

L. Tot. = lunghezza totale; **N° in.** = numero di internodi; **L. in.** = lunghezza internodo; **La. in.** = larghezza internodo; **N° fo. x no.** = n° di foglie per nodo; **L. max fo.** = lunghezza massima delle foglie; **Pr. an. fo.** = profondità anastomosi fogliare; **Marg. sup fo.** = margine superiore della foglia; **Disp. sto.** = disposizione degli stomi; **Dens. fi. sto. x mm** = densità di file stomatiche; **Dens. sto. x mm²** = densità di stomi per mm²; **Diam. app. sto.** = diametro apparato stomatico; **N° cel. aus.** = numero di cellule ausiliarie; **Ori. ap. sto.** = orientazione dell'apertura stomatica; **Pap. go. sto.** = papille nella gola stomatica; **Sup. cut.** = superficie cuticolare; **Per. for. sto.** = perimetro del foro stomatico; - = assente; ? = non chiaro.

Tavola 43

Materiale studiato – M 19411, M 20761, M 20762, M 20765, M 20798.

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano inferiore

Nota – Materiale presentante cuticola totalmente degradata

Descrizione – Compressioni ed impressioni (M 20761; Tav. 43, fig. 5) di assi in cattivo stato di preservazione. Per il campione M 20762 (Tav. 43, fig. 1) si osserva un'orientazione preferenziale del *debris* vegetale che include un frammento (Tav. 43, fig. 2) di *Frenelopsis*? su cui si osservano 2 foglie. Per il campione M 20765 non è visualizzabile la segmentazione. Nell'esemplare M 20798 non è chiara la morfologia generale e non è possibile quantificare la lunghezza del segmento. Pare ci sia un'unica foglia riscontrabile nella parte mediana. L'esemplare M 20761 (Tav. 43, fig. 6) è costituito da una compressione di un asse presentante 2 foglie?

Per tutti gli esemplari non sono state riscontrate caratteristiche epidermiche (tab 14).

Discussione – Per morfologia generale e dimensione, i campioni sono attribuiti con riserva al genere *Frenelopsis*. Il campione M 20798 non presenta foglie evidenti?, sembra essere esclusa l'appartenenza al genere *Pseudofrenelopsis* per la mancanza di evidenti suture longitudinali.

La frammentazione dell'asse non consente la visualizzazione della segmentazione e delle foglie, pertanto non è consigliabile un'attribuzione generica del materiale.

Tab. 14. Campioni provenienti dal giacimento di Pietraraja attribuiti dubitativamente al genere *Frenelopsis* ? 3.

N° campione	Tipo	Lunghezza campione (cm)	N° internodi	Lunghezza internodo (mm)	Larghezza asse (mm)	N° di foglie	Lunghezza massima foglie (mm)
M 19411	<i>Frenelopsis</i> ?	5,5	?	?	3,4	?	?
M 20761	<i>Frenelopsis</i> ?	0,8	1?	?	3	2	1,1
M 20762	<i>Frenelopsis</i> ?	1,53	1?	15,3?	2,3	2	1
M 20765	<i>Frenelopsis</i> ?	7,1	?	?	1,5	?	?
M 20798	<i>Frenelopsis</i> ?	5,3	?	?	4,2	?	?

Frenelopsis ? 4

Tav. 39, figs. 4, 7; Tav. 44, figs. 1-7

Materiale studiato – MV 7, MV 30, MV 33, MV 38, MV 41, MV 54, MV 55, MV 56, MV 57.

Località – Magliano Vetere (Salerno)

Età – Cenomaniano medio

Nota – Materiale privo di cuticola o, quando presente, in pessimo stato di conservazione

Descrizione – Si tratta di impressioni di assi presentanti cuticola totalmente alterata impregnata da ossidi di ferro (Tav. 39, fig. 7; Tav. 44). Solo il campione MV 41 presenta una ramificazione di tipo dicotomica, mentre tutti gli altri sono costituiti da assi che non sembrano essere in connessione anatomica (Tav. 39, fig. 7; Tav. 44, figs. 1, 3). Per tutti gli esemplari i caratteri epidermici sono andati perduti. L'asse più grande (MV 38) ha una lunghezza di 12 cm, mentre il segmento più piccolo (MV 56) misura 1,2 cm. La ramificazione dicotomica che contraddistingue il campione MV 41 presenta un angolo di 25°. Non si osservano segmenti né foglie. Gli assi hanno una larghezza compresa tra 2 e 4,5 mm (Tab. 15). Il campione MV 7 presenta il sistema vascolare interno ben evidente (Tav. 2 fig. 4).

Discussione – Per morfologia generale e dimensione, i campioni (Tab. 14) sono prossimi a quelli trovati nel giacimento ed attribuiti al genere *Frenelopsis* (Tab. 12). Purtroppo la frammentazione dell'asse non permette la visualizzazione della segmentazione e delle foglie¹⁶ e non consente, almeno allo stato attuale, un'attribuzione generica del materiale.

Tab. 15. Campioni provenienti dal giacimento di Magliano Vetere attribuiti dubitativamente al genere *Frenelopsis* ? 4.

N° campione	Tipo	Lunghezza campione (cm)	Lunghezza internodo (mm)	Larghezza internodo (mm)	N° di foglie
MV 7	<i>Frenelopsis</i> ?	8,4	?	1,8	?
MV 30	<i>Frenelopsis</i> ?	4,5	?	2	?
MV 33	<i>Frenelopsis</i> ?	2,3	?	2	?
MV 38	<i>Frenelopsis</i> ?	12	?	2,5	?
MV 41	<i>Frenelopsis</i> ?	4,4	?	2	?
MV 54	<i>Frenelopsis</i> ?	1,4	?	2,2	?

¹⁶ Vedi considerazioni sui generi *Frenelopsis* e *Pseudofrenelopsis* effettuate a pag 139 per *Frenelopsis* sp. di Magliano Vetere.

MV 55	<i>Frenelopsis</i> ?	1,3	?	2,8	?
MV 56	<i>Frenelopsis</i> ?	1,2	?	2,4	?
MV 57	<i>Frenelopsis</i> ?	1,5	?	3,2	?

Specie tipo – *Pseudofrenelopsis varians* (Fontaine) Watson, (1977).

Considerazioni sul genere. La diagnosi del genere *Pseudofrenelopsis* Nathorst è stata emendata da Watson (1977). Il genere *Pseudofrenelopsis* (tab. 16) è stato istituito da Nathorst (1893) dal Cretacico inferiore del Messico, per assi segmentati presentanti una foglia per nodo a cui egli diede il nome di *Pseudofrenelopsis felixii*. Simili assi segmentati con una singola foglia per nodo furono descritti per il Cretacico del Nord America da Fontaine (1889, 1893) come *Frenelopsis parceramosa* (Fontaine, 1889) e *F. varians* (Fontaine, 1893). Dopo aver studiato il materiale del Nord America, come pure il nuovo materiale proveniente dall'*English Wealden*, Watson (1977) fuse *F. varians* e *P. felixii* sotto il nome di *Pseudofrenelopsis varians* e trasferì la specie *Frenelopsis parceramosa* in *Pseudofrenelopsis parceramosa*. Nello stesso tempo ella emendò la diagnosi del genere *Pseudofrenelopsis* ridescrivendo *P. varians* e *P. parceramosa*.

Fontaine, nell'usare il genere *Frenelopsis* per campioni appartenenti alle flore del Potomac in Virginia (1889), e della Glen Rose Formation nel Texas (1893), fu cauto nel riconoscere verticilli di tre foglie nella sua nuova specie *Frenelopsis ramosissima*, ma incauto nell'usare lo stesso genere per *Frenelopsis parceramosa* e *Frenelopsis varians*, non riconoscendo la disposizione spiralata delle foglie e pensando che alcune di esse fossero cadute dai nodi Watson (1988). Nathorst (1893) riconobbe la disposizione spiralata delle foglie nel materiale messicano ed istituì il nuovo genere *Pseudofrenelopsis*. Fontaine (1905) non accettò le osservazioni di Nathorst ed il genere *Pseudofrenelopsis* cadde in disuso per oltre 70 anni, fin quando è stato di nuovo ripristinato da Watson (1977).

I due generi, *Pseudofrenelopsis* Nathorst (1893) e *Frenelopsis* Schenk (1869) sebbene abbiano assi segmentati simili, differiscono tra loro principalmente per il numero delle foglie e la fillotassia. In *Pseudofrenelopsis* c'è un'unica foglia per nodo con le foglie formanti una spirale semplice lungo gli assi (Watson, 1977). Eccezion fatta per le specie *F. choshinensis* (Kimura *et al.*, 1985), *F. pombetsuensis* (Saiki, 1997) e *F. teixeira* (Alvin & Pais, 1978) dove sono presenti due foglie per nodo in un arrangiamento di tipo opposto e decussato (Watson, 1977, 1988; Alvin & Pais, 1978), il genere *Frenelopsis* normalmente presenta tre foglie per nodo in un arrangiamento di tipo ciclico (Watson, 1988).

Alvin & Hlustik (1979), nel loro studio sulla particolare modalità di ramificazione di *Frenelopsis alata* si sono occupati anche di quella di *Pseudofrenelopsis parceramosa*, constatando,

in accordo con Watson (1977), che “...the branch is situated clearly in the axil of the subtending leaf”.

La morfologia e la cuticola degli assi di *Pseudofrenelopsis*, ben conosciuti nel lavoro di Watson (1977), dimostrano che questi erano fotosintetici con elevate caratteristiche xeromorfe della cuticola (Alvin *et al.*, 1981).

Gli organi fotosintetici delle piante come per esempio gli ultimi assi con la loro spessa cuticola e le foglie estremamente ridotte, sembrano caratteristiche che ben si adattano a condizione di alta insolazione ed a deficit di acqua.

E' stato ipotizzato un habitus arboreo per *Pseudofrenelopsis* che, secondo Alvin *et al.* (1981), formava tronchi con un diametro di oltre 70 cm. Axsmith (2006) ha studiato grandi sezioni di tronchi associati a *P. parceramosa* provenienti dal Cretacico inferiore della Holly Creek Formation.

E' quindi concepibile che le foreste a *Pseudofrenelopsis* crescessero su suoli la cui disponibilità d'acqua poteva essere variabile. La crescita irregolare degli anelli d'accrescimento dei tronchi potrebbe essere legata a periodi di siccità. La grande quantità di assi non ramificati nei depositi studiati da Alvin *et al.* (1981) di diametro più o meno uniforme suggerisce che solo una piccola parte di assi continuasse l'accrescimento. La maggioranza degli assi, presumibilmente, cadeva alla fine della loro attività fotosintetica allo stesso modo delle foglie o di assi di alcuni alberi sempreverdi, incluse alcune conifere attuali (Harris, 1976). La caduta di assi potrebbe essere legata a periodi non favorevoli alla crescita (Alvin *et al.*, 1981).

Tab. 16. Comparazione tra le specie conosciute del genere *Pseudofrenelopsis*. Da Srinivasan (1995). Modificata.

Caratteri	<i>P. varians</i>	<i>P. parceramosa</i>	<i>P. intermedia</i>	<i>P. nathorstiana</i>
Ramificazione	sparsa	sparsa	-	-
Lunghezza internodi	1,5-17 mm	1-11 mm	-	1.0-2.9 mm
Larghezza internodi	3-7 mm	fino ad 1 mm	-	1.0-2.0 mm
Presenza di suture	no	in alcune forme aperte	si	si
N° di foglie per nodo	1	1	1	1-2
Lunghezza massima della foglia	1.5 mm	2 mm	-	1.0 mm
Margine fogliare	pelì > 60 µm	pelì > 80 µm	marginè scaglioso e microscopicamente dentato	pelì > 145 µm
Spessore cuticolare dell'internodo	50-100 µm	30 µm	oltre 250 µm	10 µm
Arrangiamento stomatico	stomi sparsi nelle forme chiuse, in file nelle forme aperte	file ben definite	in file longitudinali	soprattutto file ben definite
Densità delle file stomatiche	8-10 per mm	6-10 per mm	-	11-12 per mm
Diametro del complesso stomatico	70-100 µm	50-80 µm	40-50 x 30-100 µm	50-73 x 54-62 µm, raramente 103.0 µm
N° di cellule ausiliarie	normalmente 5-8, raramente 4 o 9	normalmente 5 o 6, raramente 4 o 7	normalmente 8 (con range da 6 a 11)	normalmente 5 o 6, occasionalmente 4, raramente 7
Orientazione dell'apertura stomatica	casuale	casuale	casuale	casuale
Papille nel foro stomatico	no	no	no	no
Bordo dello stoma	arrotondato con papille	arrotondato con papille	da ellittico ad arrotondato con bordo papillato?	da ellittico ad arrotondato, con papille
Tricomi delle cellule epidermiche	> 80 µm	variabili per dimensione e presenza	nessuno	lunghe pelì > 200 µm
Età	Cretacico inferiore (Aptiano - Albiano)	Cretacico inferiore (Berriasiano Albiano)	Cretacico inferiore	Cretacico inferiore (Albiano inferiore-medio)

- = caratteri non conosciuti o non disponibili.

Il materiale rinvenuto nei giacimenti oggetto di studio ed assegnato al genere *Pseudofrenelopsis* presenta assi con un'unica foglia. Non sono mai stati riscontrati assi con due foglie, pertanto è da escludere la presenza della specie *P. nathorstiana* Srinivasan, (1995).

Pseudofrenelopsis parceramosa (Fontaine) Watson

Tav. 45, figs. 1-12

- ?1852 *Culmites priscus* Ettingshausen, 24, pl. 1, fig. 5 (figura non chiara: potrebbe essere un asse di *Pseudofrenelopsis*).
- 1889 *Frenelopsis parceramosa* Fontaine, 218, pl. 111, figs. 1-5; pl. 112, figs. 1-5, pl. 168, fig. 1
- 1905 *Frenelopsis parceramosa* Fontaine; Fontaine in Ward, 544 (nome solo nelle liste).
- 1911 *Frenelopsis parceramosa* Fontaine; Berry, 425, pl. 70, figs. 1-5.
- 1926 *Frenelopsis parceramosa* Fontaine; Edwards, 97 (menzionata nel confronto).
- 1940 *Frenelopsis parceramosa* Fontaine: Oshi, 390, pl. 40, figs. 1, 5-8.
- 1946 *Frenelopsis hobeneggeri* (Ettingshausen); Romariz (pro parte), 143, pl. 2, figs. 1, 2; pl. 3, fig. 1, non pl. 1, figs. 1-3 (= *F. occidentalis*).
- 1948 *Frenelopsis hobeneggeri* (Ettingshausen); Teixeira, 65, pl. 24, figs. 1-3.
- 1965 *Frenelopsis hobeneggeri* (Ettingshausen); Reymanowna (pro parte), 19, pl. 1, figs. 1, 3, 6; text-fig 2_{A,C,E,M}, non pl. 1, figs. 2, 4-5; text-fig. 2_{B,D,K} (= *F. hobeneggeri*).
- 1965 *Manica parceramosa* (Fontaine); Reymanowna, 23 (*nomen nudum*).
- 1974 *Manica parceramosa* (Fontaine) Watson, 428 (diagnosi generica e cambia solo il nome).
- 1976 30 CHEIR MaA; Oldham, 462, pl. 72 (nessun codice usato invece del nome specifico).
- 1976 *Manica parceramosa* (Fontaine); Reymanowna and Watson, 19.
- 1977 *Manica parceramosa* (Fontaine); Alvin, 397, pl. 44, figs. 1-8; text-fig.3.
- 1977 *Pseudofrenelopsis parceramosa* (Fontaine) comb. nov. Watson Plate 85, figs. 1-7; Plate 86 figs. 1-12; Plate 87, figs 1-10; text-figs. 2, 3.

Materiale studiato – CM 1, CM 90.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – L'esemplare CM 1 è ramificato

Descrizione – Materiale costituito da compressioni di assi ramificati (CM 1) e semplici (CM 90) che hanno dimensioni (lunghezza per larghezza) rispettive di 14 per 2 mm e di 10 per 1,6 mm (Tav. 45, figs. 1, 2, 3, 9, 10). Gli internodi sono lunghi mediamente 2,2 mm per CM 1, mentre l'unico internodo visualizzabile per CM 90 è lungo 6,3 mm. Sull'esemplare

CM 1 sono osservabili 3 ramificazioni (2 a sinistra ed una a destra) alternate ed in un solo piano (Tav. 45, fig. 1, 2, 3). Per entrambi i campioni, ad ogni nodo è presente un'unica foglia di tipo chiuso. In particolare, il campione CM 71 presenta, per ogni nodo, un'unica foglia all'ascella di rami.

Non si osservano linee di sutura lungo la guaina fogliare.

Non è stato possibile misurare lo spessore della cuticola.

Le cellule epidermiche hanno una morfologia poligonale, spesso isodiametriche e sono disposte in file ben definite (Tav. 45, figs. 5, 12); queste hanno dimensioni abbastanza variabili (Tav. 45, figs. 4, 5) e presentano pareti anticlinali (Tav. 45, figs. 6, 12) con uno spessore medio di circa 10 μm , ma talvolta superano anche i 15 μm . Sono ben osservabili le cellule ipodermiche (Tav. 45, figs. 5, 6, 8).

Gli apparati stomatici sono disposti in file longitudinali (Tav. 45, fig. 12) oppure sono dispersi (Tav. 45, fig. 7, 8). Questi sono di tipo aplochelico, monociclici, a volte diciclici (Tav. 45, fig. 11) e sono costituiti da 5 cellule ausiliarie con pareti anticlinali spesse (Tav. 45, fig. 11). Gli apparati stomatici hanno un diametro variabile compreso tra i 50 ed i 70 μm (Tav. 45, figs. 8, 11, 12). Le cellule di guardia, spesso presenti, conservano talvolta le placche dorsali (Tav. 45, figs. 11, 12). Si osservano altresì papille che estroflettendosi dalle cellule ausiliarie obliterano parzialmente il condotto stomatico (Tav. 45, fig. 7).

Discussione – Le caratteristiche microscopiche e macroscopiche consentono di ascrivere i due esemplari (CM 1 e CM 90) alla specie *Pseudofrenelopsis parceramosa*.

Il campione CM 1 risulta essere di particolare interesse per la presenza di tre ramificazioni laterali: due a sinistra ed una a destra (Tav. 45, figs. 1-3). Infatti, come sottolinea Watson (1977): “*Despite the abundance of P. parceramosa obtained from the English Wealden little is known of the branching of this species?*”. Il campione presenta una macromorfologia ben comparabile con il campione figurato (disegno interpretativo) da Alvin & Hlustik (1979; fig. 15) e proveniente dall'Isola di Wight. Mentre l'esemplare CM 90 è molto prossimo per dimensione e morfologia a quello figurato da Watson (1988, p. 418, fig. 9.20 B).

La morfologia (isodiametrica), e la disposizione delle cellule epidermiche in file longitudinali tra le file stomatiche (Tav. 45, fig. 12) costituisce una caratteristica tipica di questa specie (Axsmith, 2006).

Probabilmente, alcuni calchi (*peel*) di epidermide dell'esemplare CM 1 presentanti pochi stomi (Tav. 45, figs. 4, 5, 8), sono assimilabili alla superficie adassiale della cuticola in

cui si osservano, come sostiene Watson (1977): “*Adaxial cuticle showing cells of variable shape and arrangement, often strongly papillate; few, scattered stomata, often abortive*”.

Pseudofrenelopsis varians (Fontaine) Watson, 1977

Fig. 55

1893 *Frenelopsis varians* Fontaine, 273, pl. 40, figs.1-2; pl. 41, figs. 1-3.

1893 *Frenelopsis varians* Fontaine, 271, pl. 39, figs. 2-11.

1893 *Frenelopsis felixi* Narthorst, 52, text-figs. 6-8.

1977 *Pseudofrenelopsis varians* (Fontaine) comb. Nov. Plate 88, figs. 1-9; Plate 89 figs. 1, 2; Plate 90, figs. 1-13; Plate 91, figs. 1-13.

Materiale studiato – P 1, P 111.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

Nota – Materiale senza cuticola preservata

Materiale studiato – M 20914.

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano medio

Nota – Asse decorticato senza cuticola preservata

Descrizione – Assi frammentari portanti foglie in disposizione spiralata di tipo “aperto” (Watson, 1977, 1988) che non circondano completamente l’asse. Spiegazione nella fig. 55.

Analisi cuticolari effettuate sui tre campioni non hanno fornito alcuna informazione.

Discussione – L’attribuzione del materiale alla specie *Pseudofrenelopsis varians* viene effettuata sulla base delle caratteristiche macromorfologiche che gli esemplari presentano. In particolare, il campione P 111 per morfologia generale e dimensioni, è compatibile con il reperto figurato da Watson (1977; Tav. 88, fig. 3 e lo stesso riproposto in Watson, 1988, fig. 9.19, C). Mentre i reperti P 1 e M 20914 sono assimilabili ai reperti figurati da Watson

(1977, Tav. 88, figs. 2, 4; la fig. 2 della Tav. 88 è altresì riproposta in Watson, 1988, fig 9.19, D).

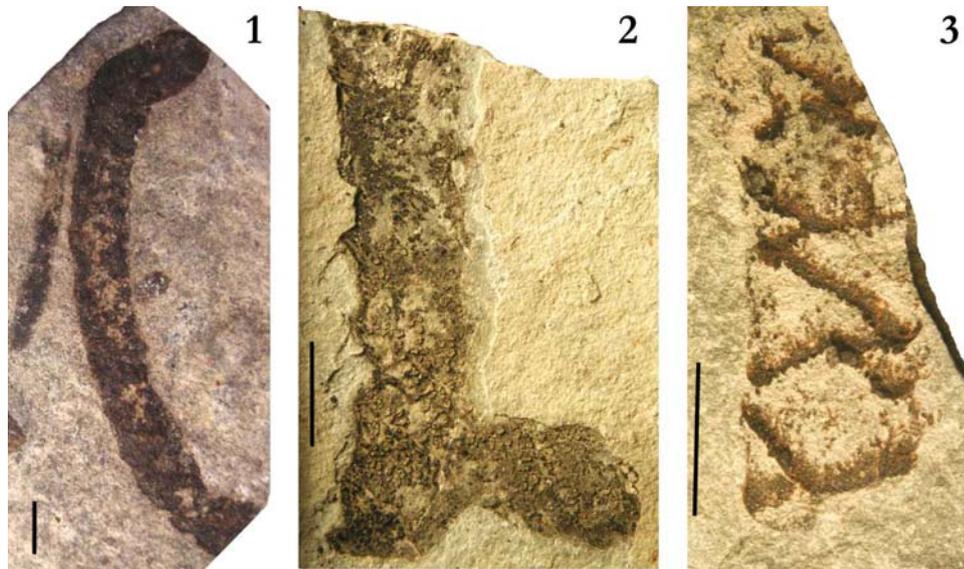


Fig. 55. *Pseudofrenelopsis varians*. 1: P 1. 2: P 111. Aptiano inferiore-medio, Profeti. 3: M 20914. Albiano inferiore, Pietraraja. Tutti i campioni presentano foglie di tipo “aperto” che non circondano completamente l’asse. In 1, specialmente nella parte basale, si osservano foglie aventi una disposizione spirale che non circondano completamente l’asse. In 2 le foglie sono particolarmente evidenti sul lato sinistro dell’asse, alla base del quale è attaccato un probabile cono. In 3, asse parzialmente decorticato. Per tutte le immagini la scala equivale a 5 mm.

Nei campioni appartenenti a questa specie, normalmente si osserva una grande variabilità nella morfologia fogliare e nella lunghezza degli internodi: ciò è evidente per il materiale descritto da Watson (1988, fig. 9.19). Invece, gli esemplari rinvenuti nei due giacimenti sono costituiti esclusivamente da foglie di tipo aperto.

I tre esemplari presentano caratteristiche macromorfologiche diverse rispetto ai campioni attribuiti alla specie *Pseudofrenelopsis parceramosa* rinvenuti nel giacimento aptiano di Cusano Mutri. Questi ultimi non presentano foglie di tipo “aperto”. Secondo Watson (1977), come in *P. parceramosa*, non è possibile riscontrare sul medesimo esemplare foglie di tipo aperto e di tipo chiuso.

Tab. 17. Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche macroscopiche e microscopiche dell'esemplare attribuito a *Pseudofrenelopsis parceramosa* del giacimento di Cusano Mutri.

Campione	L. Tot. (cm)	N° in.	L. in. (mm)	La. in. (mm)	N° fo. x no.	L. max fo. (mm)	Pr. an. fo. (mm)	Marg. sup fo.	Disp. sto.	Dens. fi. sto. x mm	Dens. sto. x mm ²	Diam. app. sto. (µm)	N° cel. aus.	Ori. ap. sto.	Pap. go. sto.	Sup. cut.	Per. for. sto.
CM 90	1,1	2	6?	1,5	3	0,6	?	?	file ben definite?	?	?	48	4	random?	?	?	?

L. Tot. = lunghezza totale; **N° in.** = numero di internodi; **L. in.** = lunghezza internodo; **La. in.** = larghezza internodo; **N° fo. x no.** = n° di foglie per nodo; **L. max fo.** = lunghezza massima delle foglie; **Pr. an. fo.** = profondità anastomosi fogliare; **Marg. sup fo.** = margine superiore della foglia; **Disp. sto.** = disposizione degli stomi; **Dens. fi. sto. x mm** = densità di file stomatiche; **Dens. sto. x mm²** = densità di stomi per mm²; **Diam. app. sto.** = diametro apparato stomatico; **N° cel. aus.** = numero di cellule ausiliarie; **Ori. ap. sto.** = orientazione dell'apertura stomatica; **Pap. go. sto.** = papille nella gola stomatica; **Sup. cut.** = superficie cuticolare; **Per. for. sto.** = perimetro del foro stomatico; - = assente; ? = non chiaro.

Pseudofrenelopsis sp.

Fig. 56

Materiale studiato – M 20752.

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano inferiore

Nota – Materiale mal preservato

Descrizione – Asse frammentario presentante una linea di sutura longitudinale ben evidente. Le dimensioni (lunghezza per larghezza) sono di 13,8 per 2 mm circa. L'osservazione al SEM di frammenti di cuticola mal preservata, ha consentito di visualizzare un unico stoma del diametro di circa 50 μm presentante due papille perfettamente preservate. Queste sono lunghe circa 7 μm e si dipartono dalle cellule ausiliarie.

L'apparato stomatico è sottoposto rispetto al livello medio dell'epidermide (fig. 56).

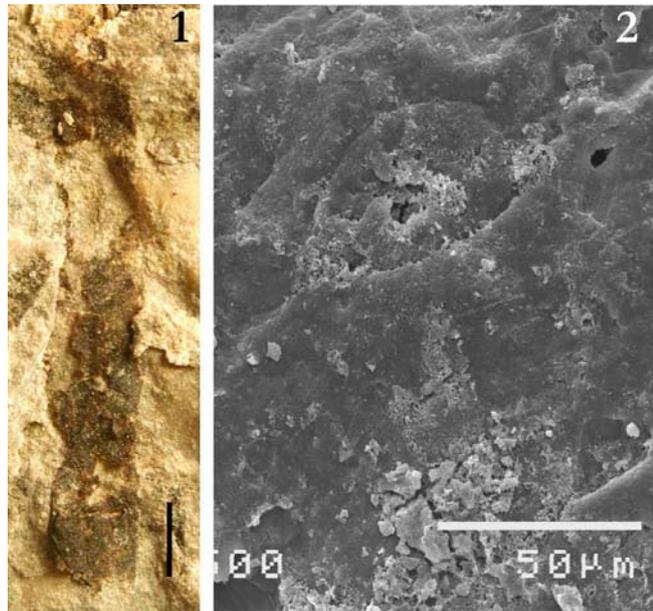


Fig. 56. *Pseudofrenelopsis* sp. Albiano inferiore, Pietraroja. 1: asse con sutura longitudinale ben evidente. 2. Apparato stomatico con papille che ricoprono il foro stomatico. Per 1 la scala equivale a 2 mm.

Discussione – La macromorfologia del reperto unita all'unico apparato stomatico osservato al SEM consente di ricondurre l'esemplare al genere *Pseudofrenelopsis*. Morfologia e dimensione dell'apparato stomatico sono prossime a quelle riscontrate per la specie *Pseudofrenelopsis parceramosa* (vedi tab. 16, pag. 153), ma il cattivo stato di conservazione non permette di assegnare il materiale ad una data specie.

Pseudofrenelopsis ? 1

Tavola 46; figs. 1-6

Materiale studiato – CM 91.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Materiale mal conservato

Descrizione – Il campione frammentario, è costituito da 1? segmento lungo 9 mm e largo 3,7 mm. Non si osservano foglie. Sono perfettamente osservabili apparati stomatici disposti in file longitudinali (Tav. 46, figs. 1, 2).

Non si osservano apparati stomatici in posizione intermedia tra le file. Le file stomatiche sono separate le une dalle altre da 5-6 file di cellule epidermiche aventi morfologia rettangolare. Nell'ambito di una stessa fila di stomi, non è facile quantificare il numero di cellule epidermiche tra due apparati stomatici adiacenti; non si osservano apparati stomatici adiacenti con cellule ausiliarie direttamente a contatto tra loro; probabilmente lo spazio che intercorre tra due apparati stomatici è occupato da almeno una cellula epidermica (Tav 46, fig. 5). Sulla guaina fogliare la densità stomatica è di 35 stomi/mm² (Tav. 46, fig. 3).

La morfologia stomatica è rotondeggiante, sebbene alcuni presentano morfologia ellittica con l'asse maggiore disposto parallelamente alle file stomatiche (Tav. 46, figs. 4, 5, 6).

Gli apparati stomatici sono di tipo aplochelico e apparentemente monociclici. Le cellule ausiliarie superano sempre le 6 unità e sono disposte più o meno regolarmente attorno all'orificio stomatico.

Discussione – Il campione descritto presenta sostanziali differenze rispetto agli altri esemplari attribuiti con certezza o con dubbio al genere *Frenelopsis*. In particolare si riscontrano sia differenze macroscopiche: larghezza di 3,7 mm contro i 2 mm mediamente riscontrati per gli esemplari attribuiti a *Frenelopsis* che microscopiche: numero di cellule ausiliarie sempre superiore a cinque. Il numero di file stomatiche per mm lineare (5) è inferiore a quello riscontrato per gli esemplari attribuiti al genere *Frenelopsis*. Comunque, il

campione non presenta suture e foglie preservate. Per tali motivi si può ipotizzare con riserva l'appartenenza al genere *Pseudofrenelopsis*.

Pseudofrenelopsis ? 2

Tav. 46, fig. 7

Materiale studiato – CM 92.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Materiale mal conservato

Descrizione – Asse frammentario presentante una linea di sutura longitudinale? L'osservazione al SEM di frammenti di cuticola mal preservata, ha consentito di visualizzare un unico stoma (visione interna) del diametro di circa 90 µm costituito da 6 cellule ausiliarie. L'apparato stomatico presenta le placche dorsali? delle cellule di guardia. Le pareti anticlinali delle cellule ausiliarie hanno uno spessore di circa 2-3 µm

Discussione – Il reperto è mal conservato. L'unico stoma visualizzabile (Tav. 46, fig. 7) presenta delle somiglianze con quelli osservati per il campione CM 91, ma le cellule ausiliarie sembrano essere più piccole e disposte più o meno regolarmente attorno all'orificio stomatico. Comunque, visto la scarsità di elementi diagnostici a disposizione non è possibile attribuire il materiale al genere *Pseudofrenelopsis* ma se ne riconosce l'appartenenza dubitativa sulla base del numero di cellule ausiliarie presenti sulle dimensioni dell'apparato stomatico(vedi tab. 16, pag. 153).

Tab. 18. Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche macroscopiche e microscopiche degli esemplari CM 91 e CM 92 attribuiti con dubbio al genere *Pseudofrenelopsis*, recuperati nel giacimento Aptiano di Cusano Mutri.

Campione	L. Tot. (cm)	N° in.	L. in. (mm)	La. in. (mm)	N° fo. x no.	L. max fo. (mm)	Pr. an. fo. (mm)	Marg. sup fo.	Disp. sto.	Dens. fi. sto. x mm	Dens. sto. x mm ²	Diam. app. sto. (µm)	N° cel. aus.	Ori. ap. sto.	Pap. go. sto.	Sup. cut.	Per. for. sto.
CM 91	B 91	0,9	?	?	3,7	?	?	?	file ben definite	5	35	98	>6	?	?	liscia	?
CM 92	1			2	?	?	?	?	?	?	?	90	?	?	?	?	?

L. Tot. = lunghezza totale; **N° in.** = numero di internodi; **L. in.** = lunghezza internodo; **La. in.** = larghezza internodo; **N° fo. x no.** = n° di foglie per nodo; **L. max fo.** = lunghezza massima delle foglie; **Pr. an. fo.** = profondità anastomosi fogliare; **Marg. sup fo.** = margine superiore della foglia; **Disp. sto.** = disposizione degli stomi; **Dens. fi. sto. x mm** = densità di file stomatiche; **Dens. sto. x mm²** = densità di stomi per mm²; **Diam. app. sto.** = diametro apparato stomatico; **N° cel. aus.** = numero di cellule ausiliarie; **Ori. ap. sto.** = orientazione dell'apertura stomatica; **Pap. go. sto.** = papille nella gola stomatica; **Sup. cut.** = superficie cuticolare; **Per. for. sto.** = perimetro del foro stomatico; - = assente; ? = non chiaro.

Specie tipo – *Thuites valdensis* Seward = *Watsoniocladius valdensis*

Considerazioni sul genere – Durante lo studio di materiale raccolto per il Cretacico inferiore nel “Potomac Group” (Stati Uniti orientali), Srinivasan (1995), ha scoperto due nuove specie con morfologia generale riconducibile al tipo *Cupressinocladius* ma presentanti una cuticola di tipo cheirolepidiaceo.

Pertanto sulla base di questi caratteri e non sull’associazione dei reperti con il polline del tipo *Classopollis*, Srinivasan (1995) ha istituito il nuovo genere *Watsoniocladius*, scegliendo come specie tipo *Cupressinocladius valdensis* (Seward). (fig. 57). Non si conoscono strutture riproduttive femminili delle specie incluse nel genere *Watsoniocladius* (Srinivasan, 1995).

La comparazione tra le cuticole delle foglie di *Watsoniocladius* e le moderne Cupressaceae mostra numerose differenze. Lo spessore della cuticola di *Watsoniocladius* va da 2 a 20 μm e questo chiaramente contrasta con lo spessore di 3 – 16 μm delle cupressacee attuali (Alvin, 1982). Nel genere *Watsoniocladius* gli stomi sono distribuiti sulla superficie abassiale e normalmente attorno al foro stomatico è presente un bordo rialzato con papille che presentano una morfologia digitata che si evaginano dal bordo del foro stomatico; possono esserci anche papille all’interno del foro stomatico. Nelle cupressacee attuali gli stomi sono disposti sulla superficie abassiale e ristretti a formare due bande marginali separate da una regione mediana che non presenta stomi (Florin, 1931; Chaloner & Lorch, 1960). Le papille prossimali dell’apparato stomatico sono sia completamente che parzialmente concrescenti a formare un anello rialzato denominato *Anello di Florin* attorno al foro stomatico (Florin, 1958), ma le papille normalmente non coprono l’apertura stomatica. Papille e/o tricomi sono comuni nella zona non stomatica di *Watsoniocladius* mentre i tricomi sono assenti nei membri delle moderne cupressacee, le papille, quando presenti, sono ristrette alla zona stomatica (Florin, 1958). Le pareti periclinali delle cellule

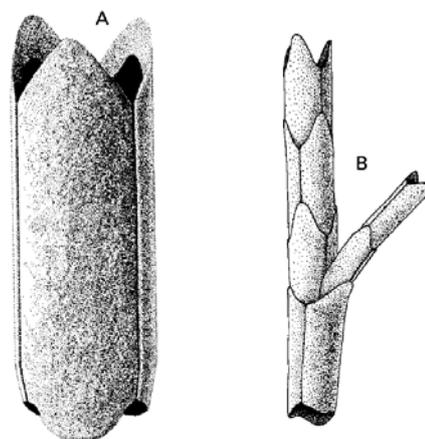


Fig. 57. *Watsoniocladius valdensis* (Seward) Srinivasan. In A: ricostruzione di un’unità di segmento costituita da 3 foglie appuntite aventi basi decorrenti separate da evidenti suture. B: ricostruzione di un asse principale costituito da 3 foglie da cui, in posizione ascellare si diparte una asse costituito da 2 foglie. Da Watson & Alvin, 1999.

epidermiche sono lisce in *Watsoniocladius* mentre presentano dei noduli nelle moderne cupressacee (Okubo & Kimura, 1991).

Infine, cristalli di ossalato di calcio sono particolarmente frequenti in molti generi di Cupressaceae (Florin, 1931, 1958) mentre sono assenti o mai osservati nel genere *Watsoniocladius* (Srinivasan, 1995).

Nella sua diagnosi relativa al nuovo genere *Watsoniocladius*, Srinivasan (1995, p. 267) dichiara: “*Coniferous trees or shrubs with leaves in opposite decussate pairs of whorls of three, with leaf bases separated by distinct sutures. Leaves scale-like adpressed with scarious or fimbriate leaf margins and decurrent bases*”.

Nell'istituire il genere *Watsoniocladius*, per il quale il possesso del polline di tipo *Classopollis* è importante ma non diagnostico, Srinivasan (1995) nella sua diagnosi generica include dettagliati caratteri cuticolari in modo da distinguerlo dal genere *Cupressinocladius*. Così, questa diagnosi esclude da *Watsoniocladius* materiale con morfologia cuticolare non nota ed indica il genere *Cupressinocladius* quale ricettacolo per tali campioni. Le specie Mesozoiche contenute ancora nel genere, quasi certamente appartengono alla famiglia delle Cheirolepidiaceae mentre, è molto più probabile che le specie del Terziario siano delle cupressacee (Watson & Alvin, 1999).

Esemplari attribuiti a *Cupressinocladius valdensis* Seward, oggi *Watsoniocladius valdensis* Srinivasan, furono descritti da Watson (1977) e Francis (1983) che studiarono rispettivamente materiale proveniente dall’“English Wealden” e dalla “Purbeck Succession”, dimostrando che questa specie è un membro della famiglia delle Cheirolepidiaceae (Watson & Alvin, 1999). Successivamente esemplari attribuiti a *Watsoniocladius valdensis* sono stati studiati da Watson & Alvin (1999) dal Wealden (Cretacico inferiore) della Germania.

Assi riconducibili a *Cupressinocladius valdensis* (Seward) e grandi quantità di legno e di coni maschili con il polline del tipo *Classopollis*, sono stati identificati da Francis (1983) nella “Purbeck Succession” nel Dorset (Gran



Fig. 58. Ricostruzione di *Cupressinocladius* (*Watsoniocladius* Srinivasan) *valdensis*. Da Francis, 1982. Modificato

Bretagna). La presenza *in situ* di tronchi silicizzati e ramificazioni associate ad assi e coni ha consentito a Francis (1983) di ricostruire in dettaglio la specie *Cupressinocladus* (*Watsoniocladus*) *valdensis*. Si sa che si trattava di un grande albero (fig. 58) che dominava le foreste in cui cresceva, probabilmente in condizioni di semi aridità e probabilmente in prossimità della costa (Watson & Alvin, 1999).

Assi riconducibili ai tipi *Watsoniocladus* – *Cupressinocladus* possono presentare una variabilità nella lunghezza degli internodi come nelle moderne Cupressaceae. Kon'no (1968) ha descritto due nuove specie di *Cupressinocladus*: *C. malaiiana* e *C. acuminifolia*, ma senza specificare dettagli cuticolari. Delle tre specie cretache del Potomac descritte da Srinivasan (1995), solo *Watsoniocladus* sp. assomiglia a *Watsoniocladus valdensis*.

Watsoniocladus nov. sp.

Tavole 47 e 48

Olotipo – CM 72, impronta e controimpronta, preparati CM 72 s osservato al SEM e CM 72 t: calchi realizzati con il collodio.

Località – Cusano Mutri (Benevento).

Età – Aptiano superiore.

Nota – Le osservazioni microscopiche sono state effettuate sull'impronta calcareo - marnosa lasciata dalla cuticola sul sedimento durante la fase di seppellimento. Le osservazioni al SEM sono state condotte su un frammento di controimpronta (CM 72 b) privo di cuticola e su minuti brandelli di cuticola prelevati dall'impronta.

Diagnosi – Asse lungo 5,2 cm e largo 1,9 mm (Tav. 47, fig. 1), presentante chiaramente tre foglie strettamente adese all'asse con una morfologia rettangolare, con una lunghezza di 9 mm ed una larghezza di circa 1 mm. La parte libera della foglia è molto più piccola di quella decorrente sull'asse: in sezione trasversale ha una forma concavo convessa. Nella parte distale di ciascuna foglia ci sono delle piccole estroflessioni triangolari (*denti*) che misurano mediamente circa 0,5 mm di larghezza alla base per 0,4 mm circa di altezza con una lunga parte decorrente sull'asse. Lungo l'asse si susseguono sei unità fogliari, caratterizzate da evidenti suture (Tav. 47, fig. 1, inoltre vedi fig. 59).

La guaina fogliare è costituita da una cuticola di 3,2 – 3,9 μm circa di spessore (Tav. 48 fig. 7). La cuticola presenta delle papillazioni lunghe oltre i 10 μm (fig. 61.1).

Le cellule epidermiche sono disposte in file più o meno regolari, parallelamente alle file stomatiche. Le pareti anticlinali delle cellule epidermiche presentano uno spessore maggiore in senso longitudinale (Tav. 48, fig. 7 e fig. 60) potendo raggiungere anche gli 8–11 μm di spessore, mentre quelle trasversali non superano i 3-4 μm di spessore.

Gli apparati stomatici sono disposti in file longitudinali più o meno ben definite (Tav. 47 fig. 6; Tav. 48, figs. 1, 8, 9) e si osservano per tutta la lunghezza della foglia, comprese le aree marginali, esclusa però la punta dei “denti fogliari”.

A volte si osservano apparati stomatici in posizione intermedia tra le file.

Le file stomatiche sono in numero di 10 – 11 per mm lineare e sono separate le une dalle altre da 2 o 3 file di cellule epidermiche. Nell’ambito di una stessa fila stomatica si possono notare da 2 a 3 cellule epidermiche tra due apparati stomatici adiacenti; non è infrequente che cellule ausiliarie di due apparati stomatici adiacenti siano a contatto tra loro venendo del tutto a mancare le interposte cellule epidermiche (Tav. 47, fig. 6). Sulla guaina fogliare la densità stomatica è di circa 100 stomi/ mm^2 .

Gli apparati stomatici sono di tipo aplochelico e sembrano monociclici con cellule ausiliarie in numero di 4 o 5 (normalmente 4) disposte più o meno regolarmente attorno all’orificio stomatico.

Quando l’apparato stomatico è costituito da 4 cellule ausiliarie è possibile, dal punto di vista morfologico, distinguere due cellule annesse laterali e due cellule annesse polari; normalmente si osserva un’equidimensionalità tra le cellule annesse polari e quelle laterali. Gli apparati stomatici hanno una dimensione media di circa 35 μm di diametro (Tav. 48 figs. 1, 5, 6, 8, 9).

Le papille che si estroflettono dalle cellule annesse conferiscono all’orificio stomatico un aspetto prevalentemente stellato, anche se è possibile riscontrare aperture stomatiche più o meno rotondeggianti.



Fig. 59. Disegno interpretativo del campione CM 72. *Watsoniocladius* nov. sp. La barra equivale a 5 mm.

Le cellule epidermiche presentano una morfologia rettangolare o poligonale ed hanno dimensioni variabili (lunghezza per larghezza) comprese tra 39 per 27 μm oppure di 37 per 40 μm .

Le dimensioni medie si attestano su 33 μm di lunghezza per 28 μm di larghezza.

I margini delle foglie presentano dei peli lunghi fino a 90 μm e larghi circa 10 μm , spesso fusi lateralmente per buona parte della lunghezza; solo la loro punta è libera e più o meno arrotondata. La Tab. 19 riassume le principali caratteristiche macroscopiche e microscopiche degli esemplari attribuiti a *Watsoniocladius* nov. sp.

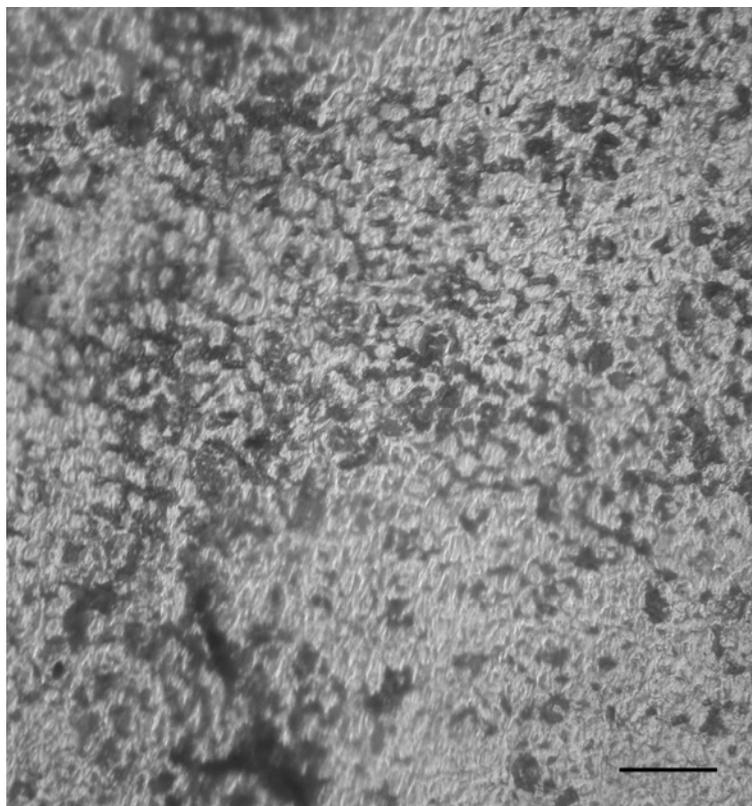


Fig. 60. B 72 t. *Watsoniocladius* nov. sp. Frammenti di cuticola con cellule epidermiche ben visibili anche su superficie plastica. Calco effettuato con collodio. La barra equivale a 100 μm .

Considerazioni macroscopiche e microscopiche – L'unico campione studiato attribuibile a questa specie (CM 72), è costituito da impronta e controimpronta di un asse leggermente incurvato nella parte distale, lungo 5,2 cm e largo 1,9 mm. Si tratta di una compressione che mostra solo la superficie adassiale con resti mal conservati di cuticola.

Il generale cattivo stato di conservazione del reperto non consente di osservare le superficie adassiale e quella abassiale delle foglie. La maggior parte degli stomi osservati sono costituiti da calchi lasciati dalla cuticola della superficie abassiale della foglia sul sedimento incassante durante le prime fasi diagenetiche. L'asse studiato è sprovvisto di ramificazioni.

La parte mediana della prima unità di tre foglie è parzialmente coperta dalla matrice incassante, mentre l'ultima è priva della parte distale, pertanto non si osservano i denti.

L'estrema fragilità della cuticola non ha consentito di trattarla con acidi; l'HCl al 20% ha deteriorato irrimediabilmente la cuticola rendendola inosservabile. I pochi frammenti a

disposizione sono stati staccati dalla matrice calcareo marnosa con un bisturi e montati direttamente sia sugli *stub* per l'osservazione al microscopio elettronico (SEM) che su vetrini portaoggetti immersi in gel di glicerina per l'osservazione al microscopio ottico. Quest'ultimo tipo d'indagine non ha fornito alcun risultato.

Sono stati effettuati calchi mediante l'uso di collodio. Almeno per i pochi frammenti di cuticola studiati al SEM non sono state osservate cellule di guardia

La morfologia delle cellule epidermiche tra le file stomatiche non è sempre ben evidente. Comunque al SEM sono visibili alcune aree provviste di cuticola (prevalentemente a ridosso dei denti) con cellule epidermiche aventi morfologia rettangolare od anche poligonale. Le cellule epidermiche sono osservabili attraverso calchi realizzati col collodio (fig. 60).

Discussione – Il campione presenta un verticillo di tre foglie con le basi fogliari presentanti evidenti suture (Tav. 47, fig. 1). Le foglie sono strettamente adese e decorrenti sull'asse. Tali caratteristiche consentono di escludere l'appartenenza dell'esemplare ai generi *Frenelopsis* e *Pseudofrenelopsis*. Infatti, la presenza di suture che separano le basi decorrenti delle foglie consentono di escludere l'attribuzione dell'esemplare al genere *Frenelopsis*, mentre la presenza di un verticillo di tre foglie non è compendiata nell'emendamento (Srinivasan, 1995) alla diagnosi del genere *Pseudofrenelopsis* dove invece, il numero massimo è di due di foglie in disposizione opposta e decussata riscontrato nella specie *P. nathorstiana* Srinivasan (1995).

Le caratteristiche cuticolari consentono di attribuire il reperto alla famiglia delle Cheirolepidiaceae e le evidenti suture fogliari longitudinali al genere *Watsoniocladius* Srinivasan, 1995.

Il campione infatti presenta pareti periclinali delle cellule epidermiche che non sembrano presentare noduli. Ci sono papille attorno al foro stomatico. Si osservano larghi peli marginali sulle foglie e fusi insieme alla base. Gli stomi hanno una morfologia stellata.

La mancanza del polline del tipo *Classopollis* associato all'esemplare non costituisce un parametro diagnostico (Srinivasan, 1995) fondamentale.

Inoltre, l'elevato rapporto esistente tra lunghezza degli internodi e loro larghezza, mai riscontrato prima in altri reperti del genere *Watsoniocladius*, consente l'istituzione di una nuova specie.

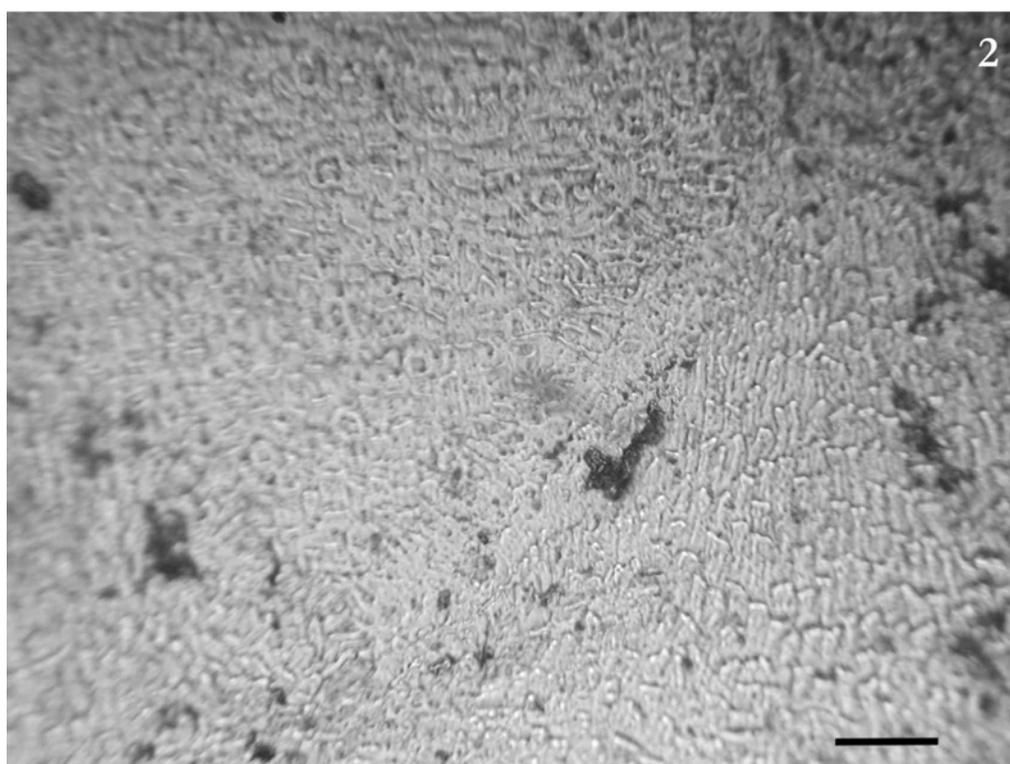
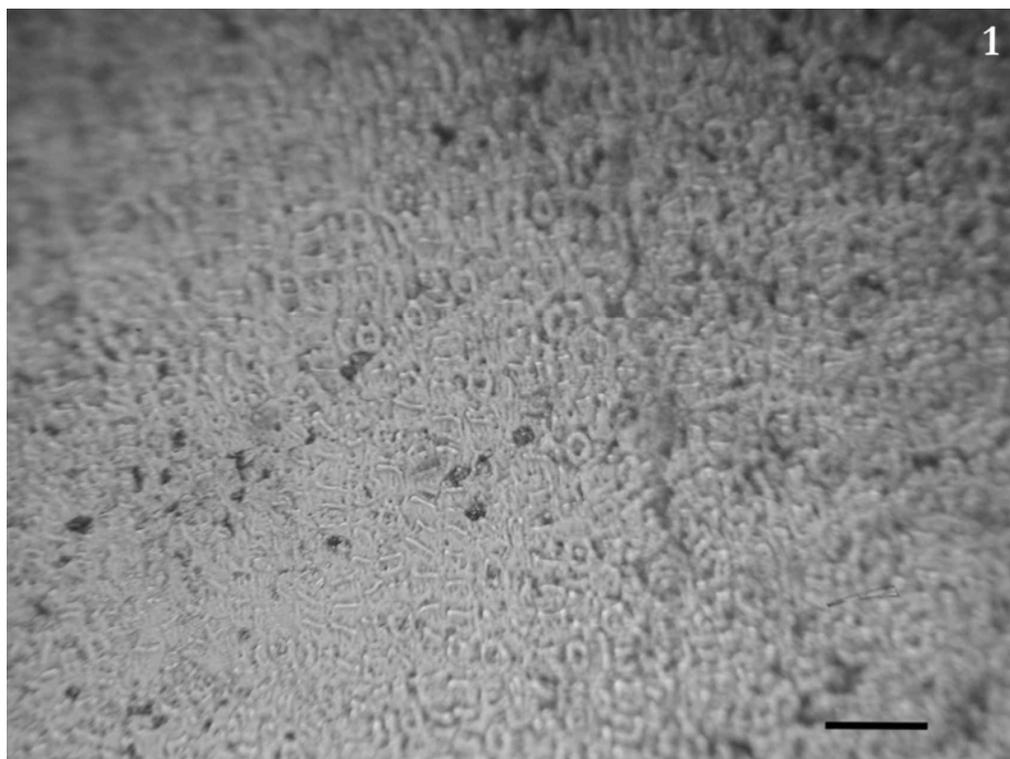


Fig. 61. CM 72 t. *Watsoniocladus* nov. sp. Aptiano superiore, Cusano Mutri. *Peel.* 1: papillazioni dell'epidermide e sutura longitudinale ben evidente affiancata da una fila di apparati stomatici. 2: apice della foglia con peli fusi alla base. Per entrambe le immagini la scala equivale a 100 μ m.

Pertanto, il campione CM 72 rappresenta il primo ritrovamento in Italia del genere *Watsoniocladus*. L'inusuale lunghezza delle foglie consente altresì di ascrivere il reperto ad una nuova specie.

Tab. 19. Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche macroscopiche e microscopiche dell'esemplare (CM 72).

Campione	L. Tot. (cm)	N° in.	L. in. (mm)	La. in. (mm)	N° fo. x no.	L. max fo. (mm)	Pr. an. fo. (mm)	Marg. sup fo.	Disp. sto.	Dens. fi. sto. x mm	Dens. sto. x mm ²	Diam. app. sto. (µm)	N° cel. aus.	Ori. ap. sto.	Pap. go. sto.	Sup. cut.	Per. for. sto.	Sp. cut. (µm)
CM 72	5,2		9	1,9	3	?	?	Peli fusi alla base larghi 10 µm e lunghi 90 µm	?	10 – 11	100	35	4-5 (di norma 4)	?	si	papille di 10 µm	stellato	4-5

L. Tot. = lunghezza totale; **N° in.** = numero di internodi; **L. in.** = lunghezza internodo; **La. in.** = larghezza internodo; **N° fo. x no.** = n° di foglie per nodo; **L. max fo.** = lunghezza massima delle foglie; **Pr. an. fo.** = profondità anastomosi fogliare; **Marg. sup fo.** = margine superiore della foglia; **Disp. sto.** = disposizione degli stomi; **Dens. fi. sto. x mm** = densità di file stomatiche; **Dens. sto. x mm²** = densità di stomi per mm²; **Diam. app. sto.** = diametro apparato stomatico; **N° cel. aus.** = numero di cellule ausiliarie; **Ori. ap. sto.** = orientazione dell'apertura stomatica; **Pap. go. sto.** = papille nella gola stomatica; **Sup. cut.** = superficie cuticolare; **Per. for. sto.** = perimetro del foro stomatico; **Sp. cut.** = spessore della cuticola; - = assente; ? = non chiaro.

Tavola 49

Materiale studiato – CM 96.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Materiale frammentario

Descrizione – Asse frammentario costituito da impronta e controimpronta, lungo 18 e largo 2 mm. L'asse è costituito da due unità fogliari, (Tav. 49, fig. 1), presentanti tre foglie (solo due sono visibili) strettamente adese all'asse con una morfologia rettangolare. La parte libera della foglia è molto più piccola di quella decorrente sull'asse: in sezione trasversale ha una forma concavo convessa. Nella parte distale di ciascuna foglia ci sono delle piccole estroflessioni triangolari (*denti*) che misurano mediamente circa 1,1 mm di larghezza alla base per 0,7 mm circa di altezza con una lunga parte decorrente sull'asse.

Non è stato possibile misurare lo spessore della cuticola. La superficie esterna della cuticola presenta delle corte papillazioni che hanno dimensioni (lunghezza per larghezza media) di 16 per 11 μm e sembrano essere orientate verso il margine distale delle foglie (Tav. 49 fig. 8).

Le cellule epidermiche hanno una morfologia poligonale e sono disposte in file più o meno regolari, parallelamente alle file stomatiche. Le pareti anticlinali delle cellule epidermiche, sembrano avere uno spessore maggiore¹⁷ in senso longitudinale (Tav. 49, fig. 6) potendo raggiungere anche i 7 μm , mentre quelle trasversali hanno uno spessore medio di 3,5 μm .

Gli apparati stomatici sono disposti in file longitudinali più o meno ben definite (Tav. 49, figs. 3, 4, 8) e si osservano per tutta la lunghezza della foglia. A volte si osservano apparati stomatici in posizione intermedia tra le file.

Le file stomatiche sono in numero di 11 per mm lineare e sono separate le une dalle altre da 1 o 2 file di cellule epidermiche. Nell'ambito di una stessa fila stomatica si possono notare da 1 a 2 cellule epidermiche tra due apparati stomatici adiacenti; non è infrequente che cellule ausiliarie di due apparati stomatici adiacenti siano a contatto tra loro venendo

¹⁷ Almeno relativamente alle poche misurazioni che è stato possibile effettuare in considerazione del cattivo stato di conservazione del materiale.

del tutto a mancare le interposte cellule epidermiche (Tav. 49, fig. 7). Sulla guaina fogliare la densità stomatica è di circa 170 stomi/mm².

Gli apparati stomatici sono di tipo aplochelico e sembrano monociclici con cellule ausiliarie in numero di 4 o 5 disposte più o meno regolarmente attorno all'orificio stomatico.

Gli apparati stomatici hanno una dimensione media di circa 40 µm di diametro (Tav. 49, figs. 5-9).

Le papille che si estroflettono dalle cellule annesse conferiscono all'orificio stomatico un aspetto prevalentemente stellato, anche se è possibile riscontrare aperture stomatiche più o meno rotondeggianti.

Le cellule epidermiche presentano una morfologia rettangolare o poligonale ed hanno una lunghezza media di circa 40 µm per una larghezza media di circa 26 µm.

La tabella 20 riassume le principali caratteristiche macroscopiche e microscopiche degli esemplari attribuiti a *Watsoniocladus* ?

Discussione – L'unico campione studiato attribuibile a questa specie (CM 96), è costituito da impronta e controimpronta di un asse frammentario con resti mal conservati di cuticola.

Il reperto è attribuito dubitativamente al genere *Watsoniocladus* per la mancanza della sutura al di sopra dell'apice della foglia (Tav. 49, fig. 1), ma che comunque è presente altrove nel campione (Tav. 49, figs. 1, 3, 6). Il reperto presenta delle similarità con la nuova specie rinvenuta nel medesimo giacimento (Cusano Mutri).

La cuticola si è rivelata estremamente fragile al trattamento con acidi pertanto i pochi frammenti sono stati incollati direttamente sugli *stub* per l'osservazione al SEM. Sono stati effettuati calchi mediante l'uso di collodio. Almeno per i pochi frammenti di cuticola studiati al SEM non sono state osservate cellule di guardia.

In definitiva, il generale cattivo stato di conservazione del reperto, unito alla sua frammentarietà non consente di attribuirlo in maniera generica.

Tab. 20. Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche macroscopiche e microscopiche dell'esemplare attribuito con dubbio al genere *Watsoniocladius*.

Campione	L. Tot. (cm)	N° in.	L. in. (mm)	La. in. (mm)	N° fo. x no.	L. max fo. (mm)	Pr. an. fo. (mm)	Marg. sup fo.	Disp. sto.	Dens. fi. sto. x mm	Dens. sto. x mm ²	Diam. app. sto. (µm)	N° cel. aus.	Ori. ap. sto.	Pap. go. sto.	Sup. cut.	Per. for. sto.	Sp. cut. (µm)
CM 96	1,8	2?	20	1,5	3	?	?	?	file non ben definite	11	170	40	4-5	?	?	papille di 10 µm	stellato	?

L. Tot. = lunghezza totale; **N° in.** = numero di internodi; **L. in.** = lunghezza internodo; **La. in.** = larghezza internodo; **N° fo. x no.** = n° di foglie per nodo; **L. max fo.** = lunghezza massima delle foglie; **Pr. an. fo.** = profondità anastomosi fogliare; **Marg. sup fo.** = margine superiore della foglia; **Disp. sto.** = disposizione degli stomi; **Dens. fi. sto. x mm** = densità di file stomatiche; **Dens. sto. x mm²** = densità di stomi per mm²; **Diam. app. sto.** = diametro apparato stomatico; **N° cel. aus.** = numero di cellule ausiliarie; **Ori. ap. sto.** = orientazione dell'apertura stomatica; **Pap. go. sto.** = papille nella gola stomatica; **Sup. cut.** = superficie cuticolare; **Per. for. sto.** = perimetro del foro stomatico; **Sp. cut.** = spessore della cuticola; - = assente; ? = non chiaro.

Fig. 62

Materiale studiato – CM 64 3.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Impressione di assi con probabile sutura longitudinale

Descrizione – Impressioni di assi frammentari, il più completo dei quali è lungo 6 e largo 2 mm. Questi presentano una sutura? disposta longitudinalmente (fig. 62). Non si osservano foglie.

Gli apparati stomatici sono disposti in file longitudinali ben definite e si osservano per tutta la lunghezza degli assi. Non sono stati osservati apparati stomatici in posizione intermedia tra le file.

Le file stomatiche sono in numero di 10 per mm lineare. Le cellule epidermiche non sono visualizzabili. Gli apparati stomatici hanno un diametro compreso tra i 50 ed i 60 μm .

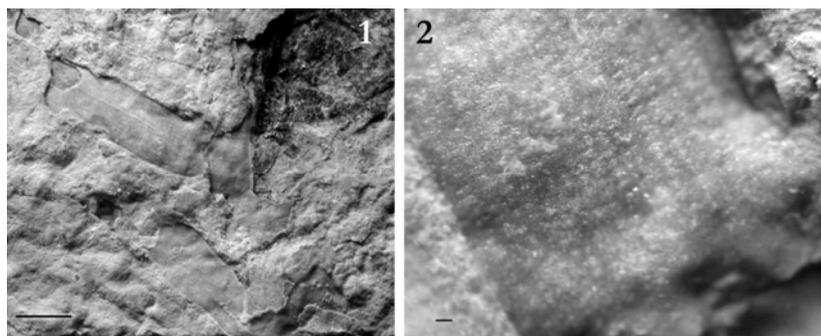


Fig. 62. CM 64 3. *Watsoniocladus* ? 2. Aptiano superiore, Cusano Mutri. 1: Assi con evidente sutura longitudinale. 2: Particolare di 1 in cui si osservano file di apparati stomatici.

Discussione – Gli esemplari si trovano su una lastra calcareo marnosa su cui sono presenti esemplari attribuiti dubitativamente al genere *Frenelopsis* (Tav. 41). I reperti denominati CM 64 3 sono gli unici a presentare una sutura longitudinale.

Comunque, il generale cattivo stato di conservazione degli esemplari, unito alla sua frammentarietà, non consente di ascriverli con certezza ad alcun genere.

Genere *Cupressinocladus* Seward, 1919

Specie tipo – *Thuites salicornoides* Unger 1847 = *Cupressinocladus salicornoides* (Unger)

Considerazioni sul genere – Il genere-forma *Cupressinocladus* (Seward) Seward, 1919, fu istituito per designare dei rami di conifere fossili sprovvisti di coni femminili e presentanti una disposizione delle foglie somigliante a quella delle cupressacee attuali quali *Cupressus*, *Thuja*, *Libocedrus* e specie simili (Barale, 1981; Watson, 1977; Watson & Alvin, 1999). Sebbene Seward non citi espressamente *C. salicornoides* come specie tipo, questa è la prima specie per il quale egli usa il nome generico *Cupressinocladus*; Andrews (1955) la considererà successivamente quale specie tipo. Comunque è da notare che *C. salicornoides* è basata su *Thuites salicornoides* Unger (1847) originariamente descritta dal Terziario della Jugoslavia come *Hellia salicornioides* da Unger (1840). Sebbene non si conosca alcuna cuticola proveniente del materiale di Unger, molti campioni con cuticola preservata sono stati descritti da altri depositi eocenici dell'Europa ed assegnati alla specie *Hellia salicornioides* (Mai, 1963; Ferguson, 1971; Friis 1977; Srinivasan, 1995).

Chaloner & Lorch (1961), hanno emendato la diagnosi di questo genere (Barale, 1981). Harris (1969), considera *Cupressinocladus* un genere forma definendolo nella maniera seguente: “*assi portanti delle foglie in disposizione decussata oppure in verticilli successivi alterni; foglie piccole, a forma di scaglie o più lunghe, appiattite dorsiventralmente, non ristrette nella parte basale a formare un picciolo*”.

E' importante sottolineare, come ricorda Barale (1981), che Barnard & Miller (1976) completano la definizione data da Harris (1969) nel modo seguente: “*nel caso in cui le foglie sono disposte in verticilli, i bordi laterali delle foglie contigue sono uniti da una linea di sutura ben marcata*”. Questa descrizione è importante in quanto permette di separare *Cupressinocladus* da *Frenelopsis* Schenk che presenta un'unica guaina fogliare.

Watson (1977) ha effettuato una diagnosi emendata del genere *Cupressinocladus* combinando la definizione coniata da Harris (1969) con quella data da Barnard & Miller (1976): “*Assi portanti un paio di foglie decussate oppure in verticilli alterni. Foglie piccole a forma di scaglia o lunghe, appiattite dorsiventralmente estese, non costrette alla base a formare un picciolo. Giunzioni di margini laterali contigue marcate da evidenti suture*”.

Molte delle specie giurassiche e cretacicche di *Cupressinocladus* sono state, sulla base della loro associazione con il polline del tipo *Classopollis* e/o la presenza di caratteri

cuticolari tipicamente cheirolepidiacei, assegnati appunto alle Cheirolepidiaceae (Barnard & Miller, 1976; Francis, 1983; Okubo & Kimura, 1991; Watson, 1988).

Secondo Watson & Alvin (1999), l'istituzione del genere *Watsoniocladius* e la rimozione delle specie ad affinità cheirolepidiacea dal genere *Cupressinoeladus* ha lasciato in quest'ultimo genere poche specie che assomigliano alle moderne Cupressaceae sebbene la loro affinità non sia ancora stata provata. Così facendo, l'uso del genere *Cupressinoeladus* risulta essere ristretto rispetto alla definizione originaria data da Seward (1919).

Cupressinoeladus sp.

Fig. 63 1 e 4

Materiale studiato – P 44, P 53.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

Nota – Materiale senza cuticola preservata

Descrizione – Assi isolati coperti da foglie più o meno appiattite sull'asse aventi disposizione opposta (P 44) e decussata (P53).

Discussione – La disposizione delle foglie permette di attribuire i reperti al genere *Cupressinoeladus* Seward. La larghezza ridotta degli assi costituisce una caratteristica di questo genere (Barale & Appert, 2007). Il campione P 44 assomiglia a *Cupressinoeladus itieri* Saporta Barale del Kimmerghiano superiore del Giura meridionale francese, ma sarebbe opportuna altresì una comparazione con la specie *Cupressinoeladus pseudoexpansum* Barnard & Miller che al momento risulta essere impossibile visto il cattivo stato di conservazione del materiale. L'esemplare P 53 presenta foglie con una disposizione singolare che sono strettamente adese all'asse: condizione questa interpretabile come un adattamento all'aridità. Comunque, l'assenza di caratteristiche cuticolari non consente di assegnare i reperti ad una data specie.

Cupressinocladus ?

Fig. 63. 2, e 3

Materiale studiato – P 31, P 32.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

Nota – Materiale privo di cuticola

Descrizione – Assi in cattivo stato di preservazione con foglie in disposizione opposta?

Discussione – Gli esemplari P 31 e P 32 potrebbero anche essere interpretabili come internodi disarticolati di *Frenelopsis*, ma presentano una morfologia diversa rispetto agli internodi rinvenuti nello stesso giacimento ed assegnati a quest'ultimo genere. La prossimità dei due reperti al genere *Cupressinocladus* è stabilita sulla base della somiglianza riscontrabile con le foglie opposte dei due campioni assegnati a *Cupressinocladus* sp.

