

Guida per il riconoscimento del polline negli ambienti forestali della Pianura Padana

Atlante dei tipi di polline delle fanerofite
della Riserva Naturale "Bosco della Fontana"



Rapporti Scientifici 4 - 2016
CNBF - Bosco della Fontana



Consiglio Nazionale delle Ricerche
IDPA
Laboratorio di Palinologia e Paleoecologia



Corpo Forestale dello Stato
Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione
della Biodiversità Forestale "Bosco Fontana"
- Verona -

5. Cos'è il polline? Qual è il suo significato biologico?

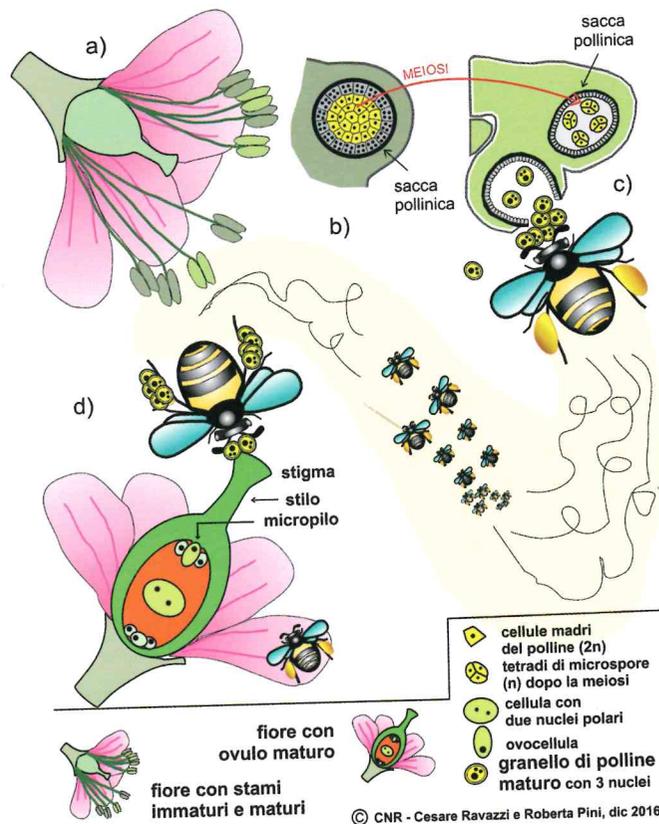


Fig. 7 - La riproduzione di una pianta con fiori avviene attraverso la dispersione del polline da una pianta che lo produce (a) ad una pianta che lo riceve (d). Il trasporto del polline, in questo disegno, è svolto dalle api, ma in altri casi può essere opera del vento, dell'acqua o di altri animali (coleotteri, mosche, farfalle, falene, uccelli, pipistrelli, etc.).

Il polline è un organo mobile, capace di muoversi nell'aria o nell'acqua o aggrappato agli insetti, che al suo interno trasporta le informazioni genetiche per la riproduzione di tutte le piante con fiori. Il polline si forma nelle sacche polliniche (Fig. 7b). Le cellule madri del polline attraverso la meiosi formano quattro cellule aploidi unite a tetrade (Fig. 7c), rivestite da uno strato di callosio e da uno strato non uniforme di cellulosa. Nei settori privi di cellulosa si svilupperanno le aperture del granulo di polline (pori e colpi). Poi, intorno a ciascuna cellula, viene fabbricata una parete, mentre al suo interno il nucleo si divide per mitosi. Il polline è maturo quando sono stati prodotti 3 (o 2) nuclei aploidi; a questo punto viene rilasciato dalla sacca pollinica che si apre. Dopo essere stato trasportato sullo stigma di un ovario