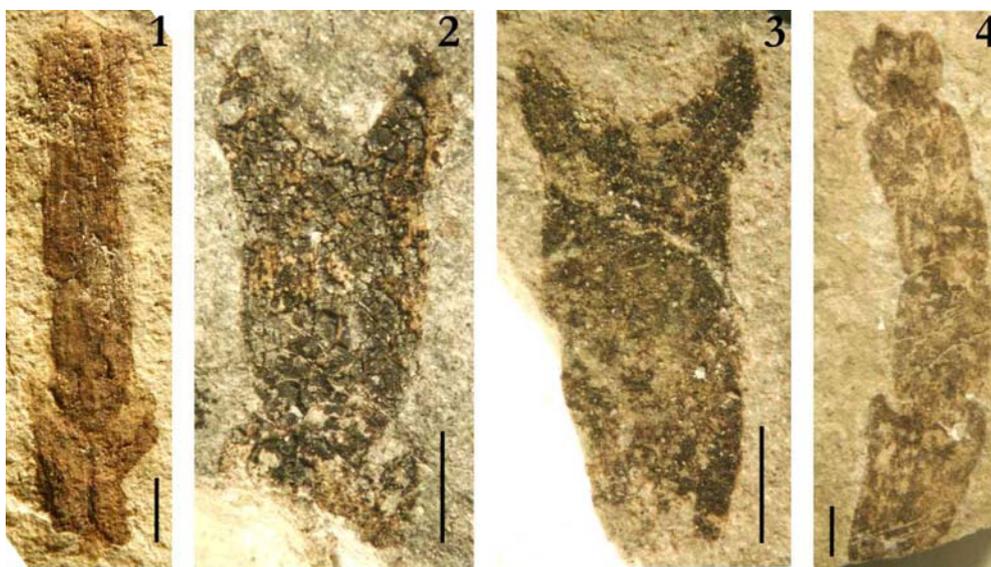


Fig. 63. 1: P 44 e 4: P 53. *Cupressinocladus* sp. 2: P 31 e 3: P 32. *Cupressinocladus* ? Aptiano inferiore-medio, Profeti. Per tutti gli esemplari la scala equivale a 2 mm.

Genere *Podozamites* Braun, 1843

Specie tipo – *Podozamites distans*

Considerazione sul genere – Il genere *Podozamites* fu istituito per alcune specie incluse nel genere *Zamites* caratterizzate dall'aver pinne alternate con base contratta e nervature più o meno parallele per la maggior parte della lamina (Seward, 1919). Le foglie presentano disposizione alterna o spiralata, hanno base stretta e presentano fasci vascolari che si ramificano alla base, numerosi e paralleli nella regione mediana e convergenti all'apice. Foglie simili sono conosciute in *Agathis* ed in *Podocarpus nagi*. La cuticola fornirebbe buoni caratteri tassonomici per la separazione delle specie, ma le cuticole di *Podozamites* sono spesso delicate e disponibili solo per pochi campioni ben preservati (Harris, 1969).

Podozamites si differenzia da *Lindleycladus* per gli stomi orientati trasversalmente e disposti in file, mentre *Lindleycladus* presenta stomi allineati longitudinalmente e disposti in strette bande di poche file (Harris, 1979, p. 145).

Attualmente il genere *Lindleycladus* è conosciuto nell'emisfero Nord (Kunzmann *et al.*, 2006), più precisamente dalla località tipo Giurassica dello Yorkshire (Harris, 1979) e nell'Europa centrale, dal Cenomaniano del Massiccio della Boemia (Knobloch & Kvaček, 1997).

Podozamites sp.

Tav. 50, figs. 1-4

Materiale studiato – CM 27.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Impressione di foliola

Descrizione – Foliola isolata, frammentaria, costituita da impronta e controimpronta (montata al SEM), lunga 55 mm e larga 9 mm. Picciolo mancante. Apice arrotondato (Tav. 50, figs. 2, 3, 4). Si osservano 10 nervature parallele lungo tutto il decorso della lamina (Tav. 50, fig. 1) confluenti nell'apice (Tav. 50, fig. 2). Le osservazioni della controimpronta della

foliola condotte al SEM consentono di osservare una struttura presumibilmente riconducibile ad un apparato stomatico (Tav. 50, fig. 3).

Discussione – Le nervature sono tipiche del genere *Podozamites* Braun. La confluenza delle nervature all’apice costituisce un carattere diagnostico per questo genere. La mancanza di caratteristiche epidermiche non consente di effettuare una determinazione specifica.

Podozamites ? 1

Tav 50, fig. 5

Materiale studiato – CM 99.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Materiale in cattivo stato di preservazione

Descrizione – Foliola isolata, frammentaria, lunga 25 mm e larga 3 mm. Picciolo mancante?. Apice appuntito. Si osservano 8 nervature? parallele per tutto il decorso della lamina confluenti nell’apice?. (Tav. 50, fig. 5).

Discussione – Foliola in cattivo stato di preservazione. L’impossibilità di visualizzare correttamente le nervature e quindi la loro confluenza all’apice non consente di attribuire il reperto al genere *Podozamites* Braun, ma se ne riconosce la somiglianza. Questo reperto per morfologia e dimensione assomiglia a foliole di *Podozamites* descritte da Barale & Ouaja (2002) per il Cretacico inferiore della Tunisia.

Podozamites ? 2

Tav 50, fig. 6

Materiale studiato –M 20763.

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano inferiore

Nota – Materiale in cattivo stato di conservazione

Descrizione – Compressione di foliola isolata, frammentaria, con una lunghezza di 23 mm ed un larghezza di 3 mm. Picciolo ben sviluppato. Apice mancante. Non si osservano nervature (Tav. 50, fig. 6).

Discussione – Il cattivo stato di preservazione del reperto non consente di attribuirlo al genere *Podozamites* Braun, però se ne riconosce la similarità morfologica con esemplari attribuiti a questo genere.

Famiglia Araucariaceae

Genere *Dammarites* Presl

Dammarites sp. 1

Tav 51, figs. 1-5

Materiale studiato – CM 12, CM 18, CM 109.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Foglie di grandi dimensioni

Descrizione – Frammenti di foglie di medie? (CM 12) e grandi dimensioni (CM 18 e CM 109), con una lunghezza superiore ai 10 cm ed una larghezza superiore ai 10 mm (Tav. 51, figs. 1, 4, 5). Le nervature sono numerose e parallelinervie. Si osservano più di 10 nervature per cm lineare. Alcune nervature sono più grandi delle altre (Tav. 51, fig. 5). L'apice non si è conservato. Le foglie non presentano un picciolo evidente. Il campione CM 12 mostra un certo grado di preservazione in volume della parte prossimale della foliola. Le cellule epidermiche sono disposte in file (Tav. 51, figs. 2 e 3), hanno una morfologia rettangolare con dimensioni medie (lunghezza per larghezza) di 34 per 23 μm .

Discussione – Il materiale descritto per il giacimento di Cusano Mutri, sebbene non perfettamente conservato, è ascrivibile al genere *Dammarites* Presl. I *peel* effettuati hanno permesso di visualizzare le cellule epidermiche che per disposizione morfologia e dimensione corrispondono a quelle descritte da Barale (1992) per esemplari provenienti dal giacimento spagnolo di Montsech e da lui attribuiti alla specie *Dammarites coriacea*.

La parte prossimale dell'esemplare CM 12 permette di osservare un certo grado di preservazione del volume originario dell'asse portante. Infatti, queste foglie erano legate all'asse per tutta la loro lunghezza (Barale 1992). Ciò non consente di determinare la fillostasia esatta di questi assi. Il campione CM 9 risulta essere di grandi dimensioni: probabilmente superava la lunghezza di trenta centimetri. Considerata la taglia, verosimilmente queste foglie appartenevano a forme arboree (Barale, 1992). La lunghezza di queste foglie comunque, sembra essere in contraddizione con il generale carattere

xerofitico riscontrato per la maggior parte dei taxa rinvenuti nel giacimento di Cusano Mutri. Secondo Barale (1992) studi sul mesofillo di queste foglie, al momento sconosciuto, potrebbero rivelare adattamenti xerofitici.

Dammarites sp. 2

Tav 51, figs. 6-8

Materiale studiato – MV 8, MV 16, MV 17.

Località – Magliano Vetere (Salerno)

Età – Cenomaniano medio

Nota – Frammenti di macrofille di grandi dimensioni

Descrizione – Frammenti di foglie presumibilmente appartenenti ad esemplari di grosse dimensioni (Tav. 51, figs. 6, 7, 8). Le nervature sono numerose e parallelinervie. Si osservano più di 10 nervature per cm lineare. I campioni mostrano un certo grado di preservazione in volume, pertanto potrebbero essere riferibili alla parte prossimale della foglia decorrente sull'asse.

Discussione – Il materiale descritto per il giacimento di Magliano Vetere, sebbene frammentario, è riconducibile al genere *Dammarites* Presl. Osservando le dimensioni dei frammenti, è logico stimare che le foglie integre fossero lunghe alcune decine di centimetri. Pertanto per queste forme, come ipotizzato per le macrofille del giacimento di Cusano Mutri si può pensare che appartenessero a piante con un habitus arboreo.

Coni

Fig. 64 1, 2, 3

Materiale studiato – P 11, P 46, P 48.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore- medio

Nota – Impressioni e compressioni di coni

Descrizione – Impressioni (fig. 64.1) e compressioni (P 64 3) di coni costituiti da microsporofilli aventi una morfologia romboidale. Il materiale non presenta caratteristiche epidermiche preservate.

Discussione – I coni sono associati ad assi attribuiti a *Frenelopsis* nov. sp. del giacimento aptiano di Profeti. In particolare l'esemplare P 11 (fig. 64.1), presenta microspo-

rofilli con dimensioni compatibili a quelle riscontrate per l'unica scaglia rinvenuta e descritta a pag. 121. per Il cattivo stato di preservazione del materiale non consente di attribuirli genericamente.

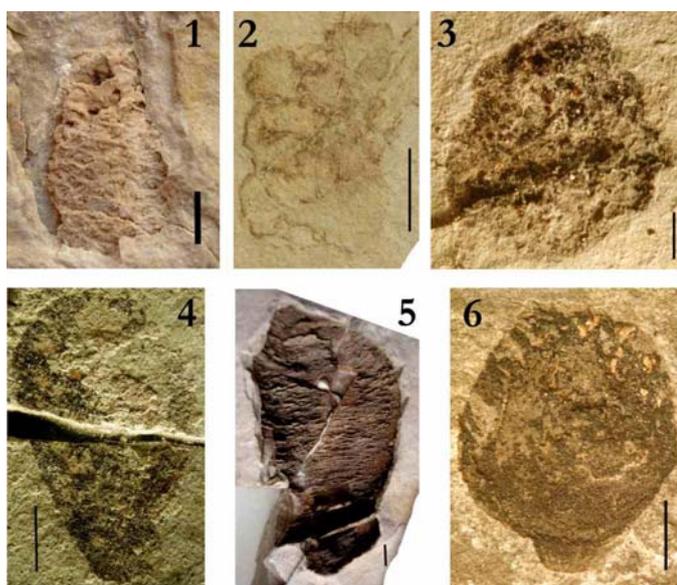


Fig. 64. Coni. 1: P 11. 2: P 46. 3: P 48. Aptiano inferiore-medio. Cono? 4: P 112. Aptiano inferiore-medio. 5: M 20732. 6: M 20754. Albiano inferiore, Pietraroja. Per tutti gli esemplari la scala equivale a 3 mm.

Coni?

Fig. 64 4, 5, 6

Materiale studiato – P 112.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore- medio

Nota – Materiale mal conservato

Materiale studiato – M 20732, M 20754.

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano inferiore

Nota – Materiale in cattivo stato di preservazione

Descrizione – Impressioni (fig. 64.5) e compressioni (fig. 64.4 e 64.6) di conifere. Il materiale non presenta caratteristiche epidermiche preservate.

Discussione – La morfologia generale del materiale sembra essere compatibile con quella di conifere assegnate alle conifere. Il campione M 20754 presenta resti di materia organica.

Angiospermae

La prima comparsa delle angiosperme risale al Cretaceo inferiore (Friis *et al.*, 2001). Le Angiosperme si diversificarono nel corso del Cretacico e dal Cretaceo medio diventando una componente dominante delle flore della maggior parte delle terre emerse. La radiazione delle angiosperme nel Cretacico determinò un profondo cambiamento nella composizione delle comunità delle piante terrestri, che segna l'estinzione o il declino, nella diversità o nell'abbondanza di individui di molti altri gruppi di piante a semi quali Bennettitales, Cycadales, Ginkgoales e le Gnetales.

Alcune conifere, ad esempio le pinacee, continuarono a diversificarsi parallelamente alla radiazione delle angiosperme.

I primi resti fossili di angiosperme sono granuli pollinici di tipo monoaperturato con esina reticolata o columellata, simile a quella riscontrata in alcune magnolidi attuali.

Questi granuli pollinici sono disseminati nelle microflore del Cretaceo (Valanginiano-Hauteriviano). I pollini delle angiosperme sono molto rari in queste prime microflore, ma sono stati documentati su una vasta area geografica che si estende dal sud dell'Inghilterra all'Italia, Marocco ed Israele e riconosciute con alcune incertezze anche in Asia (Hughes 1994). Questi pollini mostrano già una considerevole diversità nella forma del *reticulum* e nell'ornamentazione del *tectum* (Hughes 1994).

Alcuni modelli filogenetici che sono stati proposti per la relazione tra le angiosperme, concordano sul punto che queste abbiano iniziato a diversificarsi precedentemente al Cretaceo. Tuttavia la prima grande diversificazione e radiazione delle Angiosperme si conferma nel Cretaceo Inferiore e Medio. Durante questo intervallo di tempo le testimonianze fossili mostrano un netto aumento della diversità, complessità strutturale, e l'abbondanza del polline delle Angiosperme, delle foglie e dell'apparato riproduttivo.

Il Cretacico medio è un periodo chiave per l'evoluzione delle angiosperme, segnando l'inizio della loro ascesa al predominio. Durante la fine dell'Albiano e Cenomaniano si riscontra la prima Angiosperme dominante (Lidgard & Crane, 1990).

Riguardo all'ecologia delle prime Angiosperme sono state formulate molte ipotesi:

- Magnoliidae legnose (Thorne, 1976);
- Cespugli di ambienti xerici o riparie (Stebbins, 1965; Hickey and Doyle, 1977);
- Erbe o cespugli di ambienti disturbati (Taylor and Hickey, 1996);
- acquatiche (Sun *et al.*, 2002)

- cespugli di sottobosco (Feild et al., 2004).

I fossili di angiosperme si rinvencono con una ridotta frequenza nei giacimenti di Profeti; Cusano Mutri, Pietraroja e Magliano Vetere e sono costituite da poche foglie isolate, alcune delle quali frammentarie. La nervatura centrale è quasi sempre ben visibile, ma le secondarie sono difficilmente identificabili.

Lo stato di conservazione del materiale rinvenuto non consente (eccettuato alcuni casi: *Montsechia vidali*) di effettuare una determinazione specifica. Pertanto risulta difficile la comparazione con altri giacimenti coevi.

Genere *Dicotylophyllum* Saporta

Considerazione sul genere – Il genere-forma *Dicotylophyllum* Saporta è stato usato originariamente per piccole foglie del Cretacico del Portogallo (Cantrill & Nichols, 1996). Recentemente questo genere è stato usato per designare una larga serie di foglie appartenenti alle dicotiledoni presentanti varie modalità di nervatura (Cantrill & Nichols, 1996; Upchurch & Dilcher, 1990; Upchurch *et al.*, 1994).

Dicotylophyllum sp.

Fig. 65

Materiale studiato – P 28.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

Nota – Materiale senza cuticola preservata

Materiale studiato: M 20802, M 20916.

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano inferiore

Nota – Materiale senza cuticola preservata

Descrizione – Impronta e controimpronta di foglie spesse, coriacee, ovate (M 20802, M 20916), lanceolate (P 28) e picciolate, con apici delle foglie arrotondati (M 20802, M 20916), o appuntito (P 28) base costretta (M 20802, M 20916) e margine intero.

I campioni M 20802 ed M 20916 hanno dimensioni (lunghezza per larghezza) rispettive di 13 x 11 mm e 9 x 6 mm.

Il campione M 20802 presenta nervatura mediana e secondaria osservabili, mentre il campione M 20916 b consta solo del primo tratto della nervatura mediana che si diparte dal picciolo. Il campione P 28 presenta una evidente nervatura centrale che raggiunge, assottigliandosi, l'apice; dalla nervatura principale si dipartono nervature secondarie?. Sul campione M 20802 si osserva la nervatura mediana che raggiunge quasi l'apice. Dalla nervatura mediana si diparte una nervatura secondaria che raggiunge il margine della foglia (fig 65.2).

Discussione – Secondo Cantrill & Nichols (1996), che hanno studiato materiale simile e coevo (Albiano) proveniente da Alexander Island, Antartico, la morfologia generale di queste foglie indica che probabilmente esse facevano parte di una grande foglia. In realtà non è chiaro se esse derivino da foglie composte o da foglie palmate o lobate (M 20802, M 20916).

L'interpretazione secondo la quale le foglie siano spesse e coriacee deriva dalle caratteristiche osservabili su impronta e controimpronta. Infatti spaccando una roccia contenente l'esemplare, una parte si presenta corrugata, mentre l'altra è liscia con le venature più o meno evidenti. Questa caratteristica si riscontra anche su M 20802. Foglie con margine intero sono comuni nelle Magnoliidae e nelle Dilleniidae (Hickey & Wolfe, 1975), comunque mentre nelle Magnoliidae si ha una predominanza di foglie con margine intero, molte Dilleniidae sono dentate (Hickey & Wolfe, 1975). Il campione P 28 presenta una morfologia ed una nervatura prossime a *Kladoneuron gooleri* Dilcher & Wang (2006) rinvenuta per il Cretacico inferiore della Dakota Formation.

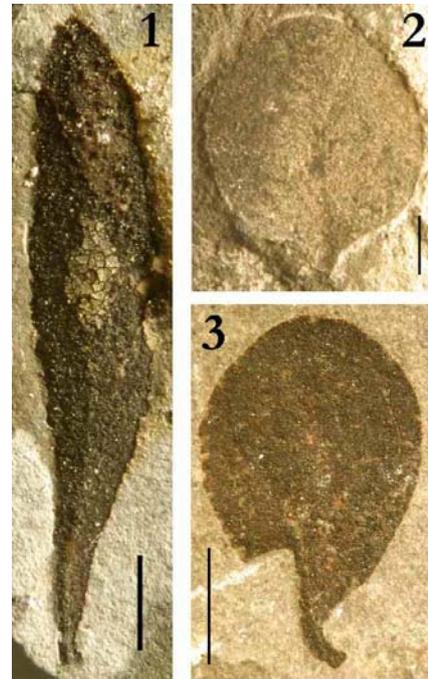


Fig. 65. *Dicotilophyllum* sp. P 28. Aptiano inferiore-medio. 2. M 20802. 3. M 20916. Albiano inferiore, Pietraraja. Per tutti i campioni la scala equivale a 3 mm.

Genere *Montsechia* Teixeira, 1954

Il genere *Montsechia* è stato istituito da Teixeira (1954), sulla base di alcuni campioni ricevuti dal dott. L. Ferrer (Teixeira, 1954).

Il materiale, proveniente dal giacimento di Santa Maria de Meya (Spagna), era stato precedentemente assegnato al genere *Pseudoasterophyllites* da Zeiller (1902) sulla base di campioni apparentemente simili studiati da Velenovsky (1886) per alcune piante del Cretacico della Boemia. Teixeira (1954), sostiene che l'attribuzione del materiale di Lerida al genere *Pseudoasterophyllites* non è in alcun modo sostenibile. La comparazione tra le figure di *Pseudoasterophyllites cretaceus* data da Velenovsky (1886, figs. 19-25) e da Velenovsky & Vinklar (1926, Pl. III, fig. 6) con i fossili spagnoli consente di constatare che si è al cospetto di due entità diverse tra loro.

Il genere *Montsechia* Teixeira (1954) (il cui nome trae origine dalla cittadina di Montsech, Spagna) non lascia supporre alcuna rassomiglianza particolare con un'entità botanica vivente (Blanc-Louvel & Barale, 1983). Nonostante questo, Teixeira (1954) afferma: “*Per ciò che concerne Montsechia vidali, la sua morfologia ricorda quella delle piante superiori, di qualche angioperma, come certe specie di Myriophyllum. Si tratta, probabilmente, di una pianta acquatica*” (tradotto dal francese; Teixeira, 1954).

Le foglie non sono verticillate ma formano dei piccoli rami. I più semplici di questi piccoli rami possiedono tre foglie con disposizione alternata. Gli altri ne hanno quattro o più.

Questi piccoli rami si dispongono due a due, opposti, su di un asse, formando i rami di ultim'ordine. Questi, a loro volta, si vanno ad inserire anche in posizione opposta, su degli assi più forti, dando origine a rami di penultimo ordine, i quali si legano a degli assi più grandi di aspetto legnoso (Teixeira, 1954).

Montsechia vidali (Zeiller) Teixeira 1954

1902 *Pseudoasterophyllites vidali* Zeiller (*Mém. R. Ac. Sc. Y Artes de Barcelona*, tome IV, n° 26, pl. 2, fig. 1-4).

1954 *Montsechia vidali* (Zeiller) Teixeira (*Boll. Soc. Geol. du Portugal*, vol. XII, pl. I-IV, fig. 1).

1983 *Montsechia vidali* (Zeiller) Teixeira; Blanc-Louvel & Barale (*Ann. de Paleont.*, vol. 69, p. 151-174).

1991 *Montsechia vidali* (Zeiller) Teixeira; Blanc-Louvel (*Ann. de Paleont.*, vol. 77, p. 129-141).

Materiale studiato – CM 9, CM 98, CM 106, CM 107.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Assi vegetativi ramificati

Materiale studiato – M 20911.

Località – Pietraroja (Benevento)

Età – Albiano inferiore

Nota – Asse vegetativo

Materiale studiato – PE 1, PE 2.

Località – Petina (Salerno)

Età – Albiano medio

Nota – Assi frammentari

*Descrizione*¹⁸ – Si tratta di impressioni e compressioni di apparati vegetativi di individui attribuibili a *Montsechia vidali* Teixeira. Il campione (fig. 66) di dimensioni maggiori (M 20911) ha una lunghezza di circa 21 mm ed è costituito da una successione di “verticilli” di elementi fogliari denominati *bouquets* (Tav. 52, fig. 4; Tav. 53, figs. 1, 2 e fig. 68) alternati a volte ad elementi isolati (Tav 52, fig. 1).

Sul campione CM 98 (Tav. 53, figs. 1, 2; fig. 68) si osservano due strutture con morfologia ellissoidale. La struttura a sinistra della fig. 68, con limiti meglio osservabili, ha dimensioni (lunghezza per larghezza di circa 350 per 250 μm (fig. 68 a sinistra dell'immagine).

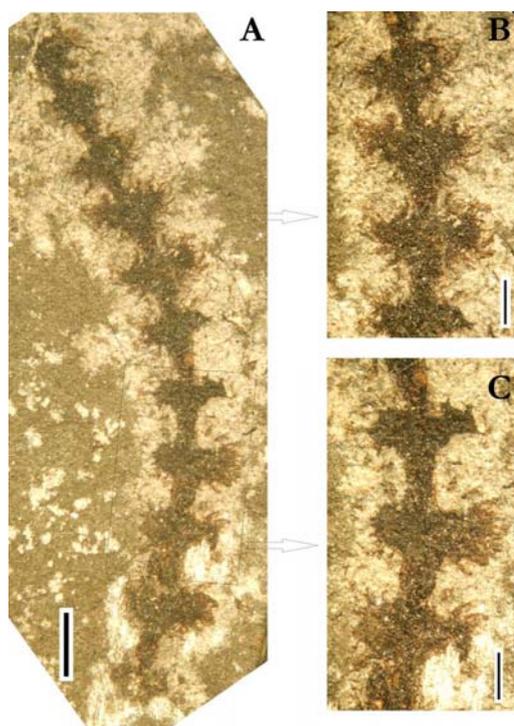


Fig. 66. M 20911. *Montsechia vidali*. Albiano inferiore, Pietraroja. A: asse di ultimo ordine mostrante 11 *bouquets* di elementi fogliari. B e C: ingrandimenti di A. Per A la scala equivale a 2 mm; per B e C la scala equivale a 1 mm.

¹⁸ Per la descrizione degli esemplari attribuiti a *Montsechia vidali* si fa riferimento alla terminologia adottata da Blanc-Louvel & Barale (1983).

Tutti i campioni presentano un asse principale più robusto alla base che si rastrema gradualmente fino alla parte distale. Il campione M 20911 presenta un asse che alla base ha uno spessore di circa 0,5 mm che si rastrema gradualmente verso la parte distale, raggiungendo uno spessore di 0,4 mm. Secondo Blanc-Louvel & Barale (1983) l'aspetto "tormentato" della pianta deriva dal fatto che sulla gran parte della loro direzione, gli assi non sono rettilinei. Le foglie sono sessili, allungate e presentano il margine intero: la loro lunghezza non è mai superiore a 1,5 mm di lunghezza. Le foglie sono incurvate verso l'alto, sono leggermente ristrette alla base e presentano l'apice arrotondato. Nel campione M 20911 le foglie sono parzialmente preservate (fig. 66); il campione CM 9 invece permette di osservare bene i *bouquets* e la morfologia fogliare (Tav. 52, figs. 1-4). Per tutti i campioni non sono state osservate nervature. L'analisi di frammenti di cuticola osservati al SEM (Tav. 52, fig. 5; Tav. 53, figs. 5-10) e l'osservazione di calchi (*peel*) effettuati con il collodio (Tav. 54, figs 2-12; fig. 68) ha consentito di visualizzare la morfologia delle cellule epidermiche. Queste possono essere divise fondamentalmente in due gruppi morfologici. Nel primo caso si osservano cellule isodiametriche senza preciso orientamento (Tav. 53 figs. 8, 10) mentre nel secondo, si osservano cellule orientate in file longitudinali che presentano differenza più o meno marcata del rapporto lunghezza-larghezza (Tav. 53, fig. 9; Tav. 54, figs. 4 e 12). Probabilmente le cellule allungate costituiscono l'epidermide di fasci vascolari. Non sono stati osservati apparati stomatici.

Discussione – La morfologia generale e le dimensioni degli esemplari rinvenuti consentono di ascrivere il materiale alla specie *Montsechia vidali* Zeiller.

Montsechia vidalii (Zeiller) Teixeira è un megaresto di pianta fossile trovato nei calcari litografici Barremmiani del "Pyrenean Basin" di El Montsec de Rubiès e dell'"Eastern Iberian Basin" di Las Hoyas (Daviero-Gomez *et al.*, 2006): entrambe località spagnole.

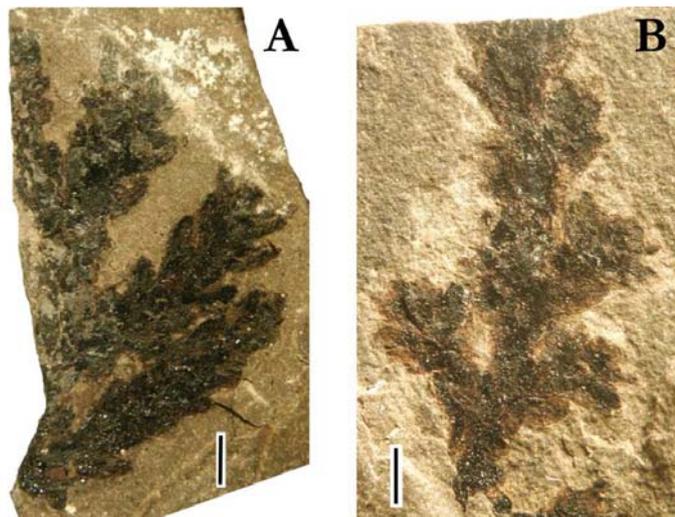


Fig. 67. *Montsechia vidali*. **A**: PE 1. **B**: PE 2. Albiano medio, Petina. Assi vegetativi con bouquets di elementi fogliari più o meno ben conservati. Per entrambe le foto la scala equivale a 2 mm.

M. vidalii fu assegnata alle conifere (Zeiller, 1902), alle sfenofite (Ménendez-Amor, 1951), alle angiosperme (Teixeira, 1954; Blanc-Louvel & Barale, 1983); alle briofite (Blanc-Louvel 1991) e successivamente alle angiosperme (Daviero-Gomez *et al.*, 2006; Martín-Closas *et al.*, 2007).

Come già affermato da Blanc-Louvel & Barale (1983), il materiale sembra appartenere ad una pianta di dimensioni modeste.

La struttura (campione CM 98) evidenziata nella fig. 68 è collocata a livello di un nodo, in corrispondenza di brattee disposte terminalmente rispetto al frammento. La ridotta dimensione della struttura ellissoidale, nonostante la sua posizione sia compatibile con quella di una struttura riproduttiva, non permette di definire in tal senso la determinazione lasciando aperta l'ipotesi alternativa di ostracodi.

Grandi accumuli di materia organica associati a ritrovamenti di *M. vidalii*, assi sottili, cuticola sottile e pochi stomi lasciano pensare ad un ambiente di tipo acquatico (Daviero-Gomez *et al.*, 2006).

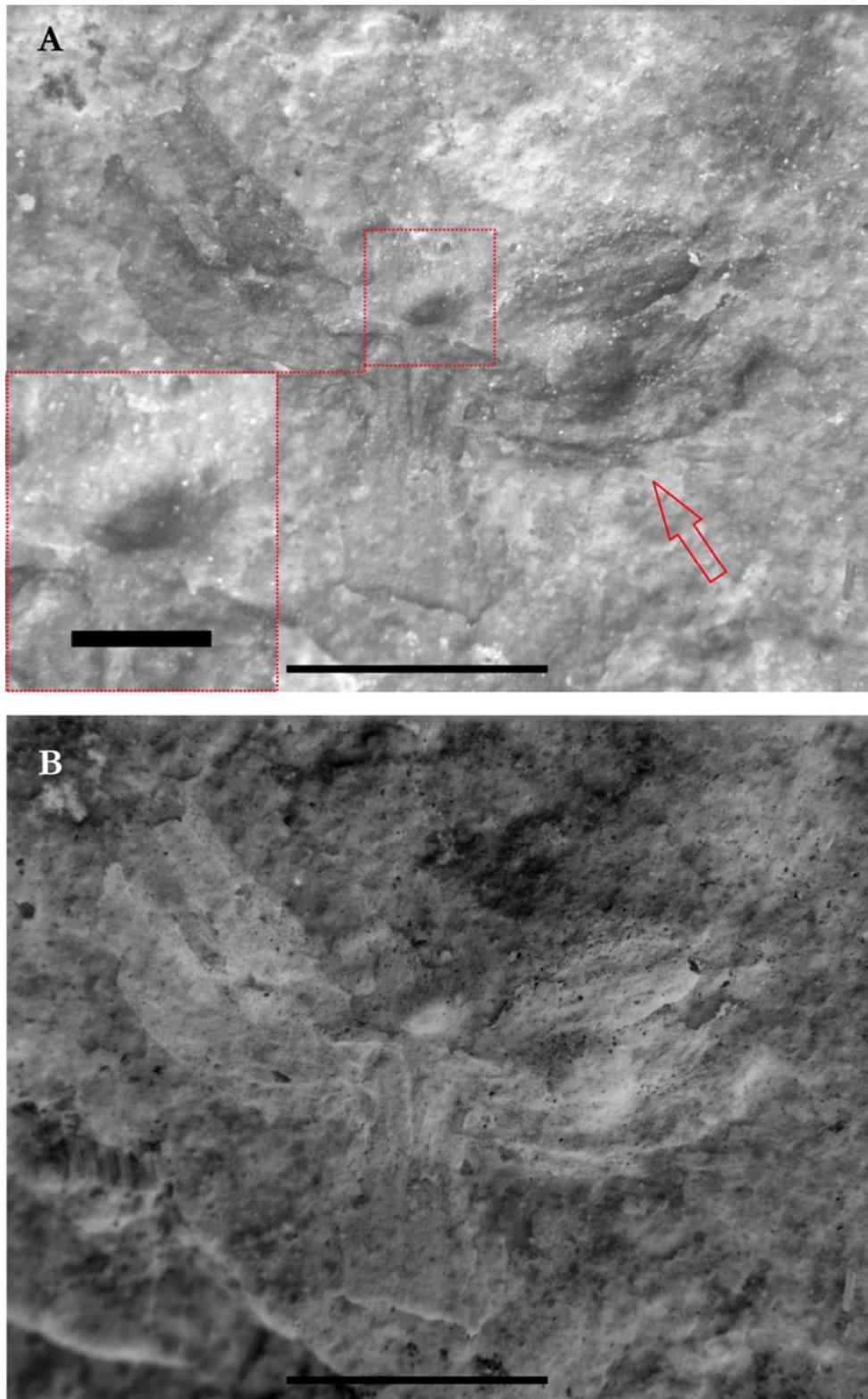


Fig. 68. CM 98. *Montsechia vidali*. Aptiano superiore, Cusano Mutri. **A e B**: frammento di asse. Per le foto A e B la scala equivale a 1 mm; per il particolare a sinistra evidenziato con le linee rosse tratteggiate la scala equivale a 250 μ m.

Genere *Sapindopsis* Fontaine, 1889

Considerazione sul genere – Il genere-forma *Sapindopsis* Fontaine, 1889 istituito su frammenti di foglie fossili provenienti da sedimenti dell’Albiano medio di Washington, D.C., è stato recentemente rivisto da Dilcher & Basson (1990) che ne hanno precisato le caratteristiche morfologiche sulla base di nuovi ritrovamenti provenienti dai sedimenti del Cenomaniano del Libano. Attualmente, *Sapindopsis* è riportato come un genere-forma costituito da foglie pari o impari-pennate, presentante distalmente lobi più o meno uniti alla base oppure foliole con lamina decorrente al rachide fogliare e proseguita su entrambi i lati del rachide. Le nervature primarie dei lobi divergono dal rachide ad intervalli leggermente sfalsati presentando quindi una innervazione palinactinodroma (Dilcher & Basson, 1990). Nell’inserzione delle foliole più basali la lamina tende a passare da decorrente a picciolate. Le foliole sono da ellittiche a lanceolate, solitamente revolute con ampia nervatura centrale che si estende fino all’apice di ciascuna foliola; le nervature secondarie divergono a vari angoli dalla nervatura centrale e raggiungono il margine della foliola riunendosi alla nervatura secondaria adiacente, solitamente con la formazione di uno schema di archi captodromo. Può essere presente una base fogliare allargata, o un allargamento della base del picciolo (Dilcher & Basson, 1990).

Sapindopsis presenta una notevole variabilità nella morfologia generale e nel grado di decorrenza della lamina delle foliole lungo il rachide (Crane, 1989; Hickey & Doyle, 1977; Meyen, 1987), in particolare i resti fossili possono presentare foliole terminali fuse a formare lobi e lamina decorrente lungo il rachide oppure foliole terminali raramente fuse e foliole generalmente picciolate, inoltre foglie di varie specie di *Sapindopsis* sembrano essere associabili a diversi tipi di strutture riproduttive di angiosperme (Dilcher & Basson, 1990).

Sapindopsis sp.

Tavola 55

Materiale studiato – MV 6, MV 10, MV 11, MV 12, MV 14, MV 15, MV 18, MV 21, MV 24,
MV 32, MV 42, MV 49, MV 51, MV 53.

Località – Magliano Vetere (Salerno)

Età – Cenomaniano medio

Nota – Impressioni di foglie

Descrizione – Il materiale è costituito da foliole frammentarie e da due sole foglie. Il campione meglio preservato [MV 53, (Tav. 55, fig. 14; fig. 69)] è una foglia incompleta costituita da 4 foliole² che presentano tra loro un angolo variabile compreso tra 6 e 38°. La foliola meglio preservata (fig. 69) ha una lunghezza di 5 cm ed una larghezza di 1,5 cm mancante dell'apice e del picciolo; presenta una nervatura più o meno ben preservata costituita da una nervatura principale ben marcata con delle nervature secondarie che raggiungono una nervatura marginale osservabile nella fig. 69 (nervatura di tipo camptodromo). L'estremità delle foliole è acuminato (Tav. 55, fig. 7). I *peel* effettuati non hanno consentito di riscontrare caratteristiche epidermiche.

Discussione – Gli esemplari rinvenuti sono delle impressioni. Sulla base dei caratteri riscontrati, come osservato da Bravi *et al.* (2004), il materiale potrebbe essere attribuibile ad una forma di *Sapindopsis* caratterizzata da una parziale riduzione della decorrenza della lamina lungo il rachide, simile a *Sapindopsis* sp. descritta da Hockey & Doyle (1977) nell'Albiano di Brooke, Virginia. Comunque, il materiale è comparabile altresì con *Sapindopsis anbouryi* Dilcher & Basson del Libano. Durante la raccolta del materiale (2005) non sono state riscontrate foglie complete (Tav. 55), ma Bravi *et al.* (2004) hanno segnalato la presenza di un frammento di foglia pinnatifida¹⁹. Comunque, le condizioni di preservazione del materiale non consentono di attribuire il materiale ad una data specie.

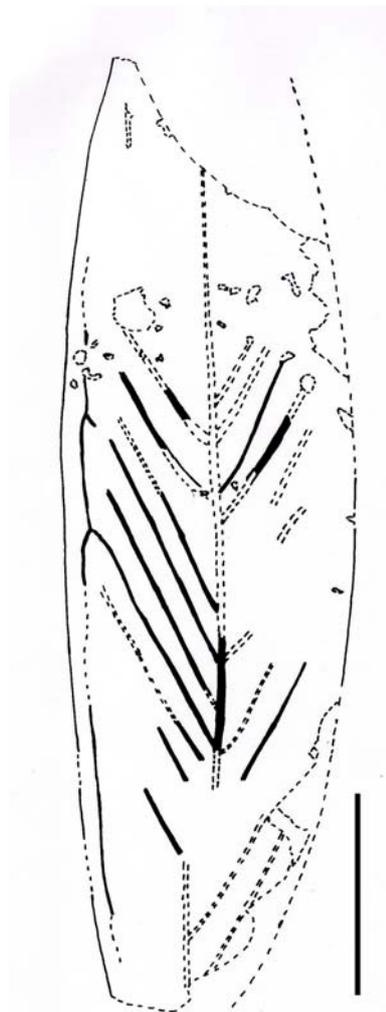


Fig. 69. *Sapindopsis* sp. MV 53 a. Cenomaniano medio, Magliano Vetere. Disegno interpretativo di una foliola che fa parte di una foglia costituita da 4 foliole? Esemplare con nervature di tipo camptodromo. La scala equivale ad 1 cm.

¹⁹ Successivamente (luglio 2007) nel corso di scavi finalizzati alla raccolta di materiale per la realizzazione di un Museo Paleontologico, il sottoscritto insieme a Bravi S. ha riscontrato nel giacimento numerose foglie presentanti da 4 a 5 foliole.

Angiosperma 1

Fig. 70

Materiale studiato – P 33 b, P 38, P 50, P 61 a 3, P 74, P 82, P 99.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Foglie presentanti un'unica nervatura centrale

Descrizione – Foglie spesse, coriacee, di forma lanceolata, picciolate, con apici delle foglie generalmente arrotondati o appuntiti (P 50; fig. 70.3) con margine intero.

Discussione – I campioni si presentano come delle compressioni. Tutti gli esemplari tranne P

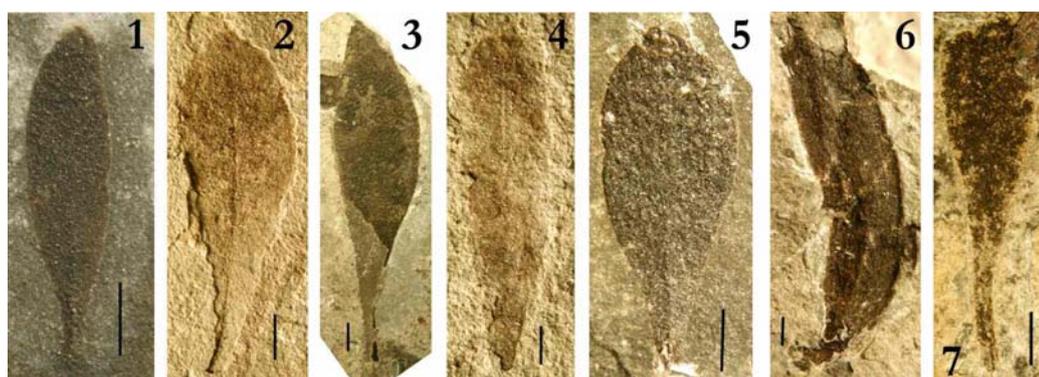


Fig. 70. Foglie di angiosperme. 1: P 33. 2: P 38. 3: P 50. 4: P 61 a 3. 5: P 74. 6: P 82 7: P 99. Aptiano inferiore-medio, Profeti. Per tutte le immagini la scala equivale a 2 mm.

82 presentano una morfologia molto prossima ad alcune foglie rinvenute per il Cretacico inferiore della Dakota Formation (Wang & Dilcher, 2006). Probabilmente queste erano parte di foglie composte. Il cattivo stato di conservazione del reperto non consente di attribuire il materiale.

Angiosperma 2

Fig. 71

Materiale studiato – CM 1.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Foglia frammentaria

Descrizione – Foglia frammentaria con margine della lamina mal definito. Picciolo mancante. Dalla nervatura primaria si dipartono le nervature secondarie che si biforcano per dare origine a nervature di 3° ordine molto sottili (fig. 70).

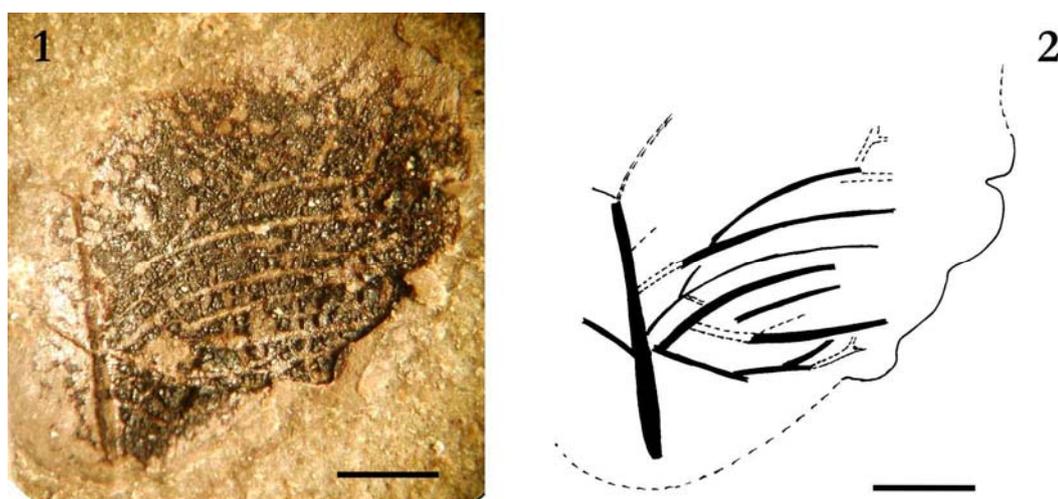


Fig. 71. CM 1. Angiosperme 2. Aptiano superiore, Cusano Mutri. 1: foglia di angiosperma. 2: disegno interpretativo. Per entrambe la scala equivale a 1 mm.

Discussione – Sebbene il campione sia in cattivo stato di conservazione, almeno relativamente al tipo di nervature, presenta delle analogie con la specie *Dicotilophyllum fragile* Dilcher & Wang. Secondo questi ultimi (Dilcher & Wang, 2006) le caratteristiche morfologiche della specie da loro descritta, indicherebbero un possibile *habitus* erbaceo.

Angiosperma 3

Fig. 72

Materiale studiato – CM 58.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Impronta e controimpronta di foglia

Descrizione – Impressione di una foglia lunga 27 mm e larga 5 mm (parte distale) costituita da impronta e controimpronta con picciolo ed apice leggermente mucronato (fig. 71).

Discussione – L'esemplare rassomiglia a *Phyllites proteacea* Bozzi nelle dimensioni e morfologia generale, ma nel campione CM 58 non è presente la nervatura centrale. Il cattivo stato di conservazione non consente di attribuire il campione neanche a livello di genere.



Fig. 72. Angiosperma 3. CM 58. Aptiano superiore, Cusano Mutri. Foglia di angiosperma. La scala equivale a 5 mm.

Legno

Genere *Cupressinoxylon* ?

Tav. 56, figs. 1-6

Materiale studiato – CM 53, CM 108.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano superiore

Nota – Materiale conservato sotto forma di *fusain*

Descrizione – Tracheidi disperse (Tav. 56, figs. 1, 2) osservate secondo un piano radiale e presentanti punteggiature areolate sulle superfici tangenziali. Le punteggiature radiali delle tracheidi sono disposte in serie verticali (punteggiature uniseriate). Si tratta di punteggiature

areolate circolari più o meno regolarmente spaziate (Tav. 56, figs. 3-6). Il diametro medio delle punteggiature radiali è compreso tra i 12 ed i 14 μm . Non sono state osservate tracheidi secondo un piano trasversale.

Discussione – Il genere *Cupressinoxylon* è stato istituito da Goeppert nel 1850. Il legno appartenente a questo genere presenta le pareti radiali delle tracheidi ricoperte da punteggiature di tipo abietinico. Le cellule dei campi di accrescimento presentano punteggiature di tipo cupressoide. La parete delle cellule dei raggi è liscia. Il parenchima legnoso è abbondante (Barale, 1981).

A parte gli elementi delle tracheidi con punteggiature areolate, allo stato attuale non sono stati osservati ulteriori caratteri diagnostici per confermare l'attribuzione generica del materiale che viene in questa sede attribuito dubitativamente al genere *Cupressinoxylon*.

Si tratta di tracheidi con pareti radiali presentanti puntuneggiature areolate. Tali elementi, di colore nero, con un diametro inferiore al millimetro ed una lunghezza media di circa 0,5-1 cm, si trovano su numerose superfici di strato del giacimento di Cusano Mutri, condizionandone a volte anche il colore.

Gli elementi in questione si rinvengono di regola sulle superfici di strato marnose e non presentano un'orientazione preferenziale (Tav. 56, fig. 1). Pare che tali elementi si trovino allo stato di *fusain*²⁰ e che siano il risultato di una combustione completa ad una relativamente bassa temperatura.

²⁰ Il fuoco è spesso considerato un agente distruttivo, in realtà promuove la fossilizzazione (Scott, 1989). Il processo di combustione preserva più frequentemente integre e riconoscibili le parti più delicate di una pianta quali fiori e foglie, piuttosto che le parti più grandi che di norma si danneggiano e si disintegrano durante la combustione. Questa apparente contraddizione si spiega considerando che piccoli volumi di combustibile si raffreddano e si spengono appena esaurita la frazione volatile lasciando un residuo carbonioso. Solo grandi volumi di combustibile come tronchi o ammassi di foglie e rami, possono mantenere la temperatura elevata per un tempo sufficiente ad ossidare e ridurre in cenere la frazione carboniosa. Questo modo di fossilizzazione ha portato alla formazione dei cosiddetti *carboni di legna naturale fossili*: i *fusain* (Raffi & Serpagli, 1999). I *fusain* sono spesso denominati anche *charcoal* (Scott, 1989).

A parte i depositi di *fusain* paleozoici, ve ne sono degli altri più recenti che presentano frammenti di legno oppure frammenti di fronde di felci carbonizzate come nel caso del Wealdean (Cretacico inferiore) dell'Isola di White (Scott, 2003). Oggi è chiaro che il fuoco ha giocato nel passato un ruolo importante in molti ecosistemi terrestri da circa 325 milioni di anni ed è importante per i geologi considerare le conseguenze nei modelli degli ecosistemi terrestri (Scott, 2003).

Frammenti di legno

Tav. 56, fig. 7

Materiale studiato – P 25.

Località – Profeti (Caserta)

Età – Aptiano inferiore-medio

Nota – Frammento di legno in cattivo stato di preservazione.

Descrizione – Frammento di legno lungo 9,5 mm e largo 5,1 mm.

Discussione – Minuti frammenti del reperto sono stati osservati al SEM e calchi effettuati col collodio al microscopio ottico, ma non sono state osservate strutture.

Tav. 56, figs. 8-11

Materiale studiato – CM 41, CM 59, CM 62, CM 74.

Località – Cusano Mutri (Benevento)

Età – Aptiano

Nota – Materiale in cattivo stato di conservazione.

Descrizione – Frammenti millimetrici di legno aventi dimensioni (lunghezza per larghezza) di 5,8 per 3,1 mm (CM 59), 5,4 per 3,2 mm (CM 62) e 3,9 per 1,9 mm (CM 74). Il campione CM 41 è stato montato su stub per l'osservazione al SEM ma non ha fornito risultati utili alla determinazione (Tav. 56, fig. 8). Per i frammenti CM 62 e CM 74 sono stati effettuati dei *peel* col collodio, ma non sono state osservate strutture (Tav. 56, fig. 9, 10). Il frammento CM 59 consente di osservare un frammento di legno secondo un piano radiale; si possono osservare tracheidi e probabili campi di accrescimento (Tav. 56, fig. 11).

Discussione – Il materiale si presenta in cattivo stato di conservazione, pertanto non è possibile ipotizzare un'attribuzione nemmeno a livello di genere. Comunque, la struttura generale, in particolar modo quella del frammento CM 59, consentono di attribuire i frammenti di legno a delle conifere.

Tab. 21. Numero di taxa descritti.

Taxon / località	Cusano Mutri (CM)	Magliano Vetere (MV)	Petina (PE)	Pietraraja (M-PI)	Profeti (P)
<i>Phlebopteris</i> ?				1	
Foliola di Bennettitale				1	
<i>Sphenobaiera</i> sp.				1	1
<i>Sphenobaiera</i> ?	1				2
Ginkgophytae ?				2	
<i>Pseudotorellia</i> sp.	1				
<i>Brachyphyllum obesum</i>				1	
<i>Brachyphyllum</i> aff. <i>obesum</i>	4				
<i>Brachyphyllum</i> aff. <i>punctatum</i>	3				
<i>Brachyphyllum</i> sp. 1					8
<i>Brachyphyllum</i> sp. 2	1				
<i>Brachyphyllum</i> sp. 3				4	
<i>Pagiophyllum</i> aff. <i>pedreranus</i>	1				
<i>Pagiophyllum</i> sp. 1	1				
<i>Pagiophyllum</i> sp. 2	1				
<i>Pagiophyllum</i> sp. 3			52		
<i>Araucarites</i> aff. <i>pedreranus</i>	1				
<i>Araucarites</i> sp.					1
<i>Araucarites</i> ? 1					1
<i>Araucarites</i> ? 2				1	
<i>Nageiopsis</i> sp. 1					44
<i>Nageiopsis</i> sp. 2	1				
<i>Nageiopsis</i> sp. 3	1				
<i>Nageiopsis</i> ?					3
<i>Frenelopsis</i> nov. sp. 1					21
Microsporofillo di un cono maschile di <i>Frenelopsis</i> nov. sp. 1					1
<i>Frenelopsis</i> nov. sp. 2	10				
<i>Frenelopsis</i> sp. 1					3
<i>Frenelopsis</i> sp. 2				9	
<i>Frenelopsis</i> sp. 3		6			

Taxon/ località	Cusano Mutri (CM)	Magliano Vetere (MV)	Petina (PE)	Pietraroja (M-PI)	Profeti (P)
<i>Frenelopsis</i> sp. 4			2		
<i>Frenelopsis</i> ? 1					8
<i>Frenelopsis</i> ? 2	19				
<i>Frenelopsis</i> ? 3				5	
<i>Frenelopsis</i> ? 4		9			
<i>Pseudofrenelopsis parceramosa</i>	2				
<i>Pseudofrenelopsis varians</i>				1	2
<i>Pseudofrenelopsis</i> sp.				1	
<i>Pseudofrenelopsis</i> ? 1	1				
<i>Pseudofrenelopsis</i> ? 2	1				
<i>Watsoniocladius</i> nov. sp.	1				
<i>Watsoniocladius</i> ? 1	1				
<i>Watsoniocladius</i> ? 2	1				
<i>Cupressinocladius</i> sp.					2
<i>Cupressinocladius</i> ?					2
<i>Podozamites</i> sp.	1				
<i>Podozamites</i> ? 1	1				
<i>Podozamites</i> ? 2	1				
<i>Dammarites</i> sp. 1	3				
<i>Dammarites</i> sp. 2		3			
Coni					3
Coni?					1
<i>Dicotylophyllum</i> sp.				2	1
<i>Montsechia vidali</i>	4		2	1	
<i>Sapindopsis</i> sp.		14			
Angiosperma 1	7				
Angiosperma 2	1				
Angiosperma 3	1				
<i>Cupressinoxylon</i> ?	2				
Frammenti di legno	4				
Totale dei campioni descritti	77	32	56	30	105

Cap. IV

Considerazioni tafonomiche e paleoecologiche

Considerazioni tafonomiche

Relativamente alle considerazioni di tipo tafonomico è possibile, almeno per quanto riguarda i resti attribuiti al genere *Frenelopsis*, operare una prima classificazione sulla base delle dimensioni dei resti rinvenuti.

I giacimenti di Pietraroja e Magliano Vetere presentano ramificazioni di grosse dimensioni che possono superare anche i 60 cm di lunghezza con gli internodi perfettamente articolati, ciò può essere messo in relazione con distacchi fisiologici degli assi (comunicazione personale con G. Barale), oppure con distacchi causati da fenomeni esogeni, ad esempio tempeste. In generale, infatti, grandi ramificazioni articolate entrano nell'ambiente deposizionale dopo eventi di tempesta (Ferguson *et al.*, 1996). E' stata ipotizzata la possibilità di distacchi fisiologici di rami anche di notevoli dimensioni quale risposta ad episodi di aridità prolungata (G. Barale, comunicazione personale).

E' sicuramente difficile stabilire la distanza dall'area di approvvigionamento, ma la presenza di grosse ramificazioni a Magliano Vetere e Pietraroja con internodi perfettamente connessi, suggerisce che queste piante vivessero in prossimità del sito di fossilizzazione degli assi.

Tale considerazione potrebbe essere supportata dal fatto che numerosi resti di vertebrati, a volte anche di grosse dimensioni (coccodrilli) sono perfettamente conservati.

In particolare, per il giacimento albiano di Pietraroja, probabili condizioni anossiche ed il rapido seppellimento hanno consentito un'eccellente preservazione del materiale consentendo di mantenere il volume originario (comunicazione personale con G. Barale) dei frammenti di assi (genere *Frenelopsis*) o delle foglie con cuticola.

Probabilmente, il materiale di Magliano Vetere, non è andato incontro a rapido seppellimento ad opera del sedimento incassante. Tale ipotesi è supportata dalla mancanza di cuticola e dalla scomparsa, sulla matrice incassante, delle caratteristiche microscopiche della cuticola stessa. Probabilmente ciò avveniva in ambiente di tipo anossico, per l'azione di batteri anaerobi che operavano la degradazione della cuticola sui frammenti immersi in acqua e non ancora ricoperti da sedimento. Pertanto si può ipotizzare che *Frenelopsis* sp. di Magliano Vetere crescesse in prossimità della zona di seppellimento.

Relativamente ai giacimenti di Profeti, Cusano Mutri e Petina, invece, il materiale è costituito essenzialmente da internodi disarticolati. Da evidenziare una parziale persistenza delle connessioni anatomiche nel giacimento di Cusano Mutri in cui si osservano assi costituiti da un massimo di otto internodi (vedi Tavole 25 e 26).

Per Profeti, le compressioni di cuticole di *Frenelopsis* costituiscono le sole cuticole riscontrate finora dopo la macerazione chimica. Esse consistono di internodi disarticolati con a volte tagli trasversali sia a livello dei nodi che degli internodi.

La fine laminazione riscontrabile nelle rocce dell'affioramento di Cusano Mutri fa pensare a resti che sono stati precocemente interrati da un esiguo spessore di sedimenti, consentendo ad organismi che operano in ambiente aerobico e nei primi millimetri di sedimento di operare una degradazione parziale della cuticola (ciò si evince anche dall'esiguo spessore delle lamine in cui i resti di tali organismi sono conservati) ed una disarticolazione degli elementi.

Sulla base di numerose considerazioni è possibile ipotizzare che il materiale di Cusano Mutri sia stato oggetto di trasporto o comunque di una corrente di fondo che ha orientato il materiale in carico. Infatti, si osservano spesso fenomeni di isorientazione (fig. 73) e numerosi livelli sono ricchi di scaglie disarticolate appartenenti a *Lepidotes* sp. (fig. 74, immagini A, B, C). A questi si aggiungono pochi scheletri completi di piccoli esemplari di *Lepidotes* sp. (fig. 74, immagine D).

Relativamente ai frammenti di cuticola, si osserva una distribuzione unimodale che comprende segmenti con una lunghezza media di 4 cm (minima: 1,1 mm; massima: 11,1



Fig. 73. Isorientazione osservabile per i tre esemplari.

cm). I resti cuticolari non presentano una orientazione preferenziale. Per questo giacimento, almeno relativamente ai livelli da cui provengono gli

ammassi di cuticole, si può pensare quindi ad una selezione per trasporto. Questa distribuzione è simile a quella osservata in esperimenti sulla rottura meccanica effettuati da Ferguson (1985).

Per il giacimento di Petina, l'assenza di elementi vegetali di grandi dimensioni e la presenza di assi riconducibili al genere *Pagiophyllum* con una dimensione che normalmente non supera i 3 cm, consente di ipotizzare un trasporto per selezione nel corso delle tappe biostratinomiche.

In particolare, la pinna rinvenuta a Pietraraja attribuita dubitativamente al genere *Plebopteris* (Bartirromo *et al.*, 2006) presenta buone condizioni di articolazione. Tale condizione avvalorava l'ipotesi, avanzata relativamente alle grandi ramificazioni appartenenti al genere *Frenelopsis*, che l'area sorgente del materiale vegetale era molto prossima al bacino

di sedimentazione di “Pietraraja”. Ciò è confermato altresì dall’elevato grado di conservazione dei vertebrati terrestri rinvenuti nel giacimento¹.

In conclusione, il materiale di Profeti e Petina ed in minor grado quello di Cusano Mutri, mostrano un più alto grado di alloctonia rispetto a quello di Magliano Vetere e Pietraraja.

E’ importante constatare, ad esclusione del giacimento di Magliano Vetere (Cenomaniano), il carattere essenzialmente xeromorfo dei cinque fossil-lagerstätten.

Ciò è confermato, in particolar modo, dai caratteri riscontrati nei campioni attribuiti al genere *Frenelopsis* del giacimento di Profeti (Aptiano inferiore), dove, piccole foglie a



Fig. 74. CM 127. Cusano Mutri, Aptiano superiore. **A**: Campione contenente resti di *Lepidotes* sp. Le foto **B** e **C** rappresentano degli ingrandimenti di A e consentono di osservare i resti delle carcasse di *Lepidotes* sp. parzialmente disarticolate e dislocate in funzione delle modalità di deposizione e/o di assestamento del sedimento (*slumps?* paleocorrenti?). **D**: *Lepidotes* sp. Per A, B e C i segmenti equivalgono a 1 mm; per D la scala equivale a 5 mm.

forma di scaglie, spesse cuticole e stomi provvisti di papille con cellule di guardia infossate, pareti cellulari molto spesse, costituiscono chiari segni di adattamento ad un ambiente di tipo xerico. In particolare, *Pseudofrenelopsis varians* mostra un elevato adattamento xeromorfo (Gomez, 2001). Inoltre, il genere *Cupressinocladus* riscontrato nel giacimento è considerato da Francis (1983) un componente delle foreste a conifere. Probabilmente

¹ In Appendice I si riporta la lista degli organismi descritti per questo giacimento.

queste foreste si sviluppavano sulle zone più aride delle aree emerse piuttosto che in prossimità di fiumi.

Nel giacimento di Cusano Mutri sono presenti, tra le altre, le seguenti entità: *Brachyphyllum*, *Pseudofrenelopsis parceramosa*, *Watsoniocladius* nov. sp. e di *Montsechia vidali*, forme adattate a diversi gradi di aridità ambientale (massima per *Brachyphyllum*). *P. parceramosa* e *Watsoniocladius* vengono considerate forme vegetali adattate ad una elevata variabilità stagionale della disponibilità di acqua, o per effetto dell'aridità o per effetto della concentrazione di acque salmastre (Francis, 1983; Axsmith, 2006). *Montsechia vidali* è attualmente considerata un'angiosperma di acqua dolce (Daviero-Gomez *et al.*, 2006). Le apparenti contraddizioni relative agli adattamenti delle forme vegetali ritrovate nel giacimento Aptiano di Cusano Mutri sono presenti anche in altri giacimenti caratterizzati da una composizione paleofloristica simile (Francis, 1983).

In base ai dati ottenuti si può ipotizzare per questo giacimento quello di un habitat di tipo costiero o un delta fluviale con barriere sabbiose che creavano le premesse per periodici isolamenti degli specchi d'acqua.

Le faune ad ostracodi riscontrate nel giacimento sono composte da associazioni fortemente oligotipiche, in alcuni casi probabilmente monospecifiche. Tale osservazione è compatibile (per analogia di dati con faune recenti) ad un paleoambiente salmastro influenzato tanto dal mare quanto da apporti di acque continentali (comunicazione personale di G. Aiello e D. Barra).

Per il giacimento di Pietraroja, seppur presenti forme con elevato adattamento xeromorfo, cambia la frequenza delle forme con adattamenti xeromorfici rispetto a quelle che segnalano la presenza di ambienti con una relativa disponibilità di acqua.

In particolare, il ritrovamento nel giacimento di Pietraroja di una pteridofita (*Phlebopteris* ?) ad opera di Bartiromo *et al.* (1996) e di *Montsechia vidali*, permette di ipotizzare un locale aumento di disponibilità di acqua; ciò è concorde con la considerazione fatta da Vakhrameev (1988) sul fatto che durante l'Albiano, il clima nella Regione Euro-Siniana stava diventando più umido.

Nonostante il ritrovamento di un unico campione di pteridofita, considerato il basso potenziale di preservazione della cuticola di tali organismi vegetali, probabilmente questa felce costituiva comunque un componente cospicuo dell'area di Pietraroja".

Per il giacimento albiano di Petina si osserva una netta predominanza di conifere (*Pagiophyllum*) presentanti caratteri xeromorfici. La presenza di *Montsechia vidali* testimonia la presenza, almeno in certi periodi dell'anno, di locali specchi d'acqua dolce.

Per il giacimento cenomaniano di Magliano Vetere, la presenza dei generi *Frenelopsis* e *Sapindopsis* testimonia un ambiente moderatamente arido.

Non è possibile individuare nei frammenti lignei esaminati (Profeti, Cusano Mutri e Pietraraja) i limiti delle cerchie annuali.

I giacimenti di Pietraraja, Profeti, Cusano Mutri e Petina complessivamente di età Aptiano – Albiano, forniscono un quadro completo di organismi terrestri e marini o comunque acquatici presenti in questo settore della Tetide ed in questo periodo.

In termini generali si può affermare che la flora descritta per i cinque giacimenti è molto simile a quella trovata per il Cretacico inferiore di altri affioramenti Cretacici europei (Francis, 1983;).

La presenza di adattamenti xerofitici nelle piante fossili rinvenute nei 4 giacimenti aptiano-albiani ed in alcune forme presenti nel giacimento cenomaniano di Magliano Vetere (la presenza di grandi ramificazioni attribuite a *Frenelopsis* sp.), potrebbe anche essere legata, come riscontrato da Gomez *et al.* (1999) per il giacimento lignitifero cretacico della Formazione Escucha in Spagna, ad uno stress idrico nell'ambito di suoli salini. Ma questa ipotesi non può essere direttamente applicata ai giacimenti in studio 1) per la generale condizione xerofitica delle piante rinvenute, 2) per la relativa grande distanza che intercorre tra i cinque giacimenti studiati quantificabile in molte decine di chilometri e 3) per il divario cronologico esistente tra i vari giacimenti.

Tutti i fossili analizzati nonostante la relativa distanza geografica e cronologica presentano adattamenti xerici tali da testimoniare l'esistenza di un ambiente prevalentemente arido. Comunque non si esclude l'eventuale influenza di acque salmastre che avrebbero potuto causare un aumento dello stress idrico.

Nel giacimento di Cusano Mutri sono stati rinvenuti frammenti di tracheidi disperse sotto forma di *fusain* presumibilmente attribuibili al genere *Cupressinoxylon*. La presenza di *fusain* testimonierebbe il verificarsi di incendi naturali. Comparazioni con l'attuale (Stewart, 1972) consentono di osservare sulla Terra lo svilupparsi ogni giorno di circa 10.000 temporali che provocano circa 100.000 fulmini. Pertanto non è escluso che nel Cretacico inferiore, in questo settore della Tetide potessero svilupparsi degli incendi naturali

alimentati, come sostiene Watson (1996), anche dalla resina delle conifere accumulate ai piedi degli alberi sotto forma di *debris*.

Ciò costituisce un'ulteriore prova che nell'area prossima al bacino di sedimentazione vi fossero degli alberi, probabilmente anche di grosse dimensioni.

L'analisi dei macroresti fin qui effettuata (Tab. 22) costituisce una base per successivi studi di tipo palinologico. Infatti, su queste aree, relativamente al Cretacico, non è stata mai compiuta alcuna analisi palinologica, pertanto non è possibile effettuare una comparazione con altri giacimenti coevi. Quindi, la valutazione paleoecologia relativa ai cinque giacimenti in studio, al momento, si basa esclusivamente sui macroresti studiati nel corso di questa Tesi di Dottorato.

Il ritrovamento di numerosi esemplari di conifere con foglie scagliiformi presentanti adattamenti xeromorfici² (*Frenelopsis*, *Pseudofrenelopsis* e *Watsoniocladus*) è concorde con le ipotesi effettuate da Francis (1983) e Vachrameev (1970), secondo cui le Cheirolepidiaceae erano piante (alberi e/o arbusti) adattate alla siccità. Il carattere xeromorfico delle conifere rinvenute nei cinque giacimenti consente quindi di ipotizzare un clima arido, probabilmente di tipo mediterraneo, ma con un notevole grado di aridità.

² Vedi le caratteristiche epidermiche (cuticole con spessore elevato, stomi infossati e dotati di papille, ecc.) riscontrate per il materiale studiato.

Tab. 22. Taxa identificati per i cinque giacimenti studiati.

	Cusano Mutri	Pietraroja	Profeti	Petina	Magliano Vetere
Taxa					
<i>Sphenobaiera</i> sp.					
<i>Pseudotorellia</i> sp.					
<i>Brachyphyllum obesum</i>					
<i>Brachyphyllum</i> aff. <i>obesum</i>					
<i>Brachyphyllum</i> aff. <i>punctatum</i>					
<i>Brachyphyllum punctatum</i> ?					
<i>Brachyphyllum</i> sp.					
<i>Pagiophyllum</i> aff. <i>pedreranus</i>					
<i>Pagiophyllum</i> sp.					
<i>Araucarites</i> aff. <i>pedreranus</i>					
<i>Nageiopsis</i> sp.					
<i>Frenelopsis</i> nov. sp. 1					
<i>Frenelopsis</i> nov. sp. 2					
<i>Frenelopsis</i> sp. 1					
<i>Frenelopsis</i> sp. 2					
<i>Frenelopsis</i> sp. 3					
<i>Frenelopsis</i> sp. 4					
<i>Pseudofrenelopsis varians</i>					
<i>Pseudofrenelopsis parceramosa</i>					
<i>Pseudofrenelopsis</i> sp.					
<i>Watsoniocladius</i> nov. sp.					
<i>Cupressinocladius</i> sp.					
<i>Podozamites</i> sp.					
<i>Dammarites</i> sp.					
<i>Dicotilophyllum</i> sp.					
<i>Montsechia vidali</i>					
<i>Sapindopsis</i> sp.					

Cap. V

Aspetti paleogeografici e comparazioni con flore coeve

I Fossil-Lagerstätten oggetto di questo studio hanno un'età compresa tra l'Aptiano ed il Cenomaniano. I quadri paleogeografici proposti da Dercourt *et al.* (1993) riferiti all'Aptiano (fig. 75) ed al Cenomaniano (fig. 76) ipotizzavano l'assenza di terre emerse nell'ambito della Piattaforma Carbonatica Appenninica. Studi successivi (Bravi, 1996, 1998, 2000; Bravi *et al.* 2004; D'Argenio *et al.*, 1987) effettuati sulla base di osservazioni a carattere paleontologico e sedimentologico ipotizzano la presenza di terre emerse.

Non è possibile stabilire se le terre emerse presenti nell'Aptiano siano state presenti con continuità anche nell'Albiano e nel Cenomaniano. Pertanto, per ciascun periodo si riportano le posizioni relative ai diversi giacimenti ubicati, con ogni probabilità, in prossimità di terre emerse. La lacuna stratigrafica bauxitica (D'Argenio, 1987) riscontrata nell'Appennino meridionale rappresenta ad ogni modo un periodo di ampia emersione della piattaforma carbonatica Appenninica con considerevole sviluppo di aree disponibili all'impianto di vegetazione terrestre (tab. 23).

La lacuna stratigrafica (Albiano superiore-Cenomaniano superiore) è in buona parte corrispondente da un punto di vista cronologico al *range* temporale in cui rientrano numerosi giacimenti tra quelli studiati.



A = Apulia; ACP = Apennine Carbonate Platform; Ao = Alboran; Bu = Bukk; Ca = Calabria; CsP = Constantine Platform; G = Gabrov; GB = Galicia Bank; I = Ionian furrow; IM = Iberian Meseta; K = Kabylia; KaP = Karst Platform; Lm = Liticum; LnT = Lagonegro Trough; MM = Moroccan Meseta; MoB = Molise Basin; Pe = Penibetic; T = Tunisia; TeT = Tellian Trough; UMB = Umbria Marches Basin.

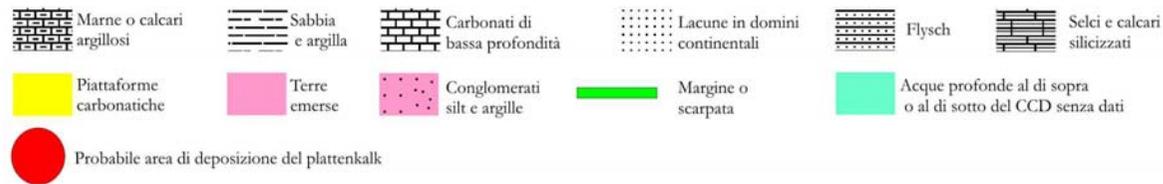


Fig. 75. Assetto paleogeografico nell'Aptiano. Da Decourt *et al.* (1993). Modificata.

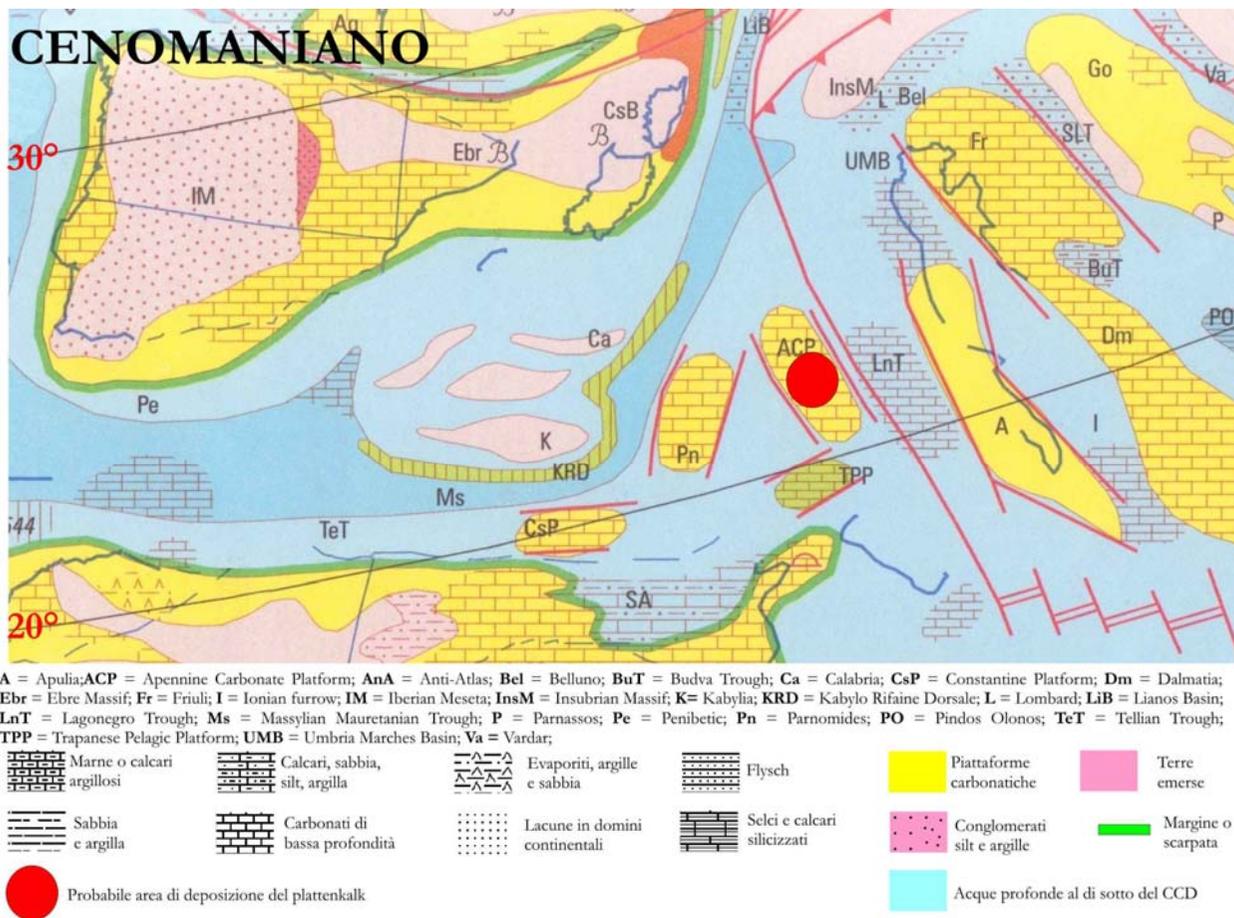


Fig. 76. Assetto paleogeografico nel Cenomaniano. Da Decourt *et al.* (1993). Modificata.

Comparazione con flore coeve

La flora riscontrata per i giacimenti del Cretacico della Campania (tab. 24) presenta una netta predominanza delle conifere rispetto alla angiosperme. Tale condizione rispecchia strettamente quella presente in giacimenti coevi della Provincia Paleofloristica Euro-Siniana (Vakhrameev, 1991).

Prima di effettuare una comparazione con i giacimenti meglio conosciuti è opportuno riassumere la composizione floristica della Regione Euro Siniana così come riportata da Vakhrameev (1991).

I generi *Frenelopsis* e *Pseudofrenelopsis* sono stati riscontrati in molte località. La flora dell'Albiano superiore di Kanev è rappresentata da due famiglie: le Cheirolepidiaceae (*Frenelopsis kaneviensis* e *Brachyphyllum squamosum*) e dalle Taxodiaceae. Nell'Albiano della Francia sono stati riscontrati assi e coni di *Araucarites* ed antiche Pinaceae. La flora albiana del Portogallo (Strata Buarcos) e Spagna (Asturia, Cuenca) presentano rare Bennettitales (*Zamites* sp.), Cheirolepidiaceae (*Frenelopsis* e *Pseudofrenelopsis*) insieme ad altre conifere (*Sphenolepis*, *Podozamites*, *Sequoia*). Le angiosperme presentano una nervatura asimmetrica. Località aptiane ed albiane situate tra l'Europa e l'Asia (Georgia ed Azerbaijan) presentano numerosi depositi marini, datati attraverso specifici organismi animali, in cui sono state rinvenute fronde di *Cladophlebis*, *Phlebopteris* sp., *Sagenopteris*, come pure assi di *Pagiophyllum* e resti di *Araucarites*. Nella regione compresa tra gli stati del Colorado e dello Utah (Burro Canyon) sono stati rinvenuti resti di *Frenelopsis* e *Brachyphyllum*. Nella Glen Rose Formation è stato rinvenuto il genere *Glenrosa* (Watson & Fischer, 1984) con caratteristiche epidermiche che suggeriscono un adattamento ad un clima arido. Quest'ultimo taxon è stato rinvenuto insieme a resti di *Frenelopsis alata* e *Pseudofrenelopsis*. Nel Cretacico superiore dell'Alaska e nell'area Nord-Est della ex USSR sono stati riscontrati *Brachyphyllum* e *Frenelopsis* (Watson, 1977; Upchurch & Doyle) insieme a resti di *Abietites*, *Sphenolepis*, *Arthrotaxopsis* e *Sequoia* (Vakhrameev, 1988).

Nel "Second Complex" della Formazione Patapsco di età albiana, Doyle & Hickey (1976) hanno riscontrato numerose angiosperme tra cui *Sapindopsis*. In Europa si riscontrano la Matoniaceae *Phlebopteris* e *Matonidium*.

Il raffronto tra la flora campana e quelle spagnole, inglesi ed americane, permette di evidenziare notevoli similarità.

In particolare, la flora campana presenta grandi analogie con quella del Wealden in cui sono state riscontrate le seguenti specie:

Circonitella knowltonii, *Thalites valdensis*, *Thalites catenelloides* *Hepaticites zeilleri* *Hepaticites ruffordii*, *Equisetum burchardtii* *Equisetites yokoyamae*, *Equisetites hyllii?* *Phyllothea* sp., *Lycopodites hannahensis*, *Selaginella dawsonii*, *Isoetes* sp., *Cladophlebis* spp., *Ruffordia goeppertii*, *Pelletixia valdensis*, *Gleichenites nordenskiöldii* *Matonidium goeppertii*, *Phlebopteris*, *Hausmannia dicotoma*, *Onychiopsis psilotoides*, ?*Coniopteris* sp., *Protopteris* sp., *Weichselia reticulata*, *Tempsyka schimperi*, *Aspidistes sewardii*, *Sagenopteris mantellii*, *Pachypteris lanceolata*, *Becklesia anomala*, *Becklesia solcata*, *Becklesia* sp. nov. *Becklesia* sp., *Nilssonia schauenburgensis*, *Paracycas* sp., ?*Ctenis* sp., ?*Ctenis* sp., *Pseudoctenis* sp. nov., ?*Pseudoctenis* sp., ?*Pseudoctenis* sp., ?*Almargemia* sp., *Pseudocycas saportae*, *Pseudocycas roemeri*, *Pseudocycas lesleyae*, *Zamites carruthersii*, *Zamites dowellii*, *Zamites corderi*, *Ptilophyllum sirkenethii*, *Ptilophyllum sibleyae*, *Ptilophyllum marksilveri*, *Pterophyllum fontarianum*, *Zamites nicolae*, *Zamites wendyellisae*, *Ptilophyllum sirfredii*, *Ptilophyllum ashleyi*, *Pterophyllum brongniartii*, *Nilsoniopteris waterhouseii*, *Otozamites titaniae*, *Zamites manoniae*, *Zamites notokenensis*, *Zamites tatiana*, ?*Zamites* sp. *Pterophyllum hyllianum*, ?*Sphenozamites* sp. *Bennetticarpus nataliae*, *Williamsonia margotiana*, *Williamsonia cynthiae*, *Bennetticarpus madamae*, *Williamsonia carruthersii*, *Bennetticarpus* sp., *Williamsonia bryonyae*, *Bennetticarpus antoinetteae*, ?*Weltrichia* sp., *Bennettistemon valdensis*, ?*Bennettistemon* sp., *Cycadolepis crawleyana*, *Cycadolepis cedricii*, *Cycadolepis shuteana*, *Cycadolepis markii*, *Cycadolepis cromwellensis*, *Bucklandia florovia*, *Bucklandia anomala*, *Cycadeoidea dacotensis*, *Cycadeoidea gibsoniana*, *Cycadeoidea* sp., *Cycadeoidea saxbyana*, *Phoenicopsis* sp. nov., ?*Phoenicopsis* sp., ?*Baiera* sp., ?*Ginkgoites* sp., *Abietites linkii*, 5 *Pseudotorellia heterophylla*, *Pseudotorellia* sp. nov., *Sciadopityoides* sp. nov., *Pseudofrenelopsis parceramosa*, *Classostrobus comptonensis*, *Hirmeriella* sp., *Cupressinocladus valdensis*, *Cupressinocladus* sp. nov., *Conites elegans*, *Elatides* sp. nov., *Sphenolepis kurriana*, *Sphenolepis* sp. nov., *Sphenolepis* sp. nov., *Sciadopityes* sp. nov., *Pityites solmsii*, *Brachyphyllum obesum*, *Brachyphyllum spinosum*, *Brachyphyllum punctatum*, *Conites*, *Brachyphyllum* sp. nov., *Pagiophyllum* spp, *Masculostrobis vectensis*, *Torreya* sp. nov., ?*Tombarrisia* sp., *Bevalstia pebja*, *Withamia saportae* (Watson & Alvin, 1996).

I giacimenti del Wealden inglesi sono estesi, litologicamente diversi tra loro e disseminati su di una vasta area. Probabilmente la loro formazione si è avuta in un periodo compreso tra il Berriasiano ed il Barremmiano superiore, pertanto le variazioni climatiche nello spazio e nel tempo erano considerevoli. Ciò che risulta essere di notevole interesse è la compresenza nelle due flore messe a confronto, di Conifere aventi spiccate caratteristiche xerofitiche.

La flora campana presenta inoltre, similarità con il materiale descritto da Watson & Alvin (1999) per la flora del Wealden della Germania (Hildesheim) in cui sono state riscontrate le specie: *Frenelopsis occidentalis* e *Watsoniocladius valdensis*: due membri della famiglia delle Cheirolepidiaceae con caratteristiche macroscopiche e microscopiche indicanti consistenti adattamenti all'aridità.

Kvaček (1999) identifica per il Cretacico inferiore della Boemia, *Sagenopteris variabilis*, *Mesenea bohémica*, *Eretmophyllum obtusum* e successivamente (Kvaček 2000) *Frenelopsis alata* e *Alvinia bohémica*.

Barale *et al.* (2004) identificano per il Cenomaniano di Nammoura (Libano) i seguenti taxa:

Pteris sp., *Pseudotorellia sp. A*, *Pseudotorellia sp. B*, *Araucarites sp.*, *Branchyphyllum sp. A*, *Branchyphyllum sp. B*, *cf. Pseudolarix sp.*, *Phragmites cretaceus*, *Nammourophyllum altingiodes*, *Nupharanthus cretacea*, *Nammouria gracilis*, *Daphnophyllum sp.*, *?Hymenaeophyllum primigenium*, *?Duckeophyllum sp.*, *Parvileguminophyllum sp.*, *Platycaryae sp.*, *Sapindopsis anbouryi*, *Sapindopsis lebanensis*, *Laurophyllum sp.*, *Dicotyphyllum sp. A*, *Dicotyphyllum sp. B*.

Dal punto di vista paleologico, la presenza di fronde di felci coriacee con pinne poco sviluppate, di conifere a foglie corte e scagliose, di angiosperme a foliole appuntite, a foglia di piccola taglia, sono indici di adattamenti xerofitici.

La composizione generale della flora non permette di dedurre l'esistenza di un clima di tipo tropicale, ma piuttosto di un clima caratterizzato dalla presenza di stagioni estive secche. Riferendosi ai lavori di Vakhrameev *et al.* (1970) e Vakhrameev (1991) si può constatare che il giacimento di Nammoura è situato nella zona arida che comprendeva anche la Tetide.

Krassilov e Bacchia (2000) descrivono per il Cenomaniano di Nammoura i seguenti taxa:

Pteris sp., *Nammouria gracilis*, *Pseudotorellia sp.*, *Pseudolarix sp.*, *Phragmites sp.*, *Nupharanthus cretacea*, *Sapindopsis anbouryi*, *Sapindopsis lebanensis*, *Nammourophyllum altingiodes*, *Aryskumia sp.*, *Parvileguminophyllum sp.*

Gli autori riconoscono affinità floristiche con il Nord America, l'Europa centrale e la Crimea, notando una differenza con le flore del Cretacico Inferiore del Medio Oriente. La prevalenza di piante xeromorfiche suggerisce condizioni climatiche aride simili a quelle che

si riscontrano oggi nel Mediterraneo. Tale interpretazione è concorde con quella data da Dalla Vecchia *et al.* (2002) per un *Konservat-Lagerstätte* nella Provincia di Kesrouâne nel Nord del Libano.

Barale ed Azar (2004) identificano per il Cenomaniano di Nammoura: *Weichselia reticulata*, *Podozamites astartensis* e *Podozamites giganteus*. Secondo gli autori, l'assenza di angiosperme nel giacimento consente di attribuirlo al Cretacico Inferiore. La larghezza di alcune foglie di conifere unita alle caratteristiche epidermiche rivelano adattamenti di tipo xerofitico con un clima relativamente caldo ed umido.

Barale *et al.* (1997) per il Cretacico Inferiore della Tunisia (Regione di Tatouine) identificano i seguenti taxa:

Thallites; *Aspidistes*, *Coniopteris*, *Culcitites*, *Equisetites*, *Haydenia*, *Isoetites*, *Mobriopsis*, *Piazopteris*, *Ruffordia*, *Selaginellites*, *Sphenopteris*, *Brachyphyllum*, *Cupressinocladus*, *Pagiophyllum*, *Podozamites*.

Gli autori (Barale *et al.*, 1997) hanno constatato che tutte le Pteridofite determinate al livello di genere sono presenti nella flora del Giurassico superiore del Madagascar descritta da Appert (1973), tranne il genere *Aspidistes*.

L'abbondanza di Pteridofite e di Gimnosperme è in accordo con la composizione globale di numerose flore della Provincia Europea del Giurassico Superiore/Cretacico Inferiore, con dei generi tipici (*Ruffordia*, *Aspidistes*). Il genere *Haydenia*, *Piazopteris*, *Culcitites*, *Mobriopsis* sono, al contrario, caratteristici del continente gondwaniano. L'esistenza di qualche taxon europeo in questa flora gondwaniana, pone il problema relativamente alla sua interpretazione.

Barale & Ouaja (2002) analizzano 5 giacimenti a vegetali con un età compresa tra il Giurassico superiore ed il Cretacico inferiore nel Sud della Tunisia (Merbah El Asfer), riscontrando i seguenti taxa:

Hepaticites elegans, *Equisetum* sp., *Selaginellites* sp., *Piazopteris robusta*, *Ruffordia goeppertii*, *Mobriopsis* sp., *Aspidistes delicatula*, *haydenia thyrsopteroides*, *Coniopteris manamanensis*, *Onychiopsis psilotoides*, *Felce incertae sedis*, *Daharia tunisiensis*, *Isoetites dabarensis*, *Foliole incertae sedis*, *Brachyphyllum* sp., *Podozamites* sp., *Cupressinocladus asferensi*, *Coni di Cupressinocladu*, *Araucarites* sp.

Secondo Barale & Ouaja (2002) si può stimare che per i 5 giacimenti studiati il clima era di tipo tropicale con un'alternanza di periodi secchi ed umidi. Questa flora presenta un

range che va dalle Briofite alle Conifere; si nota l'assenza di Pteridospermales e Cycadales e si riscontrano rare Bennettitales. Le angiosperme invece, sono assenti, compariranno solo a partire dall'Aptiano superiore - Albiano inferiore (Barale & Ouaja, 2002).

Secondo gli autori, lo studio dei 5 giacimenti a vegetali di Jebel Merbah El Asfer ha permesso di inventariare una flora pre-angiospermica ben diversificata dell'area Nord del continente gondwaniano.

Barale & Ouaja (2001) hanno identificato una flora del Cretacico inferiore (Aptiano superiore - Albiano inferiore) in due giacimenti tunisini (Bir el Karma & Foug el Hassen) Per il giacimento di Bir el Karma si individuano i seguenti taxa:

Weichselia reticulata, *Sphenolepsis kurriana*, *Nymphaeites rhizostigma*, *Angiosperma tipo A*, *Angiosperma tipo B*, *Angiosperma tipo C*. Mentre per il giacimento di Foug el Hassen si individuano i seguenti taxa: *Weichselia reticulata*, *Sphenolepsis kurriana*, *Podozamites* sp., *Cônes fertiles*, *Assi incertae sedis*, *Angiosperma tipo D*.

Gli autori hanno riscontrato la somiglianza floristica tra i due giacimenti tunisi e quello Aptiano – Albiano di Cercal in Portogallo. Quest'ultima è considerata come una tra le più antiche flore contenente angiosperme.

È importante notare che resti di angiosperme sono stati individuati nei giacimenti aptiani di Profeti e di Cusano Mutri.

Le piante fossili riscontrate nei giacimenti cretacici della Campania, presentano grandi similarità con quelli coevi della penisola Iberica.

Per il giacimento di Las Hoyas di età Hauteriviana Sanz *et al.* (1988), hanno riscontrato i seguenti taxa:

Weichselia reticulata, *Cladophlebis browniana*, *Sphenolepsis kurriana*, *Brachyphyllum speciosa*, *Cupressinocladus micromerum*, *Montsechia vidali*.

Secondo Barale *et al.* (1984), ci sono grandi similarità tra il giacimento di Montsech e la Las Hoyas.

È interessante notare che la specie *Montsechia vidali*, è stata altresì riscontrata in tre giacimenti campani (Cusano Mutri, Pietraroja e Petina).

Di notevole interesse risulta essere la comparazione tra i giacimenti di Cusano Mutri e quello spagnolo del Montsech.

La flora del Montsech è costituita da: *Equisetum* sp., *Weichselia reticulata*, *Onychiopsis psilotoides*, *Ruffordia goepperti*, *Cladophlebis* cf. *browniana*, *Cladophlebis* aff. *alata*, *Cladophlebis* sp. cf. *Hausmannia*, *Sphenopteris* sp. nov., *Eretmoglossa lacasae*, *Ginkgo* sp, *Deltolepis* nov. sp., *Pseudoctenis* nov. sp., *Sagenopteris* sp., *Zamites* sp., *Williamsonia* nov. sp., *Frenelopsis rubiesensis*, *Sphenolepis kurriana*, *Pagiophyllum pedreranus*, *Araucarites pedreranus*, *Nageiopsis hispanica*, *Brachyphyllum* nov. sp. *Podozamites* nov. sp. *Ranunculus ferreri*, *Montsechia vidali*, *Desmipphyllum*, sp., *Carpolithes* sp. (Barale & Doludenko, 1993).

Dalla lista su riportata si evince che il giacimento del Montsech presenta una composizione floristica dominata dalle briofite, gruppo sistematico che attualmente presenta numerosi rappresentanti non xerofitici (Barale & Doludenko, 1993).

Secondo Barale *et al.* (1984), i caratteri xeromorfici di numerosi vegetali riscontrati nel giacimento di Montsech: cuticola spessa, apparati stomatici protetti, pinnule di *Weichselia* con pinnule aventi la caratteristica disposizione *butterfly*, suggerisce un *habitat* esposto a periodi di aridità intensa.

Scavi effettuati (Sender *et al.*, 2005) nel giacimento spagnolo di età Albiana della località Valle del Río Martìn, hanno consentito il rinvenimento dei seguenti taxa:

Weichselia reticulata, *Acrostichopteris* sp., *Cladophlebis* sp., *Sphenobaiera* sp., *Brachyphyllum* sp., *Pagiophyllum* sp., *Sagenopteris* sp., *Zamites* sp.

Secondo gli autori la presenza di abbondanti piante con caratteristiche xeromorifiche e felci leptosporangiate, tipiche di aree ad elevata umidità, insieme a considerazioni di tipo sedimentologico, consente di ipotizzare un clima caldo – umido con periodi di siccità.

Gomez *et al.* (2001), per il giacimento Barremiano di Una, hanno riscontrato *Weichselia reticulata*, *Frenelopsis*, *Glenrosa* e *Classostrobus* ed ipotizzano un clima caldo e secco.

Barale & Bréhéret (1995), per l'Aptiano del bacino Sud-Est della Francia, hanno riscontrato campioni appartenenti a: *Weichselia reticulata*, *Frenelopsis alata*, assi appartenenti al genere *Pseudofrenelopsis* ed esemplari di *Pseudofrenelopsis parceramosa*. Secondo gli autori il clima era moderatamente caldo ma umido divenendo più caldo e secco nell'Aptiano superiore.

Le stesse entità vegetali, ad eccezione di *Weichselia reticulata*, sono state riscontrate per i giacimenti campani oggetto di studio.

L'analisi del quadro paleogeografico (fig. 75) consente di osservare che i due giacimenti si situano sulla stessa banda paleolatitudinale compresa tra i 20 ed i 30°. Se si

esamina la composizione floristica dei due giacimenti si constata immediatamente la condivisione delle sole specie che presentano caratteristiche xerofitiche. Le Coniferales riscontrate in entrambi i giacimenti presentano assi ricoperti da foglie scagliiformi, spesso fortemente appiattite sull'asse.

La flora campana presenta altresì elementi tipici della flora descritta da Teixeira (1948) per la penisola Iberica e similarità con la flora del Potomac (Retallack & Dilcher, 1986): entrambe presentano *Frenelopsis*, *Pseudofrenelopsis varians* e *Pseudofrenelopsis parceramosa*, considerate entità con elevate caratteristiche xeromorfe.

In conclusione si può affermare che gli adattamenti morfologici all'aridità riscontrati per la maggior parte delle piante analizzate nel corso di questo studio concordano con le interpretazioni date da numerosi autori in diversi giacimenti della Provincia Paleofloristica Euro Siriana relativamente alle stesse entità.

In definitiva, grazie alla comparazione effettuata con alcuni dei giacimenti a piante fossili meglio conosciuti della Provincia Euro Siniana, si osserva come la maggior parte delle piante della flora cretacea campana presentino adattamenti xerofitici. Ciò è concorde con l'ipotesi elaborata da Vakhrameev (1991), secondo cui, la Provincia Europea era caratterizzata da un clima più o meno arido e mite.

La flora riscontrata presenta elementi vegetali cretacei tipici dell'emisfero Nord; non sono state riscontrate analogie con le flore del Continente Gondwana.

Tab. 23. Taxa identificati per i cinque giacimenti studiati.

Taxa	Cusano Mutri	Pietraraja	Profeti	Petina	Magliano Vetere
<i>Sphenobaiera</i> sp.					
<i>Pseudotorellia</i> sp.					
<i>Brachyphyllum obesum</i>					
<i>Brachyphyllum</i> aff. <i>obesum</i>					
<i>Brachyphyllum</i> aff. <i>punctatum</i>					
<i>Brachyphyllum punctatum</i> ?					
<i>Brachyphyllum</i> sp.					
<i>Pagiophyllum</i> aff. <i>pedreranus</i>					
<i>Pagiophyllum</i> sp.					
<i>Araucarites</i> aff. <i>pedreranus</i>					
<i>Nageiopsis</i> sp.					
<i>Frenelopsis</i> nov. sp. 1					
<i>Frenelopsis</i> nov. sp. 2					
<i>Frenelopsis</i> sp. 1					
<i>Frenelopsis</i> sp. 2					
<i>Frenelopsis</i> sp. 3					
<i>Frenelopsis</i> sp. 4					
<i>Pseudofrenelopsis varians</i>					
<i>Pseudofrenelopsis parceramosa</i>					
<i>Pseudofrenelopsis</i> sp.					
<i>Watsoniocladus</i> nov. sp.					
<i>Cupressinocladus</i> sp.					
<i>Podozamites</i> sp.					
<i>Dammarites</i> sp.					
<i>Dicotilophyllum</i> sp.					
<i>Montsechia vidali</i>					
<i>Sapindopsis</i> sp.					

Cap. VI

Conclusioni

e

Prospettive di ricerca

Questa Tesi di Dottorato costituisce il primo studio dedicato all'identificazione delle principali entità floristiche rinvenute nei fossil-lagerstätten cretacici della Campania. Le osservazioni macroscopiche e microscopiche dei megaresti e delle cuticole individuati nei cinque giacimenti [Profeti (Aptiano inferiore, Caserta), Cusano Mutri (Aptiano superiore, Benevento), Pietraraja (Albiano inferiore, Benevento), Petina (Albiano medio, Salerno), Magliano Vetere (Cenomaniano medio, Salerno)] dei calcari litografici della Campania, ha portato alla individuazione di 60 taxon; di questi, 54 sono stati scoperti per la prima volta in Italia e sono state descritte 3 nuove specie: *Frenelopsis* nov. sp. 1 (Profeti), *Frenelopsis* nov. sp. 2 (Cusano Mutri); *Watsoniocladius* nov. sp. (Cusano Mutri).

Lo studio paleoecologico ha rivelato adattamenti di tipo xerofitici o mesofitici (Magliano Vetere, Cenomaniano). Da un punto di vista tafonomico è stata dimostrata una ridotta dislocazione dalle aree di origine dei frammenti vegetali. La flora è essenzialmente costituita da Conifere con una ridotta presenza di Angiosperme.

Considerazioni di carattere paleoambientale consentono di ipotizzare la presenza di piccole aree sabbiose (isole?) dove si sviluppava una flora ricca e diversificata con adattamenti a condizioni di aridità e soggetta ad influenza marina.

La comparazione con altre flore coeve di calcari litografici situate alla stessa paleolatitudine, ha permesso di dimostrare affinità floristiche tra i giacimenti campani, quelli europei ed in parte quelli americani. In particolare si è riscontrata una similarità tra i Fossil-Lagerstätten di Cusano Mutri e quello di Montsech (Spagna).

La composizione generale della flora studiata corrisponde a quella della provincia euro-siniana dell'emisfero Nord. Risultano totalmente assenti componenti floristiche tipiche del continente Gondwaniano.

Prospettive di ricerca

Lo studio condotto nel corso di questo Dottorato ha ripreso le ricerche sui Fossil-lagerstätten dell'Italia meridionale.

Per la prima volta in Italia è stato affrontato uno studio approfondito sulle paleoflore cretache rinvenute nei calcari litografici della Campania.

Lo studio delle caratteristiche cuticolari attraverso l'osservazione diretta dei campioni, o dei *peel* realizzati sulla matrice, sia utilizzando la microscopia ottica che elettronica, costituisce la base per determinare in via specifica il materiale rinvenuto. Ciò consente di effettuare comparazioni con flore coeve dell'area tetidea.

Tuttavia, l'inventario floristico della flora cretaca della Campania non è ancora terminato, e sono auspicabili ulteriori campagne di scavi sistematici condotti secondo un'ottica multidisciplinare al fine di estendere la comprensione delle modalità di formazione dei plattenkalk e di ampliare l'inventario floristico e faunistico.

La presenza di angiosperme nei giacimenti aptiani di Profeti e Cusano Mutri costituisce un'importante emergenza paleobotanica, in quanto permette di seguire le prime fasi evolutive di questo gruppo vegetale, la cui comparsa risale appunto al Cretaceo inferiore.

A tal proposito sarebbe auspicabile potere effettuare in futuro lo studio dell'ultrastruttura delle cuticole delle forme vegetali analizzate in questo lavoro; tale esame costituirebbe un efficace strumento d'indagine nelle relazioni tassonomiche tra le piante a seme. Di notevole interesse potrebbe essere pure la realizzazione di analisi geochimiche al fine di caratterizzare la materia organica spesso conservata nei reperti fossili.

Sarebbe altresì importante approfondire lo studio delle caratteristiche stomatiche al fine di migliorare la conoscenza del clima cretaceo.

Particolare importanza assumerebbe in tal senso uno studio palinologico per i differenti giacimenti cretaci.

Inoltre, è opportuno ricordare che gli studi paleontologici e paleobotanici costituiscono una "risorsa" per le aree in studio in quanto strumenti di conoscenza e quindi di promozione delle emergenze del territorio.

La crescita economica non può andare disgiunta dalla tutela dei beni peculiari del territorio, e quest'ultima, a sua volta, non può prescindere dalla conoscenza degli elementi che conferiscono valore al paesaggio fisico, delineando una griglia entro la quale calare e calibrare le strategie dello sviluppo sostenibile.

Conoscenza, divulgazione e valorizzazione costituiscono aspetti imprescindibili per la valorizzazione del territorio: nel caso dei “giacimenti campani” questi fattori possono costituire un punto di partenza essenziale nella realizzazione di strutture importanti e per l’acquisizione di nuove risorse a carattere scientifico, economico, turistico e divulgativo.

La conservazione dei luoghi di elevato interesse geologico, serve a garantire che le generazioni future possano approfondire e perfezionare la conoscenza della storia geologica della Terra. Uno specifico percorso di conservazione, gestione e valorizzazione di questi beni potrà essere avviato solamente con la diffusione della consapevolezza che essi costituiscono un vero e proprio “Patrimonio dell’Umanità”.

Appendice I

Lista dei fossili rinvenuti nel calcare litografico di Pietraroja.

VEGETALI

Gorgonia anomala COSTA

Tethyolites tenorii COSTA

Zamites sp. 1 BRAVI

Zamites sp. 2 BRAVI

Brachifillum sp.

? *Fulcifolium* sp.

Foglie indeterminate

ANIMALI

PORIFERI

Hexactinellidae

CELEENTERATI

Madreporaria gn. n. sp. n.

VERMI

Sarcionata proboscidata COSTA

ARTROPODI

CROSTACEI

Astyages effusus COSTA

Branchipus gigas COSTA

Trichocerus monticellianus COSTA

Micropenaeus tenuirostris BRAVI & GARASSINO

Parvocaris samnitica BRAVI & GARASSINO

Huxleyaris beneventana BRAVI & GARASSINO

Crustacea incertae sedis

MOLLUSCHI

GASTEROPODI

Nerinea spp.

? *Nerinea* sp. 1, n. sp.

Nerinea sp. 2, n. sp.

Nerinea cfr. *forojuliensis* PARONA

Ptygmatis cfr. *oculata* PARONA

Aptyxiella cfr. *preveri* PARONA

? *Tylostoma* sp.

LAMELLIBRANCHI

? *Gervillia* sp.

? *Inoceramus* sp.

Toucasia sp.

Eoradiolites sp.

Lamellibranchia incertae sedis

CEFALOPODI

? *Oppelia* sp.

ECHINODERMI

OLOTUROIDEI

Aeolisaccus spp.

ASTEROIDEI

Petrarojasteria pillae DEL RE & CAPASSO

OFIUROIDEI

Incertae sedis

VERTEBRATI

PESCI

SELACEI

Rhinobatus obtusatus COSTA

? *Phorcinis* sp.

Coelodus costae HECKEL

Palaeobalistum bassani D'ERASMO

Notagogus pentlandi AGASSIZ

Propterus scacchii COSTA

Pleuropholis decastroi BRAVI

Lepidotes sp.

Belonostomus cfr. *crassirostris* COSTA

Platycerhynchus rhombeus COSTA

Ionoscopus petraroiae COSTA

Clupavus sp.

Anaethalions robustus TRAQUAIR

? *Sauropsidium laevissum* COSTA

Elopopsis aff. *fenili* HECKEL

- ? *Hemielopopsis gibbus* KRAMBERGER-GORJANOVIC
? *Hypsospondylus bassanii* KRAMBERGER-GORJANOVIC
? *Chanos leopoldi* (COSTA)
Albulidae gn. sp.
Chirocentrites coroninii HECKEL
Diplomystus n. sp. BRAVI

ANFIBI

- Celtesdens megacephalus* (COSTA)

RETTILI

- Scipionyx samniticus* DAL SASSO & SIGNORE
Costasaurus rusconi (COSTA)
Chometokadmon fitzingeri COSTA
? *Chometokadmon* spp.
? Crocodylidae gn. sp. n.
Derasmosaurus pietraroiae BARBERA & MACUGLIA

Appendice II

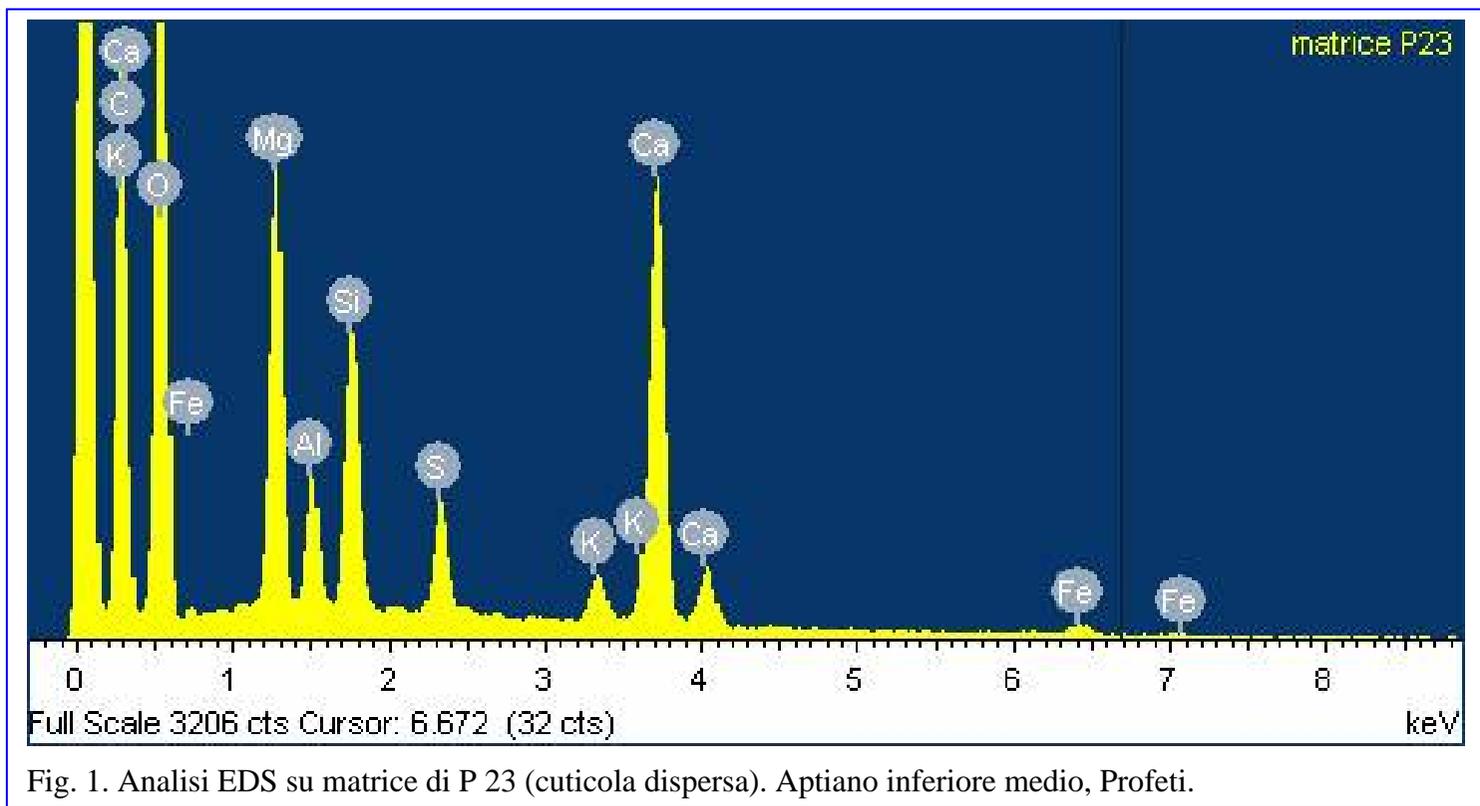


Fig. 1. Analisi EDS su matrice di P 23 (cuticola dispersa). Aptiano inferiore medio, Profeti.

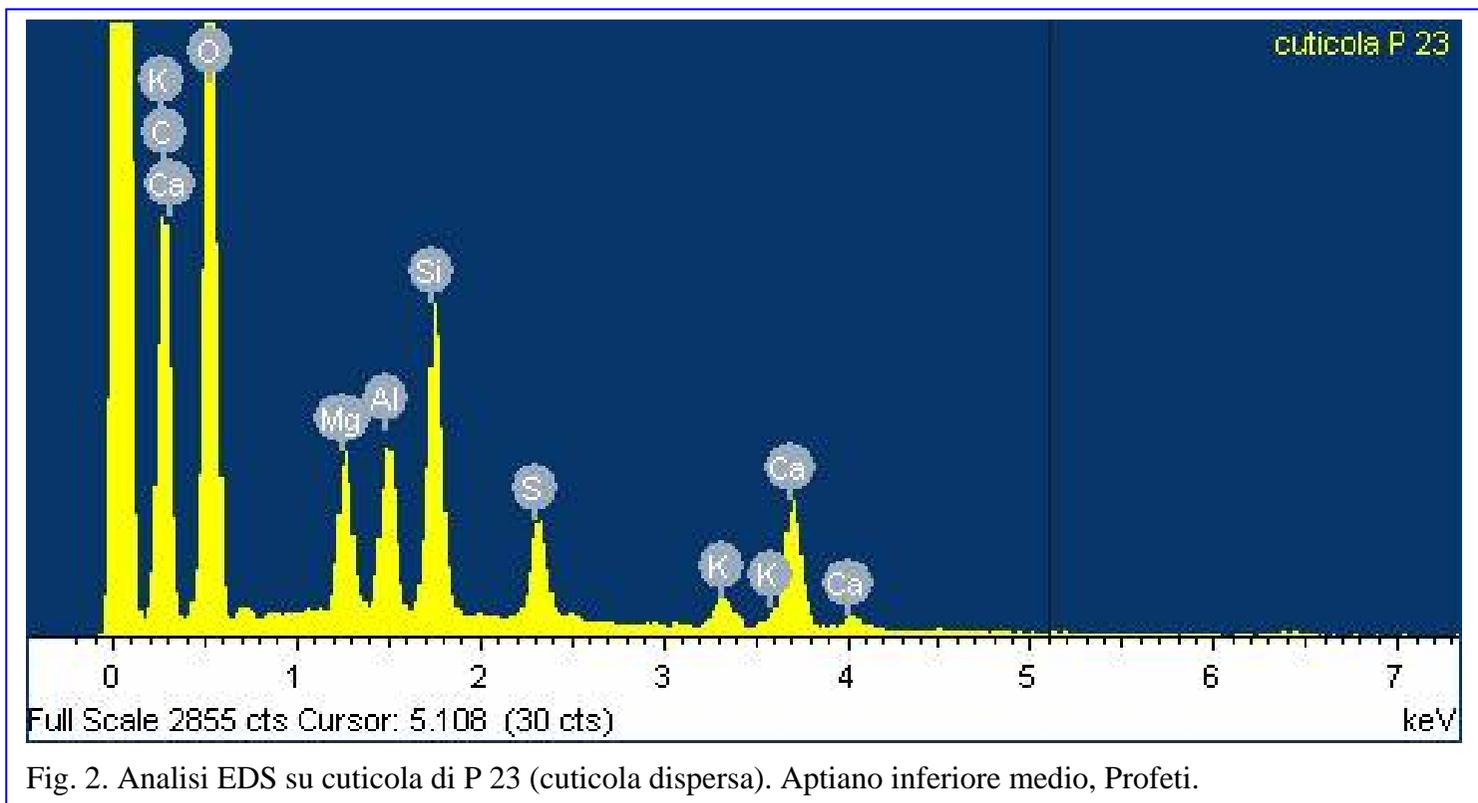


Fig. 2. Analisi EDS su cuticola di P 23 (cuticola dispersa). Aptiano inferiore medio, Profeti.

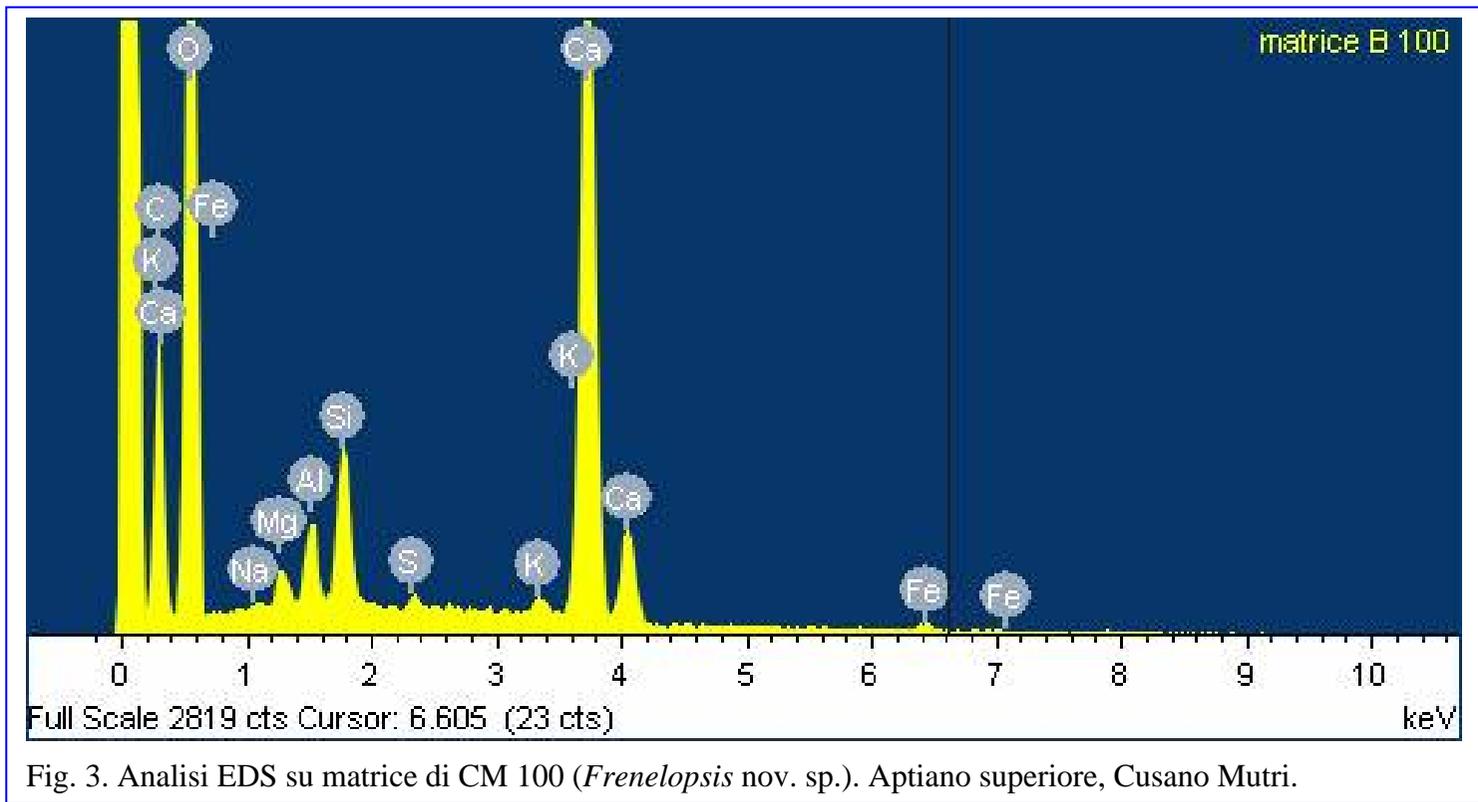
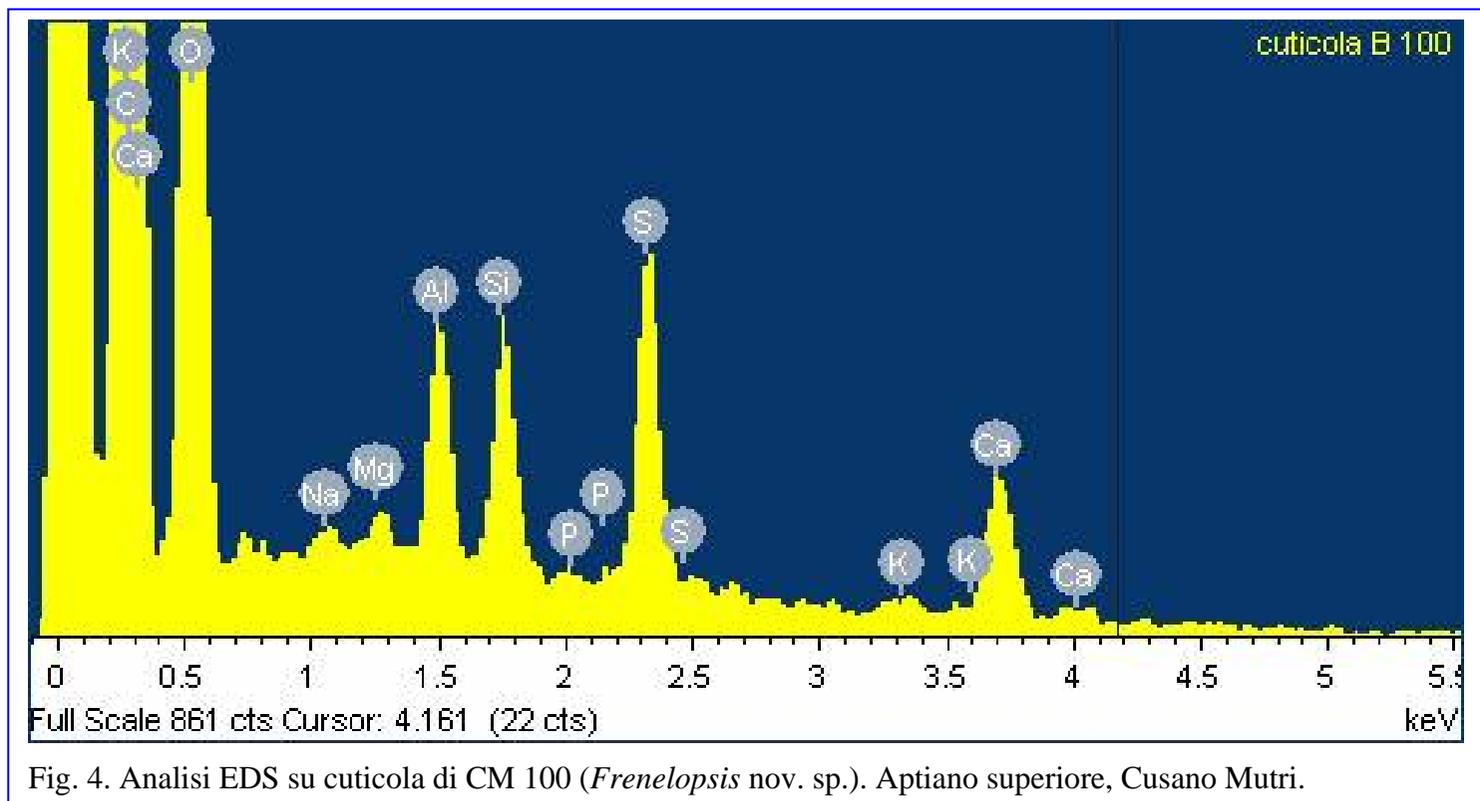


Fig. 3. Analisi EDS su matrice di CM 100 (*Frenelopsis* nov. sp.). Aptiano superiore, Cusano Mutri.



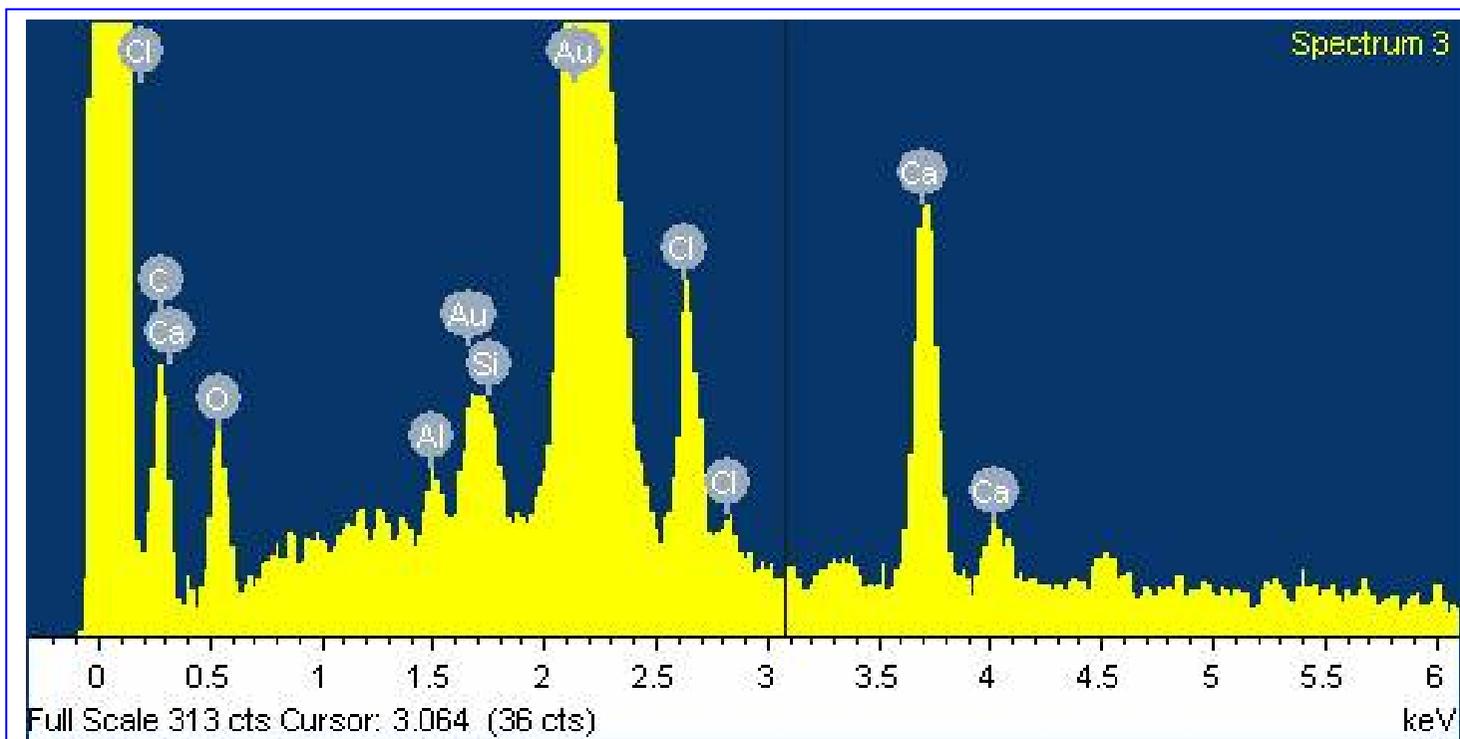


Fig. 5. Analisi EDS su frammento di legno di M 20793 (Campione contenente cuticole attribuite a *Frenelopsis* sp. 2). Albiano inferiore, Pietraraja.

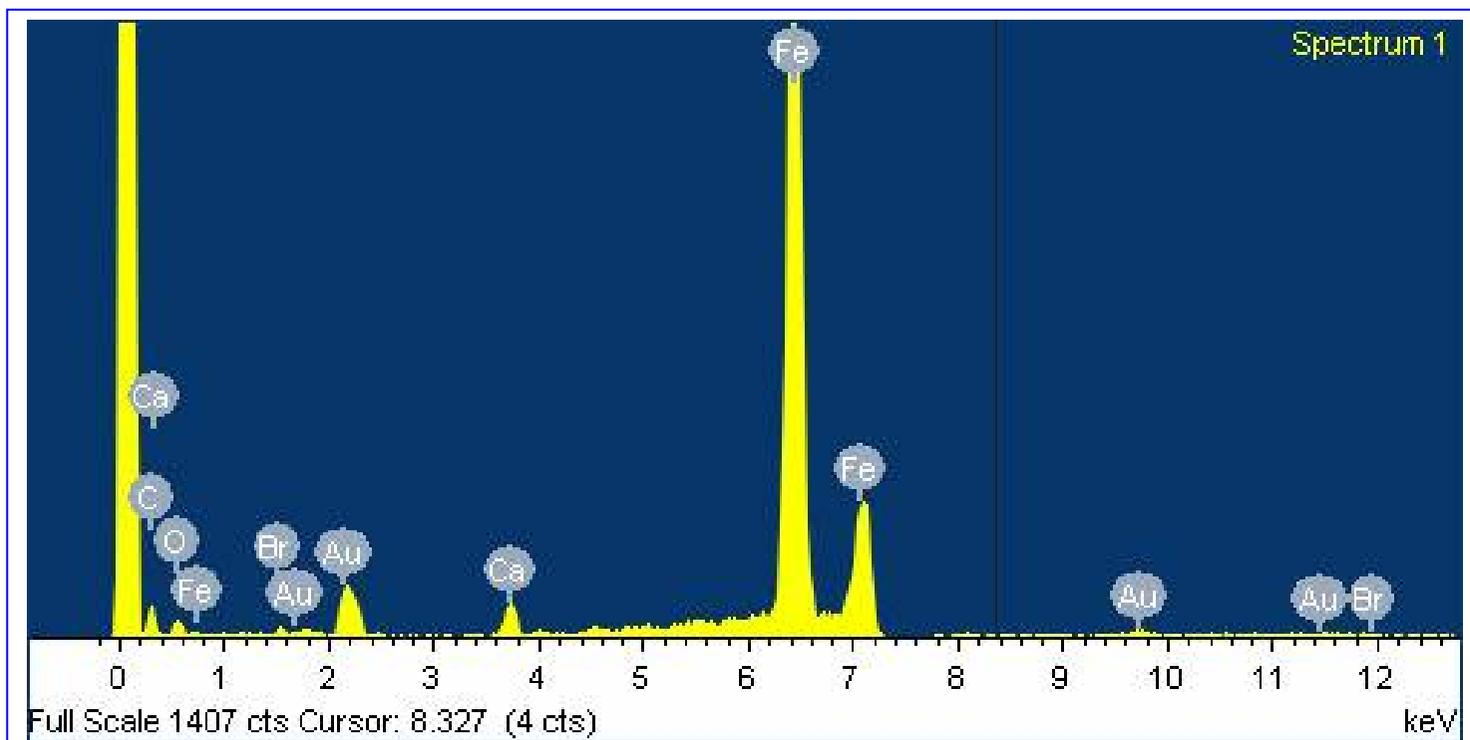
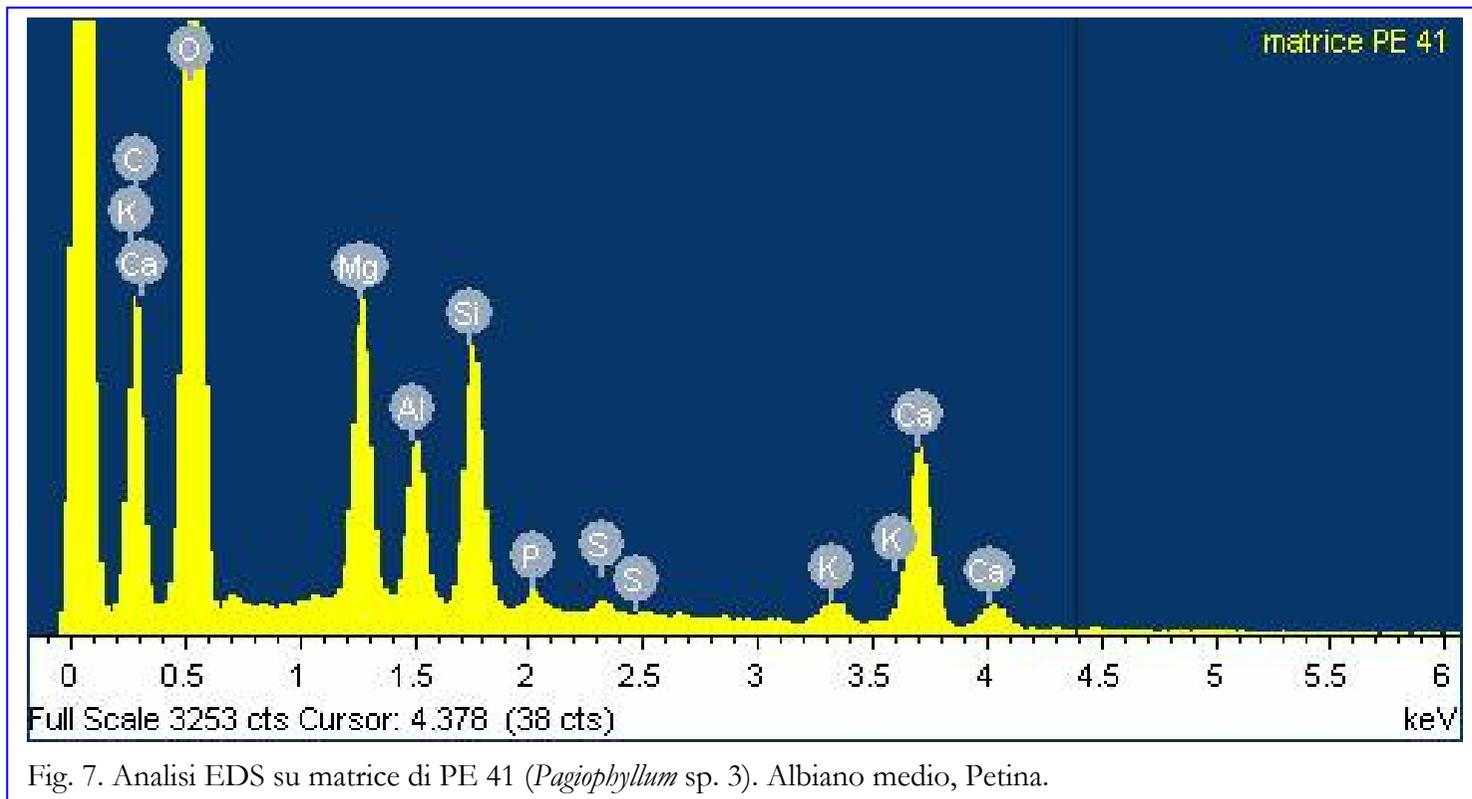


Fig. 6. Analisi EDS su cuticola di M 20911 (Campione su cui è presente *Montsechia vidali*). Albiano inferiore, Pietraroja.



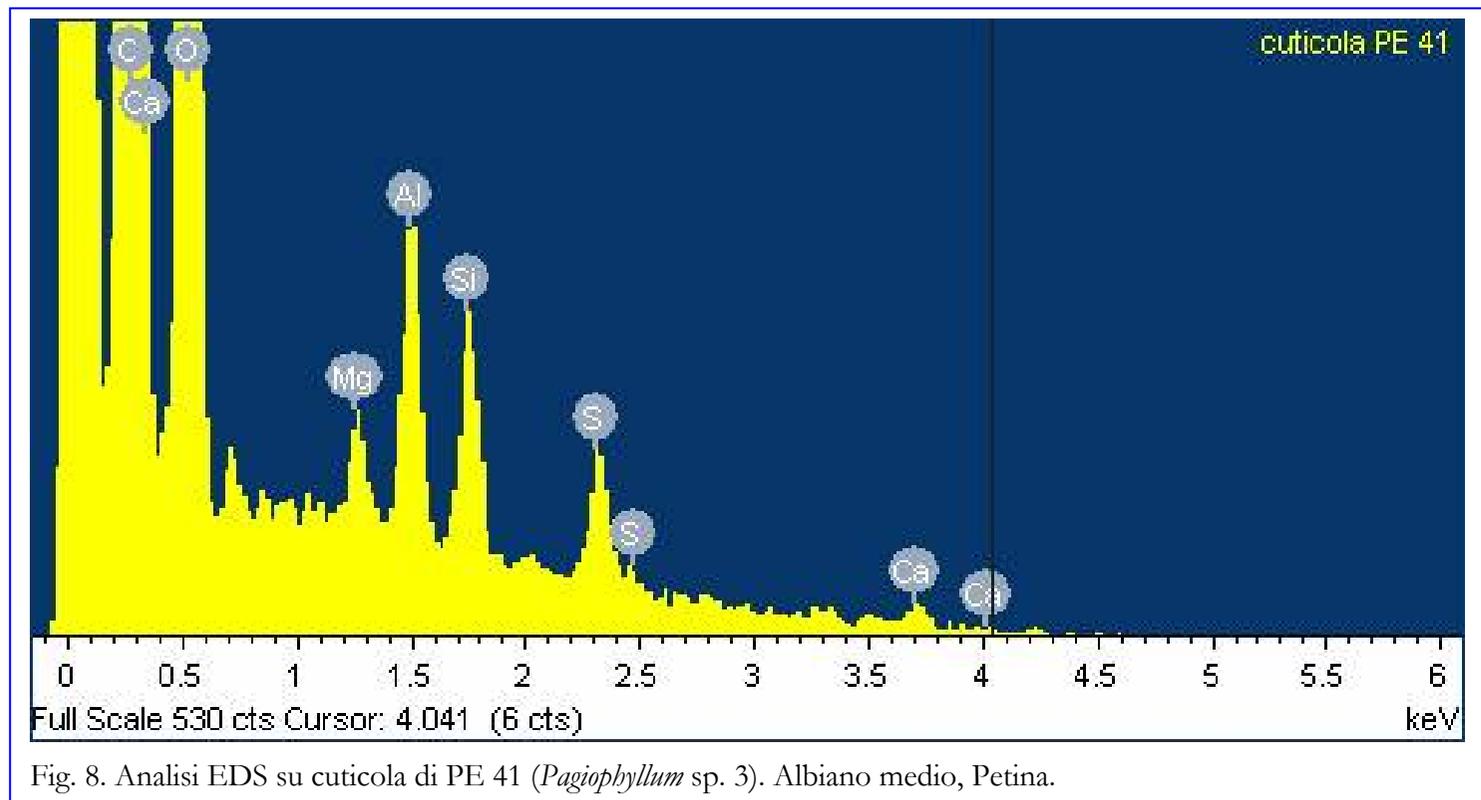


Fig. 8. Analisi EDS su cuticola di PE 41 (*Pagiophyllum* sp. 3). Albiano medio, Petina.

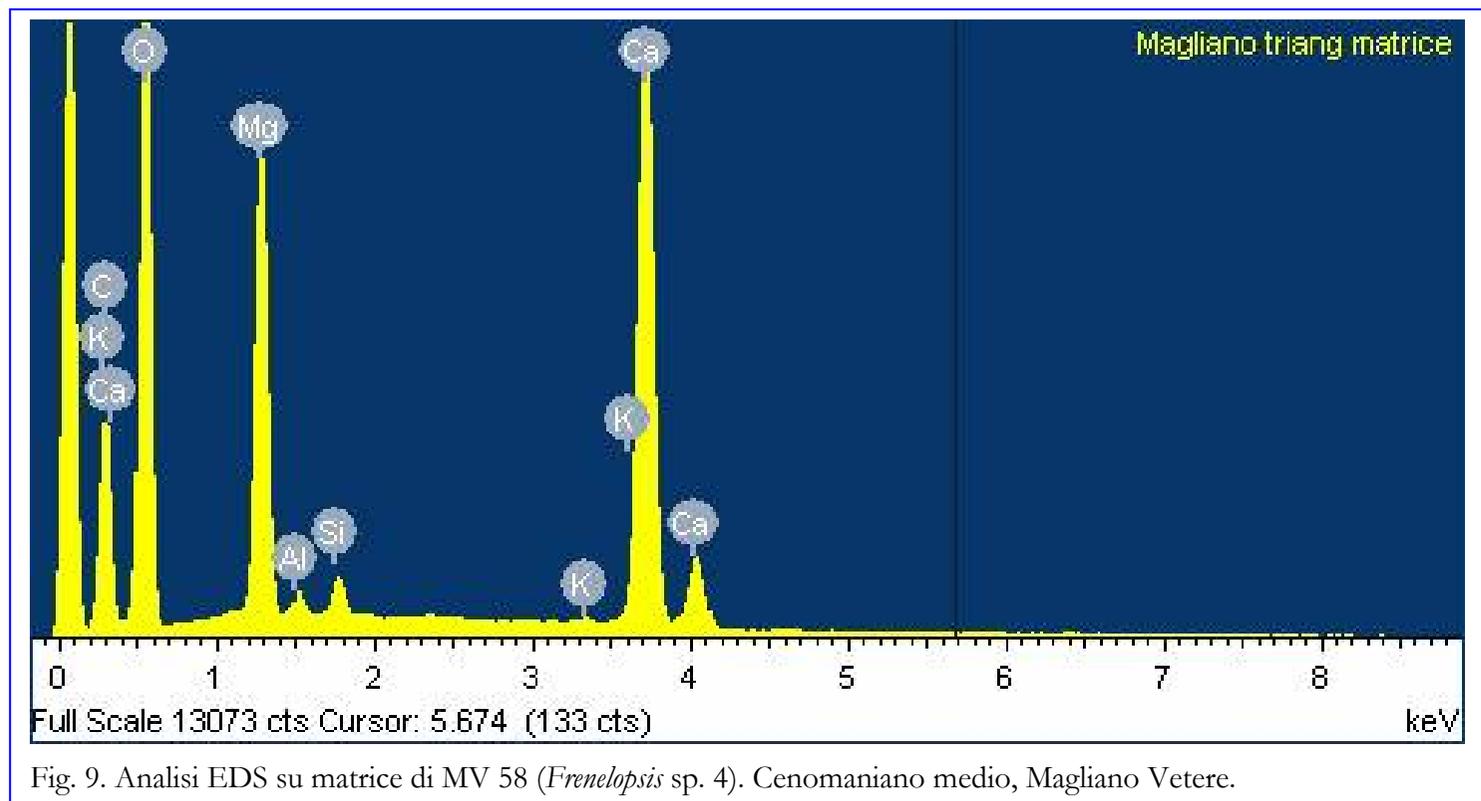


Fig. 9. Analisi EDS su matrice di MV 58 (*Frenelopsis* sp. 4). Cenomaniano medio, Magliano Vetere.

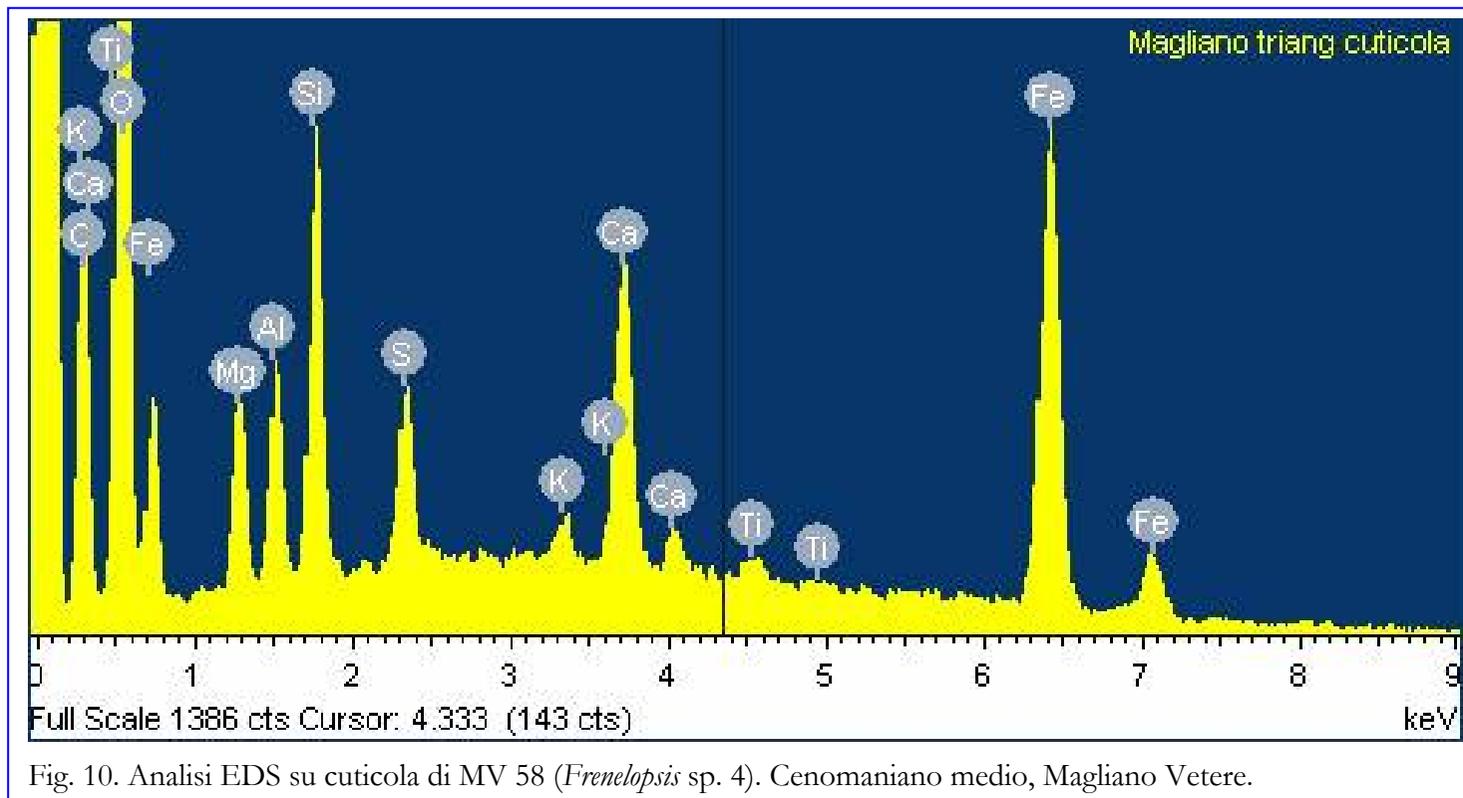


Fig. 10. Analisi EDS su cuticola di MV 58 (*Frenelopsis* sp. 4). Cenomaniano medio, Magliano Vetere.

RINGRAZIAMENTI

Al Prof. Filippo Barattolo la mia più grande riconoscenza per la mia orientazione verso gli studi paleontologici e per i suoi ineguagliabili insegnamenti che hanno contribuito significativamente alla mia formazione scientifica. Lo ringrazio inoltre per la grande libertà concessami nello svolgimento di questa Ricerca. Da quando ebbi da Lui in dono “La vita meravigliosa” di Stephen Jay Gould

Desidero ringraziare il Prof. Georges Barale a cui sarò sempre riconoscente per le proficue conversazioni, per i numerosi suggerimenti e l'estrema simpatia, nonché per le correzioni del manoscritto e per la sua accoglienza nel Laboratoire de Paléobotanique dell'Université Claude Bernard Lyon 1.

Un ringraziamento particolare va alla Prof.ssa Maria Rosaria Barone Lumaga che ha seguito costantemente gli sviluppi della Ricerca manifestando un interesse non comune per i risultati di volta in volta ottenuti e per i tanti consigli da Lei elargiti nel corso dei tre anni. Mi permetto di dire: una grande Amica.

Ringrazio il Dott. Sergio Bravi per l'estrema professionalità nel campo della paleontologia e per aver condiviso con me le Ricerche condotte sulle sue “creature”: i cinque giacimenti studiati. A proposito, scusa Sergio dobbiamo campionare.....!

Il Prof. Giuseppe Nardi, coordinatore del “mio Dottorato” per la disponibilità ad ogni chiarimento: fino all'ultimo momento!

Il Prof. Guido Roghi dell'Università di Padova che ha accettato di giudicare in qualità di referee questo lavoro di Tesi dimostrandosi disponibile e prodigo di consigli.

Il Dott. Lucio Tufano, custode della linfa vitale della mia Ricerca in qualità di bibliotecario della Biblioteca del Dipartimento di Scienze della Terra. A giorni ti riconsegnerò l'intero primo piano!

La Dott.ssa Mariella del Re, Curatrice del Museo di Paleontologia, che mi ha permesso di studiare la Collezione di piante fossili del giacimento di Pietraraja concedendomi di accedere alla struttura anche in orari “insoliti”.

Il Dott. Giuseppe Aiello e la Prof.ssa Diana Barra per le proficue discussioni sulle faune ad ostracodi riscontrate nei giacimenti, ma non solo...

Il Dott. Roberto De Gennaro per la sua professionalità e disponibilità nel corso delle “sedute” al SEM.

Alla dott.ssa Michela Esposito: l'olotipo di *Frenelopsis* l'ho trovato con Lei nel giacimento di Cusano...

La Dott.ssa Roberta Romano, sempre presente per aiutarmi in ogni difficoltà.

Il Prof. Giovanni Talarico, ... e non solo per il clorato di potassio.....!

La Dott.ssa Annee Pellecchia che mi ha sempre incoraggiato nel corso delle mie ricerche.

La Dott. ssa Elda Russo per avermi messo a disposizione il laboratorio di palinologia.

La Dott.ssa Rita Ranucci per il sostegno continuo nel corso dei tre anni.

La Dott.ssa Enrica Vecchio per la disponibilità manifestatami nell'ultima fase di redazione.

La Dott.ssa Viviana Vitale per il suo impegno nella “piccola logistica”.

I “ragazzi dello yogurt” Carlo, Francesco, ed in particolare Pasquale (tutti dottori!) per le proficue discussioni sui temi più disparati... si ragazzi: “J'accuse!”.

La Dott.ssa Elettra Lamberti: un aiuto fondamentale nell'ultima fase di redazione.

Il signor Antonio D'Oriano dell'ufficio Dottorato per la grande gentilezza e disponibilità.

Ludovico col suo: “*Non te preoccupa' che e' 'a fa?*”!

Infine desidero ringraziare mia **Madre**: senza di Lei questo lavoro non avrebbe avuto termine e nemmeno un inizio. Questo lavoro lo dedico proprio a Lei.

Bibliografia

- Agassiz L. (1833-1843). Recherches sur les poissons fossiles. I-V. Petitpierre, Neuchatel.
- Alvarez-Ramis C. (1981). Estudio de *Frenelopsis oligostomata* (Romariz) Alvin, procedente del Cretacico superior de Torrelaguna (Madrid). *Estudio geol.*, 37, pp. 83-87.
- Alvarez-Ramis C., Barale G. & Marron T. (1987). Nouvelles observations au microscope électronique à balayage sur la cuticule de *Frenelopsis oligostomata* Romariz emend. Alvin 1977, du Crétacé supérieur de Torrelaguna (Province de Madrid). 112^e Congrès National des Sociétés Savantes, Lyon, 1987, Sciences, fasc. II, p. 67-74.
- Alvin K.L. & Hlustik A. (1979). Modified axillary branching in species of the genus *Frenelopsis*: a new phenomenon among conifer. *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 79, n° 3, p. 231-241.
- Alvin K.L. (1977). The conifer *Frenelopsis* and *Manica* in the Cretaceous of Portugal. *Palaeontology*, vol. 20, P. 2, p. 387-404.
- Alvin K.L., Fraser C. J. & Spicer R. A. (1981). Anatomy and palaeoecology of *Pseudofrenelopsis* and associated conifers in the English Wealden. *Palaeontology*, vol. 24 Part 4.
- Alvin K.L., Pais J. J. C. (1978). A *Frenelopsis* with opposite decussate leaves from the Lower Cretaceous of Portugal. *Palaeontology*, vol. 21, Part. 4, p. 873-879.
- Alvin K.L. & Hlustik A. (1979). Modified axillary branching in species of the fossil genus *Frenelopsis*: a new phenomenon among conifers. Rep. from *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 79(3), p. 231-241.
- Alvin K.L. (1977). The conifer *Frenelopsis* and *Manica* in the Cretaceous of Portugal. *Palaeontology*, vol. 20(2), p. 387-404.
- Alvin K.L. (1982). Cheirolepidiaceae: biology, structure and paleoecology. *Review of Palaeobotany & Palynology*, vol. 37, p. 71-98.
- Alvin K.L., Pais J.J.C. (1978). A *Frenelopsis* with opposite decussate leaves from the Lower Cretaceous of Portugal. *Palaeontology*, vol. 21(4), p. 873-879.
- Alvin K.L., Spicer R.A. & Watson J. A Classopollis-containing male cone associated with *Pseudofrenelopsis*. *Palaeontology*, vol. 21, p. 847-856.
- Andrews H.N. (1955). Index of generic names of fossil plants, 1820–50. *United States Geological Survey, Bulletin* 1013, 262 pp.
- Andrews H.N. (1955). Index of generic names of fossil plants, 1820–50. *United States Geological Survey, Bulletin* 1013, 262 pp.

- Appert O., 1973. Die *Pteridophyten* aus dem Oberen Jura des Manamana in Südwest-Madagaskar. *Mém. Suisse Paléontol.*, 94, 62 p.
- Archangelsky S. & Taylor T.N. (1986). Ultrastructural studies of fossil plant cuticles, II. *Tarphyderma* gen. n., a Cretaceous conifer from Argentina. *American Journal of Botany*, vol. 73, p. 1577-1587.
- Archangelsky S. (1963). A new Mesozoic flora from Tico Santa Cruz Province, Argentina. *Bull. Brit. Nat. Hist. Geol. Ser.* Vol. 8 No. 2.
- Arnold C.A. (1947). An introduction to Paleobotany. Mc Graw Hill, New York, 433 pp.
- Ash S.R. (1978). Plant megafossils. In *Geology, Paleontology, and paleoecology of a Late Triassic Lake, Western New Mexico*. Brigham Young University Geological Studies, vol. 25(2), p. 23-43.
- Ash S.R. (1973). Two new Late Triassic plants from the Petrified Forest of Arizona. *Journal of Paleontology*, vol. 47, p. 46-53.
- Astolfi G. & Colombara G. (1990). *Geologia e paleontologia dei Colli Euganei*, (Editoriale Programma, Padova) 214 pp.
- Aston M.J. (1978). Differences in the Behaviour of Adaxial and Abaxial Stomata of Amphistomatous Sunflower Leaves: Inherent or Environmental? *Australian Journal of Plant Physiology*, vol. 5, p. 211-218.
- Axsmith B.J. & Jacobs B. F. (2005). The conifer *Frenelopsis ramosissima* (Cheirolepidiaceae) in the lower Cretaceous of Texas: systematic, biogeographical, and paleoecological implications. *Int. J. Plant. Sci.* 166 (2): pp. 327-337.
- Axsmith B.J. (2006). The vegetative structure of a Lower Cretaceous conifer from Arkansas: further implications for morphospecies concepts in the Cheirolepidiaceae. *Cretaceous Research*, vol. 27, p. 309-317.
- Axsmith B.J., Krings M., Waselkov K. (2004). Conifer pollen cones from the Cretaceous of Arkansas: implications for diversity and reproduction in the Cheirolepidiaceae. *Journal of Paleontology*, vol. 78(2), p. 402-409.
- Barale G. & Appert O. (2007). Gymnospermes s.l. du Jurassique supérieur du massif Manamana, Sud-Ouest de Madagascar: une nouvelle paléoflore gondwaniennne. *Swiss j. geosci.*, vol. 100, p. 199–214.
- Barale G. (1973). Contribution a la connaissance de la flore des calcaires Litographiques de la province di Lerida (Espagne): *Frenelopsis rubiesensis* n. sp. *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 16, p. 271-287.

- Barale G. (1992). De nouveaux restes fossiles attribués aux Araucariacées dans les calcaires lithographiques du Crétacé inférieur du Montsec (province de Lérida, Espagne). *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 75, p. 53-64.
- Barale G. (1973). Présence du genre *Frenelopsis* Scenk dans les calcaires lithographiques de Montsech, province de Lérida (Espagne). *C. R. Acad. Sc. Paris, Série D* -1439, t. 277.
- Barale G. (1981). La Paléoflore Jurassique du Jura Français: étude systématique, aspects stratigraphiques et paléoécologiques. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, n° 81, 467 pp.
- Barale G. (1981). La paléoflore Jurassique du Jura français: étude systématique, aspects stratigraphiques et paléoécologiques. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, n° 81, 467 pp.
- Barale G. (1989). Sur trois nouvelles espèces de coniferales du crétacé inférieur d'Espagne: intérêts paléoécologiques et stratigraphiques. *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 61, p. 303-318.
- Barale G. (1991). La flora fòssil de les calcàires litogràfiques del Cretaci inferior (Berriasià-Valanginià) del Montsec (Província de Lleida, Espanya). Deu anys de campanyes paleontològiques, p. 51-69.
- Barale G., Azar D. (2004). Cuticules végétales dans le Crétacé inférieur du Sud du Liban. *Paléontologie systématique (Paléobotanique)*, vol. 3, p. 119-124.
- Barale G., Blanc-Louvel C., Buffettaut E., Courtinat B., Peybernes B., Boada L.V., Wenz S. (1984). Les gisements de calcaires lithographiques du Crétacé inférieur du Montsech (Province de Lerida, Espagne) considérations paleoecologiques. *Geobios M.S.*, vol. 8, p. 275-283.
- Barale G., Bréhéret J.G. (1995). Découverte de Cheirolepidiaceae dans l'Aptien des Marnes bleues de la zone vocontienne (SE de la France). *C.R. Acad. Sci. Paris. T. 321, s. II a*, p. 433-439.
- Barale G., Doludenko M. (1985). Une nouvelle espèce de Cheirolepidiaceae de l'Albien supérieur d'URRS: *Frenelopsis kaneviensis* nov. sp. 110 Congrès national des Sociétés savantes, Montpellier, 1985, Sciences, fasc. V, p. 99-114.
- Barale G., Fernandez Barron T. & Alvarez Ramis C (1988). Étude de cône mâles de *Frenelopsis* Schenk emend. Reymanowna & Watson, 1976

- (Cheirolepidiaceae) du Crétacé supérieur de Torrelaguna (Province de Madrid – Espagne). *Geobios*, vol. 21(2), p.187-189.
- Barale G., Fernandez Barron T. & Alvarez Ramis C (1988). Étude de cônes mâles de *Frenelopsis* Schenk emend. Reymanowna & Watson, 1976 (Cheirolepidiaceae) du Crétacé supérieur de Torrelaguna (Province de Madrid – Espagne). *Geobios*, vol. 21(2), p 187-189.
- Barale G., Makhoul E., Saad D. (2004). La flore du Cénomanién de Nammoura (Liban): systématique et paléoécologie. *Revue de Paléobiologie*, 23 (1): 139-156.
- Barale G., Philippe M., (1997). Découverte d'une flore à Ptéridophytes et Gymnospermes dans le Crétacé inférieur de la région de Tataouine (Sud Tunisien). *C. R. Acad. Sc. Paris*, vol. 325, p. 221-224.
- Barale Georges, Ouaja M. (2002). La biodiversité végétale des gisements d'âge Jurassique supérieur - Crétacé inférieur de Merbah El Asfer (Sud-Tunisien). *Cretaceous Research*, vol. 23, p. 707-737.
- Barattolo F., De Castro P. (1991). Distribuzione delle alghe e dei foraminiferi nelle facies di piattaforma carbonatica del Mesozoico della Campania. Presentata al Convegno CARG tenutosi a Roma. Inedita.
- Barbera C. Macuglia L. (1988). Revisione dei tetrapodi del Cretaceo inferiore di Pietraroia (Matese orientale, Benevento) appartenenti alla collezione Costa del Museo di Paleontologia dell'Università di Napoli. *Mem. Soc. Geol. It.* vol. 41, p. 567-574.
- Barnard P.D.W. & Miller J.C. (1976). Flora of the Shemshak Formation (Elburz, Iran). Part 3. Middle Jurassic (Dogger) plants from Kutumbargah Vasek Gah and Imam Manak. *Palaeontographica*, B 155, p. 31-117.
- Bartirromo A., Barone Lumaga M.R., Bravi S., Barale G. (2006). First finding paleobotanical of the genus *Frenelopsis* (Cheirolepidiaceae) in the Cretaceous of Campania (Italy). In: Giornate di Paleontologia (S.P.I), 8-11 giugno, Trieste.
- Bartirromo A., Bravi S., Barone Lumaga M.R. (2006). First finding of a fossil fern (Matoniaceae) in the paleontological site of Pietraroja (Benevento, Southern Italy). *Boll. Soc. Pal. It.*, vol. 45 (1), p. 29-34.
- Bartirromo A., Bravi S., Scarano I. (2005). A new plattenkalk-like fossil site close to the Pietraroja Fossil-Lagerstätten. *Conv. Intern.: "Paleontologia e*

- stratigrafia nella paleogeografia dell'area mediterranea*". Napoli, 20-21 giugno.
- Bassani F. & D'Erasmus G. (1912). La ittiofauna del calcare Cretacico di Capo d'Orlando, presso Castellammare (Napoli). *Mem. Soc. Ital. Sc.*, Milano, s. 3, vol. 17: p. 185-243.
- Bassani F. (1882). Descrizione dei pesci fossili di Lesina, accompagnata da appunti su alcune ittiofaune cretacee (Pietraroia, Voirons, Comen, Grodischtz, Crespano, Tolfa, Hakel, Sahel-Alma e Vestafalia). *Denkschr. K. Akad. Wiss., Cl.*, Band XLV: pp. 1-218.
- Bassani F. (1885). Risultati ottenuti dallo studio delle principali ittiofaune cretatiche. *Rend. Ist. Lomb.*, Milano, s. 2, 18: p. 513-535.
- Batten D.J. & Dutta R.J. (1997). Ultrastructure of exine of gymnospermous pollen grains from Jurassic and basal Cretaceous deposits in north-west Europe and implications for botanical relationships. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 99, p. 25-54.
- Batten D.J. & MacLennan A.M. (1984). The palaeoenvironmental significance of the conifer family Cheirolepidiaceae in the Cretaceous of Portugal. *In: W-E Reif and F. Westphal (Editors), Third Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystem, Tübingen. Short Pap.*, p. 7-12.
- Batten D.J. (1974). Wealdian palaeoecology from the distribution of plant fossils. *Proc. Geol. Assoc.*, vol. 85, p. 433-458.
- Batten D.J. (1975). Wealdian palaeoecology from the distribution of plant fossils. *Proceedings of the Geologists' Association* 85 (for 1974), 433-458.
- Beerling D.J. & Chaloner W.G., (1994). Atmospheric CO₂ changes since the last glacial maximum: evidence from the stomatal density of fossil leaves. *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 81, p. 11-17.
- Bell W.A. (1956). Lower Cretaceous floras of Western Canada. *Mem. Geol. Surv. Can.*, vol. 285, p. 1-331.
- Berry E.W. (1910). The epidermal characters of *Frenelopsis ramosissima*. *Botanical Gazette*, vol. 50, p. 305-309.
- Berry E.W. (1911). A revision of the fossil plants of the genus *Negeiopsis* of Fontaine. *Proc. U.S. Natl. Mus.*, vol 38(1738), p. 185-188.
- Berry E.W. (1911). Systematic palaeontology of the Lower Cretaceous deposits of Maryland: Pteridophyta – Dicotyledonae. p. 173-579. *In Maryland*

- Geological Survey, Lower Cretaceous. John Hopkins Press, Baltimore, 597 pp.
- Blanc-Louvel C. (1991). *Montsechia vidali* (Zeiller) Teixeira 1954: Nouvelle attribution systématique. *Annales de Paléontologie*, vol. 77, (3), p. 129-141.
- Blanc-Louvel C., Barale G. (1983). *Montsechia vidali* (Zeiller) Teixeira 1954. Nouvelles observations et réflexions sur son attribution systématique. *Annales de Paléontologie*. vol. 69(3), p. 151-174.
- Bizzarini F. & Coccioni R. (1990). I Livelli Selli e Bonarelli nell'area Umbro-Marchigiana e gli Scisti Neri coevi delle Alpi Meridionali. In Pesci fossili italiani, scoperte e riscoperte (eds. Tintori A., Muscio G. & Bizzarini F.), Milano pp. 75–80.
- Bocherens H., Friis H., Mariotti E.M., & Pedersen K.R. (1994). Carbon isotopic abundances in Mesozoic and Cenozoic fossil plants: Palaeoecological implications. *Lethaia*, vol. 26, p. 347- 358.
- Bornemann G. (1856). Über organische Reste der Lettenkohlengruppe Thüringens. Ein Beitrag zur Flora und Fauna dieser Formation besonders über fossile Cycadeen, nebst vergleichenden. Untersuchungen über die Blattstruktur der jetzweltigen Cycadeengattungen. Engelmann, Leipzig.
- Bose M.N., Manum S. B. (1990). Mesozoic conifer leaves with “*Sciadopitys*-like” stomatal distribution. A re-evaluation based on fossils from Spitsbergen, Greenland and Baffin Island. Norsk Polarinstitut. Skrifter No. 192.
- Bose M.N. & Manum S.B. (1991). Additions to the family Miroviaceae (Coniferae) from the Lower Cretaceous of western Greenland and Germany: *Mirovia groenlandica* n. sp., *Tritaenia crassa* (Seward) comb. nov., and *Tritaenia linkii* Magdefrau et Rudolph emend. *Polar Research*, vol. 9, p. 9-20.
- Bozzi L. (1888). Sulle filliti cretacee di Vernasso nel Friuli. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali* 31, pp. 399–405.
- Bozzi L. (1891). La flora cretacea di Vernasso in Friuli. *Bollettino della Società Geologica Italiana* 10, pp. 371–382.
- Braun C.F.W. (1843). Beiträge zur Petrefactenkunde Bayreuth (Graf zu Münster), Heft VI. Bayreuth.

- Bravi S. & De Castro P. (1995). The Cretaceous fossil fishes level of Capo d'Orlando, near Castellammare di Stabia (NA): Biostratigraphy and Depositional Environment. *Mem. Sci. Geol.*, vol. 47, p. 45-72.
- Bravi S. (1996). Ricerche sui livelli ad ittioliti in facies di piattaforma carbonatica dell'Italia Meridionale. Unpublished PhD Thesis, University of Napoli "Federico II", 396 pp.
- Bravi S., Civile D., Martino C., Barone Lumaga M.R., Nardi G. (2004). Osservazioni geologiche su di un orizzonte a piante fossili nel Cenomaniano di Monte Chianello (Appennino meridionale). *Boll. Soc. Geol. It.*, vol. 123, p. 19-38.
- Bravi S., Garassino A. (1998). New biostratigraphic and palaeoecologic observations on the "Plattenkalk" of the lower Cretaceous (Albian) of Pietraroia (Benevento, S Italy), and its decapod crustacean assemblage. *Atti Soc. It. Sci. Nat. Museo Civico Storia Naturale Milano* 138/1997(I-II):119-171.
- Bravi S., Garassino A. (2000). The Profeti dolomite and its decapod crustacean assemblage. Studi e Ricerche, Ass. Amici del Museo – G. Zannato – Montecchio Maggiore, Vicenza. In "Workshop on Mesozoic and Tertiary Decapod Crustaceans". P. 11-13.
- Bravi S., Mega A. (1999). The Monte Cigno plattenkalk (S-Italy). Biostratigraphy and paleoenvironment: a first account. *Riv. Mus. Civ. Sc. Nat. "E. Caffi"* Bergamo, vol. 20, p. 49-52.
- Bravi S., Schiattarella M. (1988). Segnalazione di livelli ittiolitici eocenici a *Cyclopoma gigas* Agassiz ai Monti Alburni (Appennino Campano). *Boll. Soc. Natur. Napoli*, Napoli, XCV (1986): p. 255-279.
- Breislak S. (1798). Topografia fisica della Campania. Firenze, 367 pp.
- Briggs D.E.G. (2003). Lagerstätten. Exceptionally Preserved Fossils, p. 328. In *Palaeobiology II*. Edited by Briggs D.E.G. & Crowther P.R. Blackwell Publishing. 583 pp.
- Brongniart A. (1828-1837). Histoire des Vegetaux fossiles, ou Recherches botaniques et geologiques sur les Vegetaux renfermes dans les diverses couches du globe, 1. Paris: 488 pp.

- Brongniart A. (1849). Tableau des genres de Vegetaux Fossiles, considérés sous le point de vue de leur classification botanique et de leur distribution géologique. *Martinet Impr.*, Paris, p. 1-127.
- Broutin J. Pons D., (1975). Nouvelles précisions sur la morphologie et la phytodermologie de quelques rameaux du genre *Frenelopsis* Schenk. Comptes Rendus du 104^e Congrès National des Societes Savantes, Paris, Bibliothèque Nationale.
- Brusca R.C. & Brusca G.J. (1990). Invertebrati. Zanichelli, 1008 pp., Bologna.
- Cantrill D.J., Falcon-Lang H. J. (2001). Cretaceous (Late Albian) coniferales of Alexander Island, Antarctica. 2. Leaves, Reproductive structures and roots. *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 115, p. 119-145.
- Cantrill J.D., Nichols G. J. (1996). Taxonomy and palaeology of Early Cretaceous (Late Albian) angiosperm leaves from Alexander Island, Antarctica. *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 92, p.1-28.
- Cao Z. (1989) Some Lower Cretaceous gymnospermae from Zhejiang with study on their cuticules. *Acta Palaeontologica Sinica*, vol. 28 (4), 435-446.
- Cao Z. (1999). Early Cretaceous flora of Zhejiang. Science Press, Beijing, 174 pp., 40pls.
- Carannante G., D'Argenio B., Dello Iacovo B., Ferreri V., Mindszenty A., Simone L. (1988). Studi sul carsismo cretacico dell'Appennino campano. *Mem. Soc. Geol. It.*, vol. 41, p. 733-759.
- Carannante G., Signore M., Vigorito M. (2006). Vertebrate-rich Plattenkalk of Pietraroia (Lower Cretaceous, Southern Apennines, Italy): a new model. *Facies*.
- Casero P., Roure F., Endignoux L., Moretti I., Muller C., Sege L. & Vially R. (1988). Neogene geodynamic evolution of Southern Appenines. *Mem. Soc. Geol. It.*, vol. 41, p. 109-120.
- Casnedi R., Crescenti U., Tonna M. (1982). Evoluzione dell'avanfossa adriatica meridionale nel Plio-Pleistocene, sulla base di dati di sottosuolo. *Mem Soc. Geol. It.*, vol. 24, p. 243-260.
- Catenacci E., Manfredini M. (1963). Osservazioni stratigrafiche sulla Civita di Pietraroia (Benevento). *Boll. Soc. Geol. It.*, vol 82, p. 65-92.
- Chaloner B.W. (1999). Plant and spore compression in sediments. In: *Fossil Plants and Spores: modern techniques*, Edited by Jones T.P. & Rowe N.P. Pub. By The Geological Society London, 396 pp.

- Chaloner W.G. & Gay M.M. (1972). Scanning electron microscopy of latex casts of fossils plant impressions. *Palaeontology*, vol. 16, p. 654-659.
- Chaloner W.G. & Lorch J. (1960). An opposite-leaved conifer from the Jurassic of Israel. *Palaeontology*, vol. 2, p. 236-242.
- Channel J., D'Argenio B., Horvath F. (1979). Adria the African promontory un Mesozoic Mediterranean paleogeography. *Earth Sci. Rev.*, vol. 15, p. 213–292.
- Cherchi A., De Castro P., Schroeder R. (1978). Sull'età dei livelli ad Orbitolinidi della Campania e delle Murge baresi (Italia meridionale). *Boll. Soc. Natur. Napoli*, vol. 87, p. 363-385, Napoli.
- Chiocchini M., Farinacci A., Mancinelli A., Molinari V. & Potetti M. (1994). Biostratigrafia a foraminiferi, dasicladali e calpionelle delle successioni carbonatiche mesozoiche dell'Appennino centrale (Italia). In A. Mancinelli (Ed.) "biostratigrafia dell'Italia centrale", *Studi Geologici Camerti*, vol. spec./1994, pt. A, p. 9-128.
- Chow Tseyan (Zhou Zhiyan) & Tsao Chengyao (Cao Zhengyao) (1977). On eight new species of conifers from the Cretaceous of East China with reference to their taxonomic position and phylogenetic relationship. *Acta Palaeontologica Sinica*, vol. 16, p. 165-181. [In cinese. Riassunto in inglese].
- Cinque A., Patacca E., Scandone P. & Tozzi M. (1993). Quaternary kinematic evolution of the Southern Apennines. Relationship between surface geological features and deep lithospheric structures. *Annali di Geofisica*, vol. 36, (2), p. 249-260.
- Clement-Weserhoff J.A. & Van Konijnenburgh Van Cittert J.H.A. (1991). Hirmeriella muensteri: New data on fertile organs leading to a revised concept of the Cheirolepidiaceae. *Review of Palaeobotany and Palynology* 68, p. 147-179.
- Clement-Westerhof J.A. (1984). Aspects of Permian paleobotany and palinology. IV. The conifer *Ortiseia* Florin from the Val Gardena Formation of the Dolomites and the Vicentinian Alps (Italy) with special reference to a revised concept of the Walchiaceae (Göppert) Schimper. *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 41, p. 51-166.

- Coiffard C., Gomez B., Kvacek J. and Thevenard F. (2006). Early Angiosperm Ecology: Evidence from the Albian-Cenomanian of Europe. *Annals of Botany*, vol. 98, p. 495-502.
- Collinson M.E. (1995). Conservation and care of palaeobotanical material. In: Collins, C. (Ed.). *The Care and Conservation of Palaeontological Material*, p. 31-46.
- Collinson M.E. (1999). Scanning electron microscopy of megafossils and mesofossils. In: *Fossil Plants and Spores: modern techniques*, Edited by Jones T.P. & Rowe N.P. Pub. By The Geological Society London, 396 pp.
- Costa O.G. (1864). Paleontologia del Regno di Napoli III. *Atti Accademia Pontaniana* 8 : pp. 1–198.
- Couper R.A. (1958). British Mesozoic microspores and pollen grains: A systematic and stratigraphy study. *Palaeontographica*, B 103, p. 75-179.
- Courtinat B. (1984). Palynologie et paléoenvironnement des calcaires litographiques de la Pedrera de Rubies (Espagne). *Ilerda*, 45, 93-108.
- Covelli N. (1839). Memoria per servire di materiale alla costituzione geognostica della Campania (1827). *Atti Accademia Scienze Fisiche e Matematiche*, Napoli, vol 4, p. 33-69.
- Crane P.R., Friis E.M., Pedersen K.R. (1994). Paleobotanical evidence on the early radiation of magnoliid angiosperms. *Plant Syst. Evol. Suppl.*, vol. 8, p. 51-72.
- D'Argenio B. (1963). I calcari ad ittioliti del Cretacico inferiore del Matese. *Atti Accademia Scienze Fisiche e Matematiche*, Napoli vol. 4, p. 1–63.
- D'Argenio B. (1966). Le facies litorali mesozoiche nell'Appennino meridionale. *Boll. Soc. Nat.* Napoli, vol. 75, p 493-552.
- D'Argenio B. (1976). Le piattaforme carbonatiche periadriatiche. Una rassegna di problemi nel quadro geodinamico mesozoico dell'area mediterranea. *Mem. Soc. Geol. It.*, vol. 13(suppl. 2), p. 137–159.
- D'Argenio B., Horvath F., Channel J.E.T. (1980). Paleotectonic evolution of Adria, the African Promontory. XXVI° Int. Geol. Congr., *Mem. B.R.G.M.*, vol. 115, p. 331-351.
- D'Argenio B., Mindszenty A., Bardossy G., Juhasz E., Boni M. (1987). Bauxites of Southern Italy revisited. *Rend. Soc. Geol. It.*, vol. 9, p. 263-268.

- D'Argenio B., Ortolani F., Pescatore T., (1986). Geology of the Southern Apennines. A brief outline. In Cotecchia V. (ed.), Proceedings Int. Symp on Engineering Geology problems in seismic areas. Bari, 6, p. 135-160.
- D'Argenio B., Pescatore T., Scandone P. (1973). Schema geologico dell' Appennino Meridionale (Campania, Lucania). *Acc Naz. dei Lincei*, Quaderno 183: p. 49–72.
- D'Erasmo G. (1914–1915). La fauna e l'età dei calcari ad ittiolitidi Pietraroia, in provincia di Benevento. *Paleontologia Italica*, Pisa vol. 21, p. 29–111.
- Daghlian C. & Person C. (1977). The cuticular anatomy of *Frenelopsis varians* from the Lower Cretaceous of central Texas. *Am. J. Bot.*, vol. 64, p. 564-569.
- Dal Sasso C., Signore M. (1998). Exceptional soft-tissue preservation in a theropod dinosaur from Italy. *Nature*, vol. 392, p. 383–387.
- Dalla Vecchia F.M., Venturini S., Tentor M. (2002). The Cenomanian (Late Cretaceous) Konservat-Lagerstätte of en Nammoûra (Ksnsrouâne Province), northern Lebanon. *Boll. Soc. Pal. It.*, vol. 41(1), p. 51-68.
- Dalla Vecchia F.M. & Rigo D. (1998). Il giacimento di Polazzo. *Natura Nascosta* 17, pp. 33–37.
- Dalla Vecchia F.M. (2000). Macrovegetali terrestri nel Mesozoico italiano: un'ulteriore evidenza di frequenti emersioni. *Natura Nascosta* 20, p. 18–35.
- Daugherty L.H. (1941). The Upper Triassic Flora of Arizona. *Washington Pub.*, vol. 126, p. 1-106.
- Daviero-Gomez V., Gomez B., Martín-Closas C., Philippe M.(2006). *Montsechia vidalii* (Zeiller) Teixeira, in search of a systematic affinity. Abstract in “A life of ferns and gymnosperms” Montpellier April 6-8.
- De Castro P. (1991). Mesozoic. In: “5th Int. Symp. On Fossil Algae”. Barattolo F., De Castro P., Parente M. eds. Field Trip Guide-book, Capri: p. 21-38.
- Demaret M.F., Hilton J. & Berry C.M. (1999). Surface preparation of microfossils (dégagement). In: *Fossil Plants and Spores: modern techniques*, Edited by Jones T.P. & Rowe N.P. Pub. By The Geological Society London, 396 pp.
- Dercourt J., Ricou L.E. & Vrielynck B. (1993). Atlas Tethys, Palaeoenvironmental Maps, Gauthier-Villars, Paris.

- Di Michele W.A. & Wing S.L. (1987). Preface: Methods and applications of plant paleoecology, notes for a short course. Paleobotanical Section, Botanical Society of America.
- Dilcher D.L. (1974). Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. *The botanical Review*, vol. 40, p. 1-157.
- Dilcher, D.L. & Basson, P.W., (1990). Mid-Cretaceous angiosperm leaves from a new fossil locality in Lebanon. *Botanical Gazette*, vol, 151, p. 538-547
- Dixon A.F.G. (1973). Biology of Aphids. Arnold.
- Dogliani C., Mongelli F. & Pieri P. (1994). The Puglia uplift (S-E Italy): an anomaly in the foreland of the Apenninic subduction due to buckling of a thicker continental lithosphere. *Tectonics*, vol. 13 (5), p. 1309-1321.
- Doludenko M. P., Reymanowna M. (1978). *Frenelopsis harrisii* sp. nov. from the Cretaceous of Tajikistan, USSR. *Acta Palaeobotanica* XIX (1): p. 3-12.
- Doludenko M., Pons D. (1986). Silification remarquable chez une Cheirolepidiaceae d'Ukraine (U. R. S. S.) a l'Albien supérieur. 111^e *Congrès national des Sociétés Savantes*, Sciences, fasc. II, p. 23-35.
- Doludenko M.P. (1978). The genus *Frenelopsis* (Coniferales) and its findings in the Cretaceous of the USSR. *Paleontological. Zhurnal*, vol. 3: p. 107-121. [In russo].
- Edwards W.N. (1926). Fossil plants from the Nubian Sandstone of eastern Darfur. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, vol. 82, p. 94-100.
- Elder R.L., Smith G.R. (1988). Fish taphonomy and environmental inference in paleolimnology. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, vol. 62, p. 577-592.
- Ettingshausen C. (1852). Beiträg zur näheren Kenntniss der Flora der Wealdenperiode. *Abhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt* 1, 1–32, Vienna.
- Evans S., Raia P., Barbera C. (2007). The Lower Cretaceous lizard genus *Chometocadmon* from Italy. *Cretaceous Research*, vol. 27, p. 673-683.
- Falcon Lang H.J. & Cantrill D.J. (2000). Cretaceous (late Albian) coniferales of Alexander Island, Antarctica: wood taxonomy: a quantitative approach. *Review of Palaeobotany & Palynology*, vol. 111, p. 1-17.

- Feistmantel K. (1881). Der Hangendflötzung im Schlan-Rakonitzer Steinkohlenbecken
Archiv Naturwissenschaften Landesdurchforsch Böhmen, Prag, vol 4(6), p. 1-112.
- Ferguson D.K. (1971). The Miocene flora of Kreuzau, Western Germany, I. The leaf remains. *Verb. Ned. Akad. Wet. Afd. Naturkd.*, vol. 60, p. 1-297.
- Ferguson D.K. (1985). The origin of leaf assemblages – New light on an old problem. *Review of Palaeobotany & Palynology*, vol. 46, p. 117-188.
- Ferguson D.K., Van der Burgh J., Clausing A., Collinson M.E., Field M.H., Gee C.T., Gobmann R., Hofmann C.C., Jones T.P., Kerp H., Pinggen M., Martin Sander P., Taylor T.N. (1996). Actinopalaeobotany – a taphonomic peep-show? *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 202, p. 149-158.
- Fischer H.L. (1981). A revision of some Lower Cretaceous conifer species. Ph.D. dissertation, University of Manchester.
- Florin R. (1931). Untersuchungen zur Stammesgeschichte der Coniferales und Cordaitales. K. *Sven. Vetenskapsakad. Handl.*, vol. 10, 588 pp.
- Florin R. (1936). Die fossilen Ginkgophyten von Franz-Joseph-Land nebst Erörterungen über vermeintliche Cordaitales mesozoischen Alters. I. Speziaeller Teil. *Palaeontographica*, B 81, p. 71-173.
- Florin R. (1958). On Jurassic Taxads and Conifers from North Western Europe and Eastern Greenland. *Acta Horti Berg.*, vol. 17, p. 259-388.
- Fontaine W.M. (1889). The Potomac or younger Mesozoic flora. Monografia, *United States Geological Survey*, vol. 15, p. 1-377.
- Fontaine W.M. (1893). Note on some fossil plants from the Trinity Division of the Comanche Series of Texas. *Proc. Nat. Mus.* Vol. 16, p. 261-282.
- Fontaine W.M. (1905). In L.F. Ward, Status of the Mesozoic Floras of the United States. *Mon. United States Geological Survey*, Vol. 48.
- Francis J.E. (1983). The dominant conifer of the Jurassic Purbeck Formation, England. *Palaeontology*, vol. 26, p. 277-294.
- Freels D. (1975). Plattenkalk-Becken bei Pietrarora (Prov. Benevento, S-Italien) als Voraussetzung einer Fossilagerstätten-Bildung. *N.J.b. Geol. Palaont. Abh.*, vol. 148, p. 320–352.
- Friis E.M. (1977). Leaf whorls of Cupressaceae from the Miocene Fæstherholt flora, Denmark. *Bull. Geol. Soc. Den.*, vol. 26, p. 103-113.

- Friis E.M., Pedersen K.N. and Crane P.R. (2003). Origin and Radiation of Angiosperms In Paleobiology II edited by Derek E.G. Briggs, Peter R. Crowther.
- Galdieri A. (1913). Osservazioni sui calcari di Pietraroja, in provincia di Benevento. *Rend. Acc. Sc. Fis. e Mat.* Napoli, vol. 6 (10), p. 1-10.
- Gall J.C., Bernier P., Gaillard C., Barale G., Bourseau G.P., Buffettaut E., Wenz S. (1985). Influence du developpement d'un voile algaire sur la sedimentation et la taphonomie des calcaires litographiques. Exemple du gisement de Cerin. *C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. 301, s. II, 8, p. 547-552.
- Gall, (1990). Les voiles microbiens. Leur contribution à la fossilisation des organismes au corps mou. *Lethaia*, vol. 23, p. 21-28. Oslo.
- Gayet M. (1982). Nouvelle extension géographique et stratigraphique du genre *Lepidotes*. *C.R. Acad. Sc. Paris.*, vol. 294, p. 1091-1094.
- Givulescu R. & Popa M. (1998). *Anopteris formosa* Givulescu et Popa, gen. et sp. nov., a new Liassic matoniaceous genus and species from Anina, Banat, Romania. *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 104, p. 51-66.
- Goeppert H.R. (1850). Monographie der fossilen Coniferen. *Naturverkundige Verhand. Holland. Maatschap. Wetenschappen Haarlem. Leiden.*
- Gomez B., Closas C. M., Barale G., De Porta N. S., Thévenard F., Guignard G. (2002 a). *Frenelopsis* (Coniferales: Cheirolepidiaceae) and related male organ genera from the Lower Cretaceous of Spain. *Palaeontology*, vol. 45, Part. 5, p. 997-1036.
- Gomez B., Closas C.M., Méon H., Thévenard F., Barale G. (2001). Plant taphonomy and palaeology in the lacustrine Una delta (Late Barremian, Iberian Ranges, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 170, pp. 133-148.
- Gomez B., Closas C.M., Méon H., Thévenard F., Barale G. (2001). Plant taphonomy and palaeology in the lacustrine Una delta (Late Barremian, Iberian Ranges, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 170, p. 133-148.
- Gomez B., Thévenard F., Fantin M., Giusberti L. (2002 b). Late Cretaceous plants from Bonarelli Level of the Venetian Alps, northeastern Italy. *Cretaceous Research*, vol. 23, p. 671-685.
- Haq B.U., Hardenbol I., & Vail P.R. (1987). Chronology of fluctuating Sea Level Since the Triassic. *Science*, vol. 235, p. 1156-1167.

- Harris T. M. (1949). Notes on the Jurassic flora of Yorkshire 40-42. *Ann. Mag. Hist.*, vol. 12, p. 275-299.
- Harris T. M. (1979). The Yorkshire Jurassic flora. Coniferales. Vol. V. *Trustees of the British Museum (Natural History)*, London.
- Harris T.M. (1935). The fossil flora of Scoresby Sound, East Greenland. Part 4: Ginkgoales, Coniferales, Lycopodiales and isolated fructifications. *Meddelelser om Grønland*, vol. 112, p. 45-148.
- Harris T.M. (1937). The fossil flora of Scoresby Sound, East Greenland. Part. 5. The stratigraphic relations of the plant beds. *Meddelelser om Grønland*, vol. 112, p. 1-114.
- Harris T.M. (1961). The Yorkshire Jurassic flora. Thallophytes-Pteridophytes. Vol. I. *Trustees of the British Museum (Natural History)*, London, 212 pp.
- Harris T.M. (1969). Naming a fossil conifer. In J. Sen Memorial Volume (ed. Santarau, H., *et al.*), p. 243–252 (Botanical Society of Bengal, Calcutta).
- Harris T.M. (1969). The Yorkshire Jurassic flora. Bennettitales. Vol. III. *Trustees of the British Museum (Natural History)*, London.
- Harris T.M. (1976). Two neglected aspects of fossil conifers. *American Journal of Botany.*, vol. 63, p. 902-910.
- Harris T.M., Millington W., Miller J. (1974). The Yorkshire Jurassic flora. Ginkgoales & Czekanowskiales. Vol. IV. *Trustees of the British Museum (Natural History)*, London.
- Heer O. (1870). Die Miocene Flora und Fauna Spitzbergens. Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, vol 12, p. 1-98. [*Flora Fossilis Arctica* 3(2) (Zurich)].
- Heer O. (1881). Contributions à la flore fossile du Portugal. Communicações da seccao dos Trabalhos Geologicos de Portugal, Imprimerie de l'Académie Royale des Sciences, Lisbonne, 192 pp.
- Heer O.(1881 *b*). Contributions à la flore fossile du Portugal. Comunicações Trabalhos Serviço Geologia Portugal Serie 4 : i-xiv + 1-51.
- Hetherington A.M & Woodward F.I. (2003). The role of stomata in sensing and driving environmental change. *Nature*, vol. 424, p. 901-908.
- Hickey L.J. & Wolfe J.A. (1975). The bases of angiosperm phylogeny: vegetative morphology. *Ann. Mo. Bot. Gard.*, vol. 62, p. 538-589.

- Hickey L.J. & Doyle J.A. (1977). Early Cretaceous fossil evidence for angiosperm evolution. *The Botanical Review*, 43, 3-104
- Hirmer M. & Hoerhammer L. (1936). Morphologie, Systematik und Geographische Verbreitung der fossilen und rezenten Matoniaceen. *Palaeontographica* B, 81, p. 1-66.
- Hirmer M. & Hörhammer L. (1934). Zur weiteren Kenntnis von Cheirolepis Schimper and Hirmeriella Hörhammer mit Bemerkungen über deren systematische Stellung. *Palaeontographica*, B79: p. 67-84.
- Hlušík (1979). Fossil gymnosperms from the Planava Formation (Hauterivian), Stramberck (Moravia). *Acta Musei Moraviae*, vol. 64, p. 25-36.
- Hlušík A. & Konzalova M. (1976 b). *Frenelopsis alata* (K. Feistm.) Knobloch (Cupressaceae) from the Cenomanian of Bohemia, a new Plant Producing Classopollis pollen. *Evolutionary Biology*, Praha, 125-131.
- Hlustik A. (1972). *Frenelopsis alata* (Cupress. Fossil). *Taxon*, vol. 21(1), p. 205-212.
- Hlušík A. (1974). New finds of *Frenelopsis* (Cupressaceae) from the Cretaceous of Czechoslovakia and their problems. *Casopis pro mineralogii a geologii, roc*, vol 19, c. 3/1974. [In ceco. Riassunto in inglese].
- Hlušík A. (1978). Frenelopsid plants (Pinopsida) from the Cretaceous of Czechoslovakia. *Paleontologicka Konference, – Univerzita Karlova Praha*.
- Hlušík A. (1987). Frenelopsidaceae fam. Nov., a group of highly specialized *Classopollis* producing conifers. *Acta Palaeobotanica*, vol. XXVII (2), p. 3-20.
- Hlustik A., Konzalova M. (1976 a). Polliniferous cones of *Frenelopsis alata* (K. Feistm.) Knobloch from the Cenomanian of Czechoslovakia. *Vestník Ustredniho ustavu geologickeho*, vol. 51, n° 1, p. 37-45.
- Hollick A. & Jeffrey E.C. (1909). Studies of Cretaceous coniferous remains from Kreischerville, New York. *Memories of New York Botanical Garden*, vol. 3, p. 1-76.
- Hughes, N.F. (1994). *The enigma of Angiosperm origins*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kato M. (1998). Matoniaceae. In Kalkman C. & Nooteboom H.P. (eds.), *Flora Malesiana*, Series II, vol. 3.
- Kendall M.W. (1949). A jurassic member of the Araucariaceae. *Ann. Bot. N. S.*, vol. 13(50), p. 151-161.

- Kerp H. & Krings M. (1999). Light microscopy of cuticles. In: *Fossil Plants and Spores: modern techniques*, Edited by Jones T.P. & Rowe N.P. Pub. By The Geological Society London, 396 pp.
- Kerp H., Barthel M. (1993). Problems of cuticular analysis of Pteridosperms. *Review of Palaeobotany and Palinology*, vol. 78, p. 1-18.
- Kimura T & Kansha Y. (1978). Early Cretaceous plants from the Yuasa District and the Arindagawa Valley, Wakayama Prefecture, in the Outer zone of Japan. Part 2. *Bull. Nat. Sci. Mus. Geol.*, vol. 4(4), p. 165-180.
- Kimura T., Saiki K., & Arai T. (1985). *Frenelopsis choshiensis* sp. nov., a Cheirolepidiaceous Conifer from the Lower Cretaceous Chshi Group in the Outer Zone of Japan. *Proceedings of the Japan Academy*, vol. 61, ser. B, No 9.
- Knobloch E. (1971). Neue Pflanzenfunde aus dem böhmischen und Mährischen Cenoman. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, Abhandlungen, vol 139, p. 43-56.
- Kouwenberg L.L.R., Hines R.R., McElwain J.C. (2007). A new transfer technique to extract and process thin and fragmented fossil cuticle using polyester overlays. *Review of Palaeobotany and Palinology*, vol. 145, p. 243-248.
- Krassilov V.A. (1967). The Early Cretaceous flora of the southern Primorye and its significance for the stratigraphy. Nauka, Moscow, 264 pp., 93 pls.
- Krassilov V.A. (1970). Approach to the classification of Mesozic "Ginkgoalean" plants from Siberia. *Palaeobotanist*, vol. 18, p. 12-19.
- Krassilov V.A. (1972). Mesozoic Flora of the Bureya Basin (*Ginkgoales* & *Czekanowskiales*). 150 pp. (Akademii Nauk SSSR, Moscow).
- Krassilov V.A., Bacchia F. (2000). Cenomanian florule of Nammoura, Lebanon. *Cretaceous Research*, vol. 21, p. 785–799.
- Krings K. & Kerp H. (1997). Cuticles of *Lescuropteris genuina* from the Stephanian (Upper Carboniferous) of Central France – evidence for a climbing growth habit. *Botanical Journal of the Linnean Society London*, vol. 123, p. 73-89.
- Kryshstofovich A.N. & Prynada V. (1932). Contribution to the Mesozoic flora of the Ussuriland. *Bull. Geol. Prosp. Serv. U.S.S.R.*, vol. 51, p. 363-373.
- Kunzmann L., Mohr B.A.R., & Bernardes de Oliveira M.E.C. (2006). Gymnosperms from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil). II. Cheirolepidiaceae. *Fossil Record*, vol. 9(2), p. 213-225.

- Kürschner W.M. (1996). Leaf stomata as biosensors of palaeoatmospheric CO₂ levels. *LPP Contributions Series*, vol. 5, p. 1-153.
- Kvacek J. (1999). New data and revision of three gymnosperms from the Cenomanian of Bohemia – *Sagenopteris variabilis* (Velenovsky) Velenovsky, *Mesenea bohémica* (Corda) comb. n and *Eretmophyllum obtusum* (Velenovsky) comb. n. *Acta Musei Pragae, Series B, Historia Naturalis*, 55 (1-2) 15-24.
- Kvaček J. (2000). *Frenelopsis alata* and its microsporangiate and ovuliferous reproductive structures from the Cenomanian of Bohemia (Czech Republic, Central Europe). *Review of Palaeobotany and Palinology*, 112, 51-78.
- Lauverjat J., Pons D. (1978). Le gisement Sénonien d'Esgueira (Portugal): stratigraphie et flore fossile. 103 *Comptes Rendus du 103^e Congrès National des Sociétés Savantes, Nancy, Sciences*, fasc. II, p. 119-137.
- Lehner B.L., Knappertsbusch M.W. & Heer P.H. (1987). Biostratigraphy, lithostratigraphy and sedimentology of the Maiolica Lombarda and the Scaglia Lombarda on the west side of 684 B. Gomez et al. Lake Garda (northern Italy). *Memorie di Scienze Geologiche*, Padova 39, p. 1–35.
- Leonardi G., Teruzzi G. (1993). Prima segnalazione di uno Scheletro Fossile di Dinosaurio (Theropoda, Coelurosauria) in Italia (Cretacico di Pietraroia, Benevento). *Paleocronache*, vol. 1, p. 7–14.
- Lindley J. & Hutton W. (1836). The fossil flora of Great Britain; or, figures and descriptions of the vegetable remains found in a fossil state in this country, part 3 208 pp. pls. 157-230, London.
- Lundblad A.B. (1950). In Svenska K. (ed.), Studies in the Rhaeto-Liassic floras of Sweden. I. Pteridophyta, Pteridospermae and Cycadophyta from the mining district of NW Scania. Kungliger. *Svenska Vetenskapsakademien Handlingar* (ser. 4), 1 (8): p. 5-82.
- Lundblad A.B. (1950). The present status of the genus *Pseudotorellia* Florin (Ginkgophyta). *Journal of the Linnean Society, Botany*, vol 61, p. 189-195.
- Lundblad A.B. (1957). On the presence of the genus *Pseudotorellia* (Ginkgophyta) in the Rhaetic of N.W. Scania. *Geologiska Föreningens I Stockholm Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, vol. 79, p. 759-765.
- Lundblad A.B. (1968). The present status of the genus *Pseudotorellia* Florin(Ginkgophyta). *Journal of the Linnean Society, Botany* 61, 189-195.

- Lydon S.J., Watson J., & Harrison N. (2003). The lectotype of *Sphenobaiera ikorfatensis* (Seward) Florin, a ginkgophyte from the Lower Cretaceous of western Greenland. *Palaeontology*, vol. 46, pp. 413–421.
- Magdefrau K. & Rudolf H. (1969). Morphologie und Histologie der Nadel der Conifere *Abietites linkii*. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte* 1969, p. 269-297.
- Mai D.H. (1963). Beiträge zur Kenntnis der Tertiär-flora von Seifhennsdorf (Sachsen). *Jahrb. Staatl. Mus. Mineral. Geol.*, p. 39-114.
- Malinverno A. & Ryan W.B.F. (1986). Extension in the Tyrrhenian Sea and shortening in the Apennines as a result of arc migration driven by sinking of the lithosphere. *Tectonics*, vol. 5, p. 227-245.
- Marini M., & Andri E. (1966). Lembi Paleocenici ed Eocenici nel Cilento settentrionale (Salerno). *Atti Ist. Genova*, Univ di Genova, vol. 4(1), p. 181-200.
- Marsella E., Pappone G. (1987). Sediment gravity flows on a Mesozoic carbonate slope, Monti della Maddalena (Southern Apennines), *Rend. Soc. Geol. It.*, vol. 9, p. 219-224.
- Martín-Closas C., Gomez B., Daviero-Gomez V., (2007). Aquatic radiation predating terrestrial radiation in early angiosperm ecology: insights from Barammian lacustrine macrophytes of Spain. Abstract in “Paléobotanique et évolution du monde végétal: quelques problèmes d’actualité” Séminaire International, Paris, 23-25 mai, Collège de France.
- McElwain J.C. & Chaloner W.G. (1996). The Fossil Cuticle as a Skeletal Record of Environmental Change. *Palaios*, vol. 11, p. 376-388.
- Meidner H. & Mansfield T.A. (1968). Physiology of stomata, 1-7. A title in European Plant Biology Series. Consulting editor Professor M.B. Wilkins. McGraw-Hill London.
- Meleleo A., Ruggiero L. & Varola A. (1984). Una flora mesozoica a Surbo in provincia di Lecce. *Notiziario di Mineralogia e Paleontologia*, Riccione 39, p. 45–46.
- Meyen S.V. (1987). Fundamentals of Palaeobotany. Chapman and Hall. London, 432 pp.
- Micheal F. (1936). Paläobotanische und kohlenpetrographische Studien in der nordwestdeutschen Wealden-Formation. *Abb. Preuss. Geol. Landesanst.*, vol. 166, p. 1-79.

- Mohr B.A.R. & Gee C.T. (1992). An early Albian palynoflora from the Kerguelen Plateau, southern Indian Ocean (Leg 120). *Proceedings of the Ocean Drilling Program Scientific Results*, vol. 120, p. 255-271.
- Mostardini F. & Merlini S. (1986). Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale. AGIP Spa, San Donato Milanese, 59 pp.
- Mostardini F., Merlini S. (1986). Appennino centro-meridionale: sezioni geologiche e proposta di modello strutturale. *Mem. Soc. Geol. It.*, vol. 35, p. 177-202.
- Muscio G. & Venturini S. (1990). I giacimenti a pesci fossili del Friuli orientale. In *Pesci fossili italiani, scoperte e riscoperte* (eds. Tintori, A., Muscio, G. & Bizzarini, F.), Milano, p. 67-73.
- Nathorst A.G. (1886). Om Floran i Skånes Kolförande Bildningar. *Sveriges Geologiska Undersökning*, vol. 85C, p. 85-131.
- Nathorst A.G. (1893). In J. Felix and H. Lenk, *Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Republik Mexico*. Part 2, p. 51-54. Leipzig.
- Nathorst A.G. (1897). Zur Mesozoischen Flora Spitzbergens. Gegründet auf die sammlungen der Schwedischen expeditionen. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademinens Handlingar*, vol. 30, p. 1-77.
- Nathorst A.G. (1906). Om några Ginkgo växter från Kolgrufvorna vid Stabbarp i Skåne. *Lunds Univ. Årsskrift*. (n.f.) 2, 2, 8: I-I 5, pls. I, 2
- Nemejc F., Kvacek Z. (1975). Senonian plant macrofossils from the region of Zliv and Hluboka (near Ceske Budejovice) in South Bohemia. *Universita Karlova Praha*.
- Nguyen Tu T.T, Bocherens H., Mariotti A., Baudin F., Pons D., Broutin J., Derenne S., Largeau C. (1999). Ecological distribution of Cenomanian terrestrial plants based on $^{13}\text{C}=\text{^{12}C}$ ratios. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 145, 79-93.
- Niklas K.J. (1994). Predicting the height of fossil plant remains: an allometric approach to an old problem. *American Journal of Botany*, vol. 81, p. 1235-1242.
- Ogniben L. (1969). Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano. *Mem Soc. Geol. It.*, vol. 8, p. 453-763.
- Ogniben L. (1985). Relazioni sul modello geodinamico "conservativo" della regione italiana. ENEA, Roma, 357 pp.

- Ogniben L., Parotto M., Praturlon A. (eds.) (1975). Structural model of Italy. CNR, *Quad. Ric. Scien.*, vol. 90, 502 pp.
- Oishi S. (1940). The Mesozoic floras of Japan. *J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. Sapporo*, vol. 4(5), p. 123-480.
- Okubo A. & Kimura T. (1991). *Cupressinocaldus obatae*, sp. nov. from the Lower Cretaceous Choshi Group, in the Outer Zone of Japan. *Bull. Natl. Sci. Mus. Tokyo C*, vol. 17, p. 91-109.
- Ostrom J.H. (1970). Stratigraphy and paleontology of the Cloverly Formation (Lower Cretaceous) of the Bighorn Basin Area, Wyoming and Montana. *Bull. of the Peabody Museum of Natural History*, n° 35.
- Parente M. (1991). Brief introduction to the geology of southern Apennines. Field Trip Guide-Book. In "5th Int. Symp. On Fossil Algae", Capri, 7-12 aprile.
- Patacca E. & Scandone P. (1989). Post-Tortonian mountain building in the Apennines. The role of the passive sinking of a relict lithospheric slab. In: Boriani A., Bonafede M, Piccardo G.B., Vai G.B. (eds.), "The lithospheric in Italy, advances in Earth Sciences research. *Atti dei Convegni Lincei*, vol. 80, p. 157-176.
- Patacca E., Sartori R., Scandone P. (1990). Tyrrhenian basin and Apenninic arcs: Kinematics relation since Late Tortonian times. *Mem. Soc. Geol. It.*, vol. 45, p. 425-451.
- Pflug H.D. (1953). Zur Entstehung und Entwicklung des angiospermiden Pollens in der Erdgeschichte. *Palaeontographica B* 95, p. 60-171.
- Pieri M. (1966). Tentativo di ricostruzione paleogeografico-strutturale dell'Italia centro-meridionale. *Geol. Romana*, vol. 5, p 407-424.
- Pigozzo F. (1996). Prima segnalazione della flora cretacea di Carcoselle. *Lavori della Società Veneziana di Scienze Naturali* 21, 111-112.
- Pigozzo F. (2001). Nuovi ritrovamenti di flora cretacea nel Vicentino e nel Bellunese. *Lavori della Società Veneziana di Scienze Naturali* 26, 99-100.
- Pigozzo F. (2002). Le filliti cretache di Carcoselle (Trevigiano occidentale). *Lavori della Società Veneziana di Scienze Naturali* 27, 131-144.
- Pilla L. (1833). Osservazioni geognostiche sulla parte settentrionale e meridionale della Campania. *Ann. Civ. Regno Due Sic.*, Napoli, vol. 3(6), p. 117-147.

- Pomel A. (1849). Matériaux pour servir à la flore fossile des terrains jurassique de la France. *Am. Ber. Versam. Ges. Deutsch. Naturf. u. Artze*, Aachen, vol. 25. p. 332-354.
- Pons D. (1979). Les organes reproducteurs de *Frenelopsis alata* (K. Feistm.) Knobloch, Cheirolepidiaceae du Cénomaniens de l'Anjou, France. *Comptes Rendus, 104^e Congrès National des Sociétés Savantes (Bordeaux)* 1, 209-231.
- Pons D., Broutin J. (1978). Les organes reproducteurs de *Frenelopsis oligostomata* (Crétacé, Portugal). 103^e Congrès National des Sociétés Savantes (Nancy), vol 2, p. 139-159.
- Purkynová E. (1983). A new find of Lower Cretaceous plants in the Tesin-Hradisté Formation of the West Carpathians in northern Moravia (Czechoslovakia) *Casopis Slezského Muzea Opava*, vol. 32, p. 57-65. [In ceco. Riassunto in Tedesco e russo].
- Raffi S. & Serpagli E. (1996). Introduzione alla Paleontologia. UTET. 654 pp.
- Retallack G.J., Dilcher D.L. (1986). Cretaceous angiosperm invasion of North America. *Cretaceous Research*, vol. 7, p. 227-252.
- Reymanova M. (1965). On *Weichselia reticulate* and *Frenelopsis hobeneggeri* from the Western Carpathians. *Acta Palaeobotanica*, vol. VI(2), p. 15-26.
- Reymanova M., Watson J. (1976). The genus *Frenelopsis* Schenk and the type species *Frenelopsis hobeneggeri* (Ettingshausen) Schenk. *Acta Palaeobotanica*, vol. XVII (1), p. 17-26.
- Ricchetti G., Ciaranfi N., Luperto Sinni E., Monelli F., Pieri P. (1988). Geodinamica ed evoluzione stratigrafico tettonica dell'Avampese Apulo. In Relazioni 74^o Congresso Naz. Soc. Geol. It., p. 41-44.
- Richards F.J. (1951). Phyllotaxis: its quantitative expression and relation to growth in the apex. *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. B*, vol. 235, p. 509-564.
- Rigo D. (1999). The fossils of the Cretaceous Lagerstätte of Polazzo (Fogliano-Redipuglia, Gorizia, NE Italy). *Natura Nascosta* 19, 10-19.
- Roelofsen P.A. (1959). The plant cell-wall. Handb. Pflanzenanat., *Gebrüder Borntraeger édit.*, Berlin – Nikolassee, 2ème édit., Band 3, Teil 4.
- Romano R. (2000). Southern Apennines in the geodynamic framework of the Mediterranean Area. *Annali Università di Ferrara, Scienze della Terra*, vol. 8, p. 17-21.

- Romariz C. (1946). Estudo e revisão das formas portuguesas de *Frenelopsis*. *Boletim Museu Laboratório de Mineralogia e Geologia da Universidade de Lisboa*, vol. 4(14), p. 135-150.
- Saiki K. (1997). *Frenelopsis pombetsuensis*: a new cheirolepidiaceoous conifer from the Lower Cretaceous (Albian) of Hokkaido, Japan. *Paleontological Research*, vol. 1, p. 126-131.
- Salfeld H. (1909). Beiträge zur Kenntnis jurassischer Pflanzenreste aus Nordddeutschland. *Palaeontographica*, Abb. 56, p. 1-36.
- Santo A. (1988). Ricerche sul Terziario dei Monti Alburni (Campania). *Atti 74° Congr. Naz. S.G.I.*, Sorrento, A (1988) (Reprint): p. 481-485.
- Sanz J. L., Wenz S., Yebenez A., Estes R., Martinez-Delclos X., Jimenez-Fuentes E., Diéguez C., Buscalioni A. D., Barbadillo L. J., Via L. (1988). An Early Cretaceous faunal and floral continental assemblage: Las Hoyas fossil site (Cuenca, Spain). *Geobios*, vol. 21, fasc. 5, p. 611-635.
- Saporta M.D. (1894). Nouvelles contributions à la flore Mésozoïque; p. 1-225, 39 pls. in Flore Fossile du Portugal. Direction des Travaux Géologiques du Portugal. Imprimerie de l'Académie Royale des Sciences, Lisbonne.
- Sartoni S., Crescenti U. (1962). Ricerche biostratigrafiche nel Mesozoico dell'Appennino Meridionale. *Giorn. Geol. Ann. Mus. Geol. Bologna*, Bologna, ser. 2, 29 (1960-1961), p. 153-302.
- Sartori R. (1990). The main results of ODP Leg 107 in the frame of Neogene to recent geology of Peritirrhenean areas. In: K.A. Kastens, J. Mascle et al. (Editors). *Proc. Ocean Drilling Program, Scientific Results*, vol. 107, p. 715-730.
- Schafer W. (1972). Ecology and palaeoecology of marine environments. Univ. Chicago Press. 568 pp
- Schenk A. (1869). Beiträge zur Flora der Vorwelt. 3. Die fossilen Pflazen der Wernsdorfer Schichten in den Nordkarpathen. *Palaeontographica*, vol. 19, p. 1-34.
- Schopf J.M. (1975). Modes of fossil preservation. *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 20, p. 27-53.
- Scott A.C. (1989). Observations on the nature and origin of fusain. *International Journal of Coal Geology*, vol. 164, p. 281-329.

- Scott A.C. (2003). Preservation by fire. *In: Palaeobiology II*. Edited by Briggs D.E.G. & Crowther P.R. Blackwell Publishing.
- Seilacher A. (1970). Begriff und Bedeutung der Fossil-Lagerstätten. *N. Jb. Geol. Pal.* H. 1 p. 34-39, Stuttgart.
- Selli R. (1957). Sulla trasgressione del Miocene nell'Italia meridionale. *Giorn. Geol.*, Bologna, s. 2, 26, p. 1-54.
- Selli R. (1962). Il Paleogene nel quadro della geologia dell'Italia meridionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, vol. 3, p. 737-789.
- Sender L.M., Diez J.B., Ferrer J., Pons D., Rubio C. (2005). Preliminary data on a new Albian flora from the Valle del Río Martín, Teruel, Spain. *Cretaceous Research*, vol. 26, p. 898-905.
- Seward A.C. (1895). The Wealden flora. part II. Gymnospermae. Catalogue of the Mesozoic plants in the Department of Geology, *British Museum (Natural History)*, vol. 2, 259 pp., 20 pls.
- Seward A.C. (1919 *b*). Notes on some Jurassic plants in the Manchester Museum. *Mem. Proc. Manchester Lit. Phil. Soc.*, vol. XLIV, pt. iii. n° 8.
- Seward A.C. (1919). Fossil plants, a text book for students of botany and geology, vol. IV: Ginkgoales, Coniferales, Gnetales. 543 pp., Cambridge University Press, Cambridge UK.
- Sgrosso I (1986). Criteri ed elementi per una ricostruzione paleogeografia delle zone esterne dell'Appennino centro-meridionale. *Atti 73° Congr. Naz. Soc. Geol. It.*, p. 167-170.
- Sgrosso I. (1983). Alcuni dati sulla possibile presenza di una quarta piattaforma carbonatica nell'Appennino centro-meridionale. *Rend. Soc. Geol. It.*, vol. 6, p. 31-34.
- Shute C.H. & Cleal C.J. (1987). Palaeobotany in museums. *Geological Curator*, 4, 553-559 pp.
- Skog J.E. (2001). Biogeography of Mesozoic leptosporangiate ferns related to extant ferns. *Brittonia*, vol. 53, p. 236-269.
- Sorbini L. (1974). Un nuovo giacimento di pesci fossili cretacei nel territorio di Cinto Euganeo (Padova, Nord Italia). Nota preliminare. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona* 1, 538-540.
- Spicer R.A., McRees P.A., & Chapman J.L. (1993). Cretaceous phytogeography and climate signals. In Allen J.R.L., Hoskins B.J., Sellwood B.W., Spicer R.A.,

- Valdes P.J. (eds.). Paleoclimates and their Modelling: 69-78, The Royal Society, Chapman & Hall, London.
- Srinivasan V. (1995). Conifers from the Puddledock locality (Potomac Group, Early Cretaceous) in eastern North America. *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 89, p. 257-286.
- Stewart O.C. (1972). Fire. *Encyclopedia Britannica*, vol. 9, p. 296-297.
- Stewart W.N. & Rothwell G.R. (1993). Paleobotany and Evolution of Plants. 2nd Edition. Cambridge University Press. 521 pp.
- Stockey R.A. (1982). The Araucariaceae: an evolutionary perspective. *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol 37, p. 133-154.
- Sze H.C., Li X.X. (1963). Mesozoic plants from China. (Lee, H.H.) *et al.* (eds.). Science Press, Beijing, 429 pp., 118 pls.
- Takhtajan A.L. (1963). Gymnosperms and angiosperms. In A. Orlov, ed. *Osnovy Paleontologii* 15, p. 1-1743 (in russo).
- Taramelli T. (1873). Escursioni geologiche fatte nell'anno 1872. *Annali Scientifici del Regio Istituto Tecnico di Udine*, 6, 3–29.
- Taramelli T. (1881). Spiegazione della carta geologica del Friuli (Provincia di Udine), Fusi, Pavia, 189 pp.
- Tasch P. (1987). Fossil Conchostraca of the Southern Hemisphere and Continental Drift. Geological Society of America, Boulder, CO.
- Taylor T.N. & Taylor E.L. (1993). The biology and evolution of fossil plants. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Teixeira C. (1948). Flora Mesozoica Portuguesa. Direccao General de Minas e Servicos Geologicos. Lisboa.
- Teixeira C. (1954). La flore fossile des calcaires lithographiques de Santa Maria de Meya (Lerida, Espagne). *Boll. Soc. Geol Portug.* 11: 139-152.
- Tentor A., Tentor M. (2007). Primo rinvenimento di *Frenelopsis* nel Cenomaniano superiore del Carso Isontino (Colle di Moschenizza, Monfalcone, Gorizia). *Natura Nascosta*. N° 34, p. 6-15.
- Thomas H.H. & Bancroft N. (1913). On the cuticles of some recent and fossil cycadean fronds. *Transactions of the Linnean Society (Botany)*, vol. 8, p. 155-204.
- Thomas H.H. (1913). On some new and rare Jurassic plants from Yorkshire: *Eretmophyllum*, a new type of Ginkgoalean leaf. *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, vol. 17, p. 256-262.

- Thompson W.P. (1912). The structure of the stomata of certain Cretaceous conifers. *Botanical Gazette*, vol. 54, p. 63-67.
- Tintori A. (1992). Fish taphonomy and Triassic anoxic basin from the Alps: a case history. *Riv. It. Paleont. Strat.*, vol. 97(3-4), p. 393-408.
- Tommasi A. (1889). Sul lembo cretaceo di Vernasso nel Friuli. *Annali del Regio Istituto Tecnico di Udine* 2 (8), p. 5–13.
- Tommasi A. (1891). Contribuzione allo studio della fauna cretacea del Friuli. I fossili senoniani di Vernasso presso S. Pietro al Natisone. *Atti del Regio Istituto Veneto di Scienze, Lettere e Arti* 7(2), p. 1089–1122.
- Torrente M.M, Civile D., Martino C., & Milia A. (2000). Assetto strutturale ed evoluzione tettonica dell'area di Monte Vesole-Monte Chianello (Cilento, Appennino meridionale). *Boll. Soc. Geol. It.*, vol. 119, p. 733-747.
- Traverse A. (2004). Proposal to conserve the fossil pollen morphogeneric name *Classopollis* against *Corollina* and *Circulina*. *Taxon*, vol. 53(3), p. 847-848.
- Unger F. (1840). Über die Pflanzen – und Insekten Reste von Radoboj in Kroatien. *Neus Jahrb. Mineral. Geol.*, 1840, p. 374-377.
- Unger F. (1847). *Chloris protogaea*. Beitr. Flora Vorwelt, Leipzig, 149 pp.
- Upchurch G.R. & Dilcher D.L. (1990). Cenomanian angiosperm leaf megafossils, Dakota Formation, Rose Creek locality, Jefferson County, southeastern Nebraska. *U.S. Geol. Surv. Bull.*, 1915: p. 1-52.
- Upchurch G.R. Jr, Crane P.R., & Drinnan A.N. (1994). The megafloora from the Quantico locality (Upper Albian), Lower Cretaceous Potomac Group of Virginia. *Va. Mus. Nat. Hist. Mem.*, vol. 4, p. 1-57.
- Upchurch G.R., & Doyle J.A. (1981). Paleocology of the conifers *Frenelopsis* and *Pseudofrenelopsis* (Cheirolepidiaceae) from the Cretaceous Potomac Group of Maryland and Virginia. In: R.C. Romans (Editor), *Geobotany II*. Plenum Press, New York.
- Upchurch G.R. (1995). Dispersed angiosperm cuticles: Their history, preparation, and application to the rise of angiosperms in Cretaceous and Paleocene coals, southern western interior of North America. *International Journal of Coal Geology*, vol. 28, p. 161-227.
- Vakhrameev V.A. (1970). Range and paleocology of Mesozoic conifers. The Cheirolepidiaceae. *Paleontological Journal*. n° 1.

- Vakhrameev V.A. (1981). Pollen *Classopollis*: Indicator of Jurassic and Cretaceous climates. *Palaeobotanist*, vol. 28/29, p. 301-307.
- Vakhrameev, V.A. (1991). Jurassic and Cretaceous Floras and Climates of the Earth. Cambridge University Press, Cambridge, 318 pp.
- Vakhrameev, V.A., I.A. Dobruskina, E.D. Zaklinskaja & S.V. Meyen (1970) Paleozoic and Mesozoic flora of Eurasia and phytogeography of this time. *Publishing office Nauka, Moscou, Trans.*, vol. 208: 423 p.
- Van der Ham R.W.J.M., Van Konijnenburg-Van Cittert J.H.A., Dortangs G.F.W., & Van Der Burgh J. (2003). *Brachyphyllum patens* (Miquel) *comb. nov.* (Cheirolepidiaceae?): remarkable conifer foliage from the Maastrichtian type area (Late Cretaceous, NE Belgium, SE Netherlands). *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 127, p. 77-97.
- Van Konijnenburg - van Cittert J.H.A. (1993). A review of the Matoniaceae based on in situ spores. *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 78, p. 235-267.
- Vizcaïno D., Alvaro J.J., Monceret E. (2004). Trilobites and ichnofossils from a new fossil-lagerstätte in the Lower Cambrian Pardailhan Formation, southern Montagne Noire, France. *Geobios*, vol. 37, p. 277-286.
- Wang H. & Dilcher D.L. (2006). Early Cretaceous angiosperm leaves from the Dakota Formation, Braun Ranch locality, Kansas, USA. *Palaeontographica Abt. B*, vol. 273, Lfg. 4-6, p. 101-137
- Wang Y., Guignard G., Thévenard F., Dilcher D., Barale G., Mosbrugger V., Yang X. & Mei S. (2005). Cuticular anatomy of *Sphenobaiera huangii* (Ginkgoales) from the Lower Jurassic of Hubei, China. *American Journal of Botany*, vol. 92(4), p. 709-721.
- Watanabe K. & Okada K. (2003). Two discrete *cis* Elements Control the abaxial Side-Specific Expression of the filamentous Flower Gene in Arabidopsis. *The plant cell*, vol. 15, p. 2592-2602.
- Watson J. & Alvin K.L (1996). An English Wealden floral list , with comments on possible environmental indicators. *Cretaceous Research*, vol. 17, p. 5-26.
- Watson J. & Alvin K.L. (1976). Silicone rubber casts of silicified plants from the Cretaceous of Sudan. *Palaeontology*, vol. 19, p. 641-650.
- Watson J. & Fisher H.L., (1984). A new conifer genus from the Lower Cretaceous GlenRose Formation, Texas. *Palaeontology*, vol. 27, p. 718-727.

- Watson J. (1969). A revision of the English Wealden Flora, I. Charales-Ginkgoales. *Bulletin of the British Museum Natural History (Geology)*, vol. 17, p. 207-254.
- Watson J. (1977). Some Lower Cretaceous conifers of the Cheirolepidiaceae from the U.S.A. and England. *Palaeontology*, vol. 20, Part. 4, p. 715-749.
- Watson J. (1983). A new species of the conifer *Frenelopsis* from the Cretaceous of Sudan. *Botanical Journal of Linnean Society*, Vol. 86: 161-167.
- Watson J. (1988). The Cheirolepidiaceae. In *Origin and Evolution of Gymnosperms*. Edited by Charles B. Beck. *Columbia University Press*. New York, p. 382–447.
- Watson J., Alvin K. L. (1999). The cheirolepidiaceous conifers *Frenelopsis occidentalis* Heer and *Watsoniocladius valdensis* (Seward) in the Wealden of Germany. *Cretaceous Research*, vol. 20, p. 315-326.
- Watson J., Fisher H.L., Hall N.A. (1987). A new species of *Brachyphyllum* from the English Wealden and its probable female cone. *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 51, p. 169-187.
- Watson J., Fisher H.L., Hall N.A. (1988). The holotype of the Wealden conifer *Brachyphyllum punctatum* Micheal. *Palaeontology*, vol. 31, part 4, p. 1029-1031.
- Watson J., Harrison N. A. (1998). *Abietites linkii* (Römer) and *Pseudotorellia heterophylla* Watson: coniferous or ginkgoalean? *Cretaceous Research*, vol. 19, p. 239-278.
- Wesley A.(1956). Contributions to the knowledge of the flora of the grey limestones of Veneto: Part I.
- Wessel P. & Weber O. (1855). Neuer Beitrag zur Tertiärflora der niederrheinischen Braunkohlenformation. *Palaeontographica*, vol. 4, p. 111-178.
- Yabe A. & Kubota K. (2004). *Brachyphyllum obesum*, newly discovered thermophilic conifer branch from the lower Cretaceous Kitadani Formation of the Tetori Group, central Japan. *Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum*, vol. 3, p. 23-29.
- Zeiller R. (1882). Observations sur quelques cuticules fossiles. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique*, 13, 217-238.
- Zhou Z. (1997). Mesozoic ginkgoalean megafossils: a systematic review. 183-206. In Hori T., Ridge R.W., Tulecke W., Del Tredici P., Trémouillaux-Guiller J.

& Tobe H. (eds). *Ginko biloba. A global treasure*. Springer-Verlag, Tokyo, 427 pp.

TAVOLE

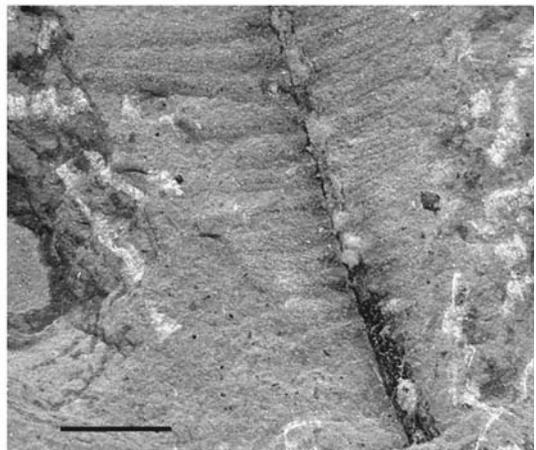
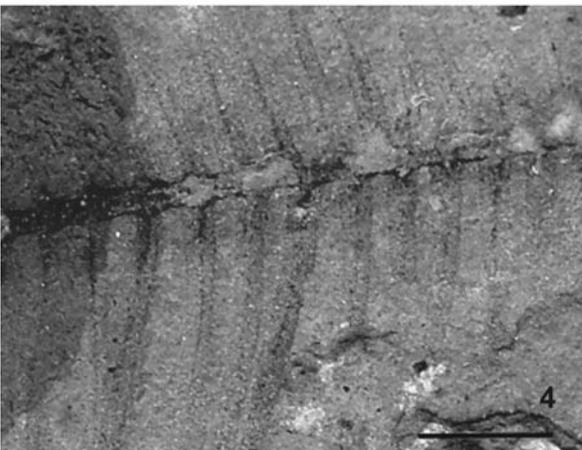
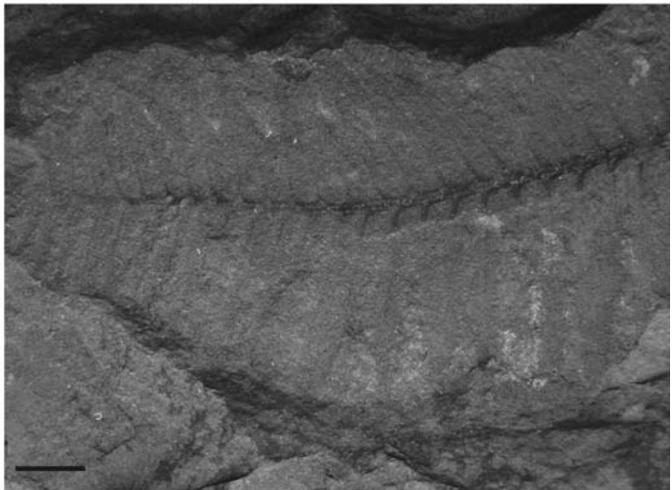
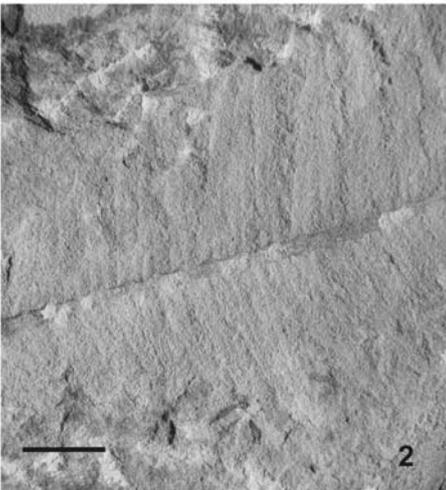
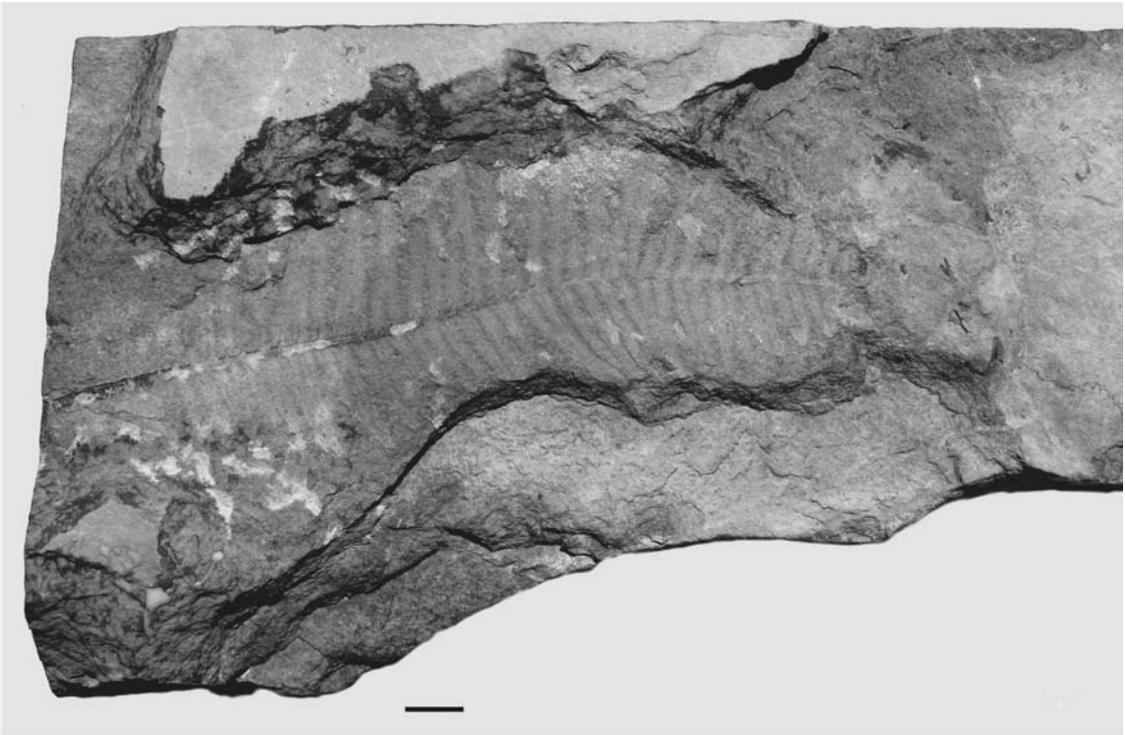


TAVOLA 1

PI 1. *Phleboteris* ? Albiano inferiore, Pietraraja.

1: vista generale.

2: segmento basale della pinna fotografato in condizioni di luce solare.

3: vista generale del campione fotografato mediante luce UV.

4: particolare del segmento mediano della pinna fotografato con luce UV.

5: particolare del segmento basale della pinna fotografato con luce UV.

Per tutte le immagini la barra equivale ad 1 cm.

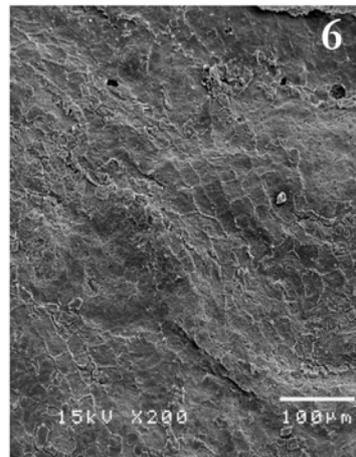
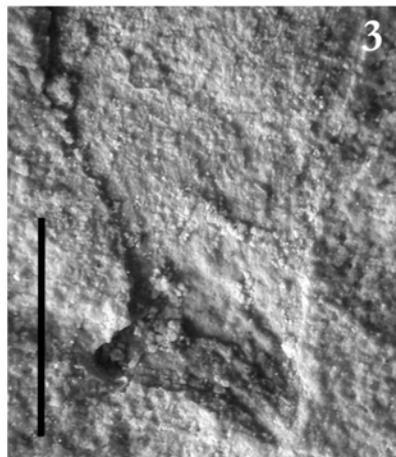
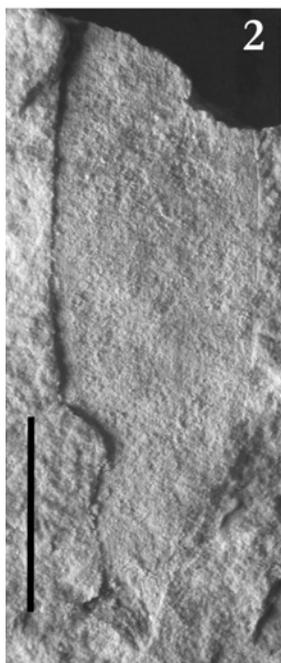
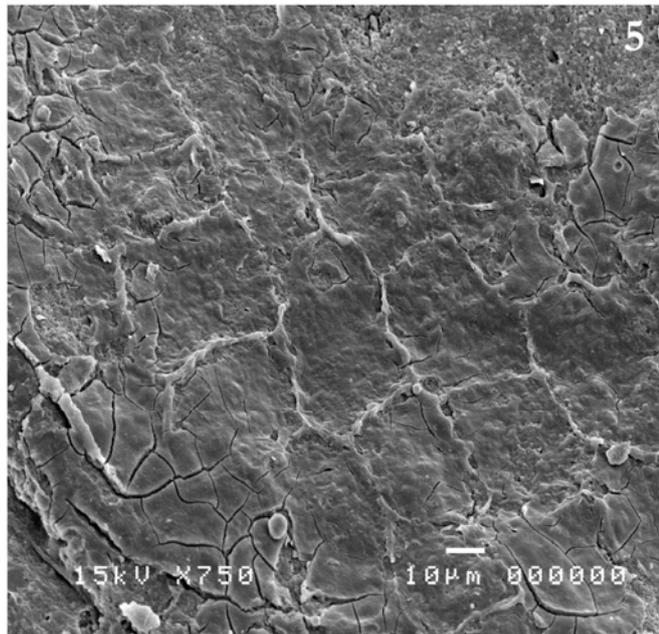
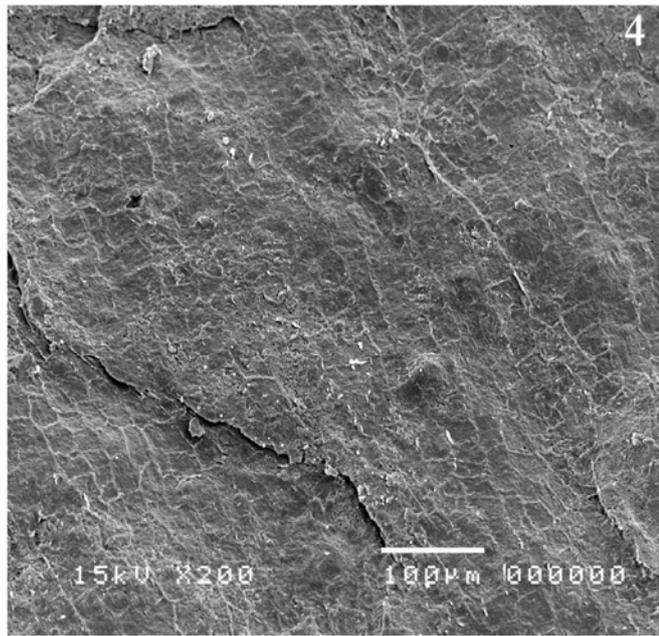


TAVOLA 2

P2. Foliola di Bennettitale. Albiano inferiore, Pietraraja.

- 1: impronta con nervature più o meno ben visibili nella parte medio-prossimale.
- 2: controimpronta con picciolo; l'apice è stato montato su *stub* per l'osservazione al SEM.
- 3: ingrandimento del picciolo.
- 4: osservazione della superficie adassiale² della cuticola mostrante la disposizione delle cellule epidermiche in file.
- 5: particolare della foto 4 mostrante la morfologia sinusoidale delle pareti anticlinali delle cellule epidermiche.
- 6: foto mostrante il prevalente cattivo stato di conservazione della cuticola.

Per le foto 1 e 2 la scala equivale a 5 mm, mentre per la 3 equivale a 2 mm.

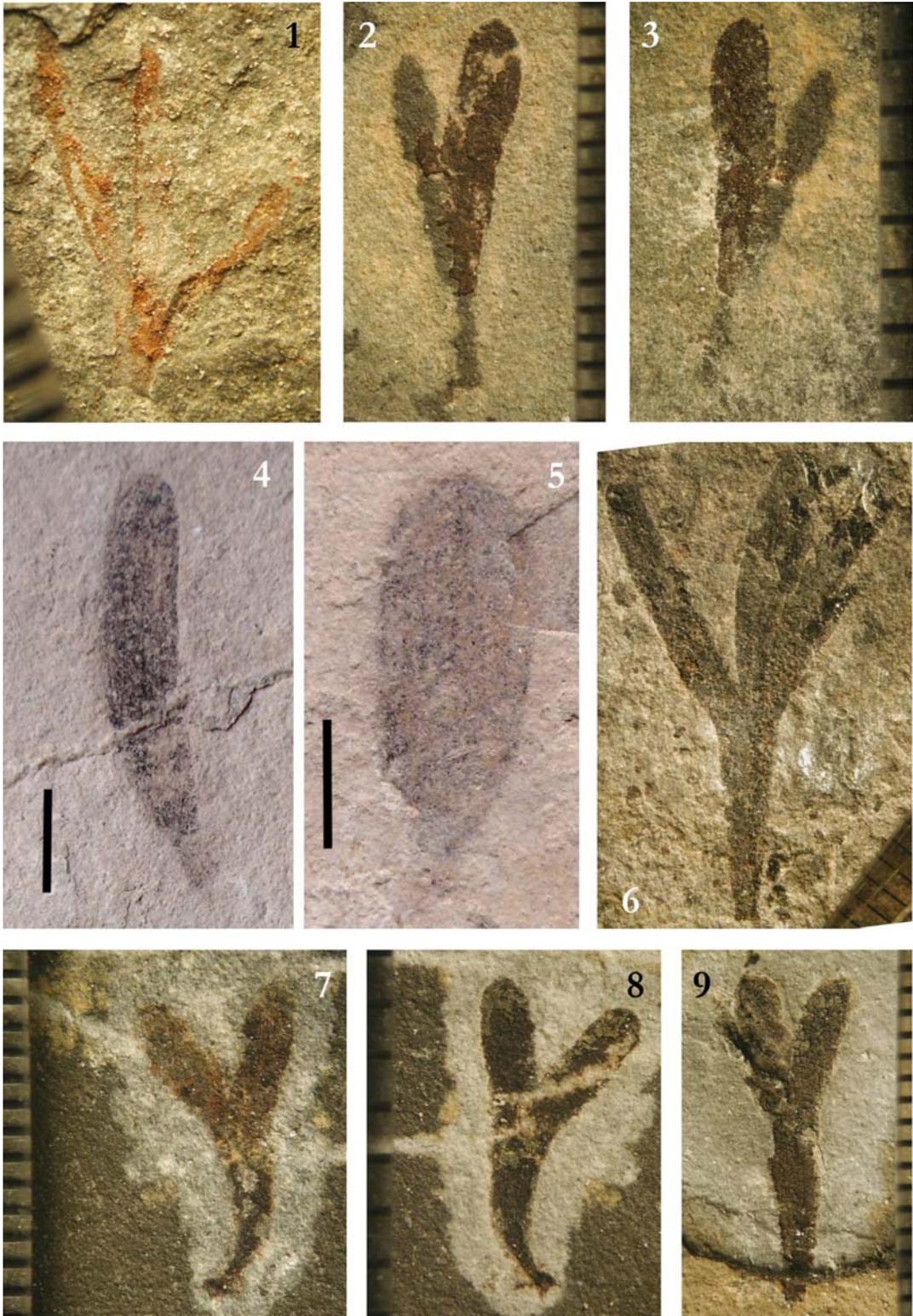


TAVOLA 3

- 1: CM 84. *Sphenobaiera* ? Aptiano superiore, Cusano Mutri.
2 e 3: P 34. *Sphenobaiera* ? Aptiano inferiore-medio, Profeti. Impronta (2) e controimpronta (3).
4: M 19401. Ginkgoephytae ? Albiano inferiore, Pietraroja.
5: M 19405. Ginkgoephytae ? Albiano inferiore, Pietraroja.
6: M 20796 *Sphenobaiera* sp. Albiano inferiore, Pietraroja.
7 e 8: P 36. *Sphenobaiera* sp. Aptiano inferiore-medio, Profeti.
9: P 33. *Sphenobaiera* ? Aptiano inferiore-medio, Profeti.

Per 4 e 5 la scala equivale a 5 mm.

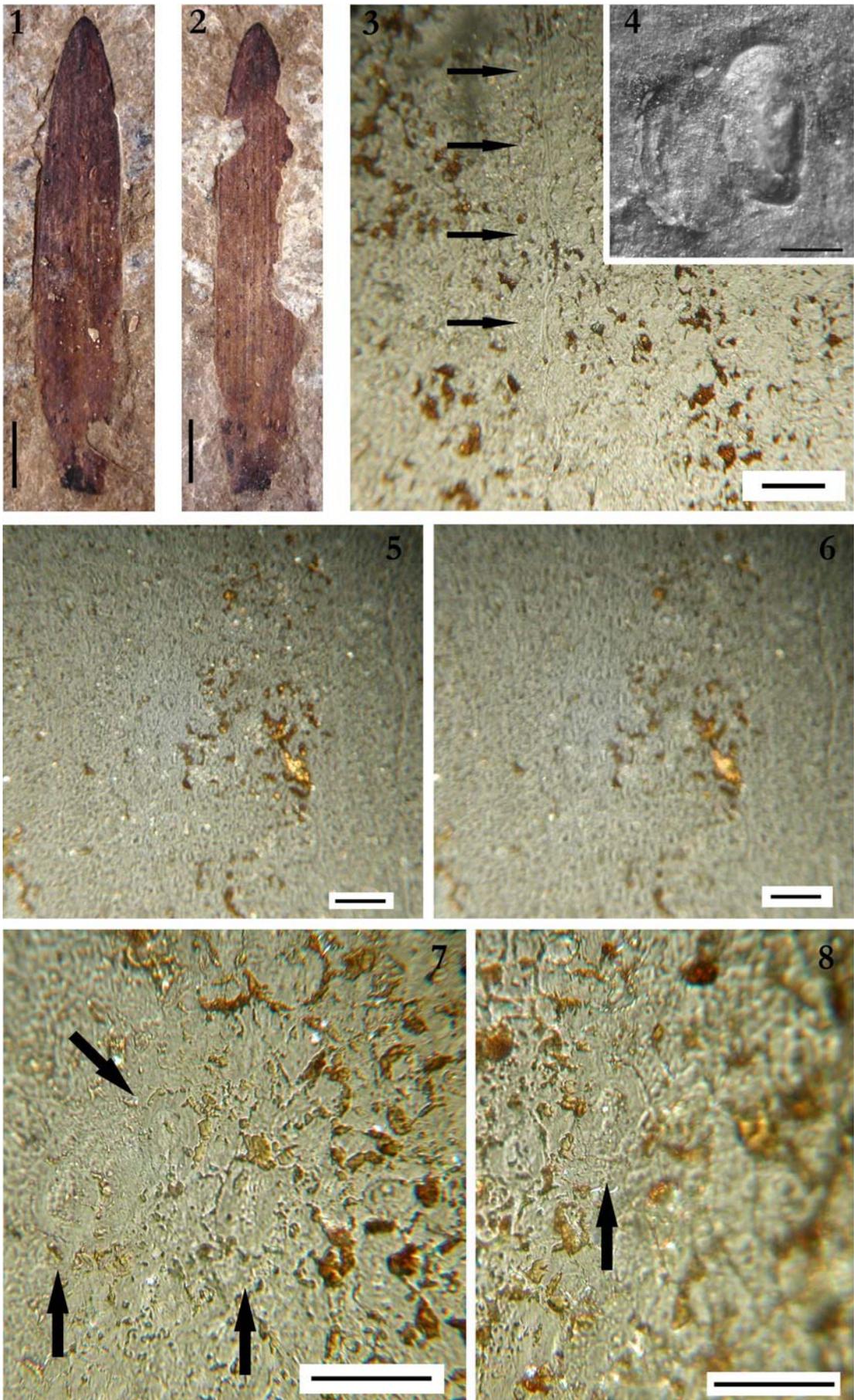


TAVOLA 4

CM 76. *Pseudotorellia* sp. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

1 e 2: impronta (1) e controimpronta.

3: nervatura (freccie).

4: ostracodi ricoperti dalla cuticola.

5 e 6: stomi allineati longitudinalmente. Le foto 5 e 6 si riferiscono alla stessa area ma la messa a fuoco è su piani diversi.

7: 3 stomi (freccie) allineati longitudinalmente.

8: apparato stomatico (freccia) mostrante le due cellule di guardia e superiormente l'appendice polare delle cellule di guardia.

Per 1 e 2 la scala equivale a 5 mm; per 4 equivale a 0,4 mm; per 5 e 6 equivale a 100 μm e per 7 e 8 equivale a 50 μm .

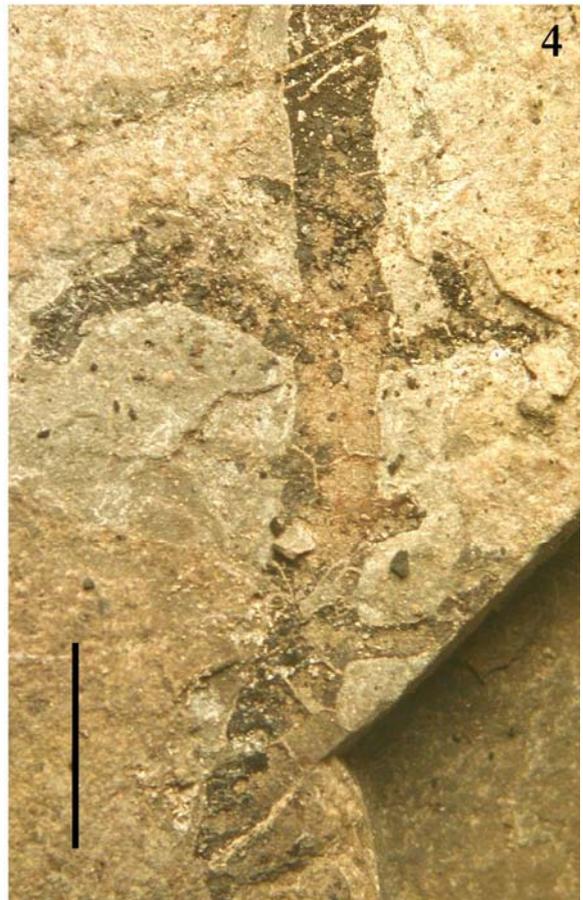
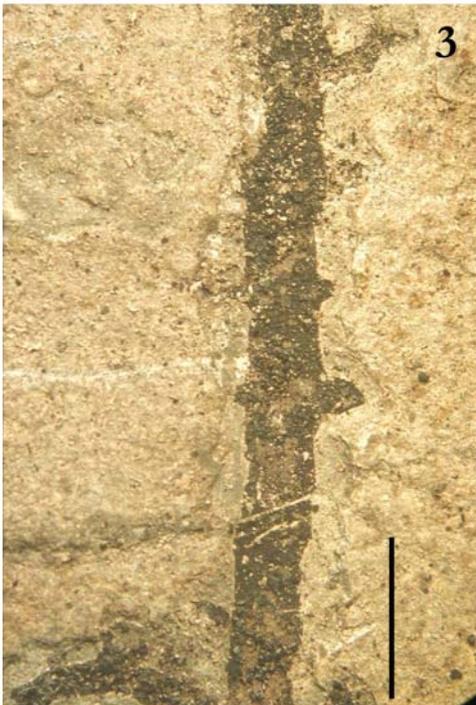
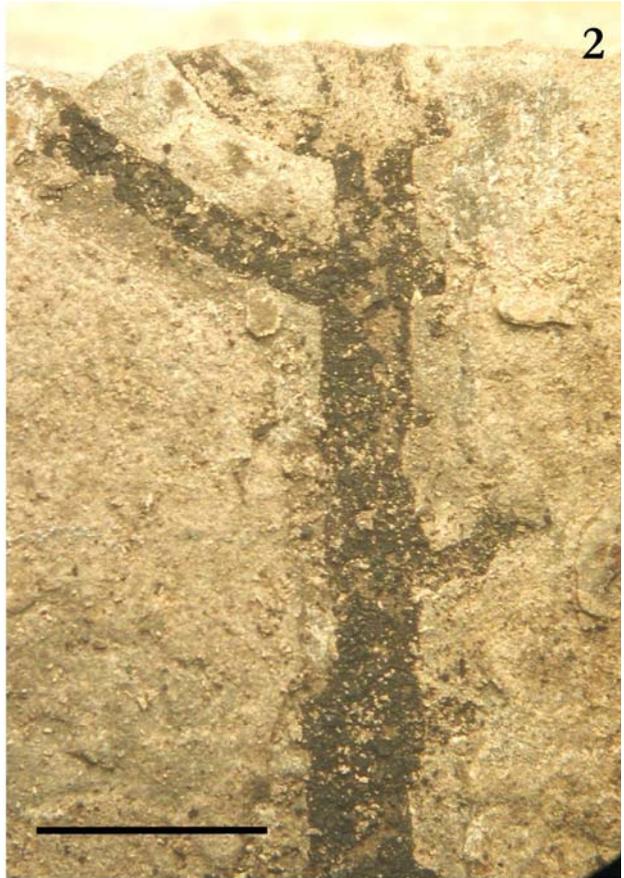


TAVOLA 5

M 20908. *Brachyphyllum obesum*, Albiano inferiore, Pietraraja.

- 1: visione generale dell'esemplare (impronta¹).
- 2: particolare della parte distale.
- 3: particolare della parte mediana della ramificazione.
- 4: parte distale mostrante i cuscini fogliari evidenti.

Per 1 la scala equivale a 1 cm, mentre per 2, 3 e 4 la scala equivale a 5 mm.

¹ La controimpronta è costituita da minuti frammenti.

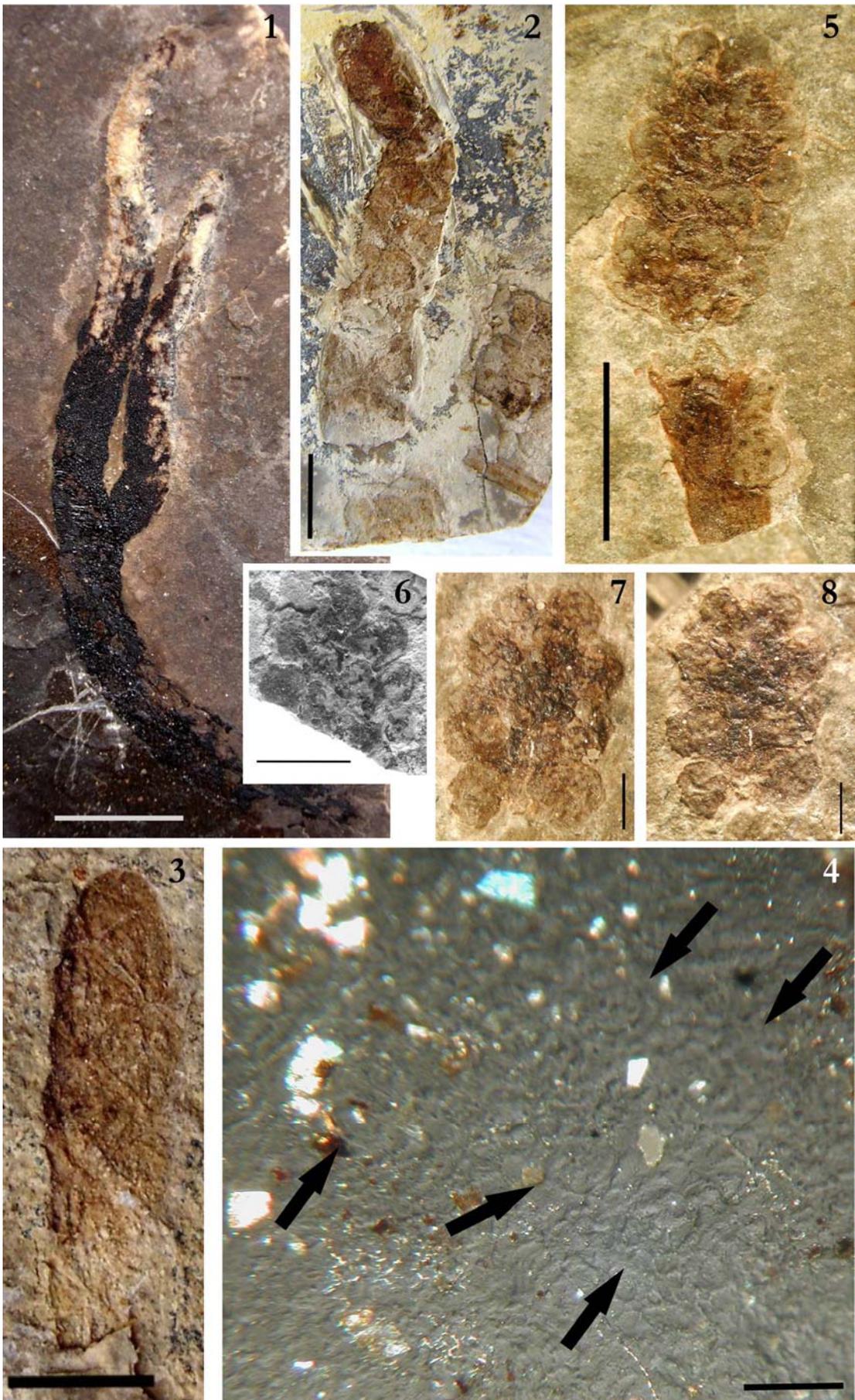


TAVOLA 6

Brachyphyllum aff. *obesum*. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

- 1: CM 21. Visione generale della ramificazione (impronta¹).
- 2: CM 47. Asse semplice. Da notare in basso a destra la presenza di un frammento di segmento appartenente a *Frenenelopsis* sp.
- 3: CM 68. Parte apicale di un asse mostrante la disposizione spiralata dei cuscini fogliari.
- 4: CM 21 t. Transfer della parte apicale dell'esemplare CM 21 mostrante complessi stomatici? (frecce).

Brachyphyllum aff. *punctatum*. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

- 5: CM 67. Asse incompleto di piccole dimensioni mostrante la disposizione elicoidale delle foglie.
- 6: CM 28. Asse frammentario.
- 7 e 8: CM 80. Rispettivamente controimpronta e impronta di asse incompleto.

Per 1 la scala equivale a 1 cm, mentre per 2 equivale a 5 mm, per 3 equivale a 4 mm, per 4 equivale a 100 μ m, per 5 e 6 equivale a 3 mm, per 7 e 8 equivale a 1 mm.

¹ La controimpronta è mal conservata.

TAV. 7

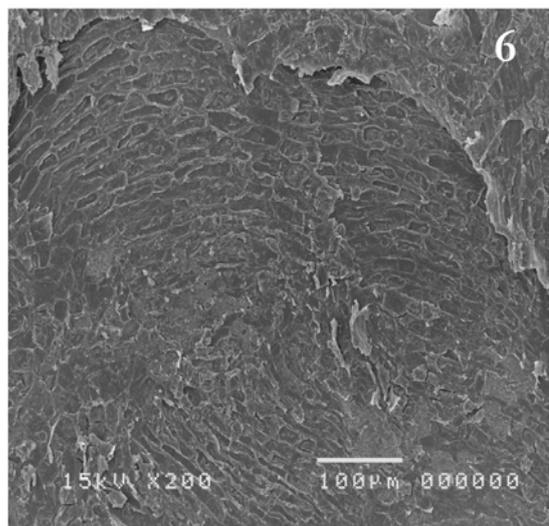
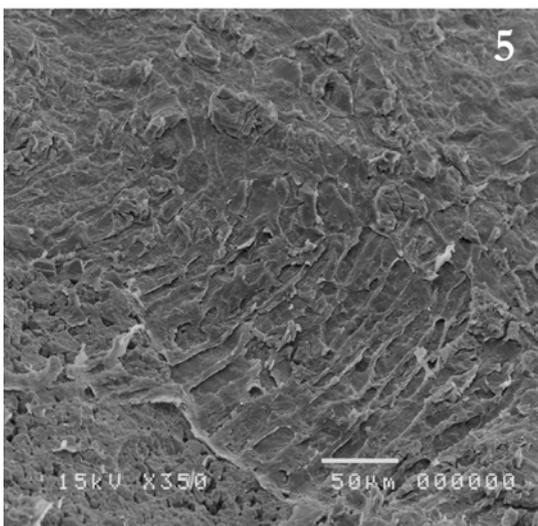
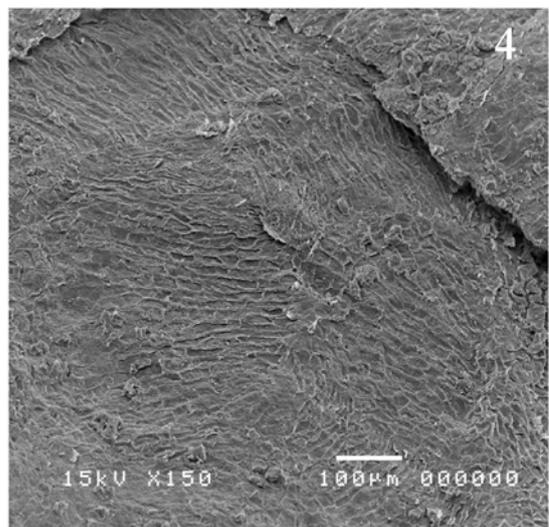
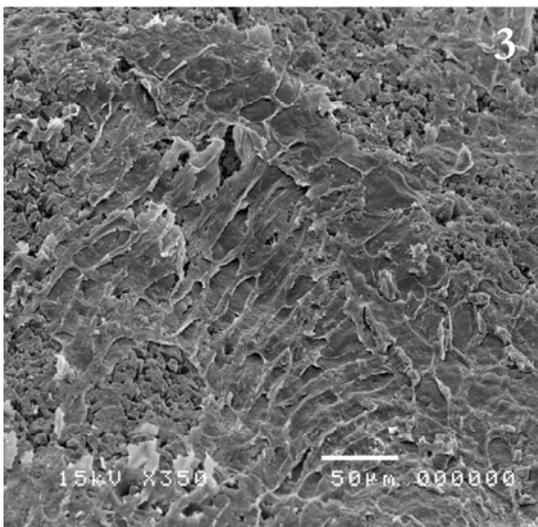
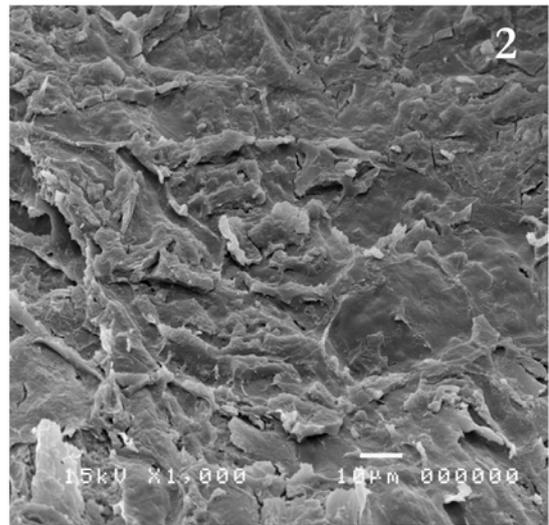
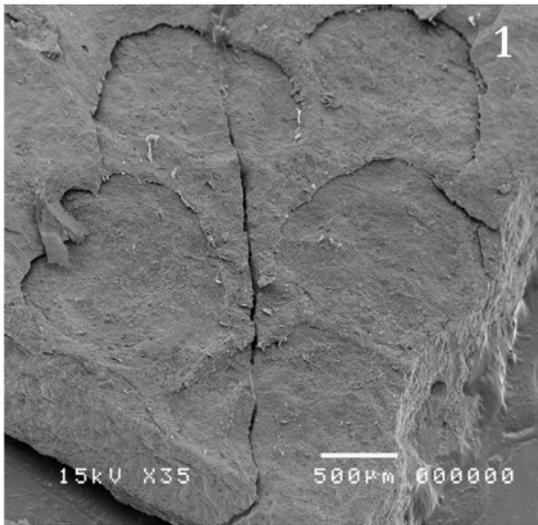


TAVOLA 7

CM 28. *Brachyphyllum* aff. *punctatum*. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

1: visione generale dell'asse.

2: apparato stomatico?

3 - 6: cellule epidermiche: superficie abassiale?

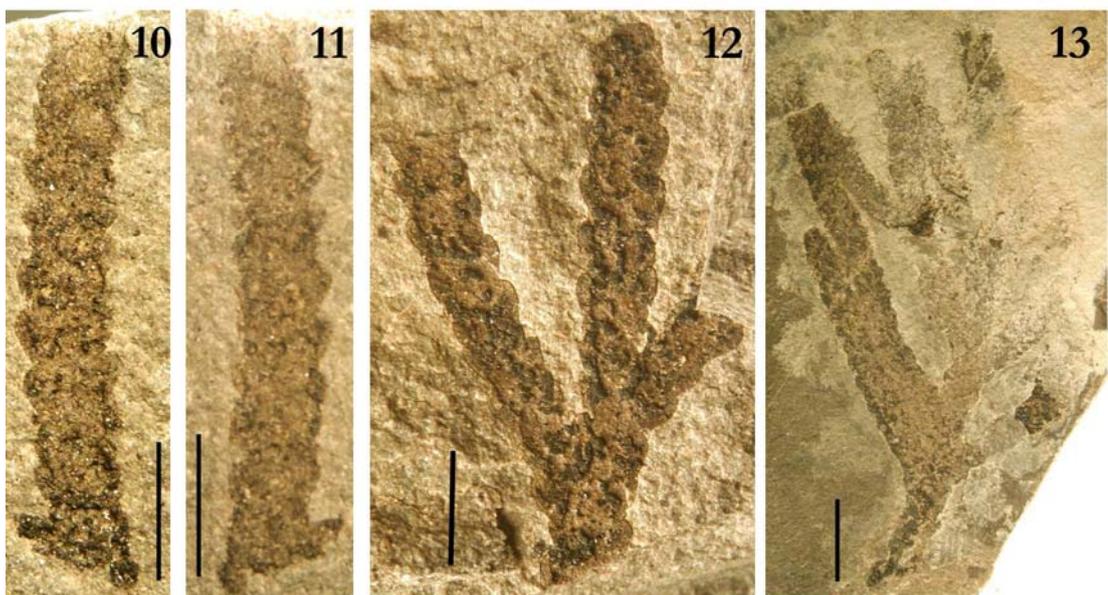
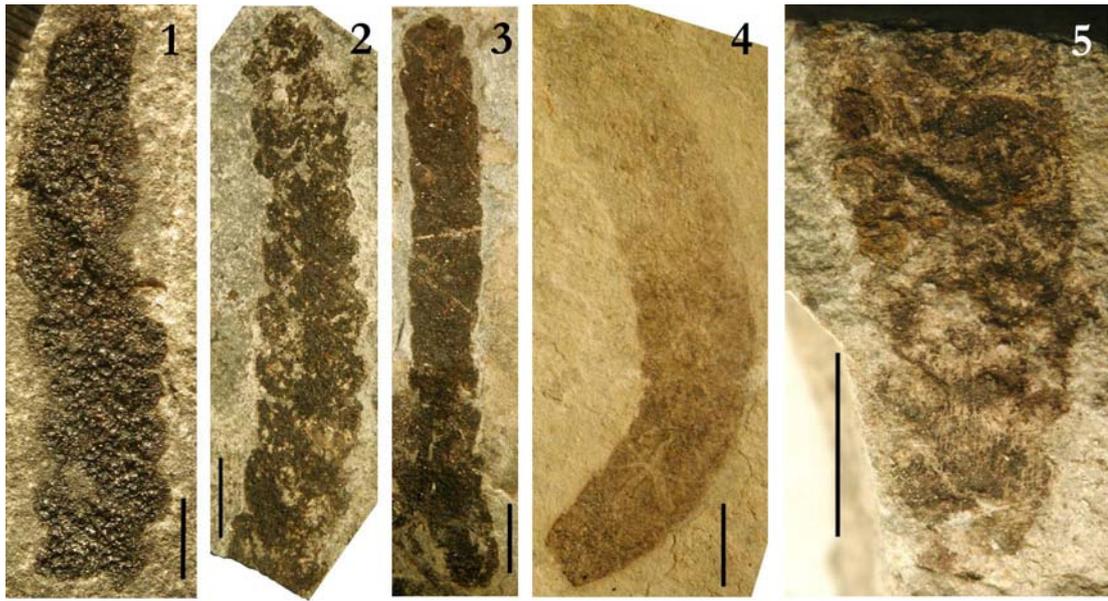


TAVOLA 8

Brachyphyllum sp. 1. Aptiano inferiore-medio, Profeti.

- 1: P 10 b 3. Asse con sostanza organica preservata.
- 2: P 55. Asse vegetativo su cui si distingue nettamente il contorno generale delle foglie.
- 3: P 56. Asse con foglie strettamente adese all'asse.
- 4: P 57. Impressione di un asse con cuscinetti fogliari osservabili nella parte prossimale.
- 5: P 59. Frammento di asse con cuticola mal preservata.
- 6: P 95. Impressione di un asse con cuscinetti fogliari appena osservabili.
- 7: P 101. Asse mal preservato con foglie visibili nella parte distale.
- 8: P 113. Impronta e controimpronta di assi isorientati.

Brachyphyllum sp. 2. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

- 9: CM 48. Asse presentante foglie osservabili nella parte apicale.

Brachyphyllum sp. 3. Albiano inferiore, Pietraraja

- 10: M 20924. Asse con foglie ben osservabili nella parte mediana. Impronta di M 20925
- 11: M 20925. Controimpronta di M 20924.
- 12: M 20765. Asse ramificato in cui si osserva bene il contorno generale delle foglie.
- 13: M 20909. Asse ramificato.

La scala equivale a 5 mm per 1, 2, 5, 6, 9; ad 1 cm per 3 e 4; a 4 mm per 7; a 3 mm per 10, 11, 12; a 5 mm per 13.

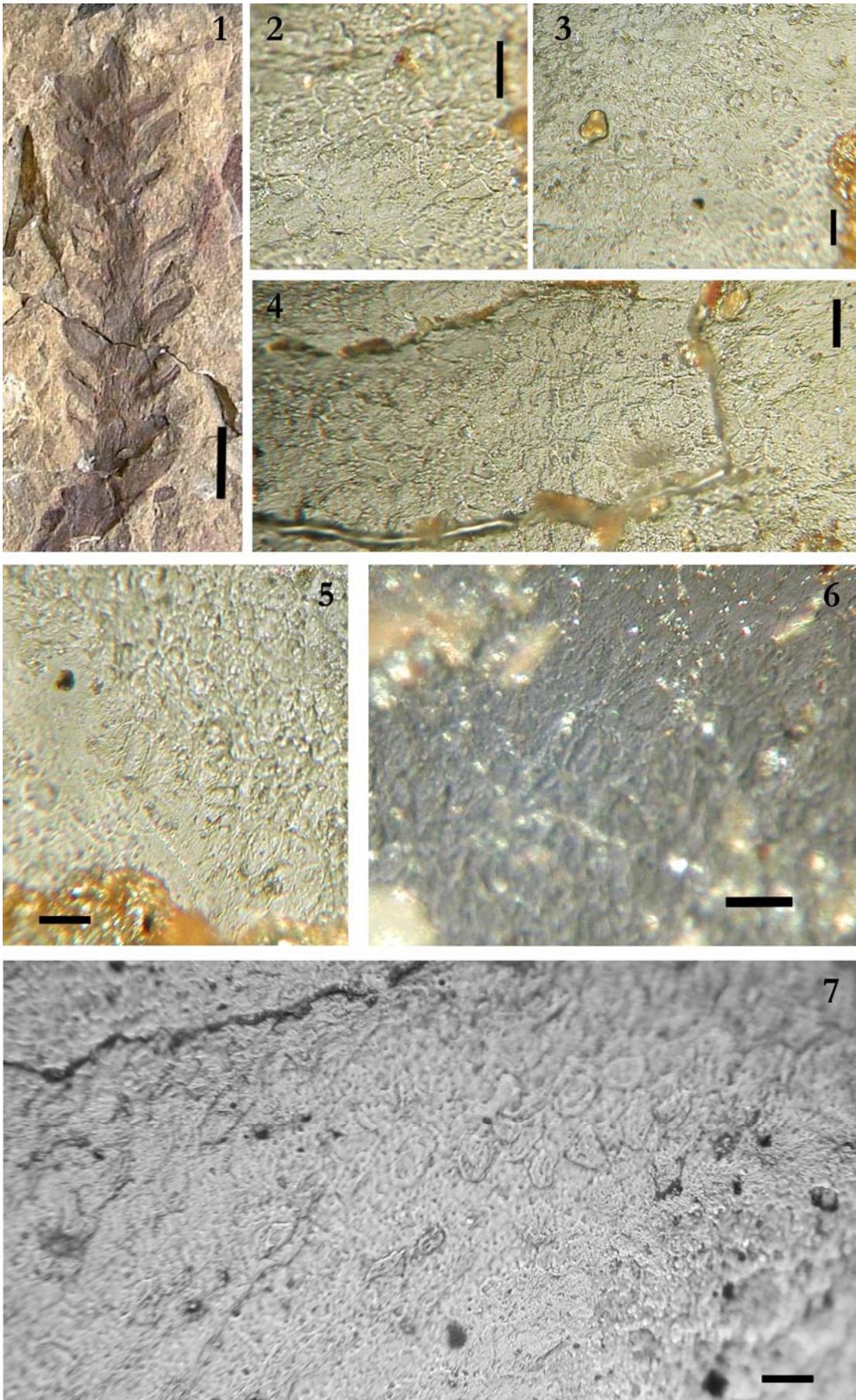


TAVOLA 9

CM 19. *Pagiophyllum* aff. *pedreranus*. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

1: CM 19. Asse vegetativo.

2: CM 19 t. Cellule epidermiche con presunte punteggiature (*peel*).

3: CM 19 t. Cellule epidermiche aventi morfologia poligonale (*peel*).

4: CM 19 t. Cellule epidermiche poligonali e resti di cuticola mal conservata (*peel*).

5: CM 19 t. Cellule epidermiche poligonali e resti di cuticola (*peel*).

6: CM 19 t. Nella parte centrale due ostioli? con orientazione casuale (*peel*).

7: CM 19 t. Presunti ostioli con orientazione casuale (*peel*).

Per tutte le immagini eccettuato la 1 (3 mm) la scala equivale a 50 μm .

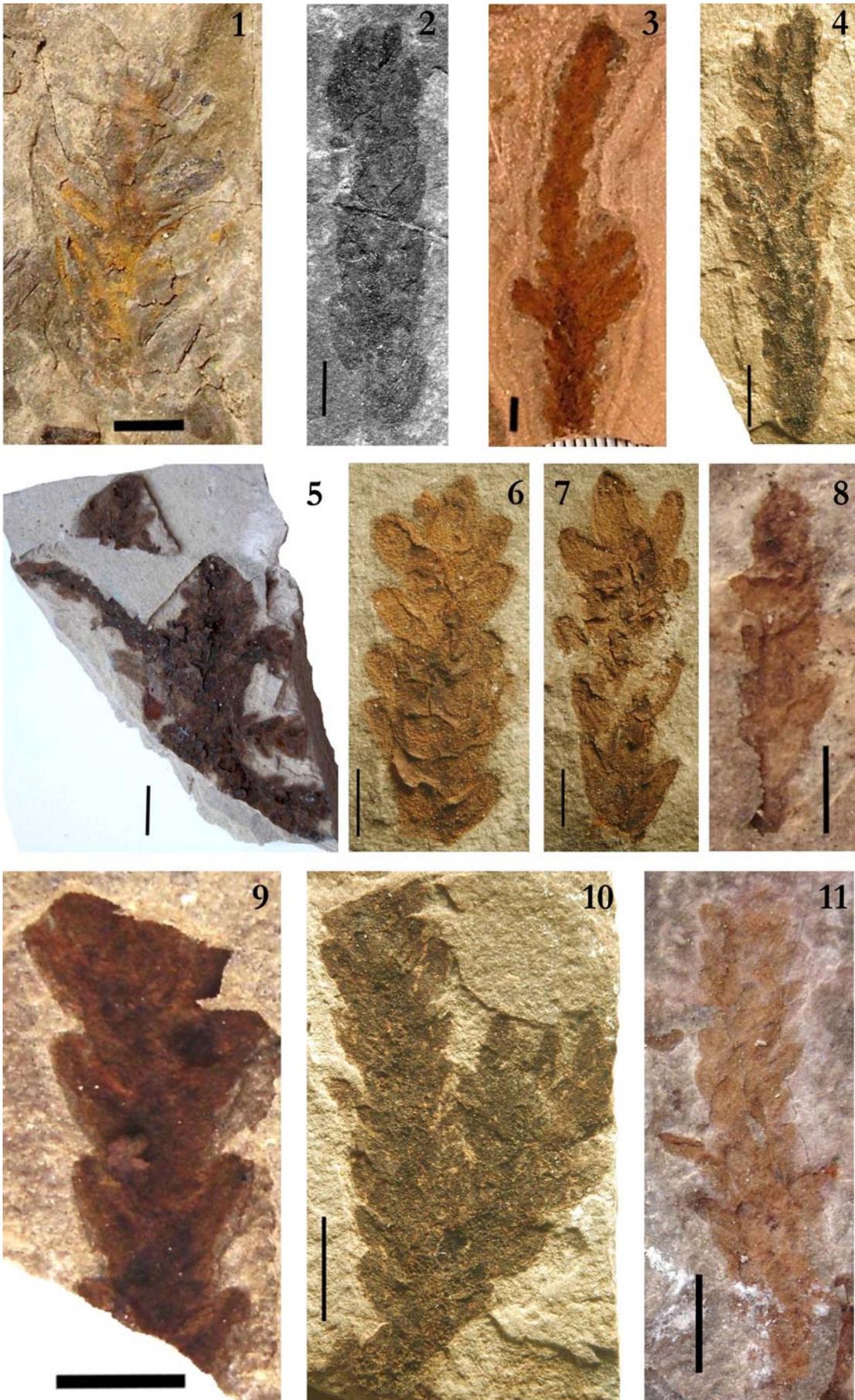


TAVOLA 10

Pagiophyllum sp. 1. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

1: CM 30. Asse vegetativo con parte libera della foglia molto lunga.

Pagiophyllum sp. 1. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

2: CM 104. Asse vegetativo con foglie adese all'asse.

Pagiophyllum sp. 3. Albiano medio, Petina.

3: PE 45. Asse ramificato

4: PE 2. Asse in cattivo stato di preservazione.

5: PE 3. Assi vegetativi.

6: PE 4 1. Asse con parte libera delle foglie ben conservata.

7: PE 4 2. Asse con leggera curvatura nella parte distale.

8: PE 5. Asse mal preservato.

9: PE 7. Asse frammentario in cui si osserva bene la disposizione elicoidale delle foglie.

10: PE 8. Asse ramificato mal preservato.

11: PE 9 1. Asse mal preservato.

Per 1, 2, 6, 7 e 10 la scala equivale a 2 mm; per 3, 4 e 9 la scala equivale a 3 mm; per 5, 8 e 11 la scala equivale a 5 mm.

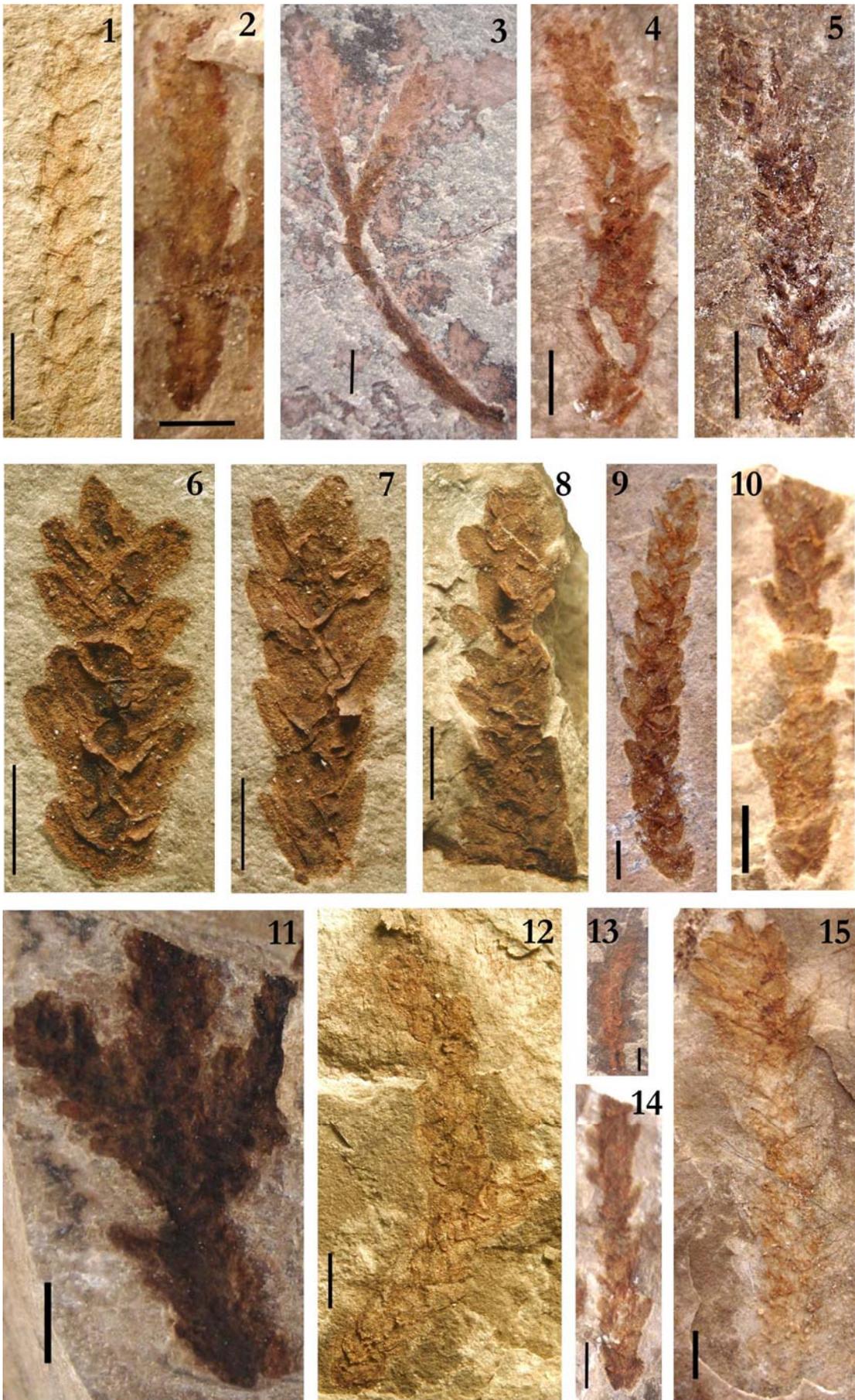


TAVOLA 11

Pagiophyllum sp. 3. Albiano medio, Petina.

- 1: PE 9 2. Impressione di asse.
- 2: PE 10. Compressione di asse mal preservata.
- 3: PE 11. Asse ramificato.
- 4: PE 14. Compressione di asse mal preservata.
- 5: PE 15. Compressione di asse con foglie non adese all'asse.
- 6: PE 16 1. Compressione di asse.
- 7: PE 16 2. Compressione di asse.
- 8: PE 16 3. Compressione di asse mal preservata.
- 9: PE 17. Compressione di asse in cui si osserva la disposizione spiralata delle foglie.
- 10: PE 18. Asse mal preservato.
- 11: PE 19 1. Asse ramificato.
- 12: PE 23 2. Compressione di asse.
- 13: PE 21 2. Asse mal preservato.
- 14: PE 21 1. Asse mal preservato.
- 15: PE 22. Asse mal preservato.

La scala equivale a 5 mm per 1, 2, 3, 4 e 5; a 3 mm per 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15.

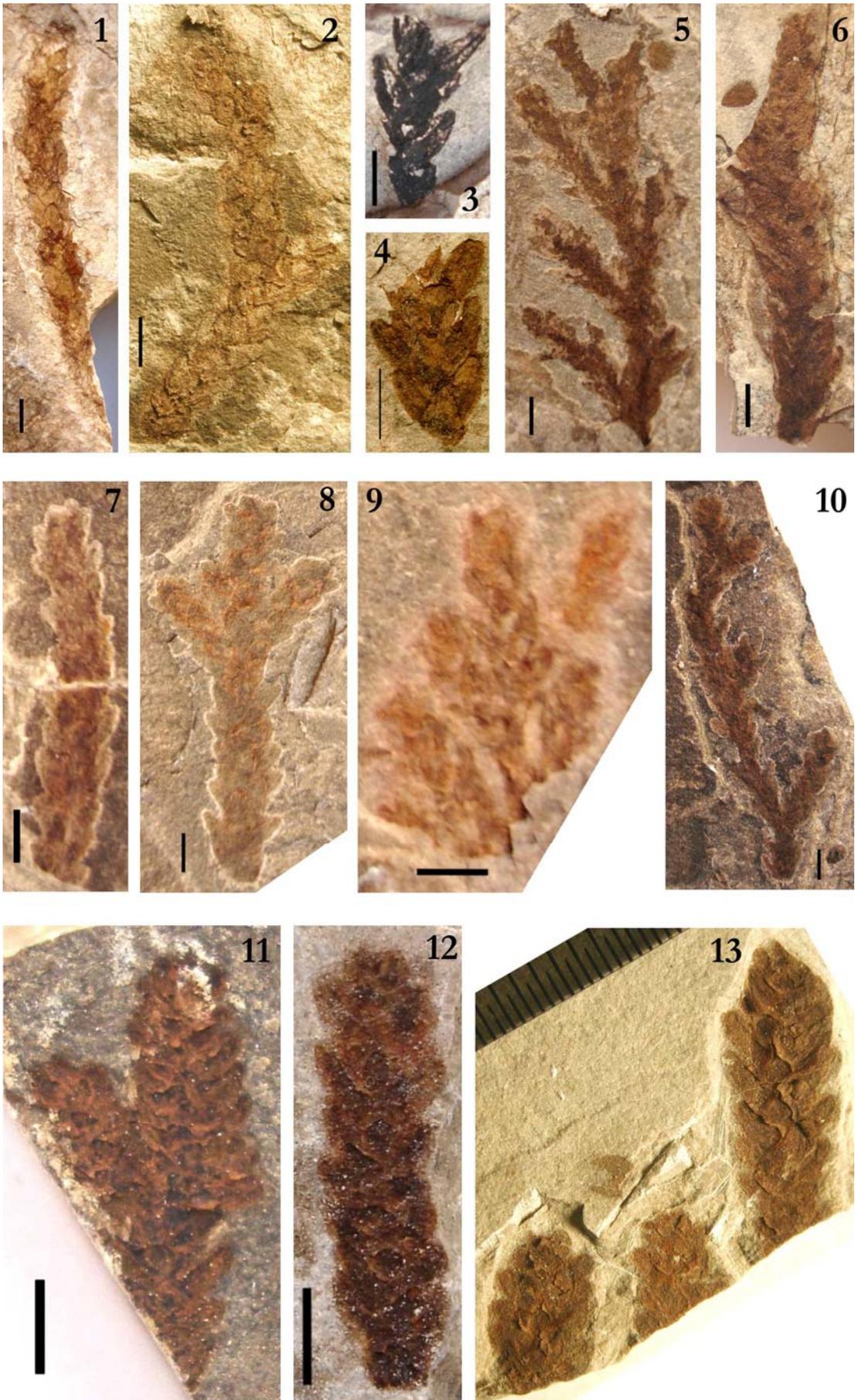


TAVOLA 12

Pagiophyllum sp. 3. Albiano medio, Petina.

- 1: PE 23 1. Compressione di asse.
- 2: PE 23 2. Compressione di asse.
- 3: PE 20. Frammento di asse.
- 4: PE 24. Frammento di asse.
- 5: PE 25 1. Asse ramificato.
- 6: PE 25 2. Compressione di asse mal preservato.
- 7: PE 26 1. Asse mal preservato
- 8: PE 26 2. Impressione di asse ramificato.
- 9: PE 26 3. Assi mal preservati.
- 10: PE 26 4. Compressione di asse ramificato.
- 11: PE 27. Ramificazione di asse mal preservata.
- 12: PE 28. Asse vegetativo.
- 13: PE 29. Asse ramificato?.

Per tutti i campioni la scala equivale a 3 mm, tranne che per la fig. 13 dove ogni singola unità di segmento metrico è di 0.5 mm.

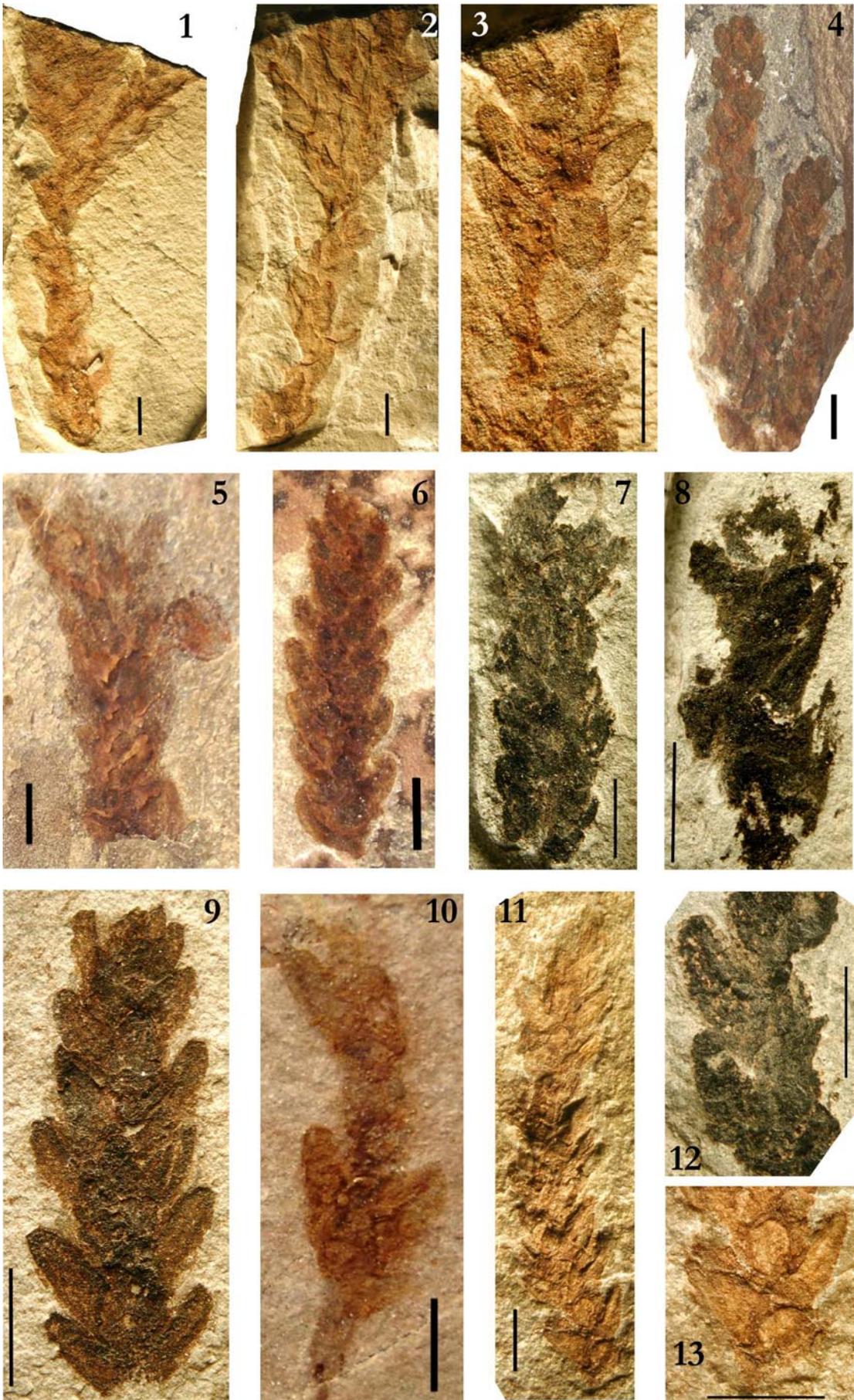


TAVOLA 13

Pagiophyllum sp. 3. Albiano medio, Petina.

- 1: PE 30 Compressione di assi ramificati.
- 2: PE 30. Compressione di assi ramificati.
- 3: PE 31. Compressione di asse con foglie ben evidenti.
- 4: PE 32 1. Asse ramificato.
- 5: PE 32 2. Asse mal preservato.
- 6: PE 33 1. Asse con foglie più meno adese all'asse.
- 7: PE 33 2. Asse mal preservato.
- 8: PE 34. Asse mal preservato.
- 9: PE 35. Compressione di asse con parti libere delle foglie ben osservabili.
- 10: PE 36. Asse mal preservato.
- 11: PE 37. Compressione di asse.
- 12: PE 36. Particolare del campione in fig. 10 in cui si osservano foglie più o meno divaricate.

Per tutte le immagini la scala equivale a 3 mm, tranne per l'immagine 12 che è di 1 mm.

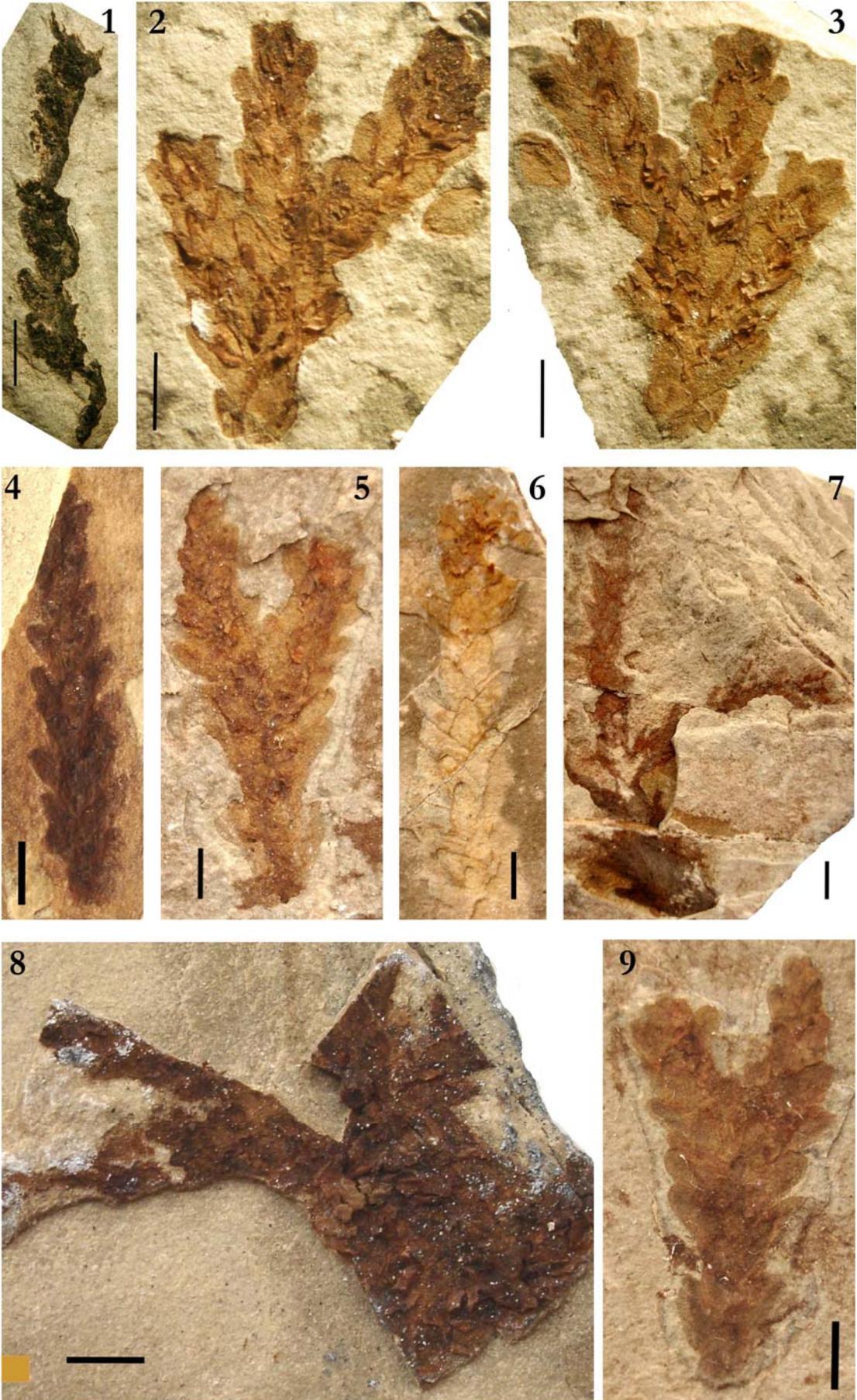


TAVOLA 14

Pagiophyllum sp. 3. Albiano medio, Petina.

- 1: PE 37. Asse mal preservato.
- 2: PE 38 a. Compressione di asse ramificato; impronta di 3.
- 3: PE 38 b. Compressione di asse ramificato; controimpronta di 2.
- 4: PE 39. Compressione di asse.
- 5: PE 40. Compressione di asse ramificato
- 6: PE 41. Asse con parte libera delle foglie divaricate.
- 7: PE 42. Asse ramificato mal preservato.
- 8: PE 43. Assi ramificati.
- 9: PE 44. Asse ramificato

Per tutte le immagini la scala equivale a 3 mm.

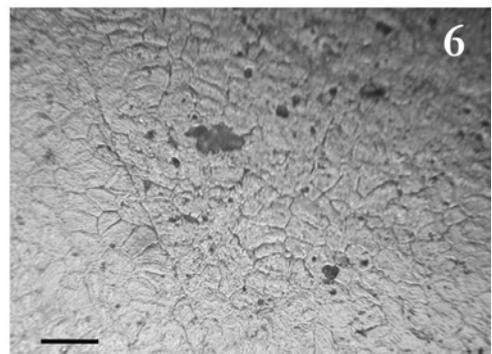
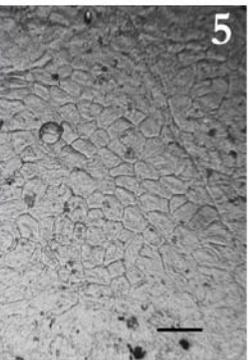
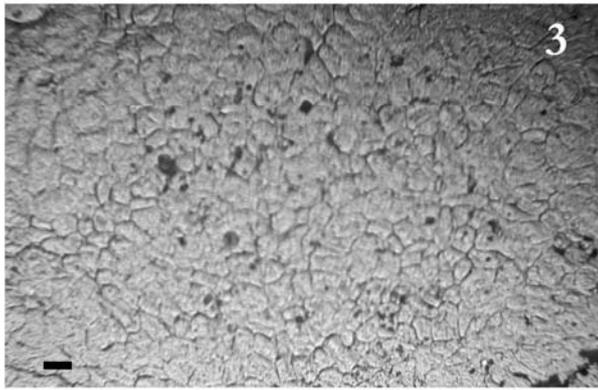
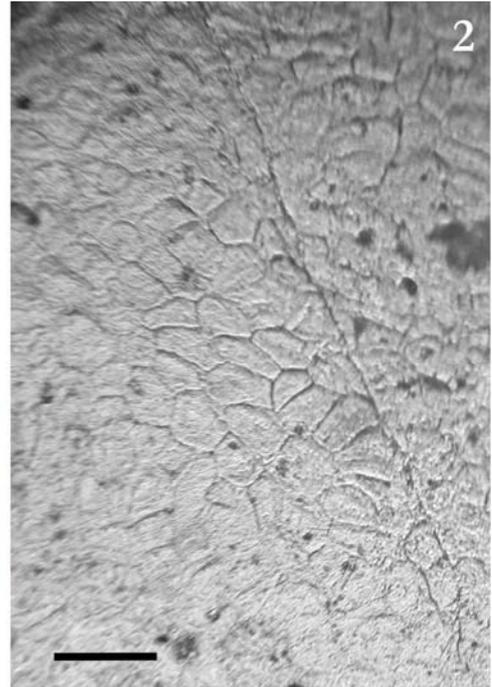
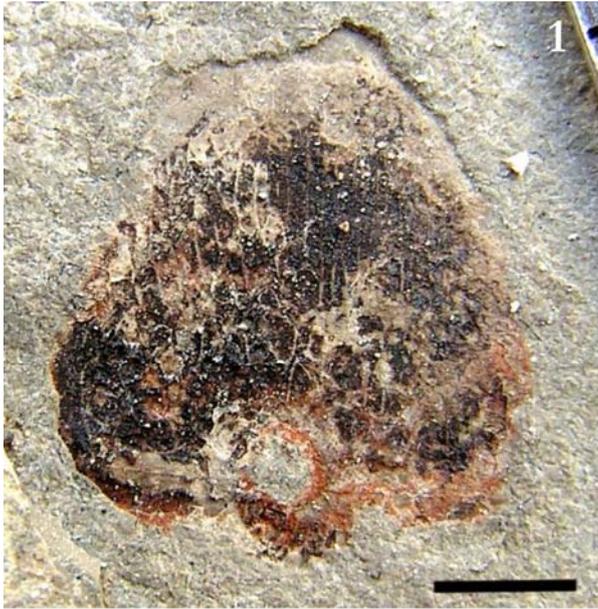


TAVOLA 15

- 1: CM 53. *Araucarites* aff. *pedreranus*. Aptiano superiore, Cusano Mutri. Scaglia con morfologia triangolare.
- 2: CM 53 t. Cellule epidermiche con morfologia allungata (*peel*).
- 3: CM 53 t. Cellule epidermiche aventi morfologia essenzialmente pentagonale (*peel*).
- 4: CM 53 t. Cellule epidermiche ben osservabili nella parte centrale dell'immagine aventi morfologia essenzialmente pentagonale. 3 e 4 sono equivalenti ma con fuoco diverso (*peel*).
- 5: CM 53 t. Cellule epidermiche aventi morfologia essenzialmente pentagonale ed esagonale (*peel*).
- 6: CM 53 t. Cellule epidermiche aventi morfologia essenzialmente pentagonale ed esagonale (*peel*).
- 7: PE 49. *Araucarites* sp. Aptiano inferiore-medio, Profeti. Scaglia con morfologia triangolare.
- 8: PE 51 a. *Araucarites* ?. Aptiano inferiore-medio, Profeti. Scaglia ? con morfologia pseudo-triangolare.
- 9: PE 51. *Araucarites* ? 2. Albiano inferiore, Pietraraja. Scaglia ? frammentaria con morfologia pseudo-triangolare.

Per 3 e 4 la scala equivale a 50 μm ; per 2, 5 e 6 la scala equivale a 100 μm ; per 8 equivale ad 1 mm; per 1, 7 e 9 equivale a 3 mm.

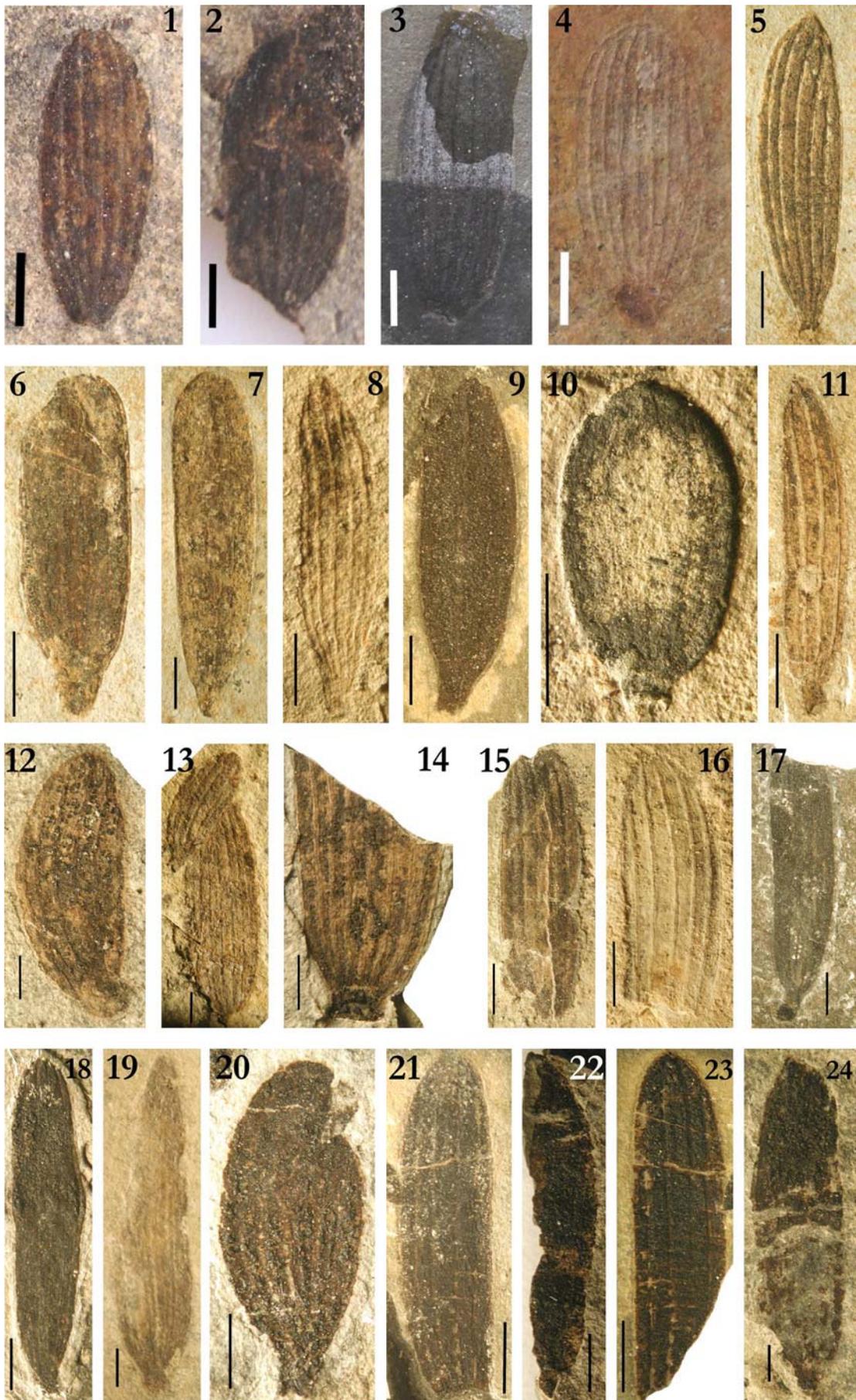


TAVOLA 16

Nageiopsis sp. 1. Aptiano inferiore-medio, Profeti.

- 1: P 1 a 1. Esempio senza picciolo con 5 nervature equamente distanziate.
- 2: P 1 a 2. Esempio senza picciolo con 6 nervature.
- 3: P 4. Reperto integro con 7 nervature equamente distanziate.
- 4: P 5. Reperto integro con 7 nervature.
- 5: P 7 3. Campione integro con 5 nervature
- 6: P 7 4. Campione integro con 5? nervature.
- 7: P 7 5. Reperto integro con 5 nervature equamente distanziate.
- 8: P 27 b. Esempio integro con 5 nervature.
- 9: P 28 2. Esempio integro con 7 nervature.
- 10: P 37. Campione integro con 9 nervature.
- 11: P 70. Reperto integro con 4 nervature equamente distanziate.
- 12: P 61 b 3. Reperto integro con 6 nervature equamente distanziate.
- 13: P 62 1. Esempio integro con 5 nervature.
- 14: P 62 2. Esempio senza picciolo con 7 nervature.
- 15: P 63. Campione integro privo di apice con 7 nervature equamente distanziate.
- 16: P 64. Campione integro con 5 nervature
- 17: P 66. Reperto senza picciolo con 5 nervature
- 18: P 67 a. Foliola priva di apice.
- 19: P 68. Reperto integro con 5 nervature equamente distanziate.
- 20: P 69 a. Reperto integro con 10? nervature.
- 21: P 71. Campione integro con 6? nervature.
- 22: P 72. Esempio senza picciolo con 4 nervature.
- 23: P 73 2. Campione privo del lato sinistro e con 5? nervature.
- 24: P 73 4. Esempio senza picciolo con 4 nervature equamente distanziate.
- 25: P 73 Campione integro con 5? nervature.

Per tutti i campioni la scala equivale a 3 mm tranne che per il campione 24 che è di 2 mm.

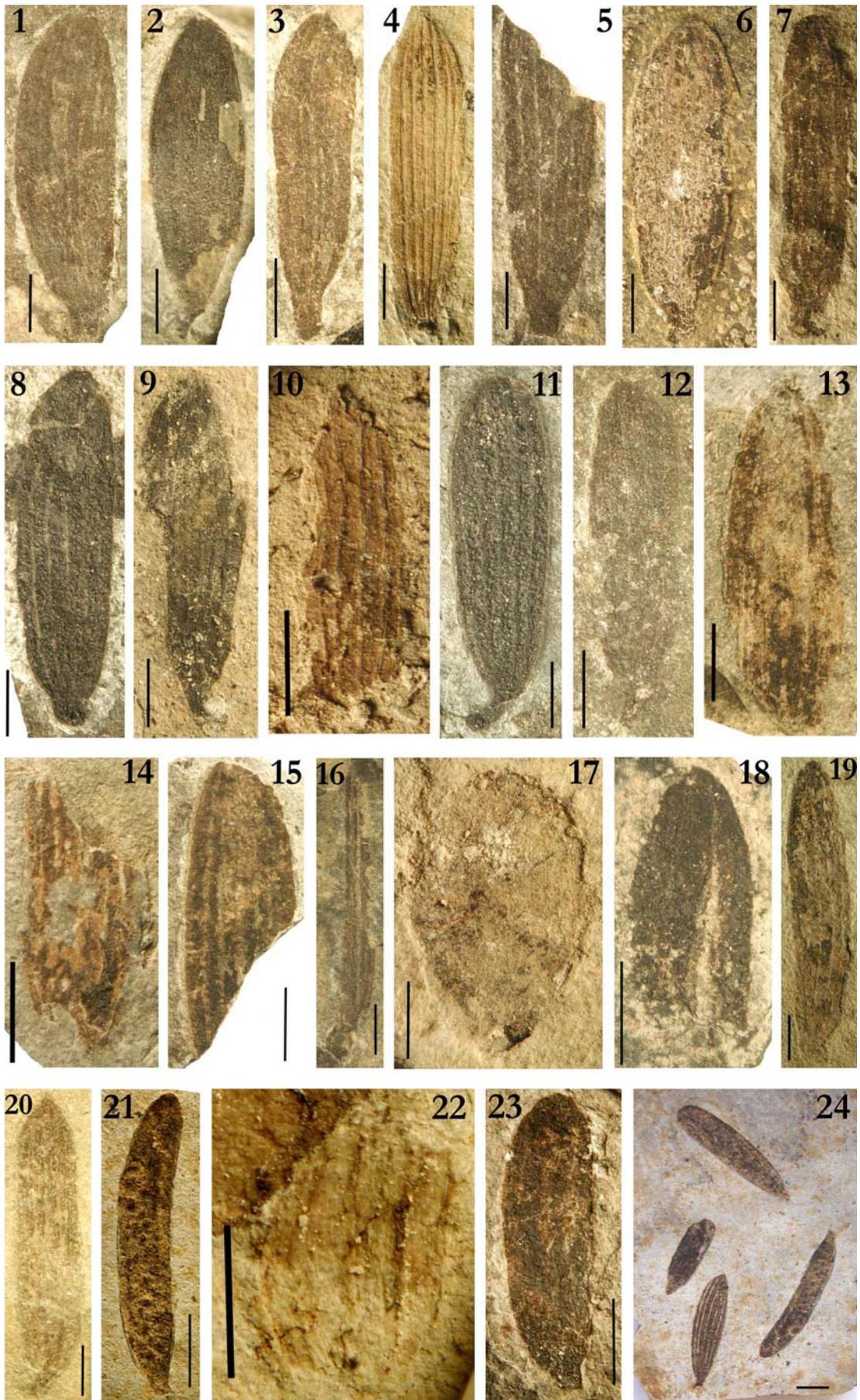


TAVOLA 17

Nageoiopsis sp. Aptiano inferiore-medio, Profeti.

- 1: P: 75. Reperto integro con 7 nervature equamente distanziate.
- 2: P 76. Campione più o meno integro con 5 nervature.
- 3: P 78 a. Esemplare integro con 5? nervature.
- 4: P 79. Esemplare integro con 6 nervature.
- 5: P 80. Foliola frammentaria priva di apice.
- 6: P 81. Foliola integra.
- 7: P 83. Foliola integra con 5 nervature.
- 8: P 84 b. Foliola integra con 5 nervature ben evidenti.
- 9: P 85. Foliola con dislocazione nella parte mediana.
- 10: P 87. Campione frammentario.
- 11: P 88. Foliola integra con picciolo ben evidente con 5 nervature equamente distanziate.
- 12: P 89. Campione integro con 5 nervature.
- 13: P 92 1. Campione frammentario.
- 14: P 92 2. Frammento privo di apice.
- 15: P 94. Reperto frammentario.
- 16: P 100 a 2. Foliola frammentaria con picciolo ben evidente.
- 17: P 103. Foliola frammentaria con 8? nervature.
- 18: P 105. Foliola frammentaria.
- 19: P 109. Campione integro con 5 nervature.
- 20: P 110. Reperto integro con 5 nervature

Nageoiopsis ? Aptiano inferiore-medio, Profeti.

- 21: P 72. Foliola mal preservata.
- 22: P 46 a. Foliola frammentaria priva della zona distale e prossimale.
- 23: P 86. Foliola con apice arrotondato.
- 24: P 71. Folioline senza orientazione preferenziale. In basso si osserva una foliola di
Nageiopsis sp.

Per tutte le immagini la scala equivale a 3 mm tranne che per l'immagine 21 la cui scala equivale a 5 mm; per 24 equivale a 0.5 mm e per 17 e 22 equivale a 2 mm.

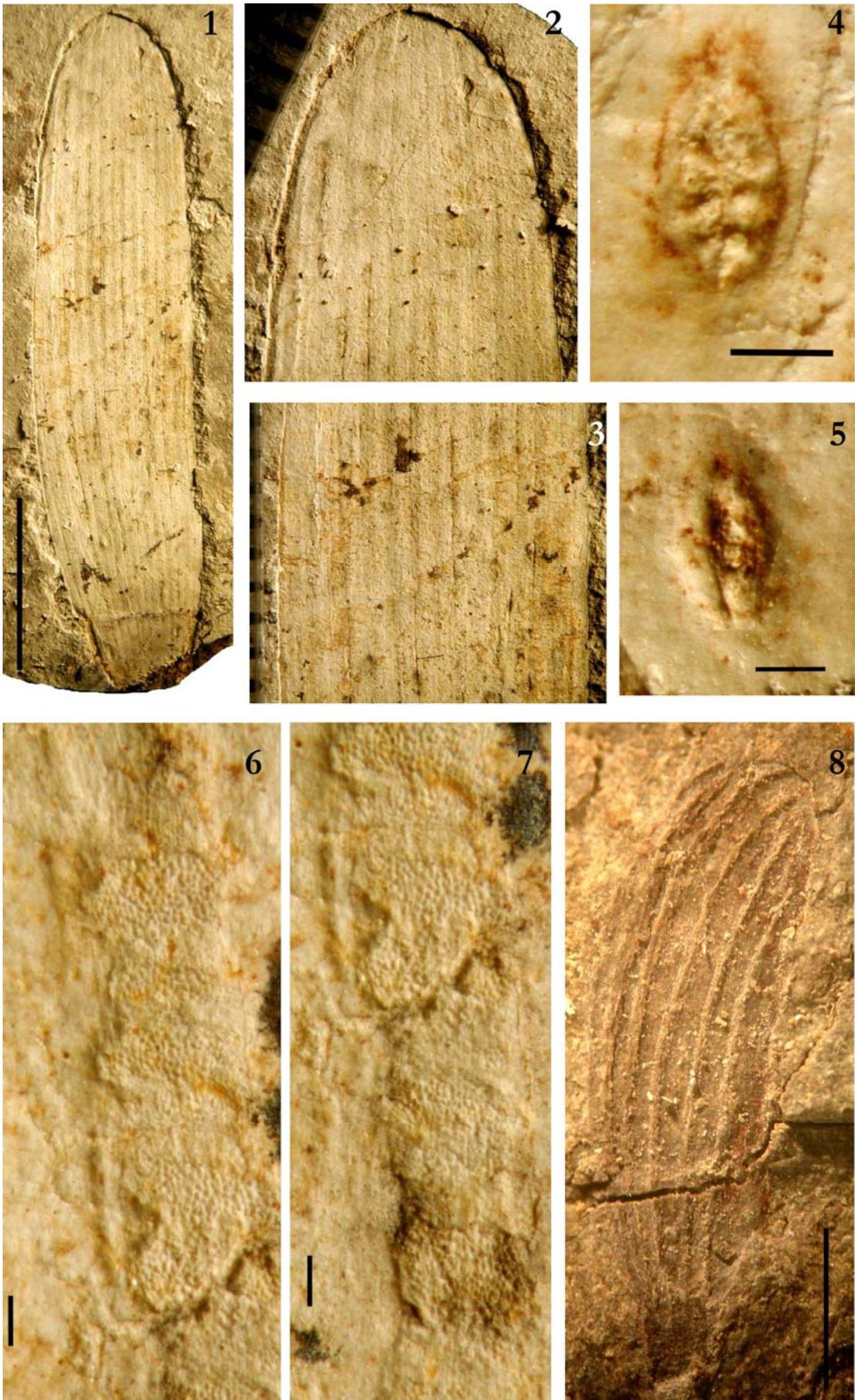


TAVOLA 18

CM 82, CM 85. *Nageiopsis* sp. Aptiano inferiore, Cusano Mutri.

1: CM 85, foglia, visione generale.

2: CM 85, particolare dell'apice con nervature non convergenti.

3: CM 85, porzione mediana della foglia con 13[?] nervature.

4 e 5: CM 85, probabili danni causati da insetti fitofagi.

6 e 7: CM 85, calchi di cellule epidermiche sul calcare litografico.

8: CM 82, foto generale.

Per 1 la scala equivale a 1 cm, per 2 e 3 a 1 mm, per 4 e 5 a 300 μm , per 6 e 7 a 200 μm e per 8 a 2 mm.

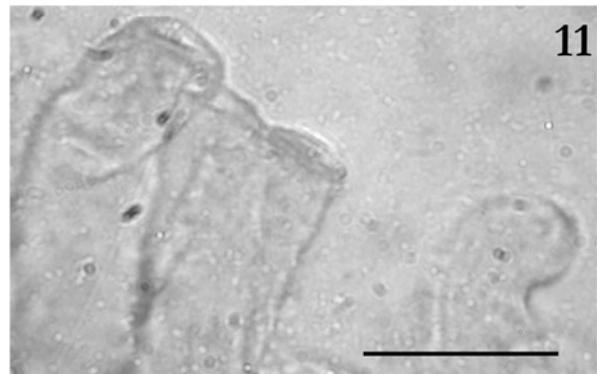
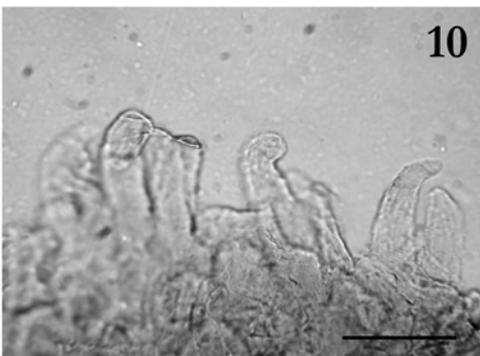
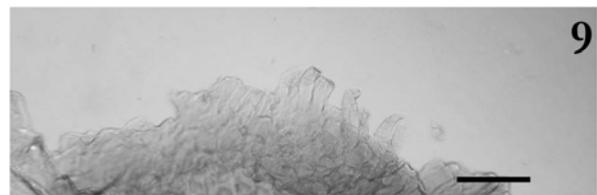
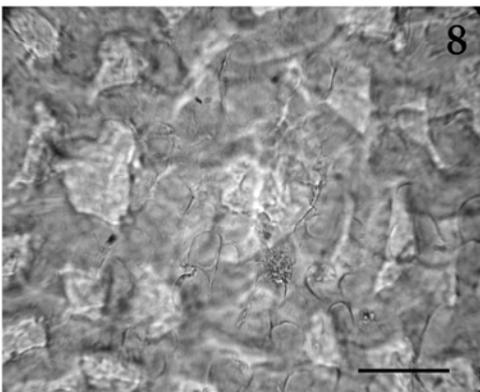
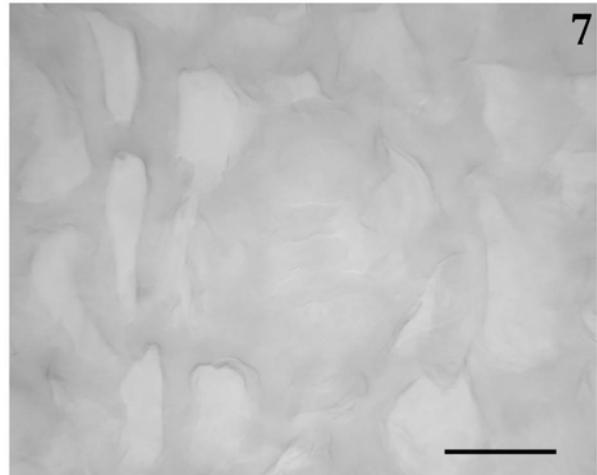
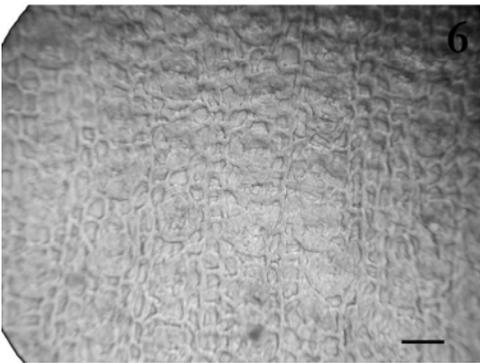
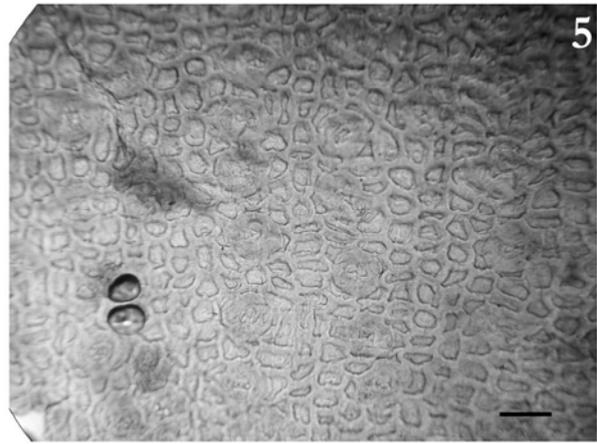
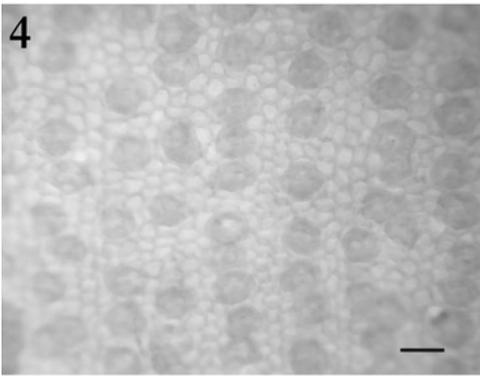
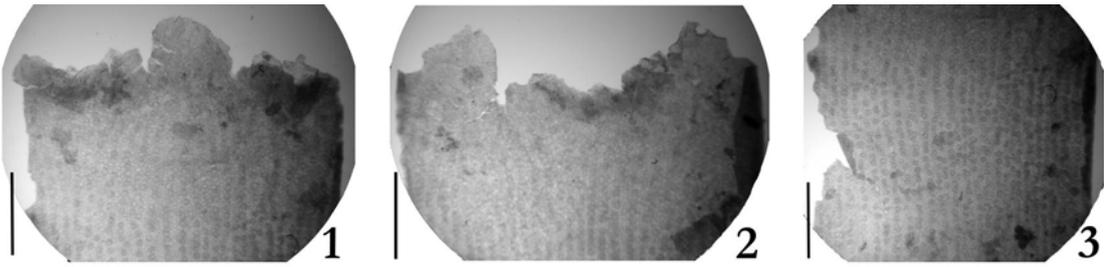


TAVOLA 19

P 133. *Frenelopsis* nov. sp. Aptiano inferiore-medio, Profeti.

Foto al microscopio ottico.

- 1: 9.2.2 v. Parte di segmento mostrante un verticillo di tre foglie.
- 2: 9.2.2 v. Stesso segmento mostrante i “denti” fogliari.
- 3: 9.2.2 v. Cuticola dell'internodo con strutture stomatiche (cerchietti) disposte in file longitudinali regolari.
- 4: 9.2.2 v. Cuticola dell'internodo mostrante gli apparati stomatici disposti in file regolari con (nella parte destra) stomi della stessa fila a contatto (per le cellule ausiliarie) senza interposte cellule epidermiche. A sinistra, apparati stomatici che perturbano la linearità delle file stomatiche.
- 5: 9.6 v. Cuticola dell'internodo mostrante gli apparati stomatici giganti e le spesse pareti anticlinali delle cellule epidermiche.
- 6: 9.2.3 v. Cuticola dell'internodo mostrante un'unica fila di cellule epidermiche tra le file stomatiche.
- 7: 9.9 v. Apparato stomatico mostrante 4 cellule ausiliarie distinte in polari e laterali e, nel centro, le placche dorsali delle cellule di guardia.
- 8: 9.21 v. Area dell'apparato stomatico mostrante le papille.
- 9: 9.1 v. Peli marginali sulle foglie.
- 10: 9.1 v. Stessa area di 9 ma ingrandita e mostrante tricomi aventi una morfologia cilindroide.
- 11: 9.1 v. Ingrandimento della 10 mostrante tricomi integri (a destra) e spezzati.

Per le figs. 1, 2 e 3 la scala equivale ad 1 mm; per le 4, 5, 6, 9 equivale a 100 μm ; per 7 e 8 equivale a 50 μm ; per la fig. 10 è di 50 μm per la fig. 11 è di 30 μm .

Le foto 4 e 7 sono state scattate frapponendo un vetro bianco-latte tra il preparato e la fonte luminosa.

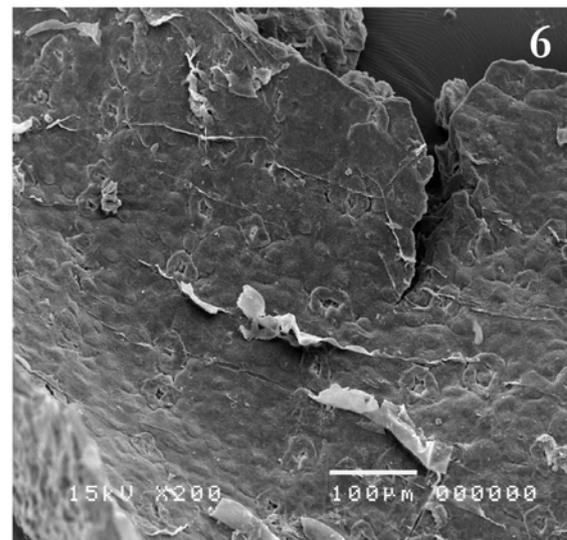
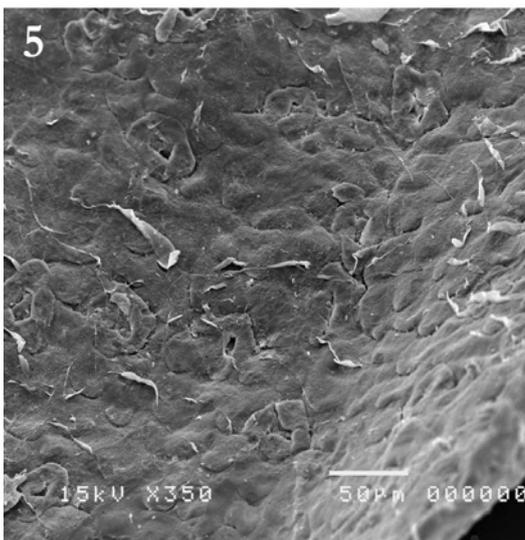
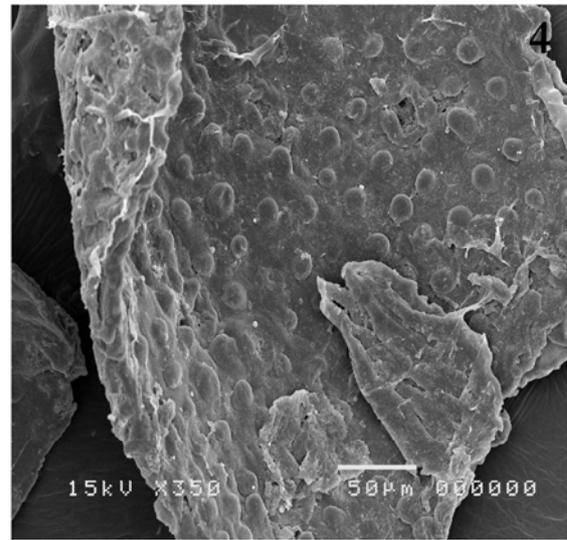
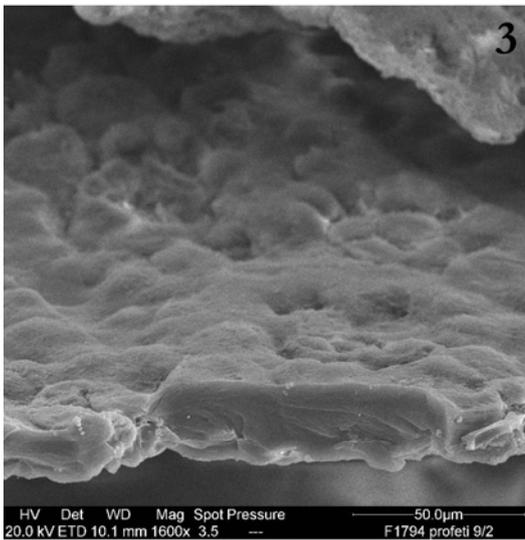
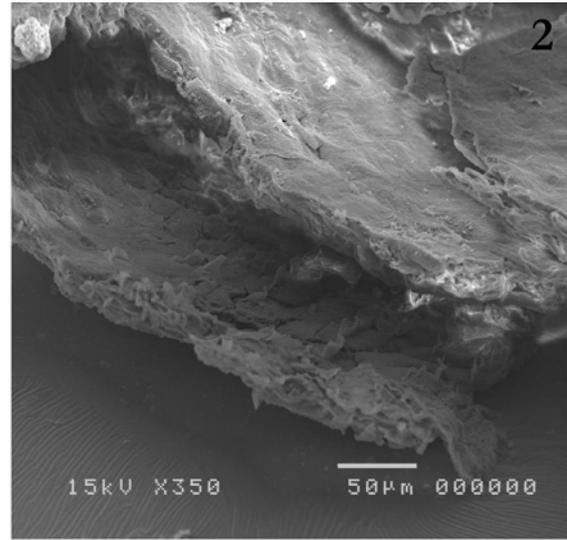
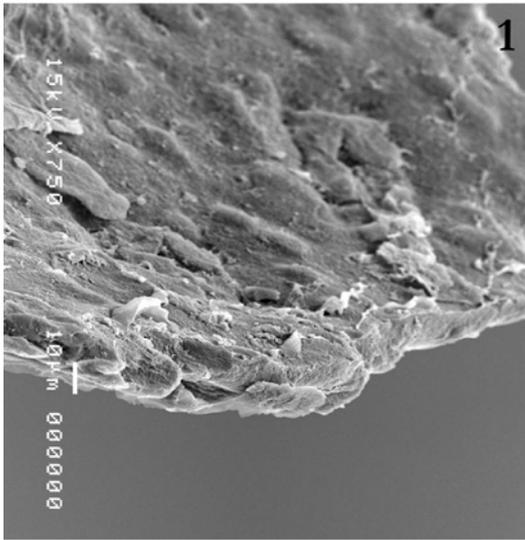


TAVOLA 20

P 133. *Frenelopsis* nov. sp. Aptiano inferiore-medio, Profeti.

- 1: Spessore della cuticola.
- 2: Spessore della cuticola.
- 3: Spessore della cuticola.
- 4: Superficie esterna della cuticola ricoperta da papille. In particolare, nella zona in alto a destra si osservano papille che tendono ad allungarsi in prossimità dell'apparato stomatico.
- 5: Superficie esterna della cuticola mostrante papille con una morfologia più o meno depressa.
- 6: Superficie esterna della cuticola mostrante papille con una morfologia più o meno depressa e file di apparati stomatici leggermente infossati rispetto al livello medio dell'epidermide.

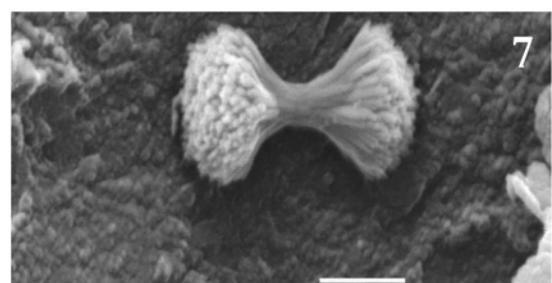
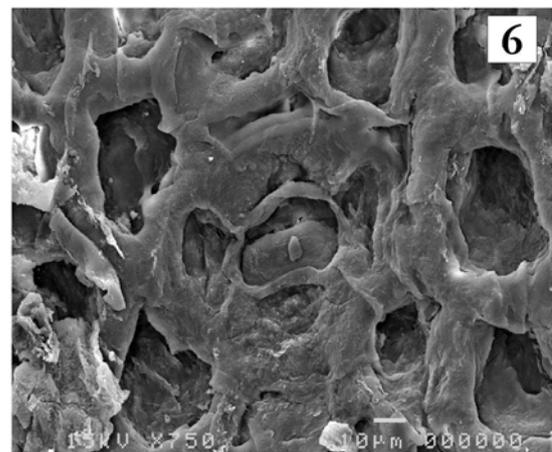
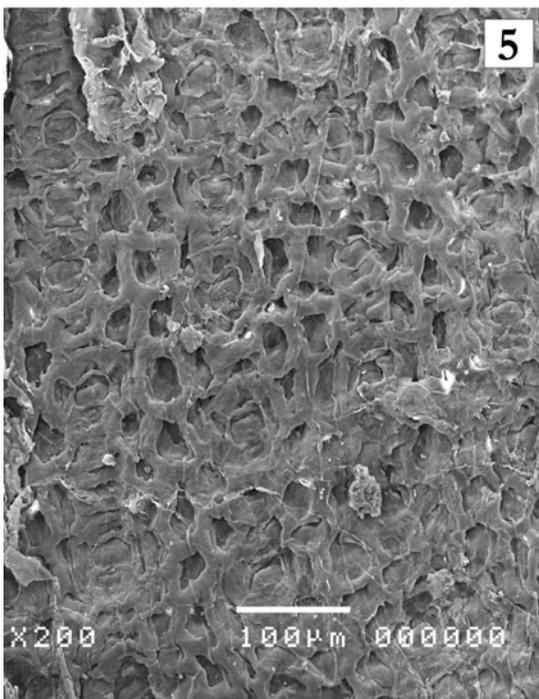
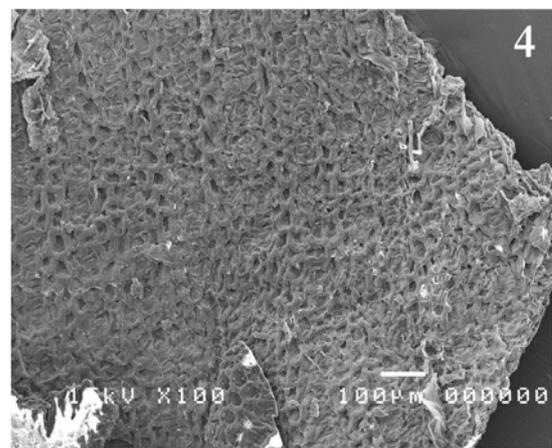
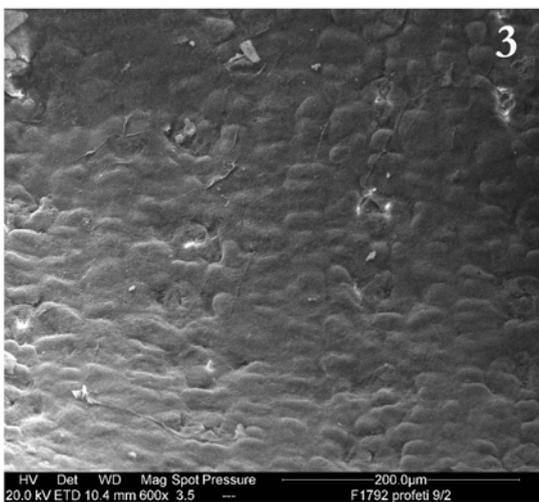
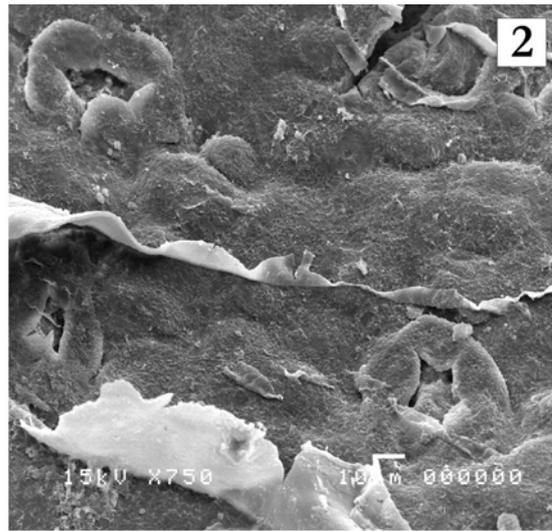
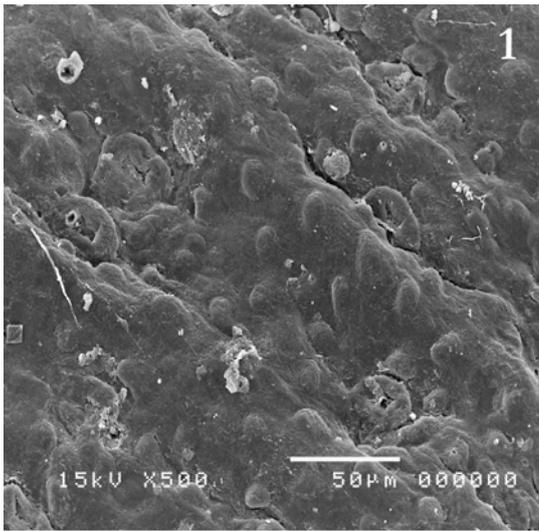


TAVOLA 21

P 133. *Frenelopsis* nov. sp. Aptiano inferiore-medio, Profeti.

- 1: superficie esterna della cuticola con evidenti invaginazioni presentante papille e file di apparati stomatici.
- 2: superficie esterna della cuticola con due apparati stomatici costituiti da 5 cellule ausiliarie.
- 3: superficie esterna della cuticola con file di apparati stomatici leggermente depressi rispetto al livello medio delle cellule epidermiche.
- 4: superficie interna della cuticola con file stomatiche ben definite.
- 5: particolare di 4 in cui si osservano gli apparati stomatici disposti trasversalmente rispetto all'asse longitudinale.
- 6: vista interna di apparato stomatico con placche dorsali delle cellule di guardia preservate.
- 7: orbicula?

Per 7 la scala equivale a 1 mm.

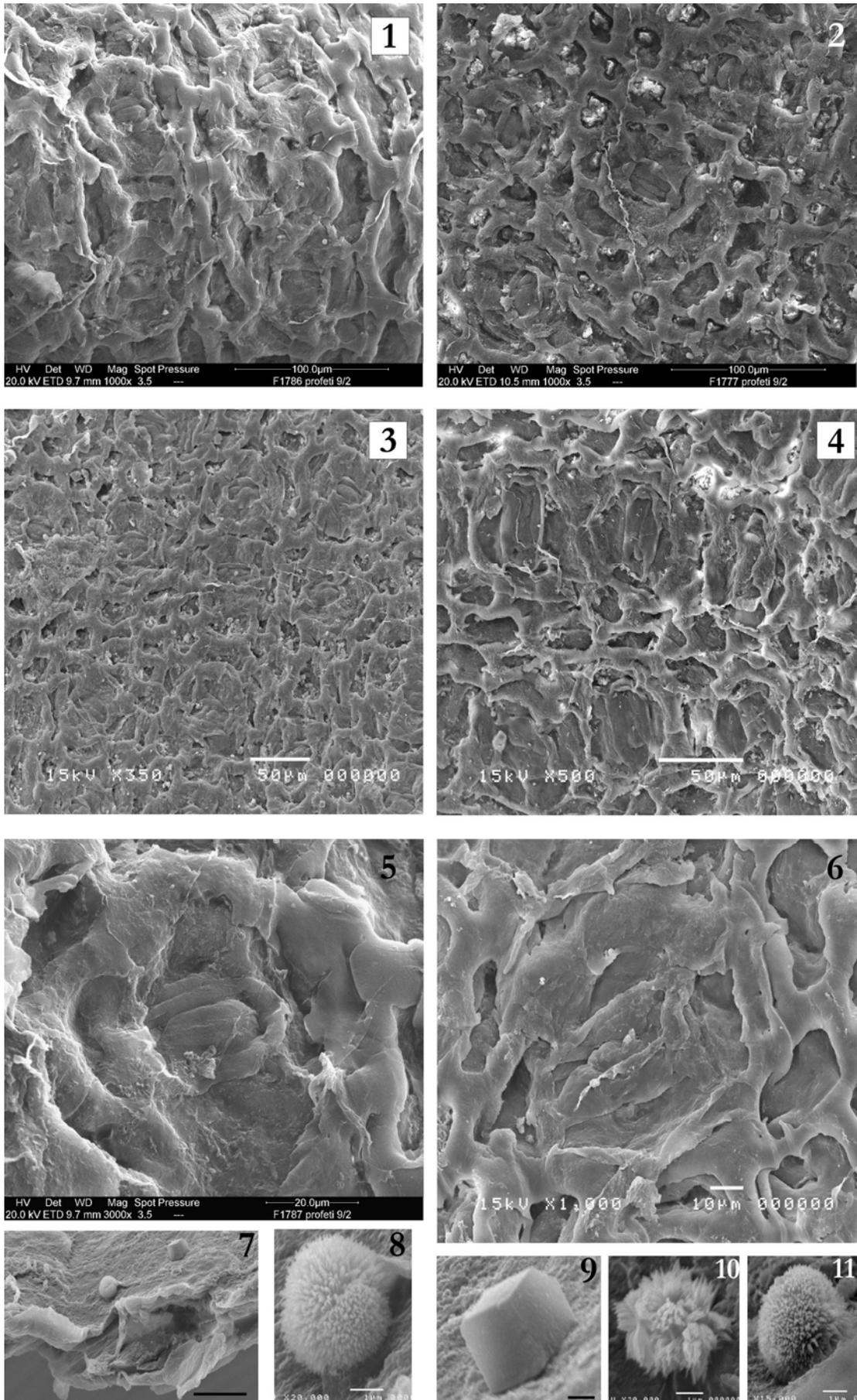


TAVOLA 22

P 133. *Frenelopsis* nov. sp. Aptiano inferiore-medio, Profeti.

- 1: superficie interna mostrante file di apparati stomatici con placche dorsali delle cellule di guardia cutinizzate.
- 2: superficie interna della cuticola con spesse pareti anticlinali delle cellule epidermiche che circondano gli apparati stomatici.
- 3: visione interna della cuticola con file di apparati stomatici.
- 4: file di apparati stomatici presentanti una disposizione trasversale rispetto all'asse longitudinale; si nota in basso a sinistra un apparato stomatico con disposizione perpendicolare rispetto agli altri.
- 5: apparato stomatico costituito da 4 cellule ausiliarie con le placche dorsali delle cellule di guardia preservate.
- 6: visione interna di apparato stomatico con placche dorsali preservate e cellule ausiliarie polari molto sviluppate.
- 7: particolare di cuticola in sezione.
- 8, 10, 11 : orbicule? Lefisfere di opale?
- 9: cristallo di calcite?

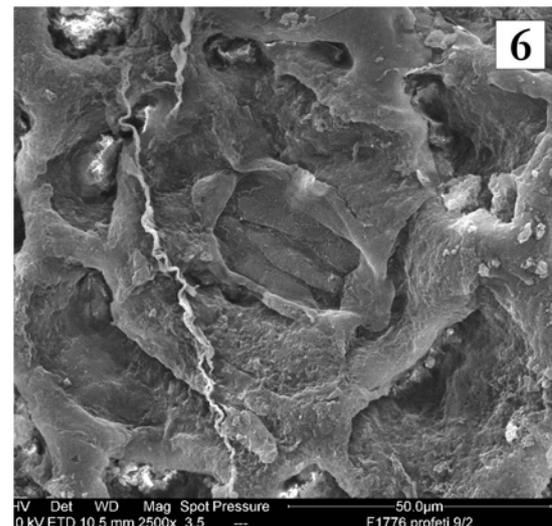
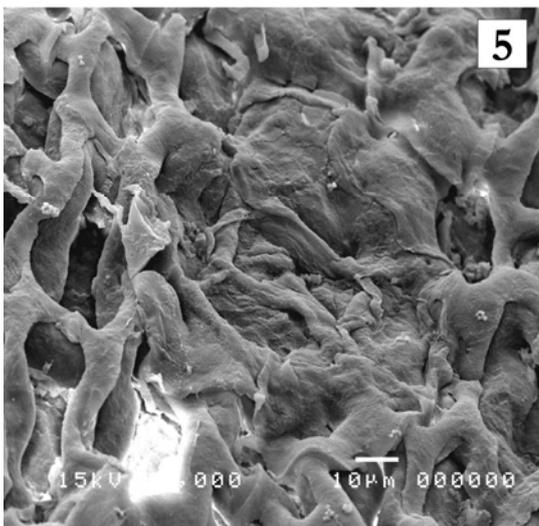
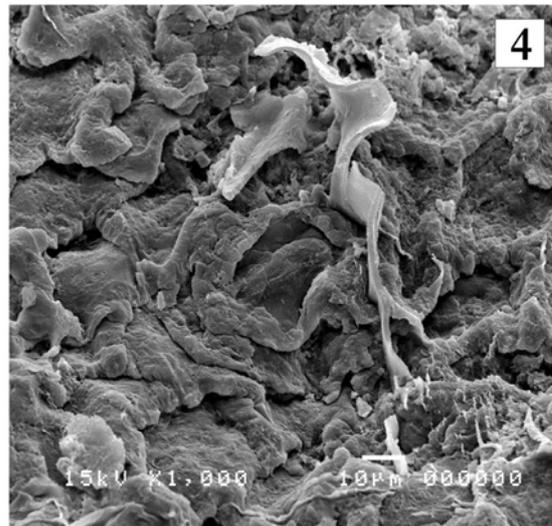
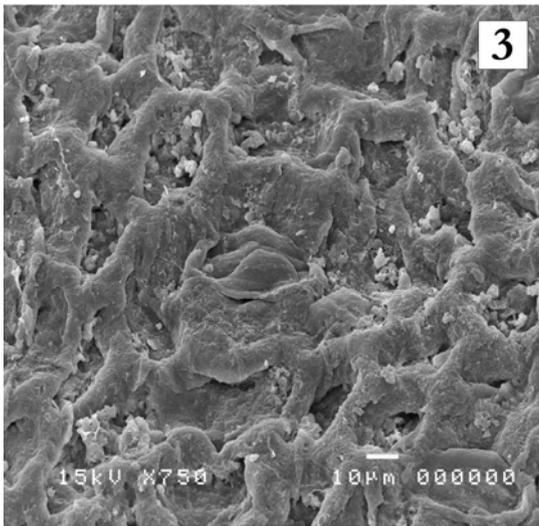
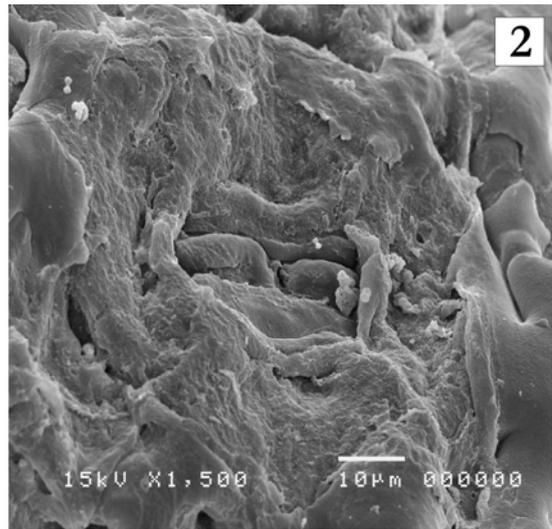
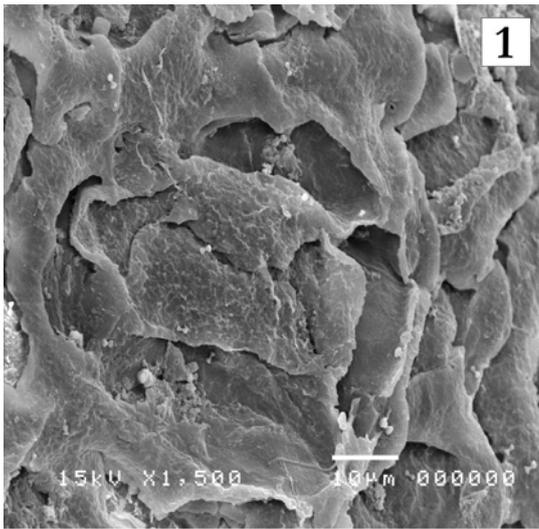


TAVOLA 23

P 133. *Frenelopsis* nov. sp. Aptiano inferiore-medio, Profeti.

- 1: superficie interna di apparato stomatico con placche dorsali delle cellule di guardia cutinizzate preservate.
- 2: superficie interna di un apparato stomatico costituito da 4 cellule ausiliarie con cellule polari più grandi di quelle laterali.
- 3: visione interna di un apparato stomatico con cellule ausiliarie mal preservate.
- 4: superficie interna della cuticola con intrusioni di calcite?
- 5: visione interna di apparato stomatico costituito da 4 cellule ausiliarie.
- 6: apparato stomatico in visione interna presentante le placche dorsali preservate.

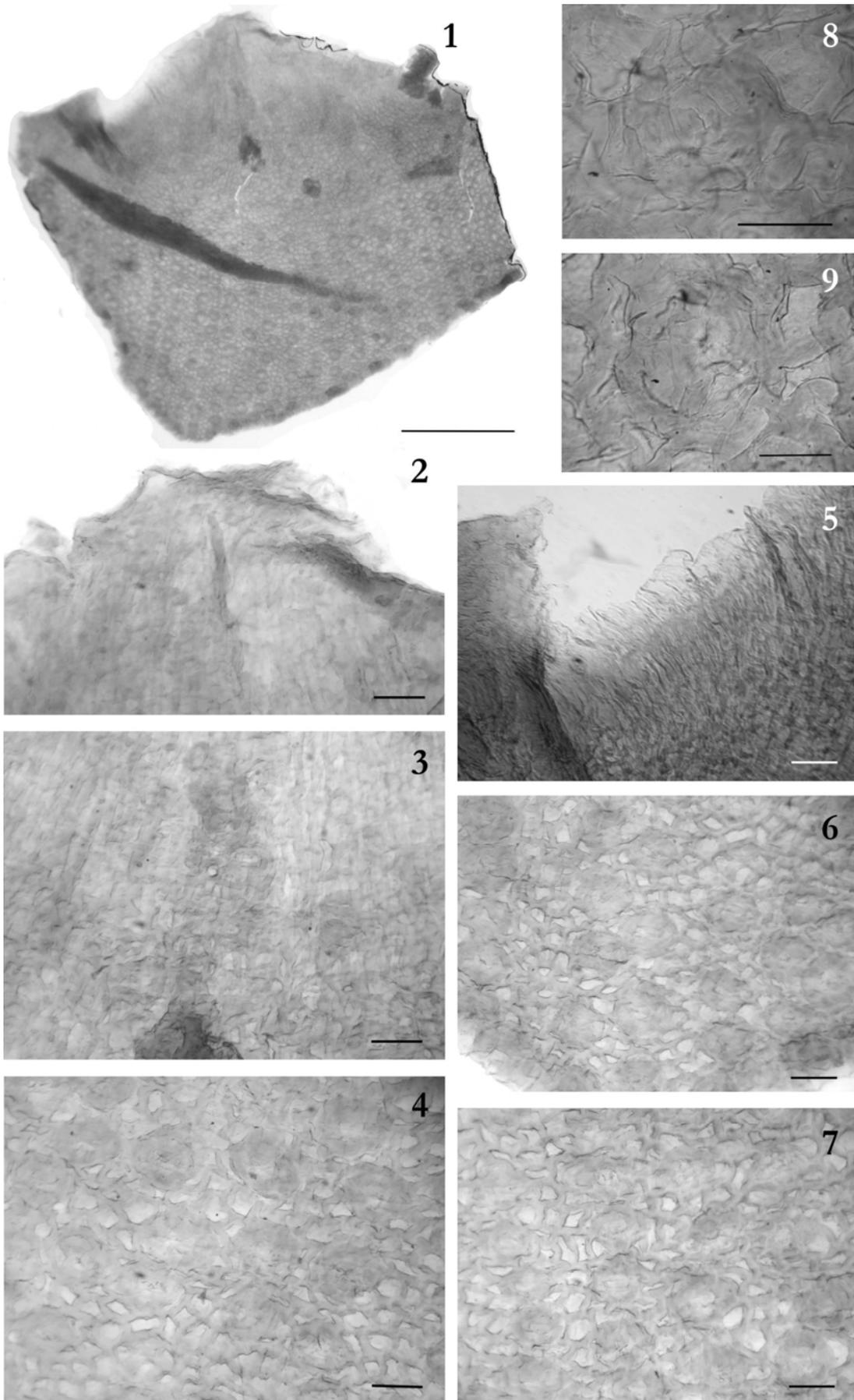


TAVOLA 24

Microsporofillo di un cono maschile di *Frenelopsis* nov. sp. 1. Profeti (BN). Aptiano inferiore-medio.

1. Microsporofillo romboidale mostrante file stomatiche e cellule epidermiche che tendono ad allungarsi verso il margine distale divergendo poi rispetto all'apice.
2. Punta della scaglia.
3. Parte distale della scaglia con alcuni apparati stomatici che s'insinuano tra le cellule epidermiche, che si allungano verso la punta della scaglia.
4. File stomatiche più o meno definite con spesse pareti anticlinali e sulla sinistra apparato stomatico con orifizio a forma di stella.
5. Frangia di peli nella parte distale della scaglia.
6. Parte prossimale della scaglia.
7. Cellule epidermiche tra le file stomatiche con morfologia varia.
8. Apparato stomatico con 4 cellule ausiliarie mostrante le placche dorsali? delle cellule di guardia.
9. Apparato stomatico con 4 cellule ausiliarie con papilla ben evidente.

Per la foto 1 la scala equivale a 1 mm; per le foto 2, 3, 4, 5, 6, 7 la scala equivale a 100 μm ; per le foto 8, 9 la scala equivale a 50 μm .

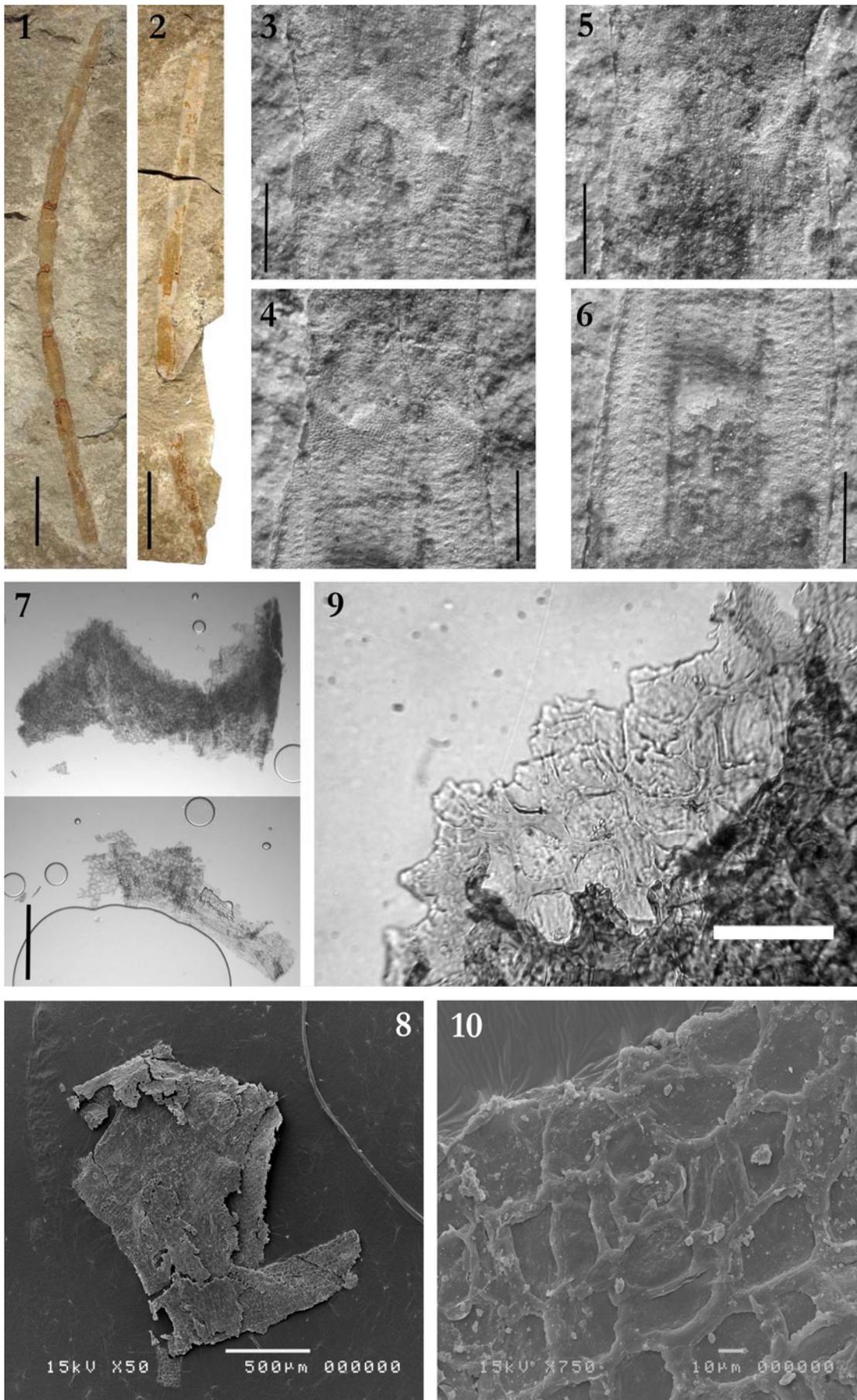


TAVOLA 25

CM 100. *Frenelopsis* nov. sp. 2. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

- 1: compressione di asse costituito da 8 internodi. Impronta.
- 2: impressione di asse. Controimpronta.
- 3: particolare di un nodo con due delle tre foglie visibili. Impressione.
- 4: nodo con file di cellule stomatiche che si interrompono prima del margine fogliare.
- 5: nodo con due “denti” e, nella parte centrale, resti di cuticola mal preservata.
- 6: internodo con file di cellule stomatiche ben definite.

- 7: CM 100 v. Verticillo di 3 foglie
- 8: CM 100 s. Verticillo di 3 foglie.
- 9: CM 100 v. Cellule epidermiche con pareti anticlinali ispessite.
- 10: CM 100 s. Superficie adassiale con apparato stomatico diciclico.

Per 9 la scala equivale a 50 μm ; per 7 equivale a 0,5 mm; per 3, 4, 5 e 6 equivale ad 1 mm;
per 1 e 2 equivale ad 1 cm.

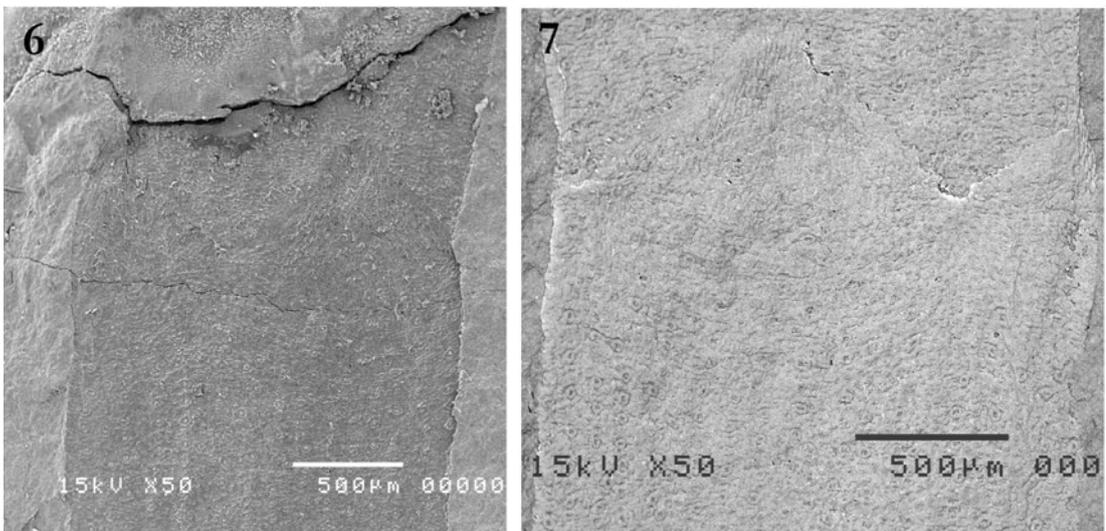
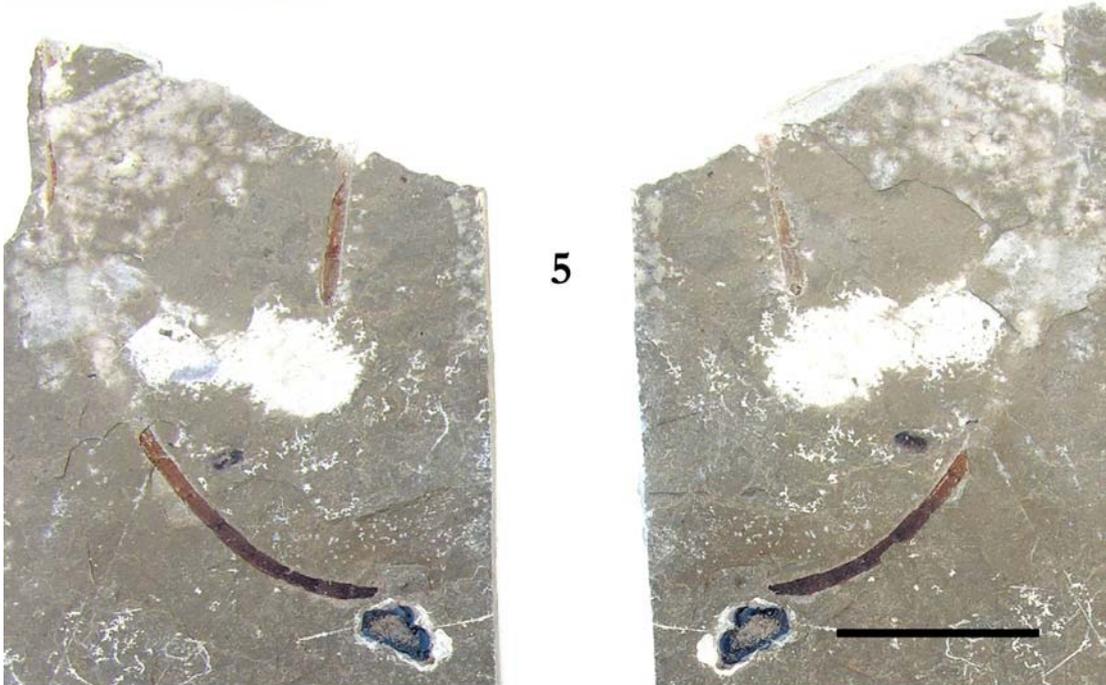
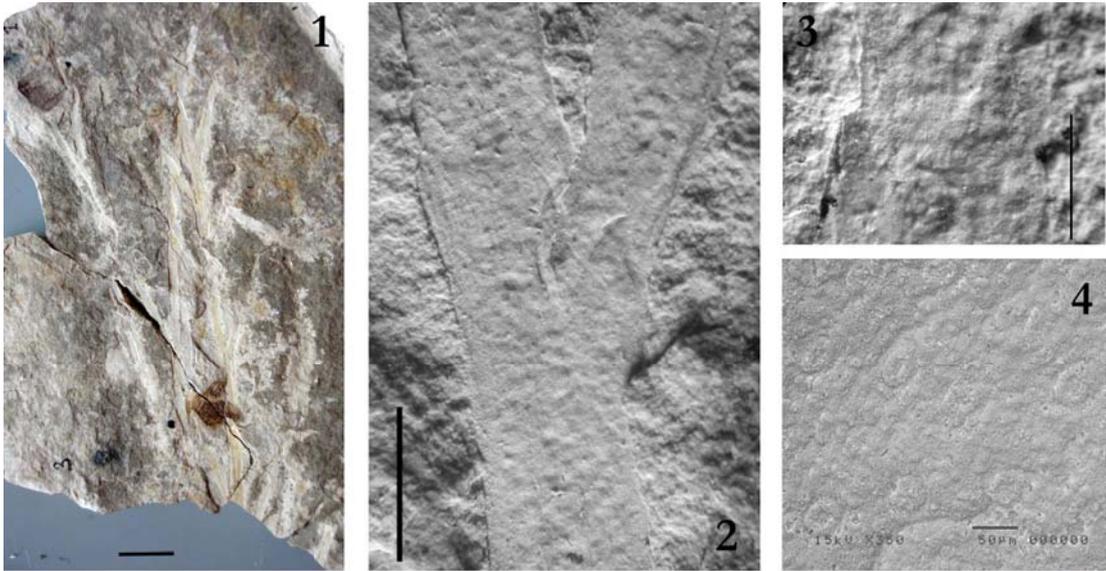


TAVOLA 26

CM 3. *Frenelopsis* nov. sp. 2. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

1: impressione di asse ramificato.

2: particolare di 1.

3: impressione della zona nodale con due foglie visibili.

4: superficie esterna della cuticola con file di apparati stomatici: SEM, immagine invertita.

5: CM 8. Compressione di asse: impronta e controimpronta.

6: CM 8. Zona nodale con verticillo di 3 foglie mostranti tricomi marginali: SEM.

7: CM 8. Impressioni di zona nodale con 2 foglie e tricomi marginali.

Per 1, 2 e 3 la scala equivale a 1 mm; per 5 equivale ad 2 cm.

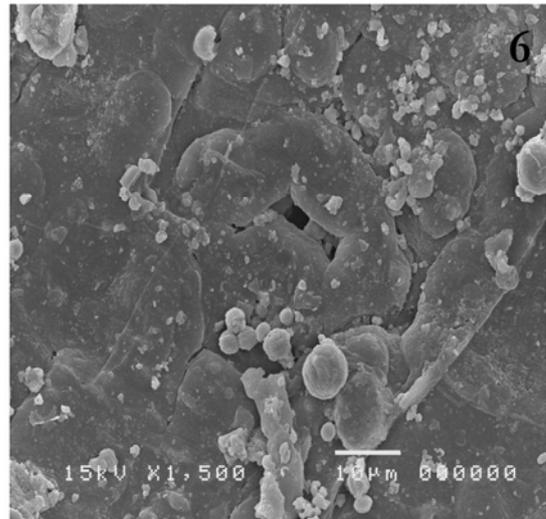
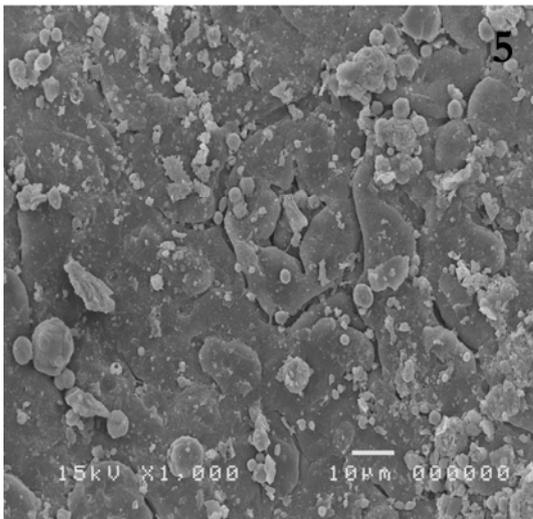
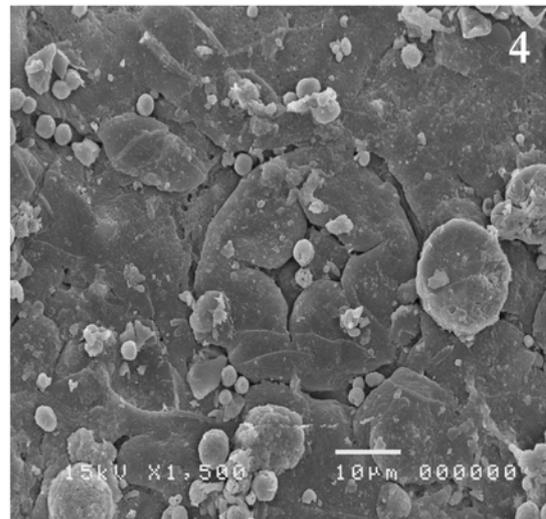
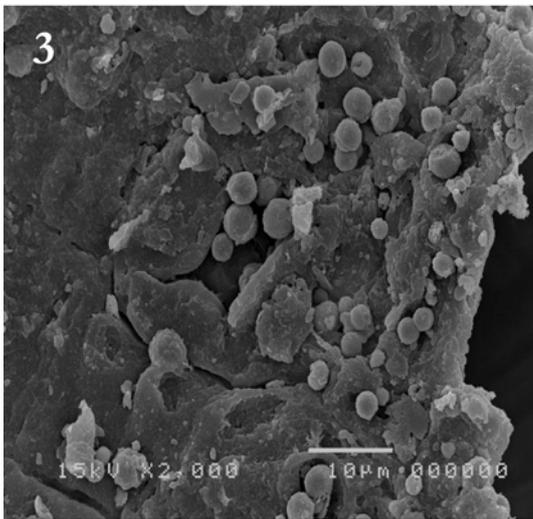
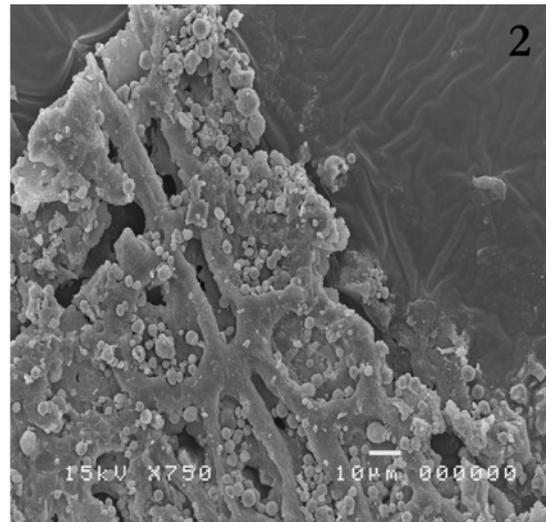
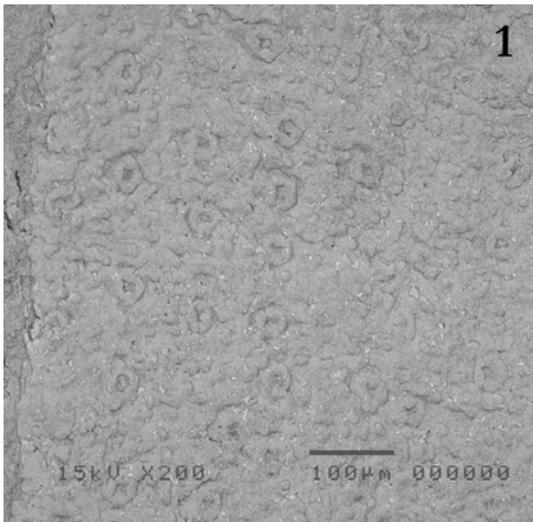


TAVOLA 27

CM 8 s. *Frenelopsis* nov. sp. 2. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

- 1: apparati stomatici disposti in file longitudinali. SEM: immagine invertita.
- 2: spesse pareti anticlinali delle cellule epidermiche.
- 3: visione esterna di apparato stomatico costituito da 4 cellule ausiliarie.
- 4: visione esterna di apparato stomatico costituito da 5 cellule ausiliarie. Il foro stomatico è ristretto dalle papille che gli conferiscono una morfologia stellata.
- 5: visione esterna di apparato stomatico costituito da 5 cellule ausiliarie. Il foro stomatico presenta una morfologia stellata.
- 6: apparato stomatico con cellule polari più sviluppate delle cellule annesse. Depresso rispetto alla superficie media dell'epidermide e circondato da papille.

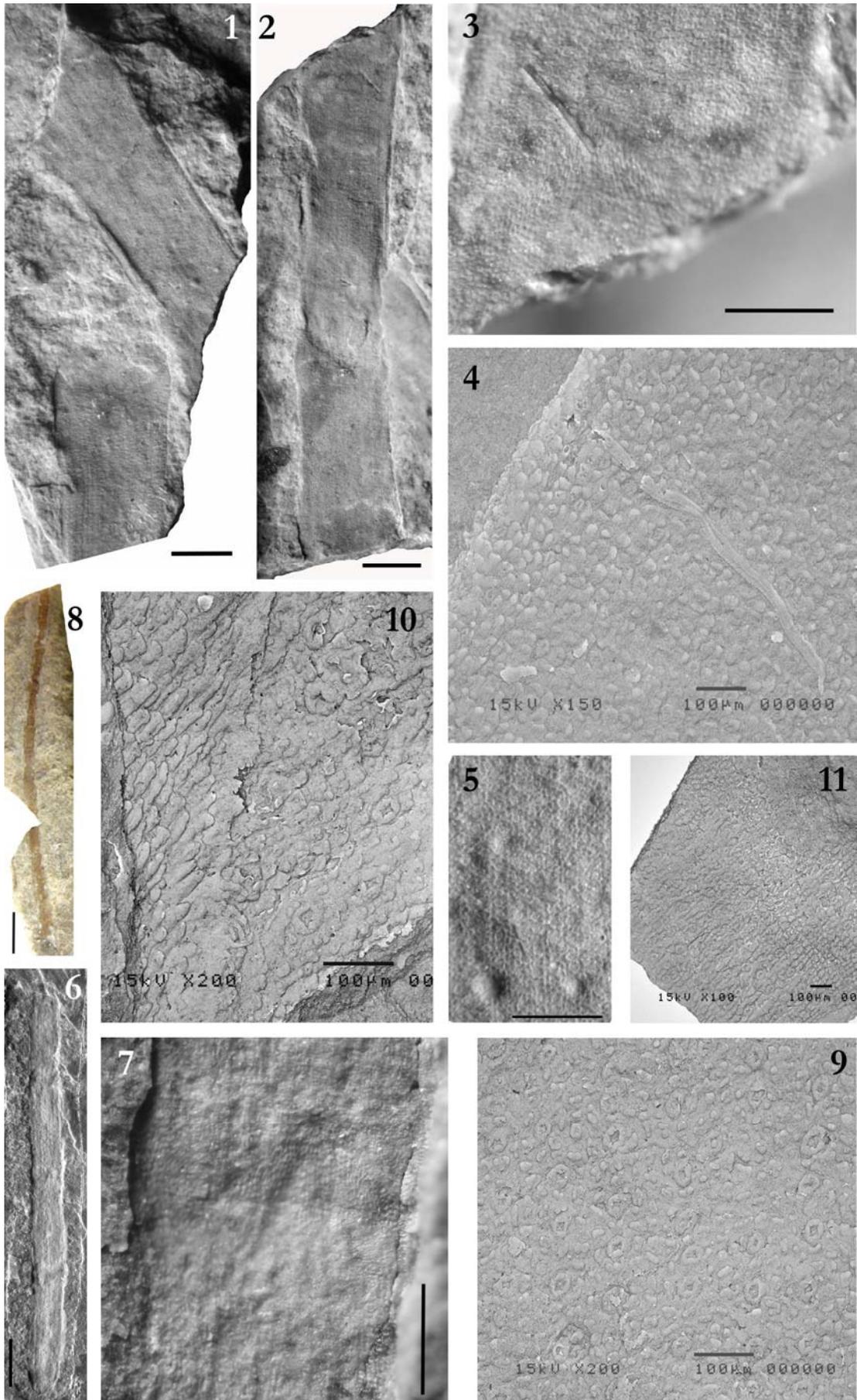


TAVOLA 28

Frenelopsis nov. sp. 2. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

CM 22.

1: impressione di asse con due foglie in disposizione opposta?.

2: impressione di asse mostrante la zona nodale con 2 foglie.

3: impressione di foglia con tricomi marginali.

4: superficie esterna della cuticola con papille ed apparati stomatici in file longitudinali.

SEM: immagine invertita.

5: impressione di asse con file di apparati stomatici e pareti anticlinali delle cellule epidermiche ben ispessite.

6: CM 47. Impressione di asse costituito da 4 internodi.

7: CM 47. Impressione dell'area nodale. Dettaglio di 6.

8: CM 47. Compressione di asse.

9: CM 55. Superficie esterna della cuticola con file di apparati stomatici ben osservabili e papille distribuite uniformemente. SEM: immagine invertita.

10: CM 65. Impressione della superficie esterna della cuticola in prossimità dell'area nodale: si osservano tricomi sul margine fogliare. SEM: immagine invertita.

11: CM 55. Impressione dell'asse mostrante file stomatiche. SEM: immagine invertita.

Per 5 la scala equivale a 0.45 mm; per 3 e 7 equivale a 0.5 mm; per 1 e 2 equivale ad 1 mm; per 6 equivale a 2 mm; per 8 equivale a 5 mm.

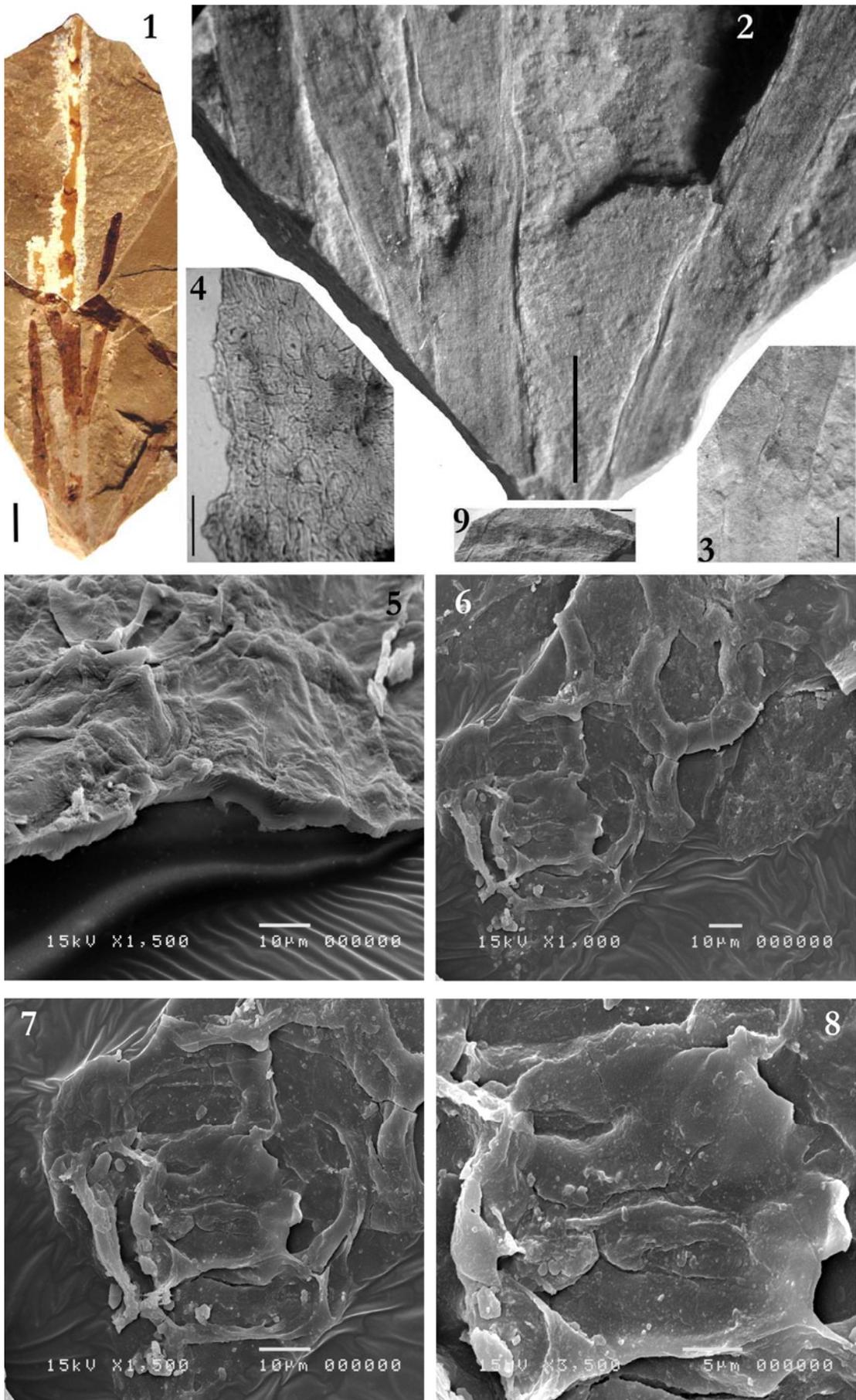


TAVOLA 29

Frenelopsis nov. sp. 2. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

CM 66

- 1: compressione di asse ramificato con 9? internodi.
- 2: particolare di 1 con 3 foglie per ciascun verticillo.
- 3: ramificazione con 3 foglie ben osservabili.
- 4: CM 66 v. Cellule epidermiche di forma poligonale.
- 5: spessore della cuticola.
- 6: frammento di cuticola con apparato stomatico e pareti anticlinali delle cellule epidermiche fortemente ispessite.
- 7: particolare di 6. Apparato stomatico costituito da 4 cellule ausiliarie isodiametriche? con pareti anticlinali ispessite.
- 8: particolare di 7. Placche dorsali delle cellule di guardia fortemente cutinizzate.

- 9: CM 105. Asse frammentario.

Per 4 la scala equivale a 50 μm ; per 2 e 9 equivale a 2 mm; per 3 equivale ad 1 mm.

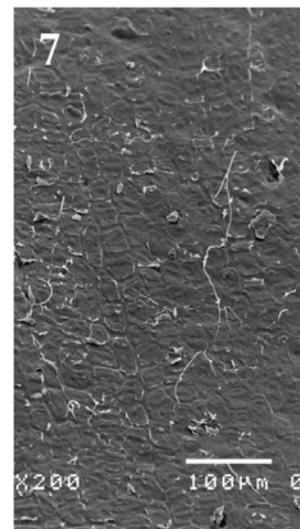
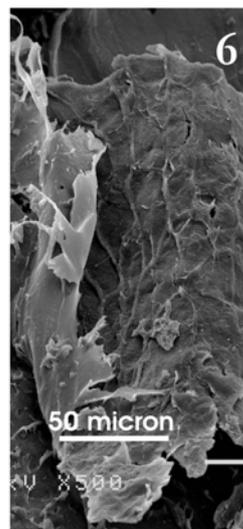
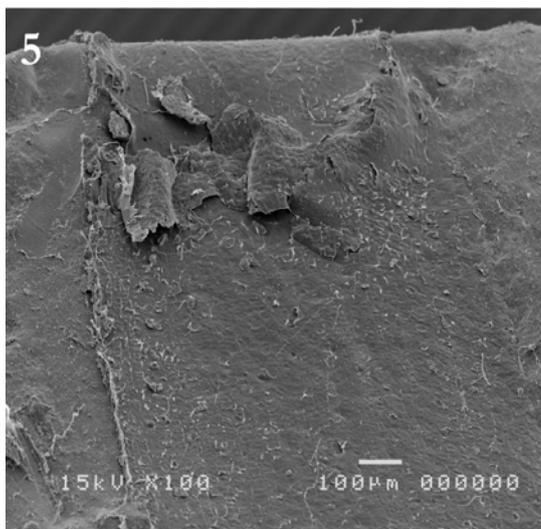
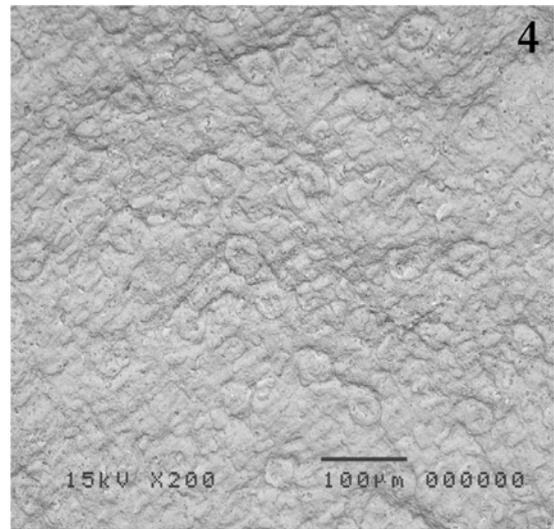
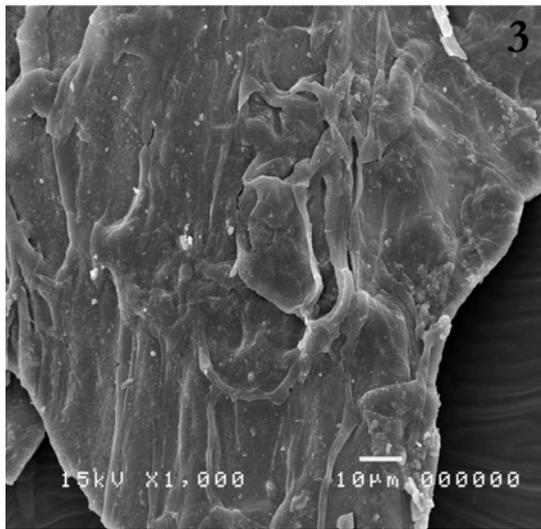
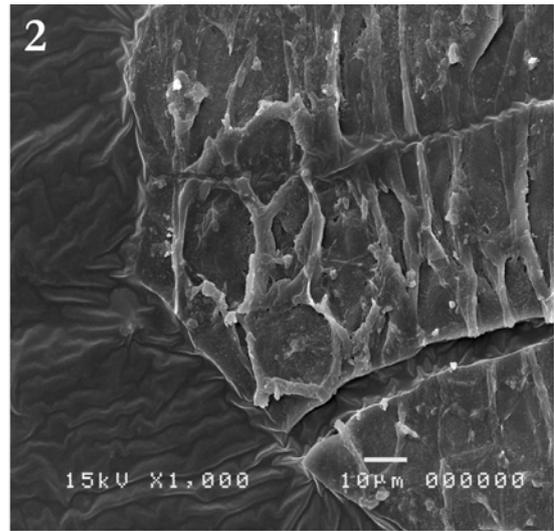
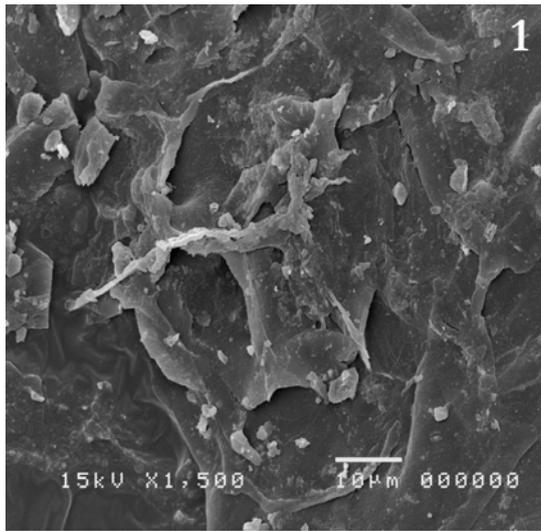


TAVOLA 30

Frenelopsis nov. sp. 2. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

CM 66

- 1: visione interna di apparato stomatico costituito da 4 cellule ausiliarie e placche dorsali degradate.
- 2: visione interna di apparato stomatico costituito da 4 cellule ausiliarie prive di cellule di guardia.
- 3: visione interna di apparato stomatico con pareti anticlinali delle cellule ausiliarie mal preservate; si osservano le placche dorsali fortemente cutinizzate.
- 4: superficie esterna di una compressione su cui è possibile visualizzare file di cellule stomatiche.
- 5: *peel* dell'area nodale mostrante 2 foglie.
- 6: *peel* che ingloba cellule epidermiche.
- 7: cellule epidermiche disposte in file aventi una morfologia poligonale. *Peel*.

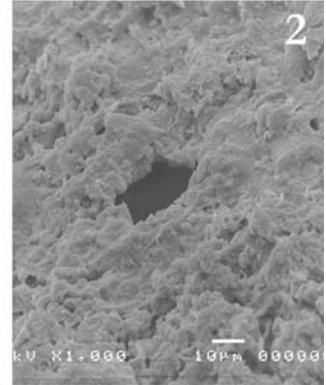


TAVOLA 31

PI 1. *Frenelopsis* sp 2. Albiano inferiore, Pietraraja.

1. Ramificazione con assi che si dipartono dicotomicamente dall'asse principale.
2. Struttura probabilmente riconducibile ad uno stoma.
3. Particolare della base della ramificazione.
4. Asse presentante un internodo con un verticillo di tre foglie.
5. Molluschi bivalvi presentanti valve in connessione anatomica. Albiano, Pietraraja.

La scala equivale a 5 cm in 1, a 2 cm in 3 e 5 ed a 1 cm in 4.

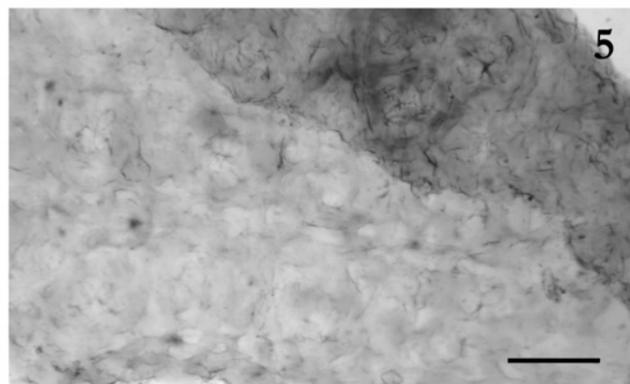
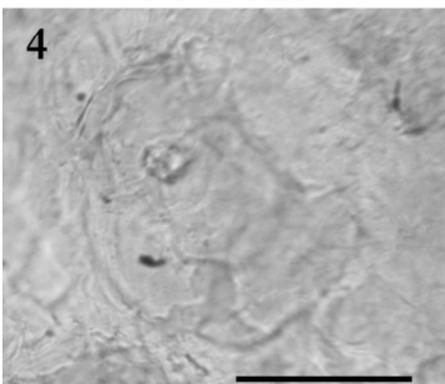
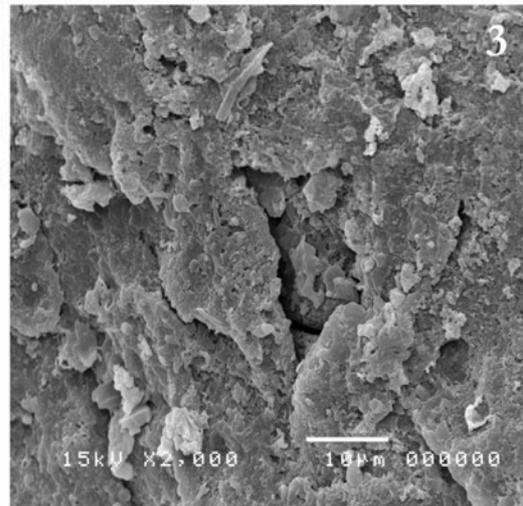
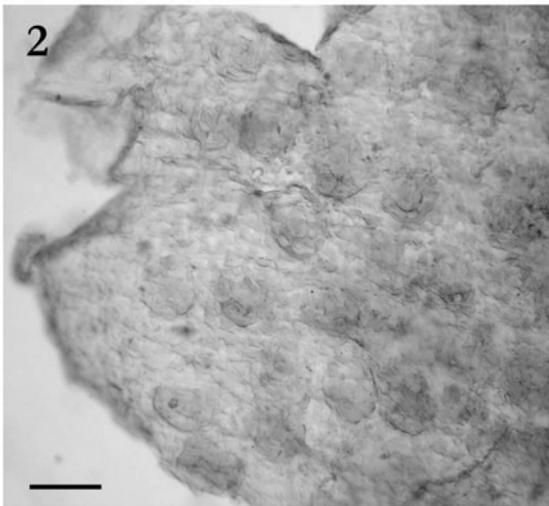
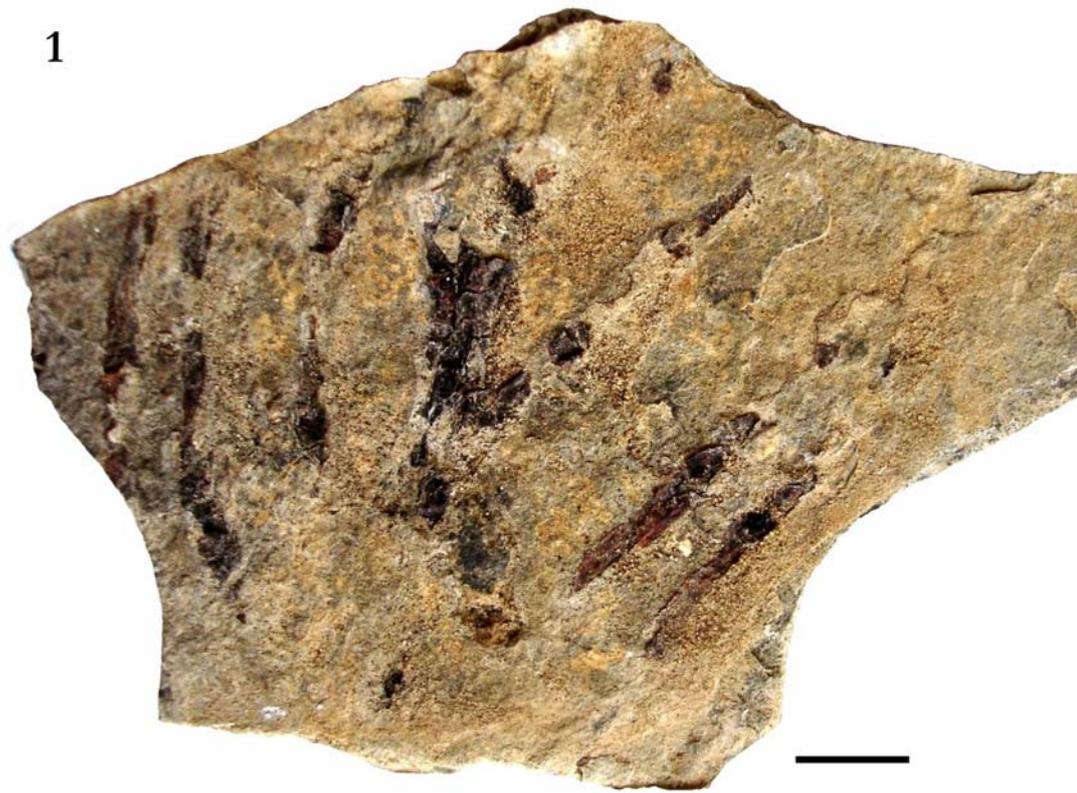


TAVOLA 32

M 20913. *Frenelopsis* sp. Albiano inferiore, Pietraroja.

- 1: Asse di *Frenelopsis* ramificato.
- 2: file di stomi mal definite.
- 3: stoma degradato in visione esterna.
- 4: apparato stomatico costituito da 4 cellule ausiliarie.
- 5: file di stomi con le interposte cellule epidermiche.

Per 1 la scala equivale ad 1 cm; per 2 e 5 equivale a 100 μm e per 4 equivale a 50 μm .

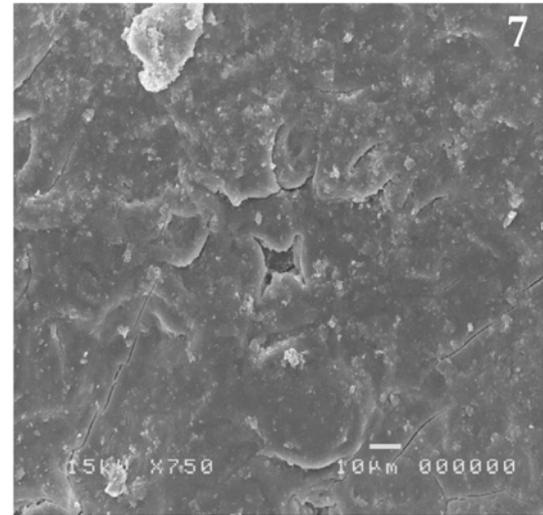
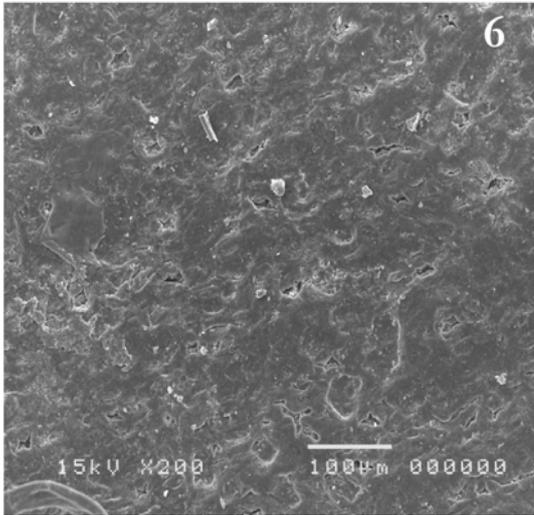
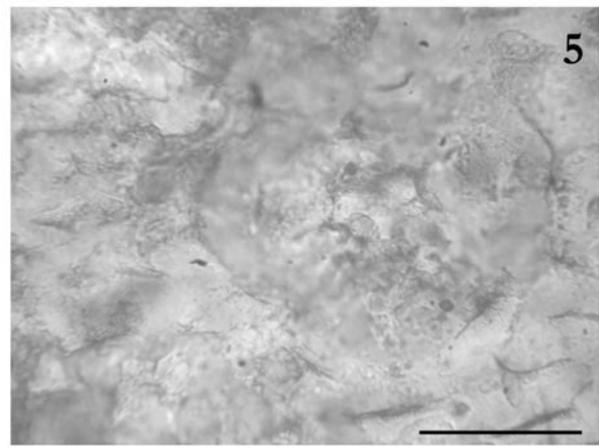
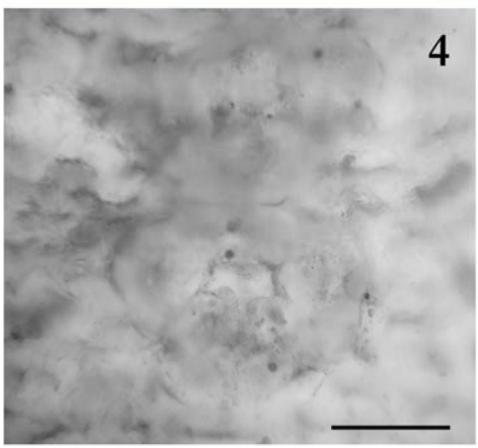
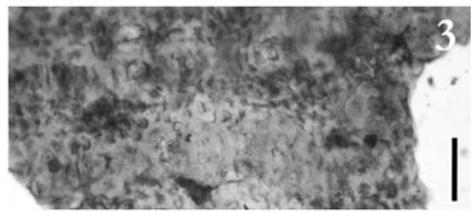
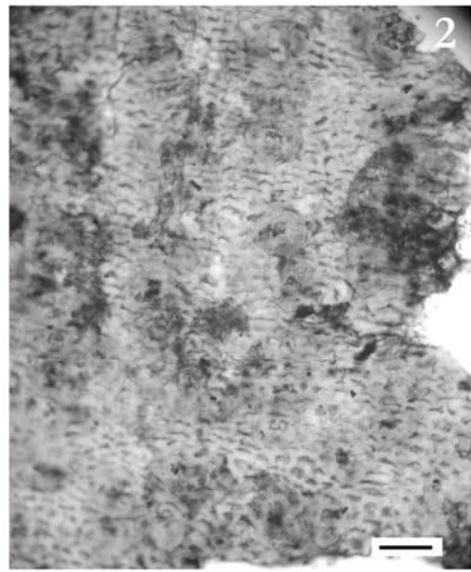


TAVOLA 33

M 20793. *Frenelopsis* sp. 2. Albiano inferiore, Pietraroja.

1. *Debris* vegetale con cuticola di *Frenelopsis* sp. 2.
2. Stomi disposti in file con cellule epidermiche ammassate le une sulle altre aventi spesse pareti cellulari.
3. File di stomi e cellule epidermiche interposte con orificio del complesso stomatico avente una morfologia stellata.
4. Due stomi a contatto senza cellule epidermiche interposte.
5. Stoma costituito da 4 cellule annesse.
6. Superficie abassiale[?] con file di stomi.
7. Stoma in visione esterna mostrante 4 cellule ausiliarie con cellule epidermiche che ricoprono parzialmente l'orificio stomatico.

Per 2 e 3 la scala equivale a 100 μm ; per 4 e 5 equivale a 50 μm .

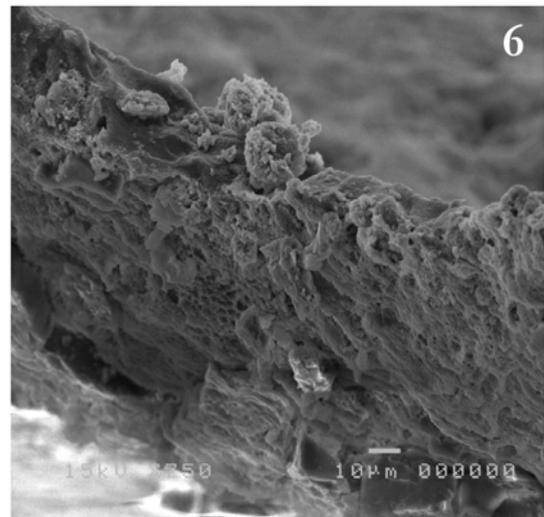
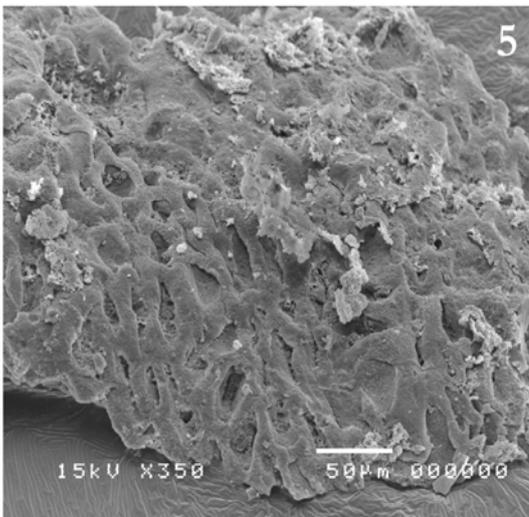
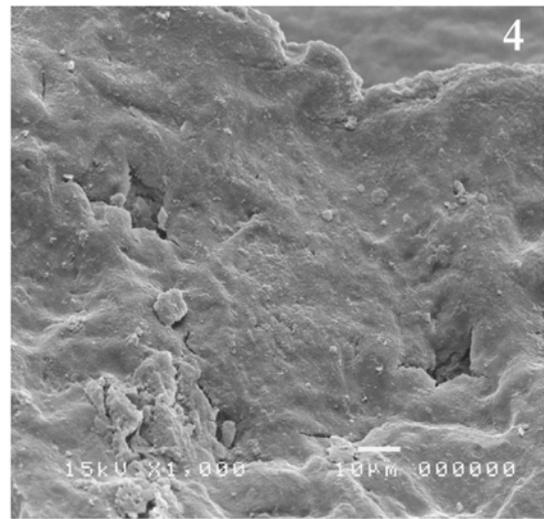
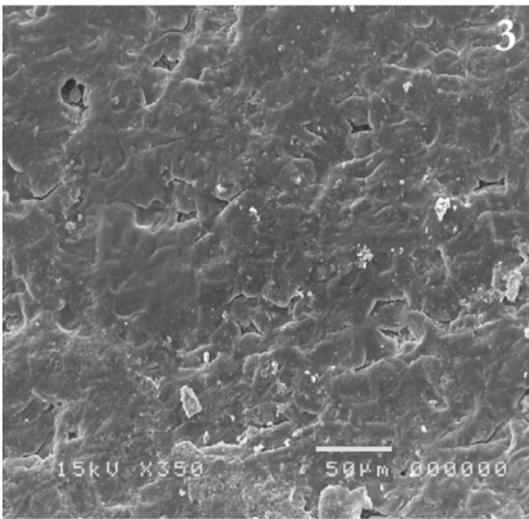
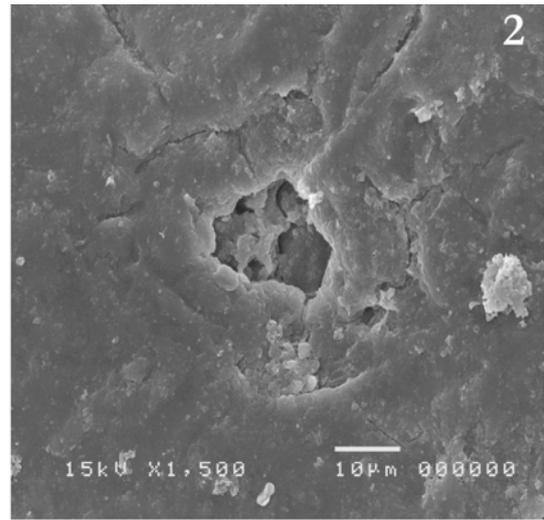
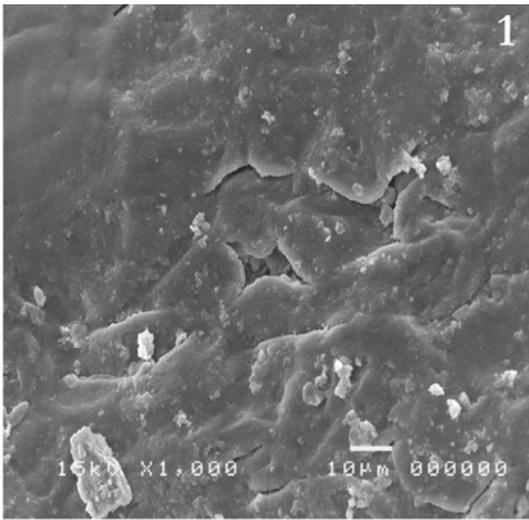


TAVOLA 34

M 20793. *Frenelopsis* sp. 2. Albiano inferiore, Pietraraja.

- 1: apparato stomatico con cellule ausiliarie circondate da papille che si estroflettono dalle circostanti cellule epidermiche.
- 2: stoma mostrante le due placche dorsali? delle cellule di guardia.
- 3: superficie esterna con papille.
- 4: due stomi con foro del complesso stomatico avente morfologia stellata.
- 5: cellule epidermiche.
- 6: spessore della cuticola; la foto mostra il lato interno della cuticola totalmente degradato.

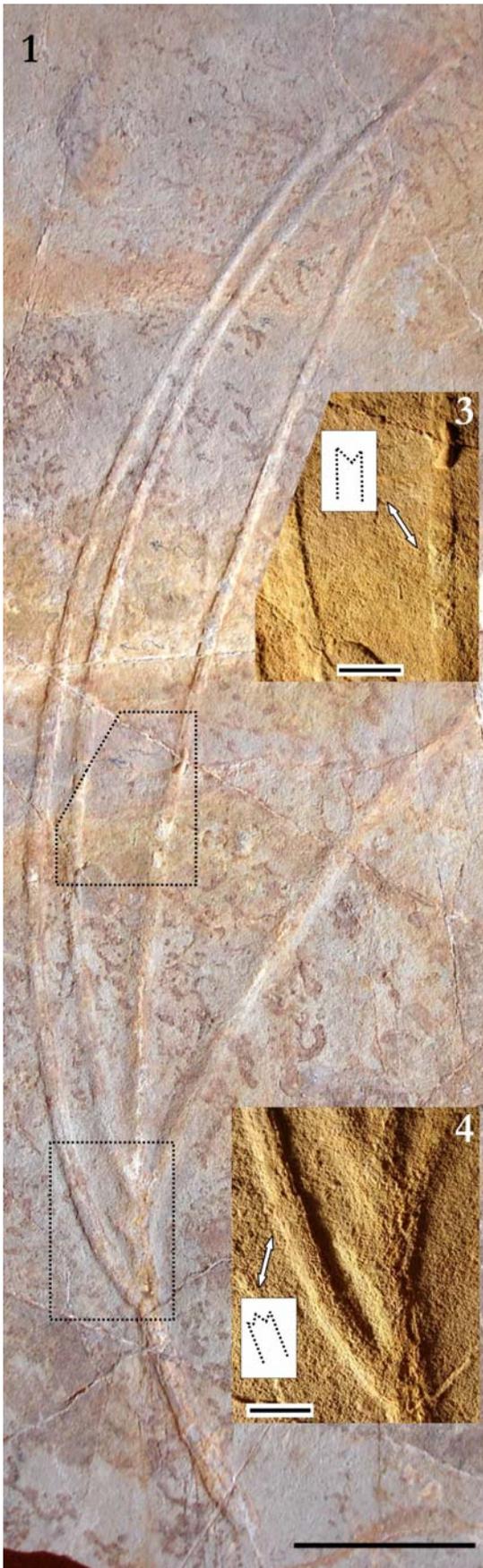


TAVOLA 35

Frenelopsis sp. 2 Albiano inferiore, Pietraraja.

1: M 20563. Assi ramificati

2: M 20564. Assi ramificati

3 e 4: particolari di M 20563 con disegni interpretativi dei verticilli? fogliari.

Per 1 e 2 la scala equivale a 5 cm, per 3 e 4 equivale ad 1 cm.

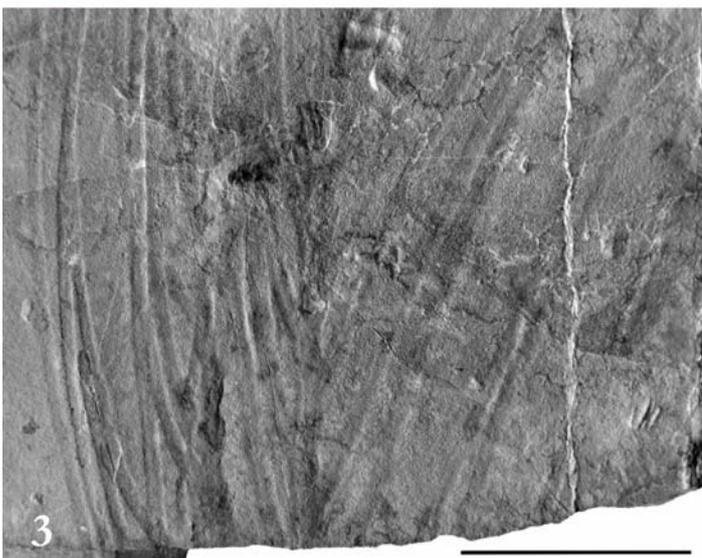
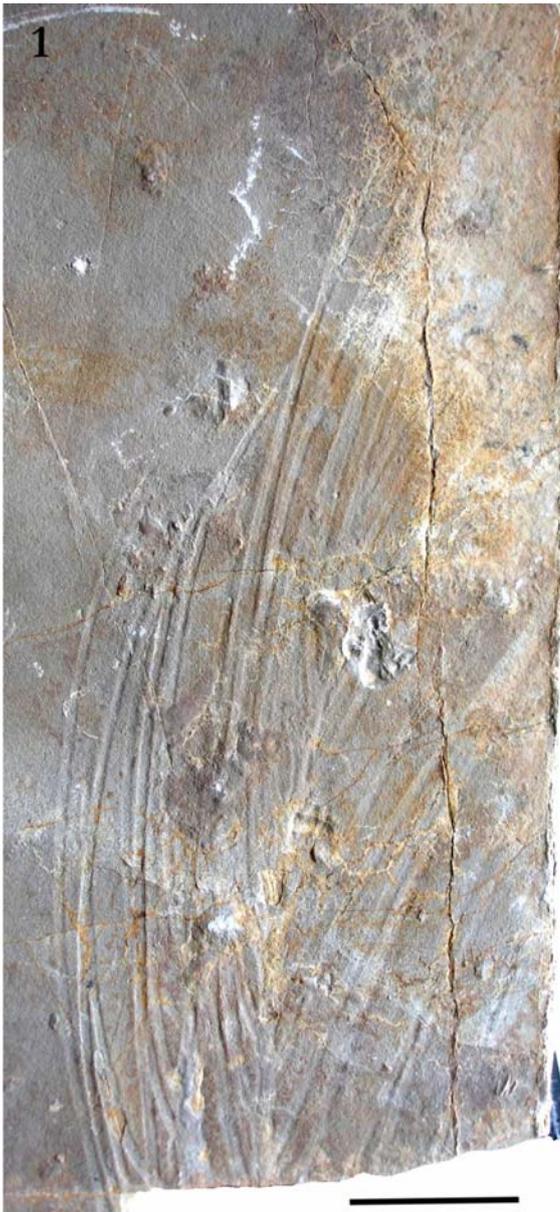


TAVOLA 36

Frenelopsis sp. 2. Albiano inferiore, Pietraroja.

1, 3: M 20599. Assi ramificati.

2, 4: M 20566. Assi ramificati.

Per 1, 2, 3 la scala equivale a 5 cm; per 4 equivale a 2 cm.



TAVOLA 37

Frenelopsis sp. 2. Albiano inferiore, Pietraroja.

1: M 20568. Assi ramificati

2: M 20569. Assi ramificati

3 e 4 particolari di M 20569.

Per 1 e 2 la scala equivale a 5 cm; per 3 equivale a 1 cm; per 4 equivale a 2 cm.

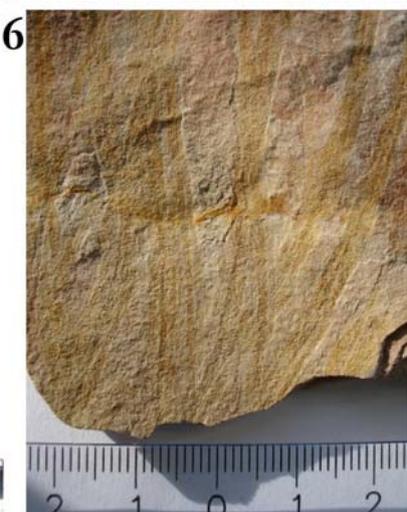
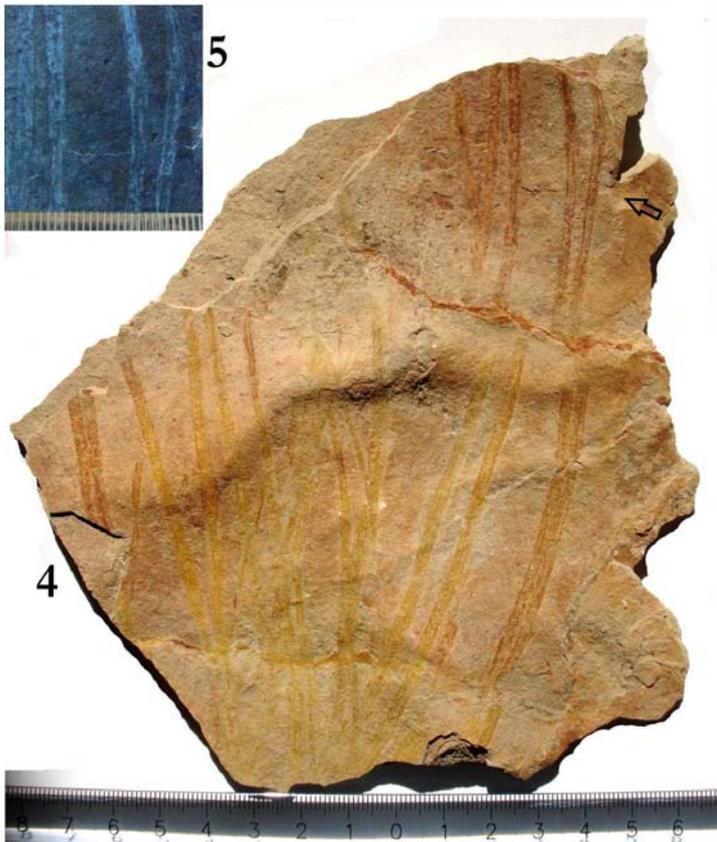
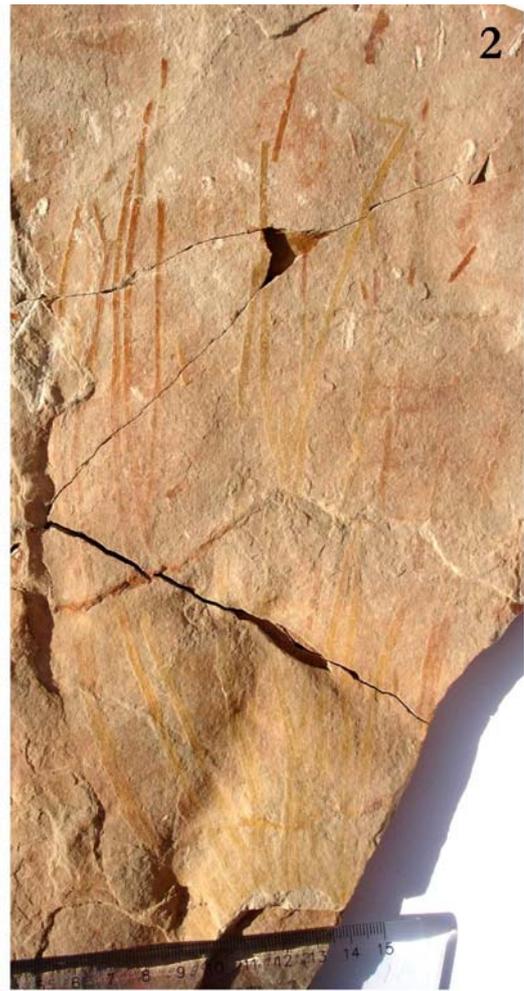


TAVOLA 38

MV 1. *Frenelopsis* sp. 3. Cenomaniano medio, Magliano Vetere.

1. Campione fotografato in posto dopo averlo liberato dagli strati che lo ricoprivano.
2. Campione dopo il recupero.
3. Parte basale della ramificazione.
4. Controimpronta: parte medio – prossimale della ramificazione.
5. Particolare della controimpronta (vedi freccia su 4) dove si quantifica la lunghezza del segmento e l'impressione del sistema vascolare. Immagine invertita.
6. Parte basale della controimpronta che mostra perfettamente il sistema vascolare degli assi.

In **1** la scala equivale a 2,4 cm; in **3** la moneta ha un diametro di 2,4 cm.

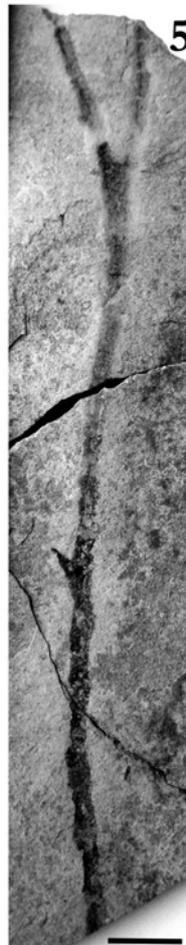
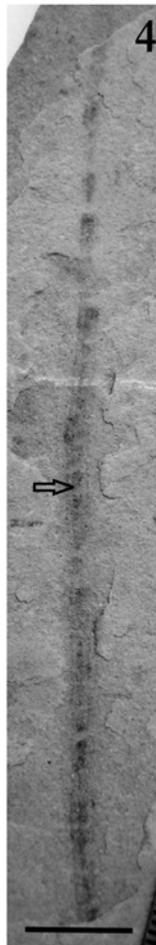
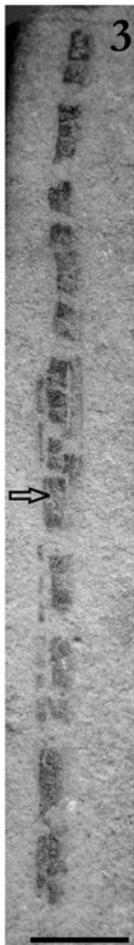
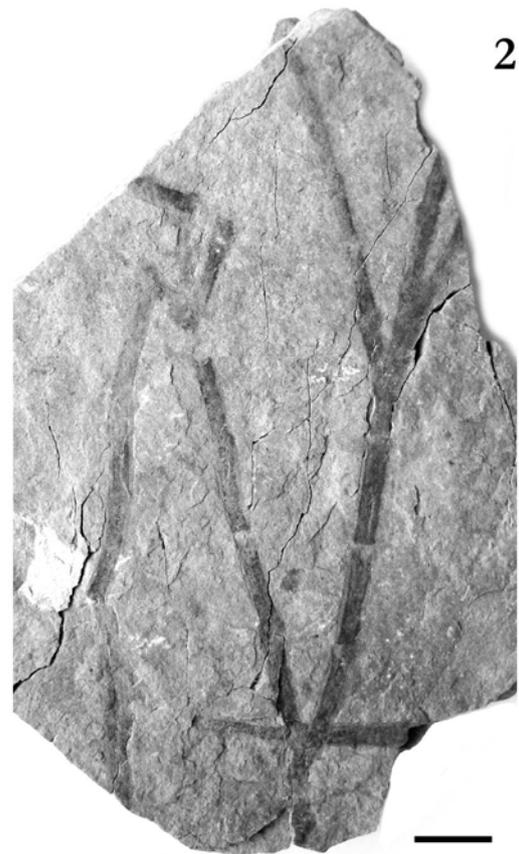


TAVOLA 39

Frenelopsis sp. 3. Cenomaniano medio, Magliano Vetere.

1. MV 3. Assi senza ramificazione.
2. MV 4. Assi ramificati.
3. MV 2. Asse costituito da pseudo segmenti, vedi spiegazione nel testo; la freccia mostra il sistema di conduzione centrale.
5. MV 19. Ramificazione dicotomica.
6. MV 23. Assi privi di ramificazione?

Frenelopsis ? 4 Cenomaniano medio Magliano Vetere.

4. MV 7. Asse con sistema di conduzione centrale ben evidente (freccia).
7. MV 30. Asse con frammenti di cuticola preservati alla base.

Per tutte le immagini la scala equivale a 1 cm.

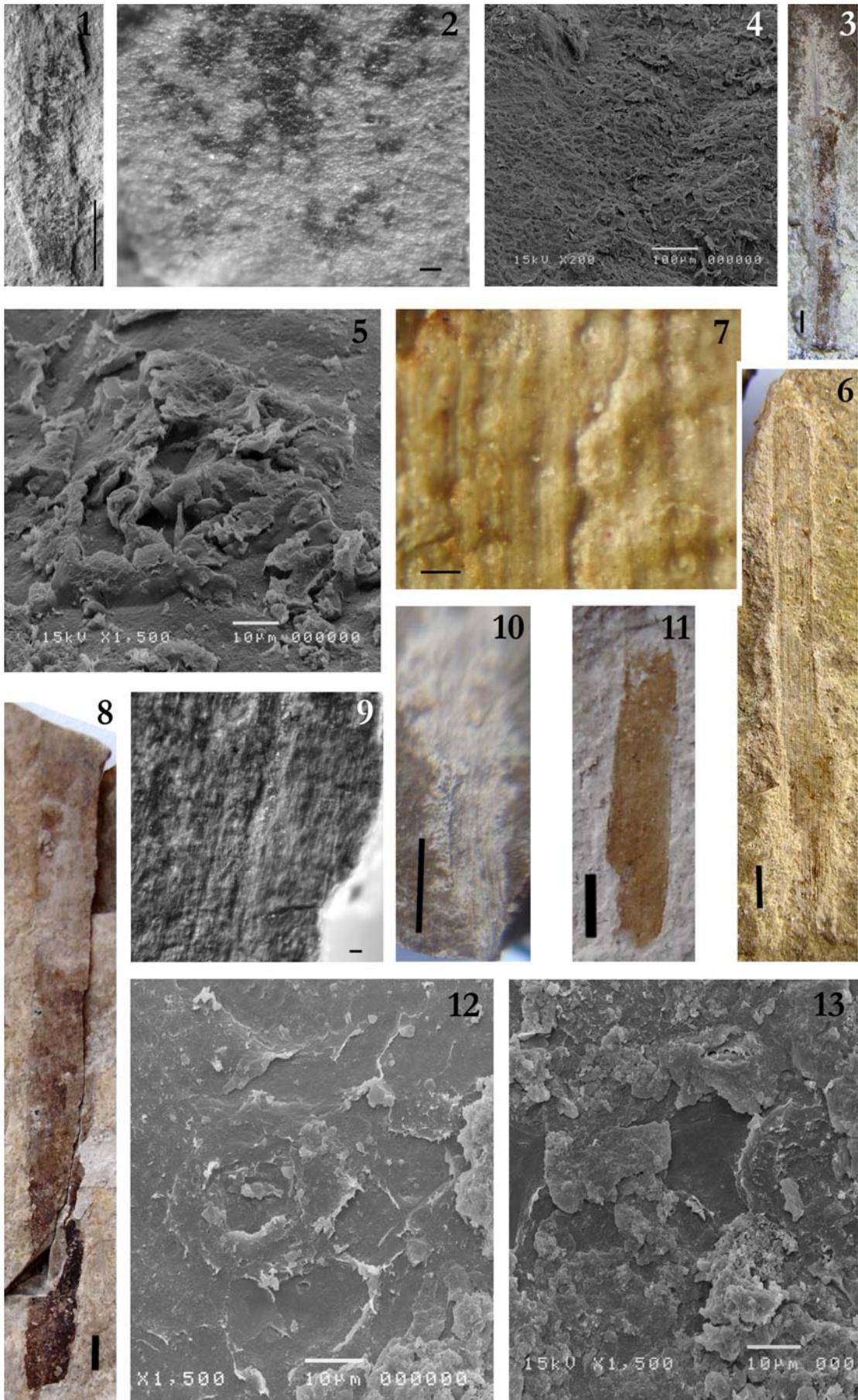
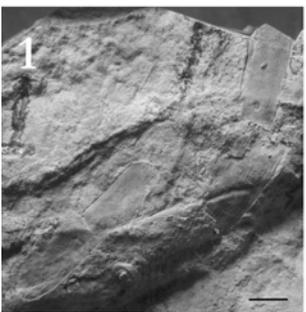
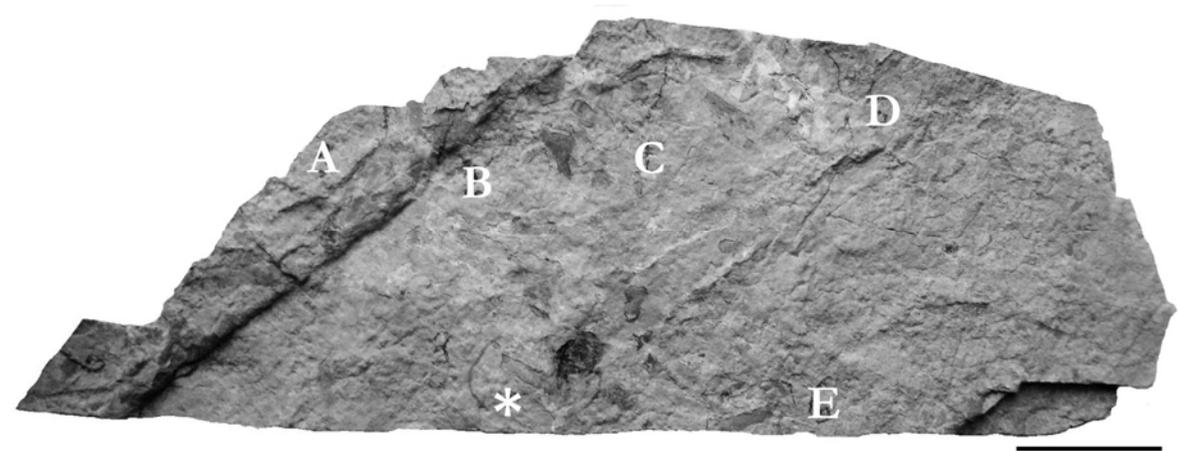


TAVOLA 40

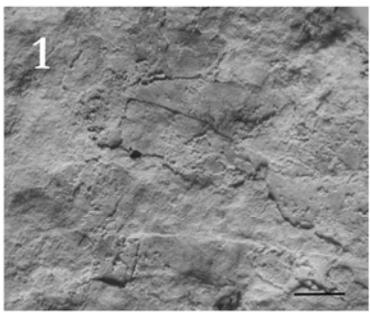
Frenelopsis? 2. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

- 1: CM 32. Frammento di asse.
- 2: CM 32. Impressione di cuticola sul sedimento incassante. Particolare della foto 2.
- 3: CM 49. Asse costituito da due segmenti?
- 4: CM 49. Cellule epidermiche mal conservate. Foto al SEM.
- 5: CM 49. Stoma costituito da 4? cellule ausiliarie.
- 6: CM 56. Asse su cui si osservano file di apparati stomatici.
- 7: CM 56. Apparati stomatici in file longitudinali. Tra le file stomatiche si osservano da 1 a 5? file di cellule epidermiche.
- 8: CM 61. Asse con resti di materia organica.
- 9: CM 61. Impressione di cuticola su cui si osservano apparati stomatici.
- 10: CM 69. Asse mal preservato.
- 11: CM 70. Compressione di un asse.
- 12: CM 70. Apparato stomatico costituito da 4 cellule ausiliarie equidimensionali. *Peel* osservato al SEM.
- 13: CM 70. Apparato stomatico costituito da 4? cellule ausiliarie. *Peel* osservato al SEM.

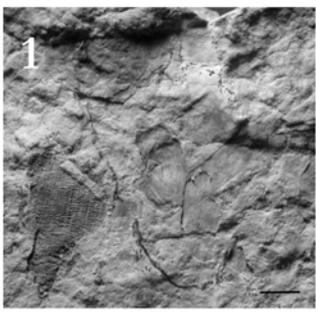
Per 1, 3, 6, 8, 10 e 11 la scala equivale a 2 mm; per 2, 7 e 9 la scala equivale a 100 μm .



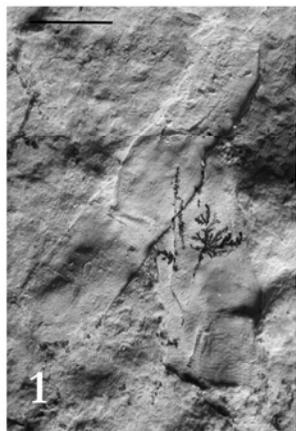
A



B



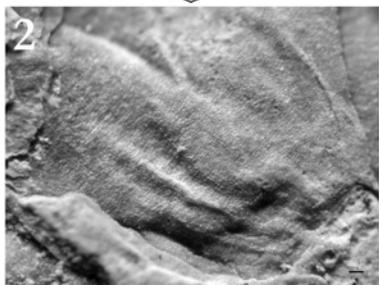
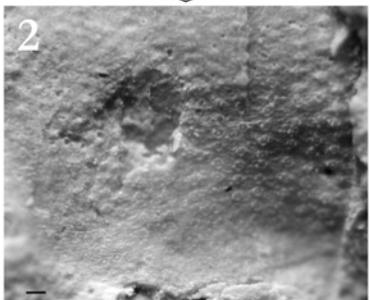
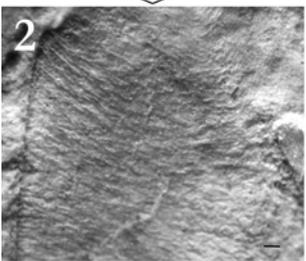
C



D



E



TAV. 41

TAVOLA 41

Frenelopsis? 2 CM 64. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

A 1: CM 64 1. Impressione di assi.

A 2: CM 64 1. Caratteristiche epidermiche impresse sulla matrice calcareo-marnosa.

B 1: CM 64 2. Impressione di assi mal conservati.

B 2: CM 64 2. Impressione mostrante file stomatiche.

C 1: CM 64 4. Impressione di assi in connessione anatomica?

C 2: CM 64 4. Apparati stomatici in file più o meno ben definite.

D 1: CM 64 5. Impressione di assi.

D 2: CM 64 5. File di apparati stomatici con dendrite di manganese.

E 1: CM 64 6. Compressione di asse frammentario.

E 2: CM 64 6. Impressione di file stomatiche ben definite.

L'asterisco apposto sul campione si riferisce alla posizione dell'esemplare attribuito a *Watsoniocladius*? 2 (p. 175).

Per la "serie 1" di foto, la scala equivale a 2 mm, mentre per la "serie 2" di foto equivale a 100 μm .

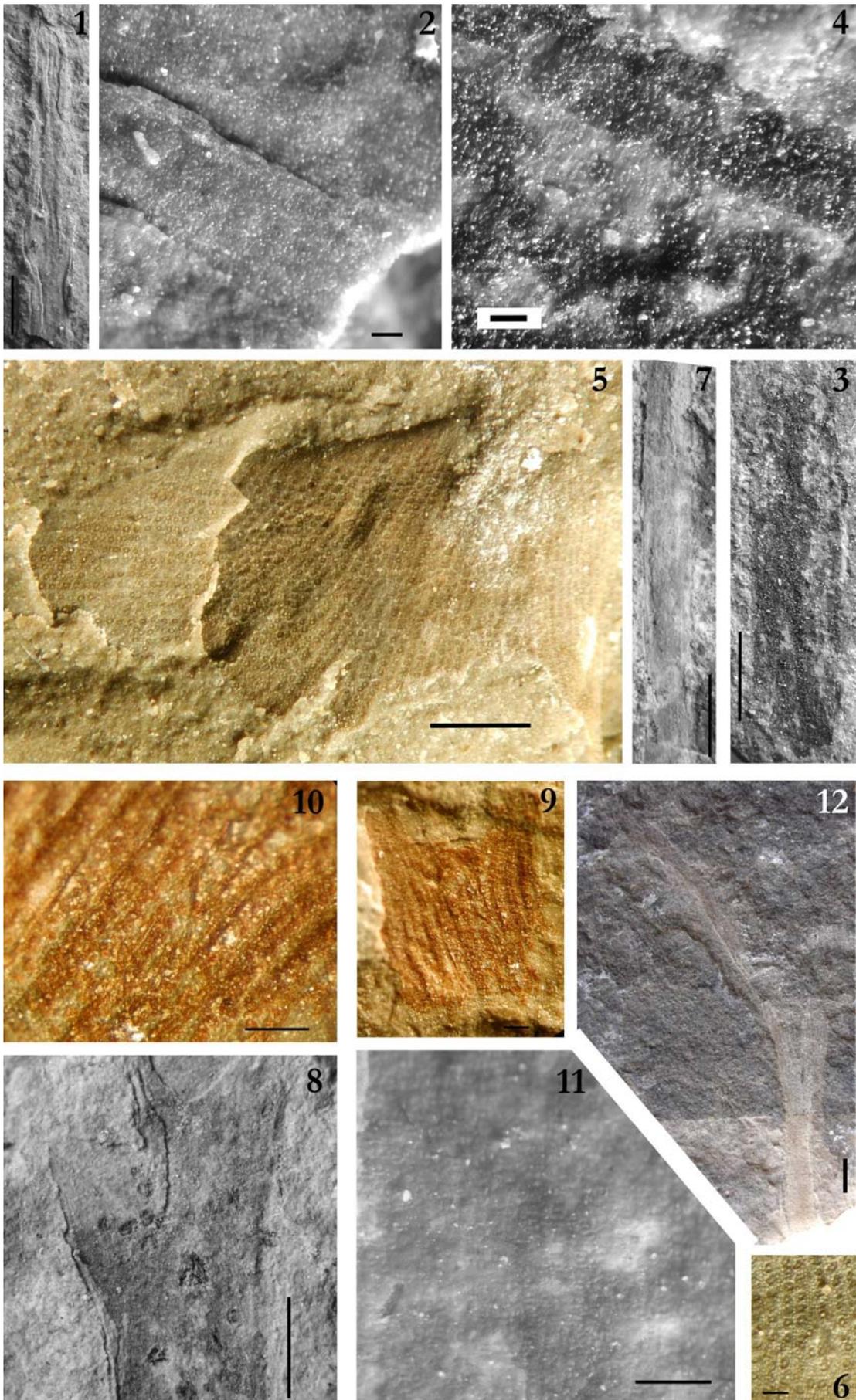


TAVOLA 42

Frenelopsis? 2. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

- 1: CM 73. Impressione di asse mal preservato.
- 2: CM 73. Impressione di un asse con alcuni apparati stomatici osservabili.
- 3: CM 78. Impressione di asse con resti di materia organica.
- 4: CM 78. Impressione di asse con apparati stomatici?
- 5: CM 86. Impressione di asse con file stomatiche ben definite. Il decorso delle file stomatiche assomiglia a quello che si riscontra sulle foglie a forma di scaglia.
- 6: CM 86. File stomatiche ben definite separate da una a tre file di cellule epidermiche. Particolare di 5.
- 7: CM 93. Impressione di asse.
- 8: CM 94. Compressione di asse presentante una ramificazione.
- 9: CM 95. Compressione di asse con due foglie?
- 10: CM 95. Compressione di asse con file stomatiche tra invaginazioni dell'epidermide.
- 11: CM 98. Impressione di epidermiche mal conservata su cui si osservano (parte centrale) alcuni apparati stomatici..
- 12: CM 102. Compressione di asse ramificato.

Per 2 e 4 la scala equivale a 100 μm ; per 6 e 11 la scala equivale a 200 μm ; per 9 e 10 la scala equivale a 300 μm ; per 5 e 8 la scala equivale a 1mm; per 1, 3 e 7 la scala equivale a 2 mm; per la 12 la scala equivale a 5mm.

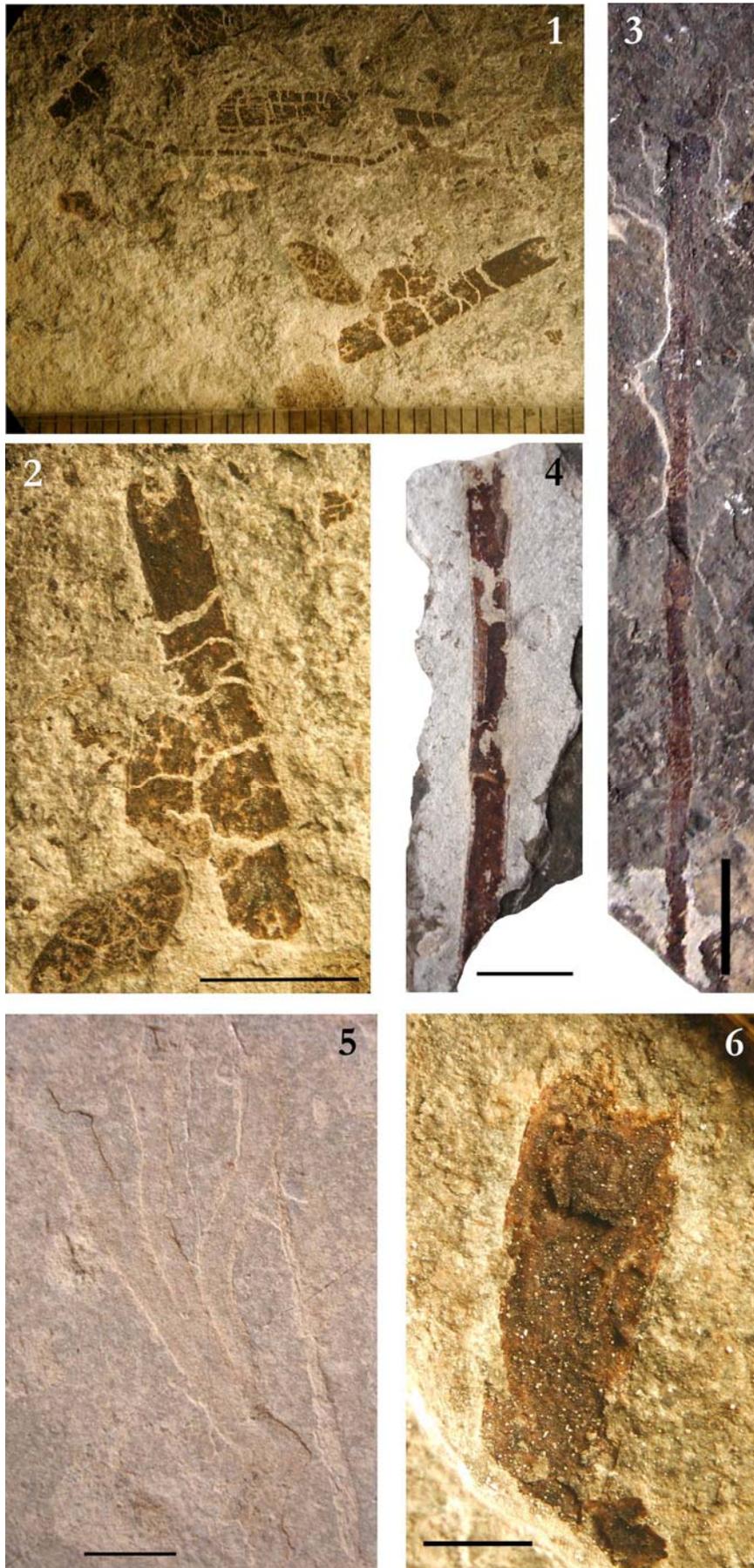


TAVOLA 43

Frenelopsis ?. Albiano inferiore, Pietraroja

1 e 2: M 20762. *Debris* con asse presentante due foglie.

3: M 20765. Compressione di asse: gli internodi sono difficilmente visualizzabili.

4: M 20798. Compressione di asse.

5: M 19411. Impressione di assi ramificati.

6. M 20761. Compressione di cuticola mal preservata.

Per 1 la scala equivale ad 1 mm, per 2 equivale a 5 mm, per 3, 4 e 5 equivale a 1 cm, per 6 equivale a 2 mm.

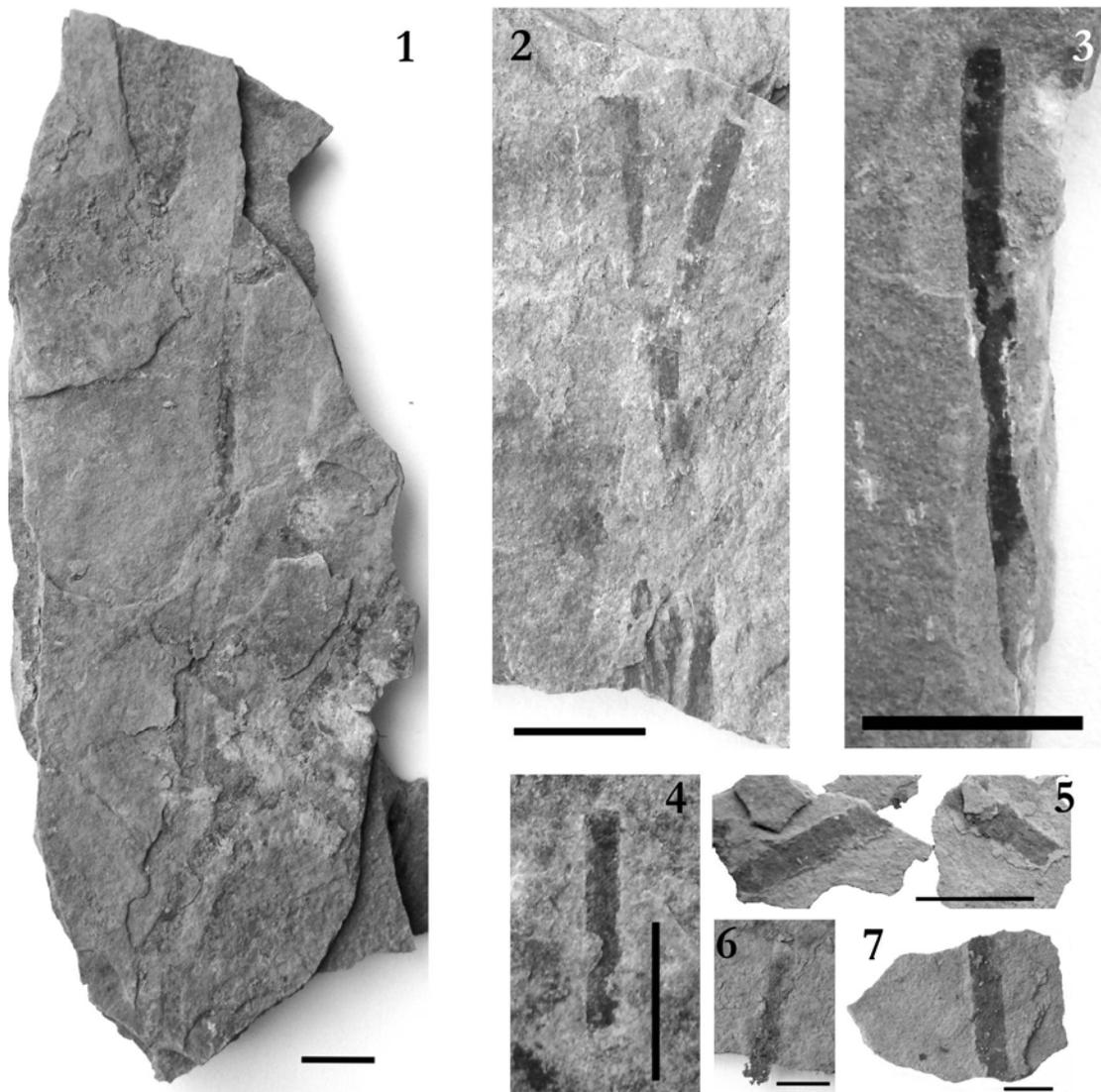


TAVOLA 44

Frenelopsis ? 4 Magliano Vetere, Cenomaniano medio.

1. MV 38. Asse ed in alto frammento di *Sapindopsis* sp.
 2. MV 41. Ramificazione dicotomica.
 3. MV 33. Asse senza apparente segmentazione.
 4. MV 54.
 5. MV 55.
 6. MV 56.
 7. MV 57.
- 4, 5, 6, 7: segmenti disarticolati? di *Frenelopsis* ?.

Per tutti i campioni la barra equivale a 1 cm tranne che per 6 e 7 che equivale a 5 mm.

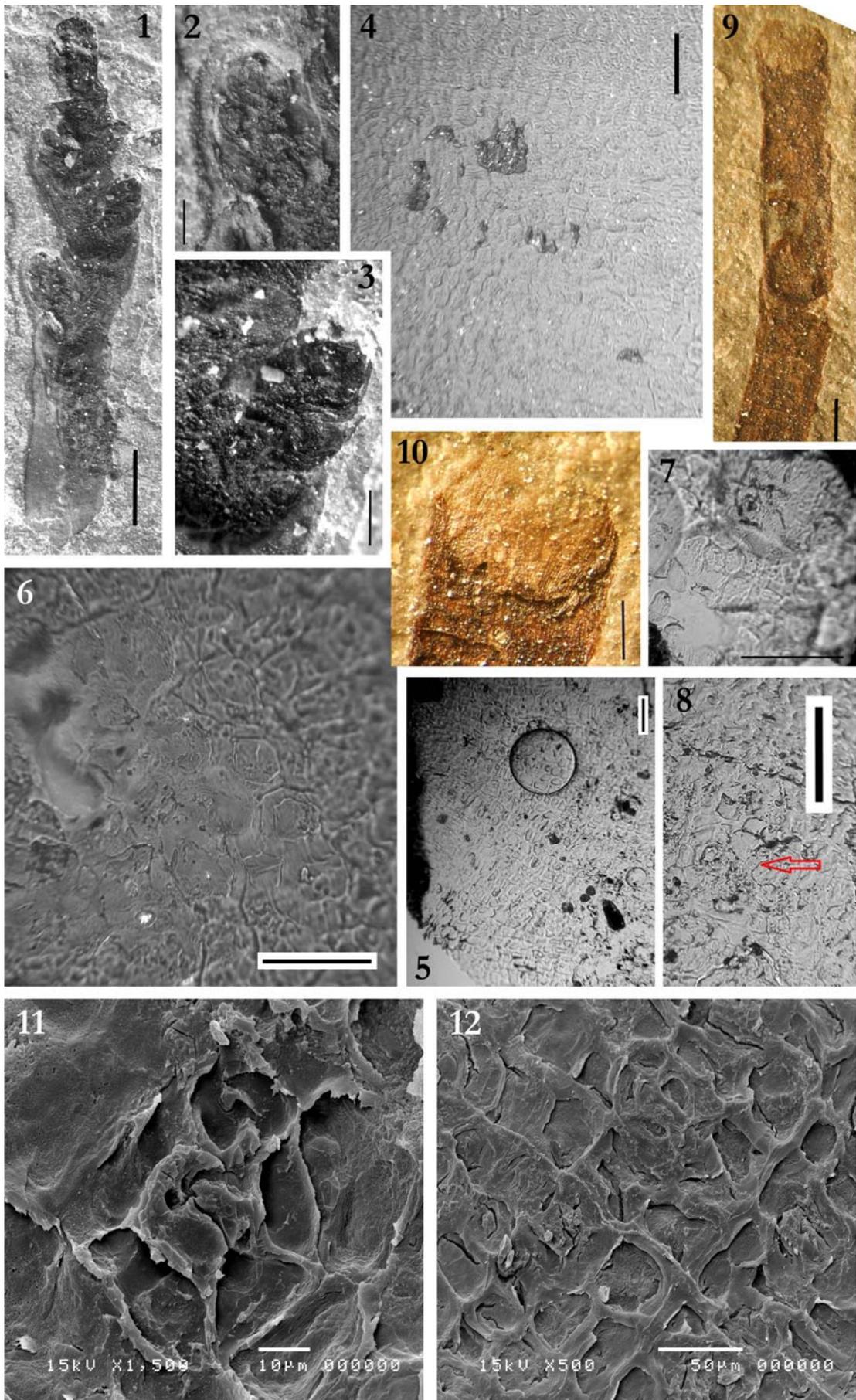


TAVOLA 45

Pseudofrenelopsis parceramosa. Aptiano inferiore, Cusano Mutri.

- 1: CM 1. Visione generale dell'esemplare che mostra due ramificazioni laterali ed una singola foglia all'ascella di ogni ramificazione.
- 2: CM 1. Ramo laterale, lato sinistro.
- 3: CM 1. Ramo laterale, lato destro.
- 4: CM 1 t. *Peel* mostrante le spesse pareti anticlinali delle cellule epidermiche.
- 5: CM 1 t. *Peel* di epidermide con cellule aventi una morfologia poligonale.
- 6: CM 1 t. *Peel* mostrante le cellule ipodermiche.
- 7: CM 1 t. *Peel* di apparato stomatico in cui si osservano le papille delle cellule ausiliarie.
- 8: CM 1 t. *Peel* di apparato stomatico (freccia) mostrante 4 delle 6? cellule ausiliarie.
- 9: CM 90. Visione generale dell'asse di piccole dimensioni.
- 10: CM 90. Particolare di 9 mostrante la foglia di tipo chiuso.
- 11: CM 90 s. Visione interna di apparato stomatico costituito da cinque cellule ausiliarie.
- 12: CM 90 s. Visione interna della cuticola parzialmente degradata mostrante alcuni apparati stomatici circondati dalle cellule epidermiche aventi pareti anticlinali molto ispessite.

Per 6 la scala equivale a 50 μm ; per 4, 5, 7, 8 la scala equivale a 100 μm ; per 2, 3, 10 equivale a 0,5 mm; per 1 e 9 equivale a 2 mm.

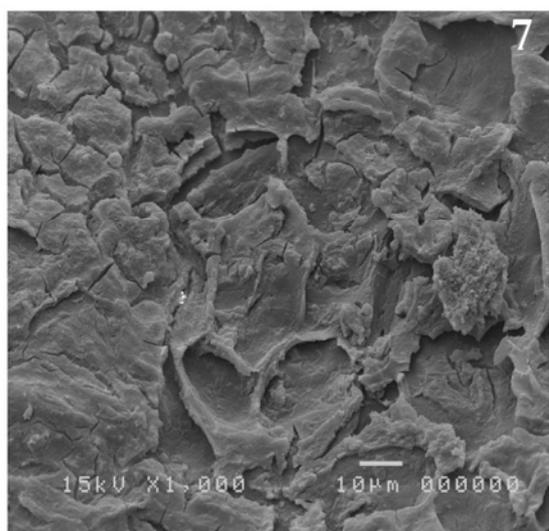
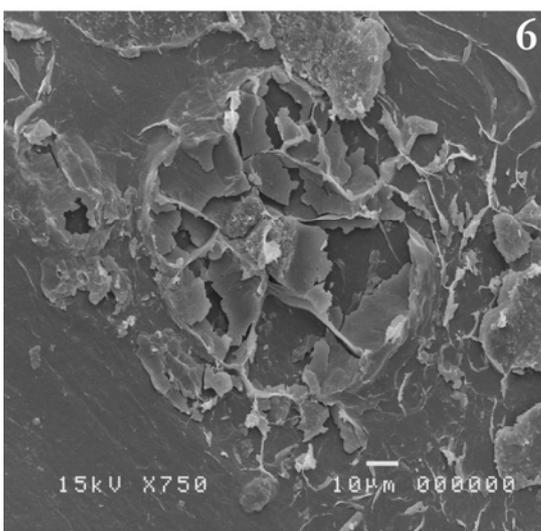
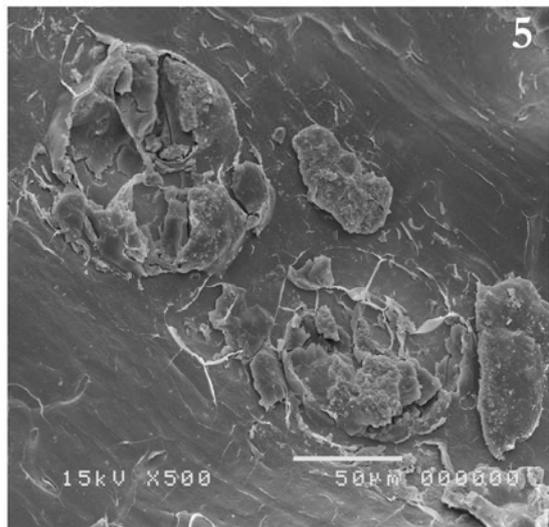
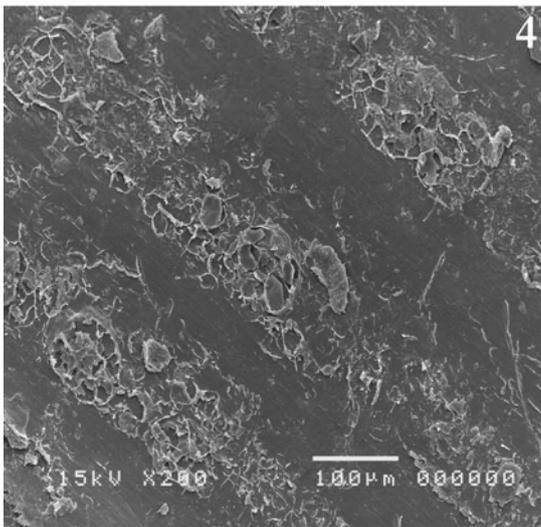
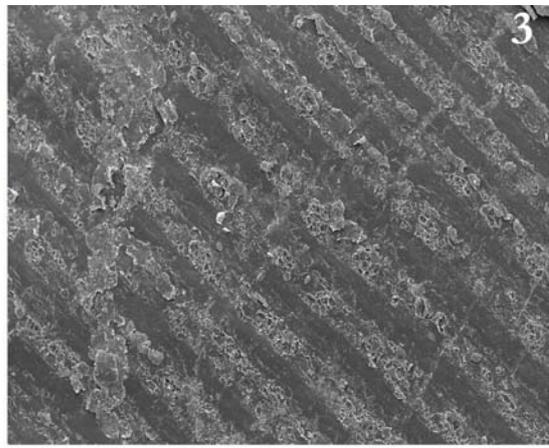
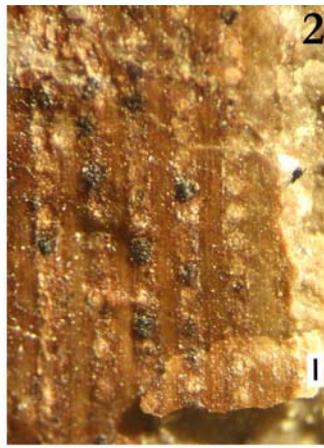


TAVOLA 46

CM 91. *Pseudofrenelopsis* ? 1. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

- 1: Visione generale dell'esemplare mostrante file di apparati stomatici.
- 2: Particolare di 1. File di cellule epidermiche (5 o 6) e di apparati stomatici.
- 3: CM 91 s. File ben definite di apparati stomatici. SEM.
- 4: CM 91 s. File di apparati stomatici. Quello in alto a destra supera i 100 μm di diametro.
- 5: CM 91 s. Due apparati stomatici con le rispettive cellule ausiliarie non contatto.
- 6: CM 91 s. Apparato stomatico con 7? cellule ausiliarie.

CM 92 s. *Pseudofrenelopsis* ? 2. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

- 7: Apparato stomatico costituito da 6 cellule ausiliarie.

Per 1 la scala equivale a 1 mm; per 2 equivale a 100 μm .

Le immagini da 3 a 6 sono state ottenute osservando un *peel* di collodio al SEM.

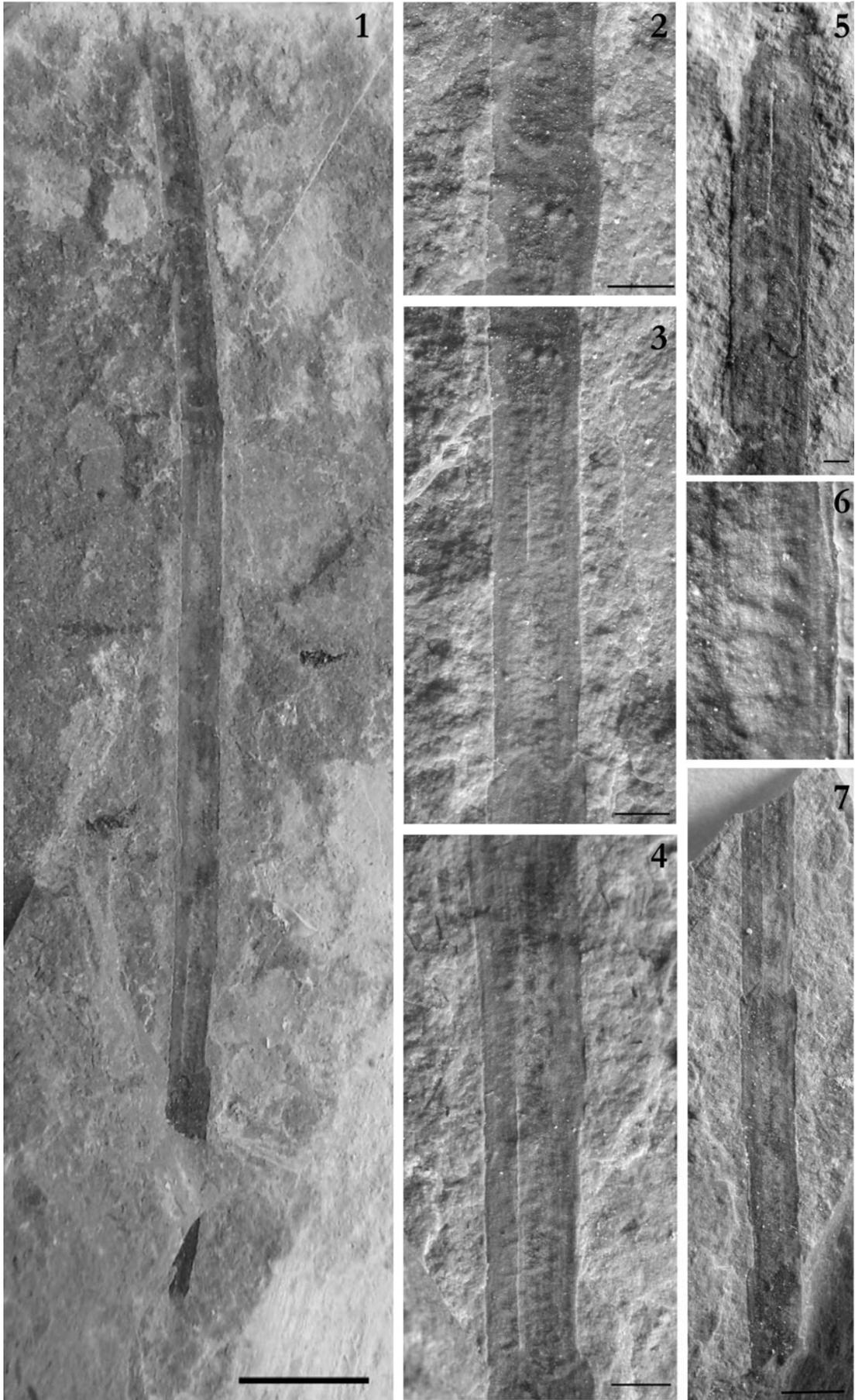


TAVOLA 47

CM 72. *Watsoniocladius* nov. sp. Aptiano superiore. Cusano Mutri.

- 1: Asse costituito da 6 internodi mostrante ad ogni nodo foglie culminanti in verticilli di tre “denti”.
- 2: 5° segmento con un verticillo di due denti.
- 3 e 4: rispettivamente 4° e 2° segmento che nella parte centrale presentano la sutura ben evidente.
- 5: 6° segmento con frammenti di cuticola.
- 6: 3° segmento con complessi stomatici disposti in file ben definite.
- 7: controimpronta di 1 costituita da tre segmenti: il segmento centrale è integro, mentre i due alle estremità sono frammentari.

Per 1 la scala equivale a 5 mm; per 2, 3 e 4 equivale ad 1 mm; per 5 ed 6 equivale a 0,5 mm; per 7 equivale a 2 mm.

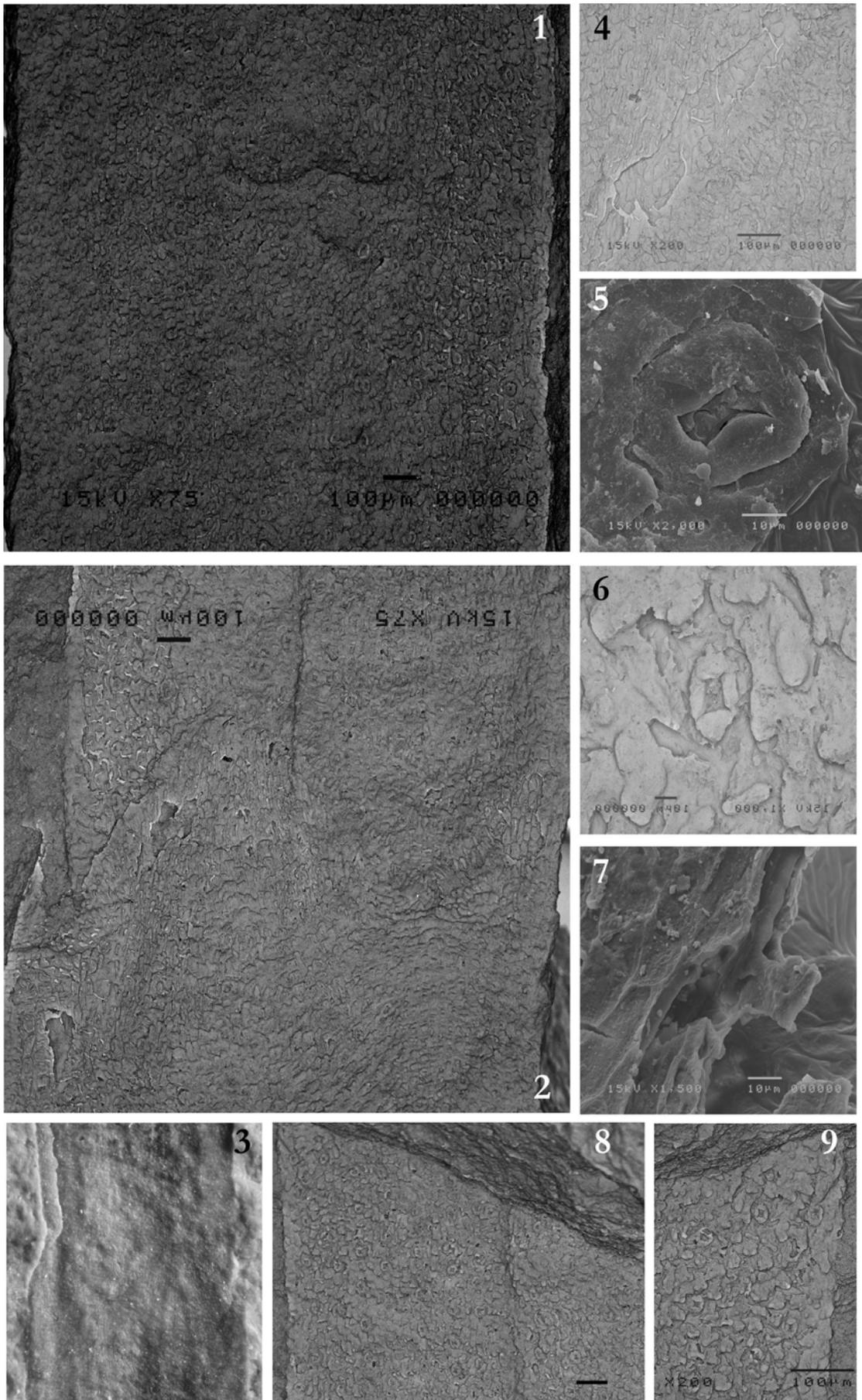


TAVOLA 48

Watsoniocladius nov. sp. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

- 1, superficie abassiale della zona internodale in cui, sulla destra, sono ben visibili le file di stomi.
- 2: superficie abassiale della zona nodale dove, sulla destra, si osserva il “dente” di una foglia che mostra chiaramente i peli fusi alla base.
- 3: calco della superficie abassiale della cuticola sulla matrice carbonatica incassante, mostrandone la zona nodale del secondo segmento dove si osservano i due denti con coste longitudinali evidenti.
- 4: particolare di un dente con peli fusi alla base e parte distale libera.
- 5: superficie abassiale con stoma avente morfologia stellata e papille? all'interno del foro stomatico.
- 6: superficie abassiale con apparato stomatico costituito da 4 cellule ausiliarie e papillazioni delle cellule epidermiche.
- 7: spessore della cuticola con superficie abassiale ed adassiale.
- 8: zona internodale con stomi in file longitudinali e sutura ben evidente.
- 9: papillazioni della superficie abassiale e stomi con morfologia del foro stomatico di tipo stellata.

Le immagini 1, 2, 4, 6, 8, 9 che rappresentano la superficie abassiale, sono state ottenute invertendo le immagini originali ricavate dal calco che la superficie abassiale della cuticola ha lasciato sulla matrice incassante. Le immagini 6 ed 8 sono state anche riflesse orizzontalmente. Per la foto 8 la scala equivale a 50 μm .

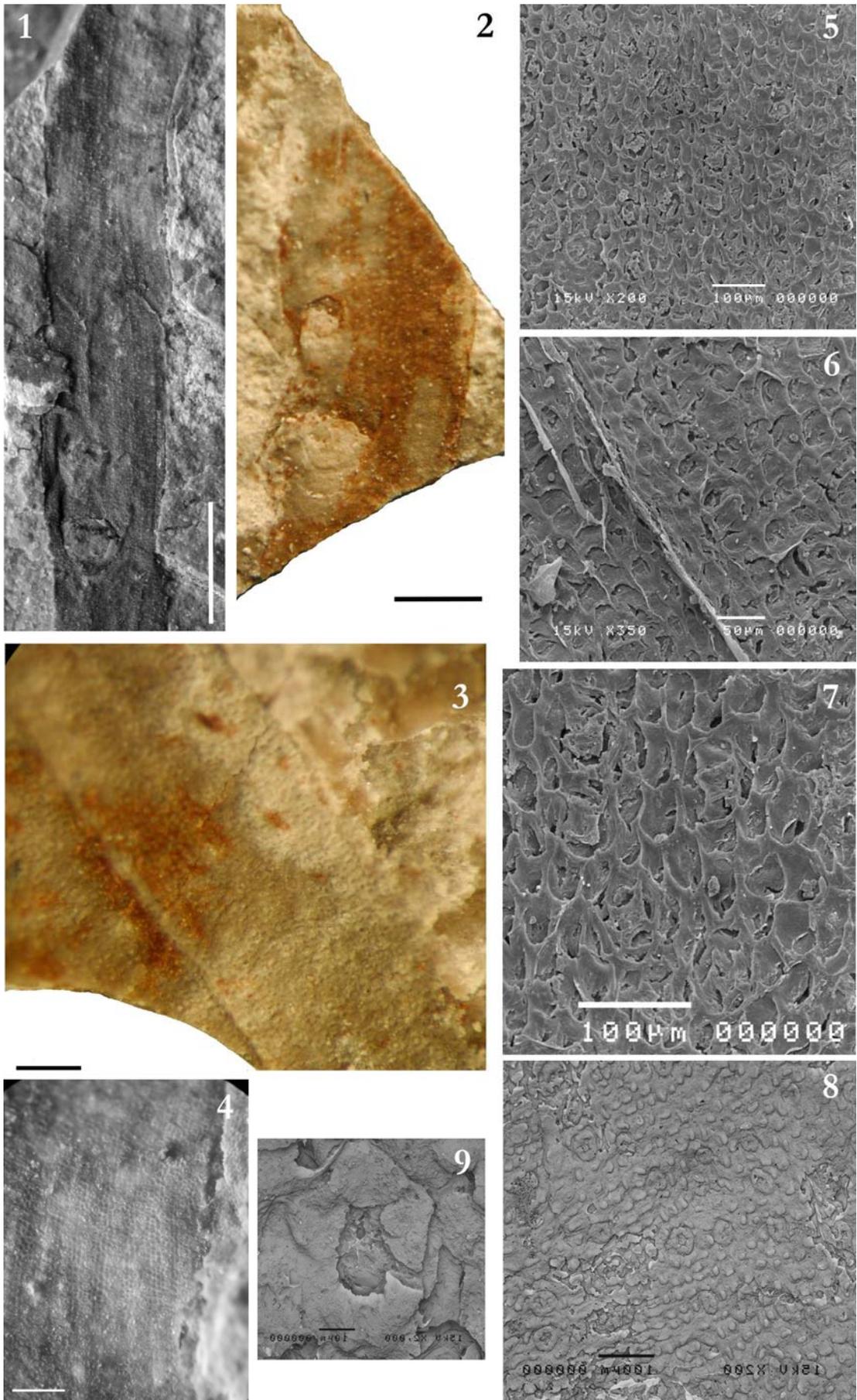


TAVOLA 49

CM 96. *Watsoniocladius* ?. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

- 1: asse costituito da due unità fogliari, si osservano solo due delle tre foglie.
- 2: compressione di asse con frammenti di cuticola mal preservati.
- 3: impressione mostrante una sutura? e file di apparati stomatici più o meno ben definite.
- 4: impressione di un asse mostrante una sutura? con apparati stomatici disposti in file parallele.
- 5: superficie interna della cuticola con stomi in cattivo stato di conservazione.
- 6: superficie interna della cuticola: sutura?.
- 7: apparati stomatici degradati e cellule epidermiche con pareti anticlinali ispessite.
- 8: superficie esterna della cuticola con papille ed apparati stomatici costituiti da 4 o 5 cellule ausiliarie.
- 9: apparato stomatico costituito da 5? cellule ausiliarie avente una morfologia stellata.

Le immagini 8 e 9, sono state ottenute invertendo le immagini originali ricavate dal calco che la superficie abassiale della cuticola ha lasciato sulla matrice incassante. Per 3 la scala equivale a 200 μm ; per 4 equivale a 300 μm ; per 2 equivale a 1 mm; per 1 equivale a 2 mm.

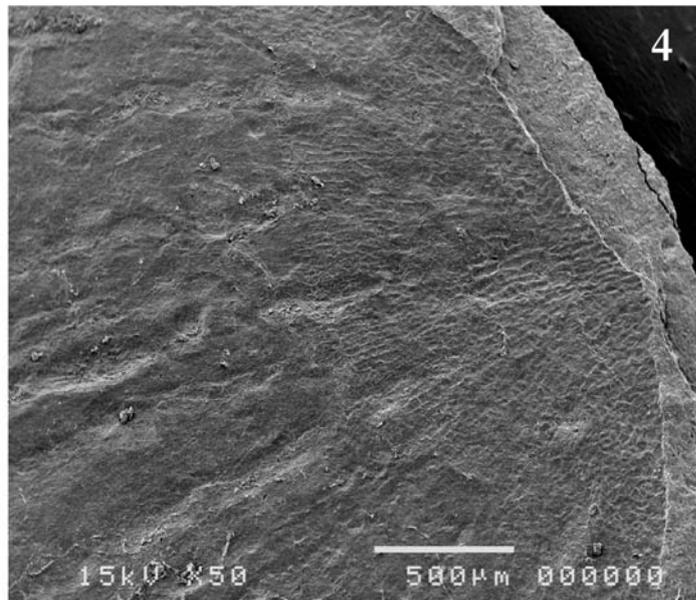
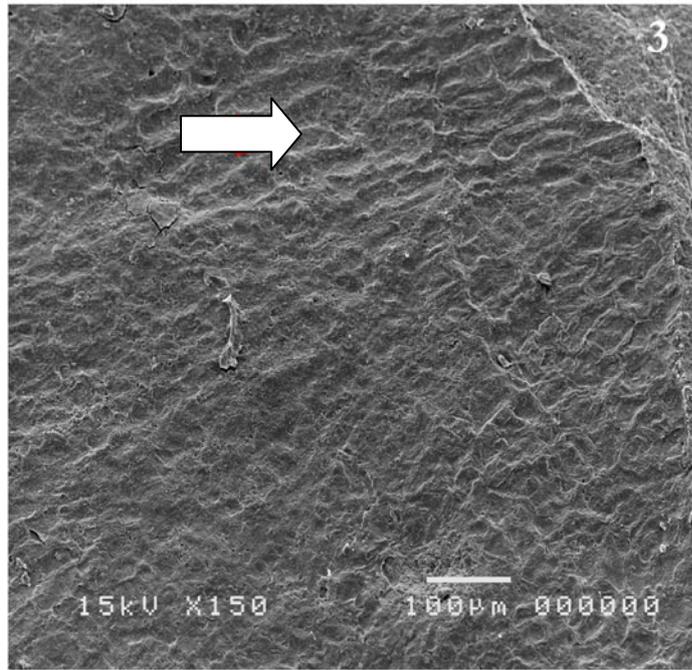
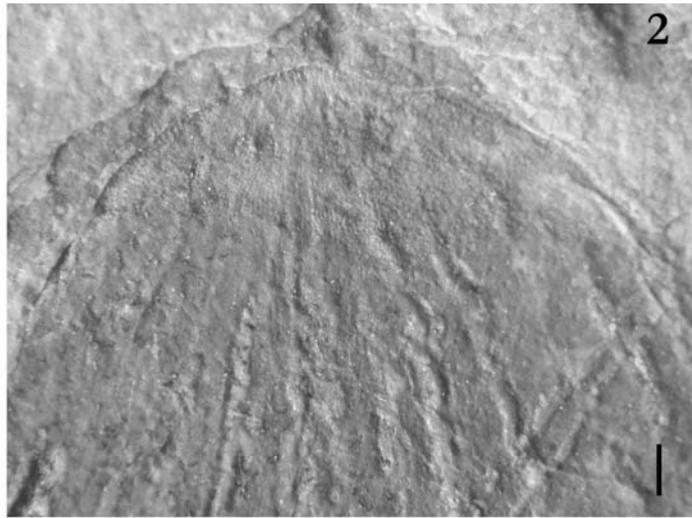


TAVOLA 50

CM 27. *Podozamites* sp. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

- 1: Foliola priva della parte prossimale avente apice arrotondato.
- 2: Apice con nervature convergenti.
- 3: Particolare dell'apice con una struttura presumibilmente riconducibile ad un apparato stomatico (freccia).
- 4: Apice con nervature convergenti presentante impressioni di cellule epidermiche mal preservate. SEM.

Podozamites ? 1

- 5: CM 99. Foliola con apice appuntito e nervature mal preservate.

Podozamites ? 2

- 6: Compressione di foliola con picciolo ben sviluppato.

Per 2 la scala equivale a 200 μm ; per 1, 5 e 6 equivale a 1 mm.

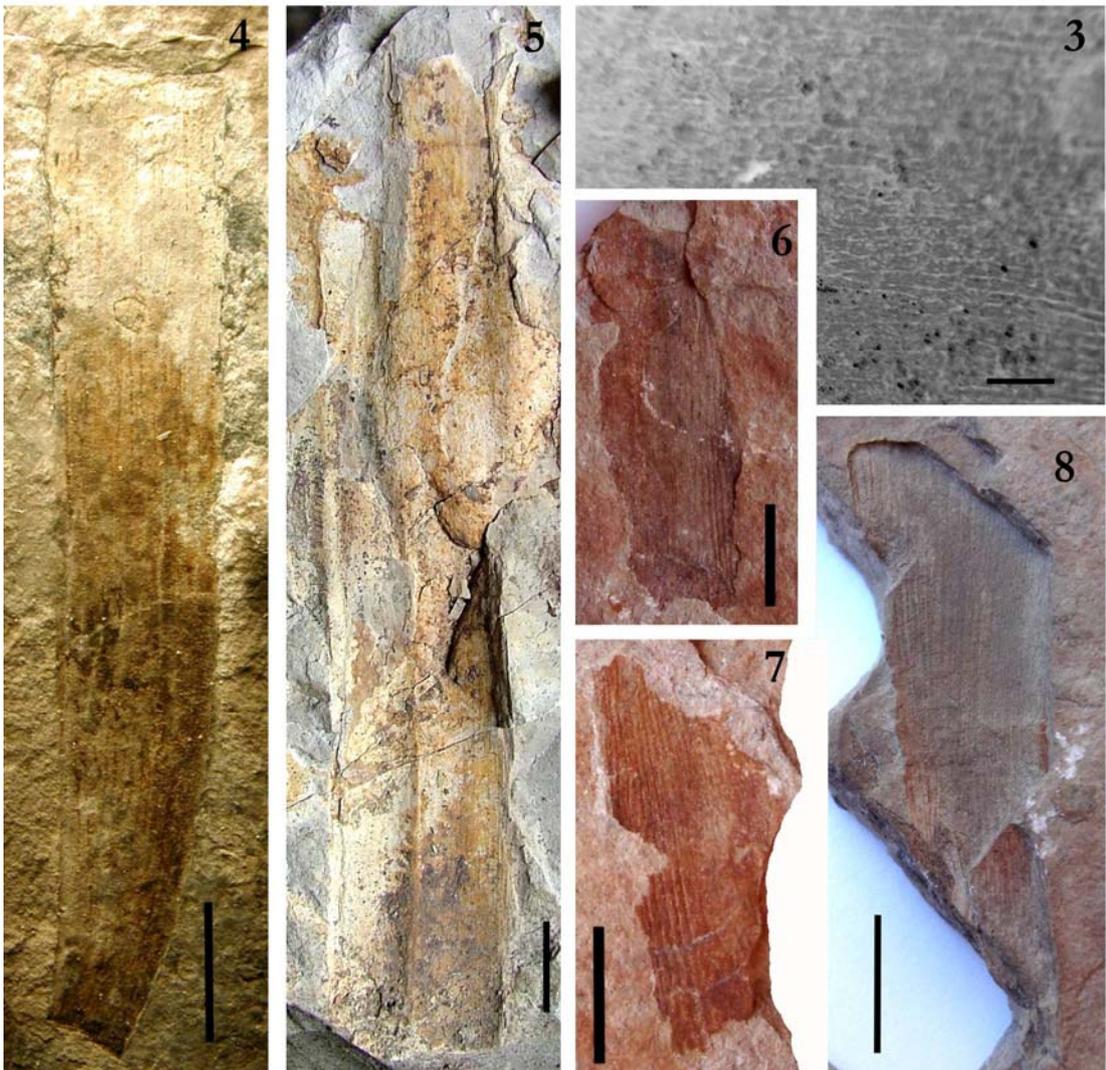
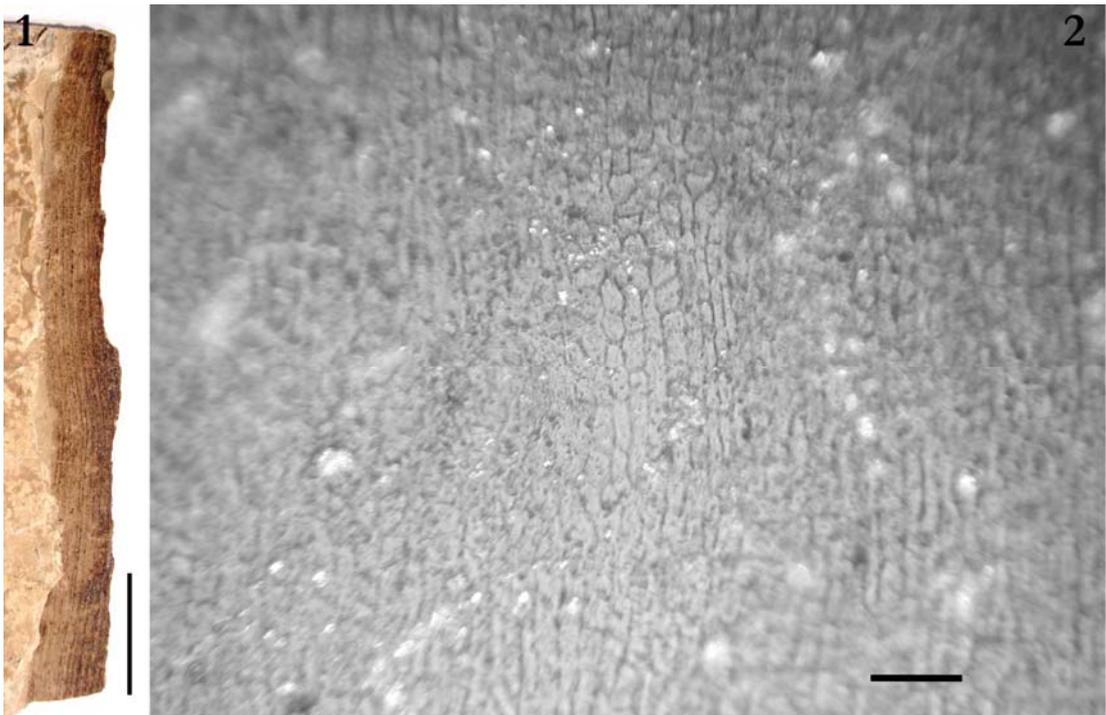


TAVOLA 51

Dammarites sp. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

1: CM 18. Frammento di foglia di medie? dimensioni con numerose nervature parallele.

2 e 3: CM 18 t. Cellule epidermiche disposte in file parallele.

4: CM 12. Frammento di foglia priva di apice. La parte prossimale ha conservato il volume originario.

5: CM 109. Frammento di foglia di grandi dimensioni con una nervatura più marcata rispetto alle altre.

Dammarites sp. Cenomaniano medio, Magliano Vetere.

6, 7, 8: Impressioni di frammenti di foglie di grandi dimensioni.

Per 2 e 3 la scala equivale a 100 μm ; per tutte le altre equivale ad 1 cm.



TAVOLA 52

CM 9. *Montsechia vidali*. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

- 1: asse ramificato mostrante due *bouquets* sub opposti (porzione centrale) su un asse di ultimo ordine.
- 2: estremità dell'asse.
- 3: estremità laterale dell'asse.
- 4: bouquet sub opposto alla base dell'apparato vegetativo.
- 5: cellule epidermiche osservate al SEM

Per 2, 3 e 4 la scala equivale a 0,5 mm. Per 1 la scala equivale a 1 mm.

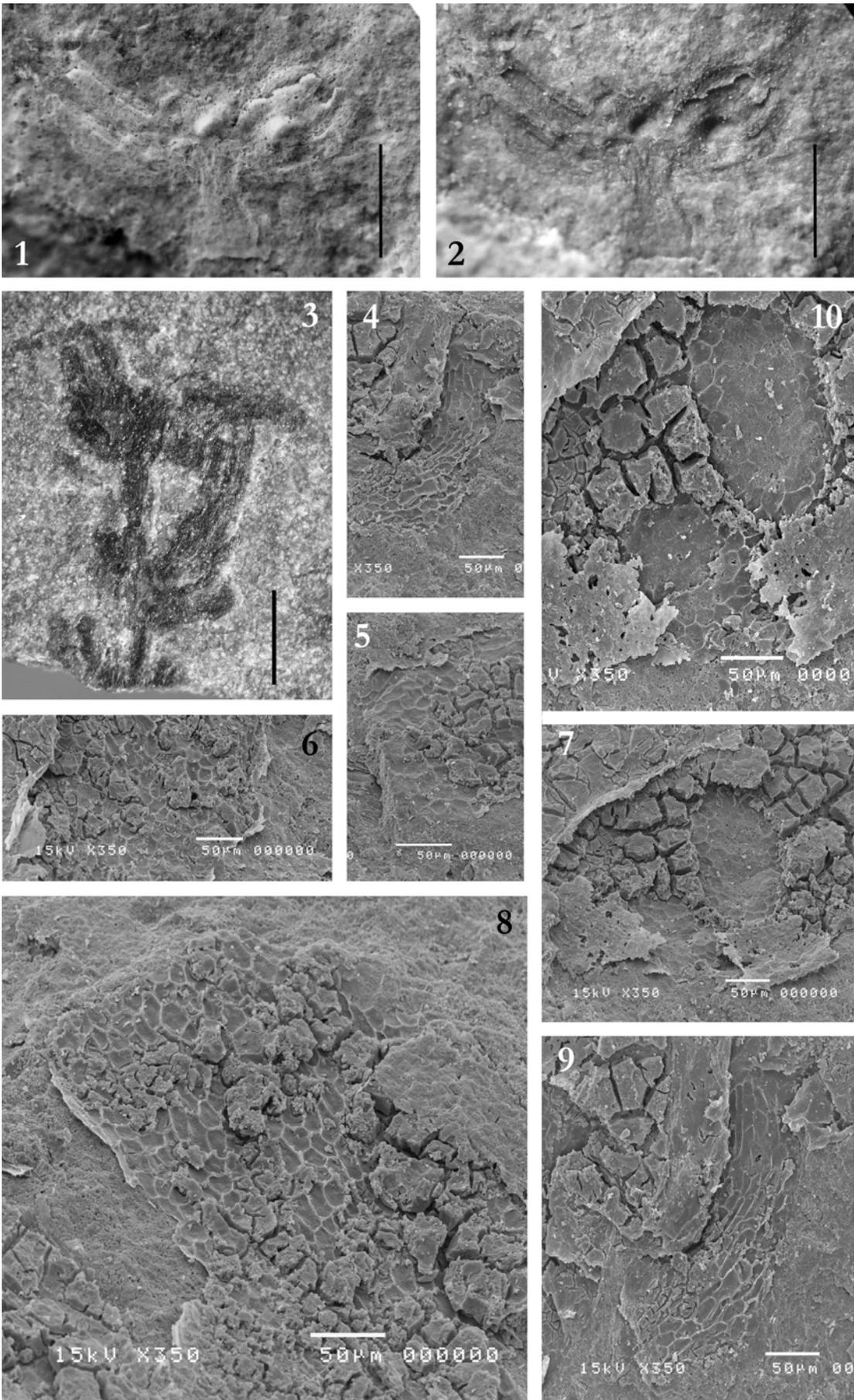


TAVOLA 53

Montsechia vidali. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

1 e 2: CM 98. *Bouquet* sub opposto isolato mostrante una probabile struttura riproduttiva (struttura ellissoidale centrale). 1: immagine invertita.

3: CM 107. Ramificazione di asse vegetativo.

5, 6, 7, 8, 10: CM 107. Cellule epidermiche isodiametriche senza preciso orientamento.

4, 9: CM 107. Cellule epidermiche orientate in file più o meno longitudinali e con differenza più o meno marcata del rapporto lunghezza-larghezza.

Per 1 e 2 la scala equivale a 0,5 mm. Per 1 la scala equivale a 1 mm.

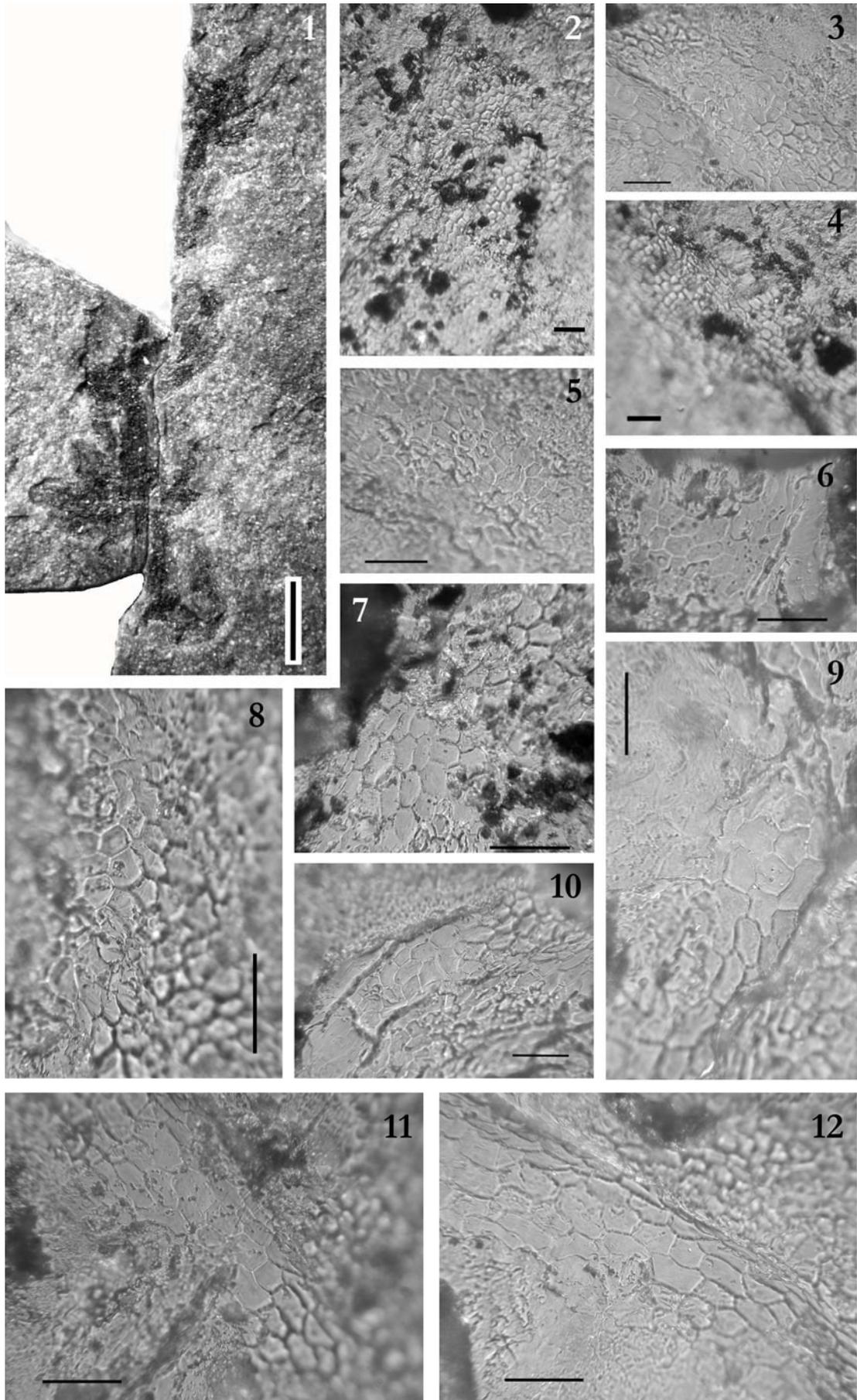


TAVOLA 54

CM 106. *Montsechia vidali*. Aptiano superiore, Cusano Mutri.

1: asse vegetativo frammentario con *bouquets* mal conservati.

2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11: cellule epidermiche isodiametriche senza preciso orientamento. *Peel*.

4, 12: CM 107. Cellule epidermiche orientate in file più o meno longitudinali e con differenza più o meno marcata del rapporto lunghezza-larghezza. Probabile epidermide su un fascio vascolare. *Peel*.

Per 1 la scala equivale ad 1 mm; per tutte le altre equivale a 50 m.

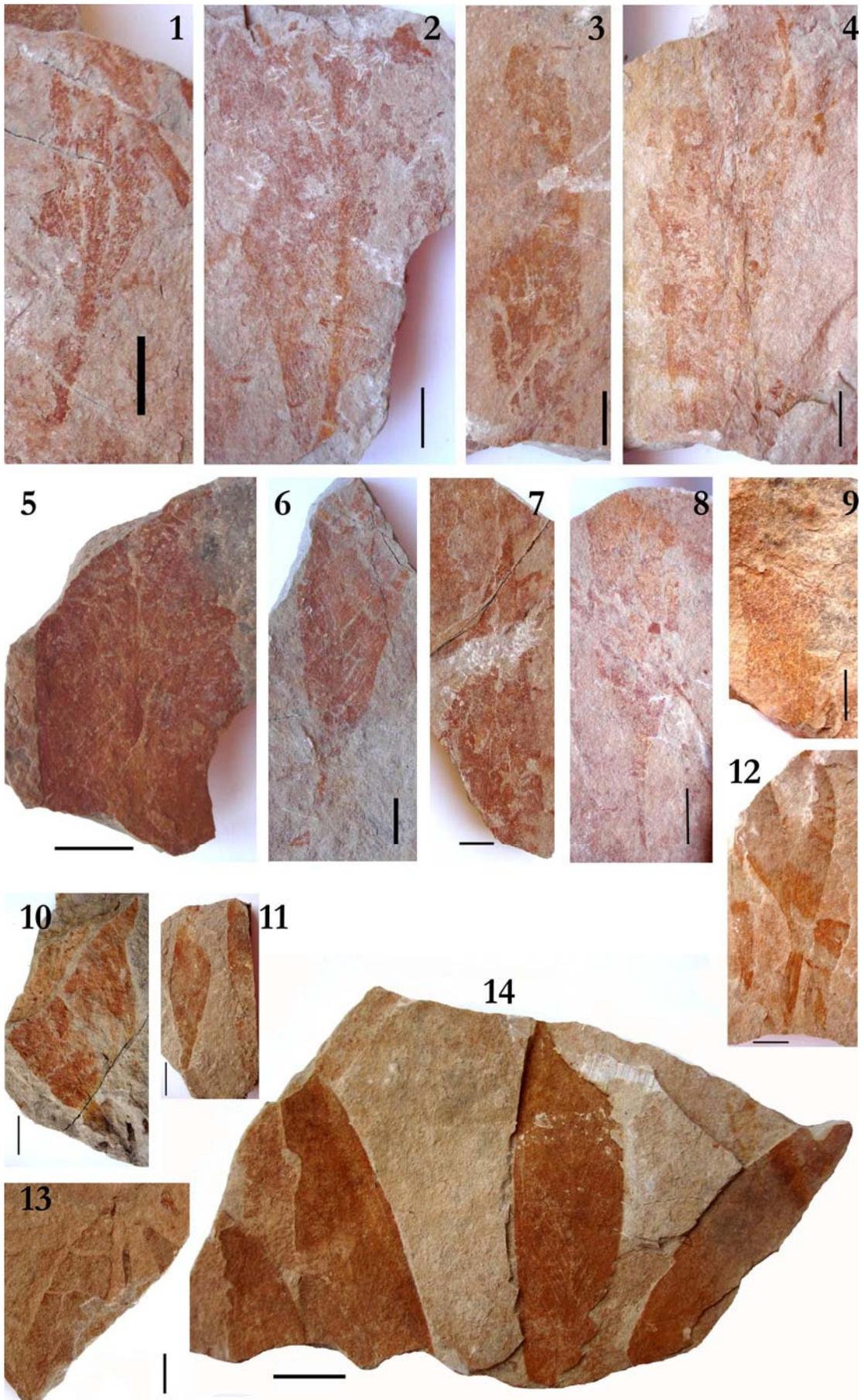


TAVOLA 55

Sapindopsis sp. Cenomaniano medio, Magliano Vetere.

- 1: MV 6. Foliola frammentaria con nervatura centrale e secondarie più o meno ben preservate.
- 2: MV 10. Parte medio prossimale di una foliola con nervatura centrale ben evidente.
- 3: MV 11. Foliola frammentaria, lanceolata, con nervatura mal preservata.
- 4: MV 12. Parte medio prossimale di una foliola con bordi poco evidenti.
- 5: MV 14. Frammento di foliola con nervatura di tipo camptodromo ben evidente
- 6: MV 15. Porzione medio prossimale di una foliola con nervatura centrale e secondarie più o meno ben preservate.
- 7: MV 18. Foliola frammentaria in cui si è conservato l'apice acuminato.
- 8: MV 21. Foliola frammentaria, senza nervatura evidente, con picciolo ben sviluppato.
- 9: MV 24. Frammento di porzione medio prossimale di foliola.
- 10: MV 51. Foglia frammentaria costituita da tre foliole?
- 11: MV 42. Frammenti di foliole senza apparente connessione.
- 12: MV 49. Due foliole sovrapposte facenti parte della stessa foglia?
- 13: MV 32. Resti mal conservati di apici?
- 14: MV 53. Foliole presumibilmente facenti parte della stessa foglia.

Per tutte le immagini la scala equivale ad 1 cm.

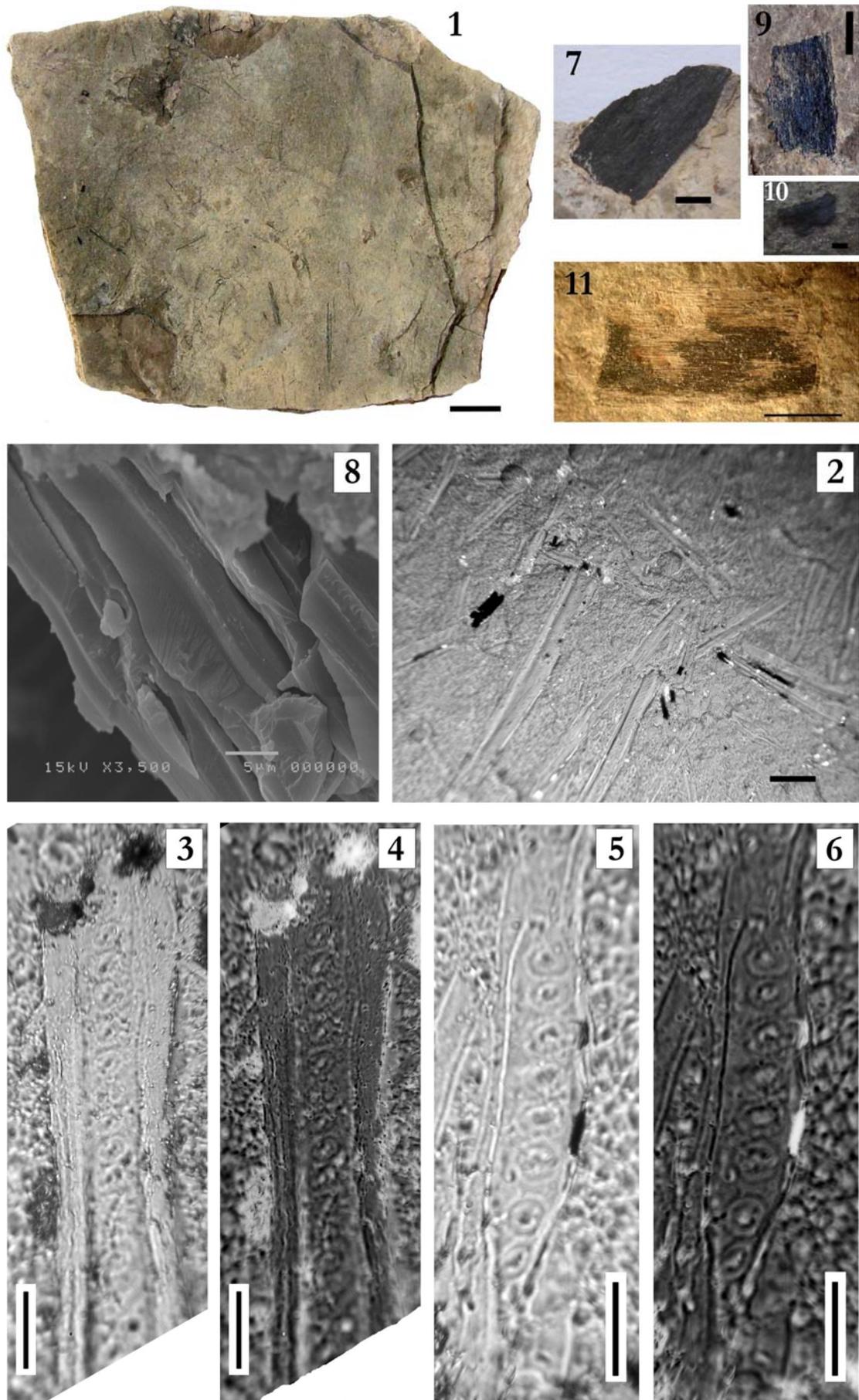


TAVOLA 56

Legno

1-6: *Cupressinoxylon*? Aptiano superiore, Cusano Mutri.

1: CM 108. Superficie di strato disseminata da elementi delle tracheidi senza un'orientazione preferenziale. *Peel* di collodio.

2: CM 53. Elementi delle tracheidi senza un'orientazione preferenziale.

3: CM 53. Punteggiatura uniseriata mostrante una fila di punteggiature areolate.

4: CM 53. Foto 3 invertita.

5: CM 53. Punteggiature areolate uniseriate.

6: CM 53. Foto 5 invertita.

7: P 25. Aptiano inferiore- medio, Profeti. Frammento di legno.

Aptiano superiore, Cusano Mutri.

8: CM 41. Foto al SEM mostrante elementi delle tracheidi? in cattivo stato di conservazione.

9: CM 62. Frammento di legno.

10: CM 74. Frammento di legno.

11: CM 59. Frammento di legno su cui si osservano tracheidi e probabili campi di accrescimento.

Per 1 la scala equivale a 1 cm; per 2 la scala equivale a 100 μm ; per 3, 4, 5 e 6 la scala equivale a 30 μm ; per 7, 9 e 11 la scala equivale a 2 mm; per 10 equivale a 1 mm.

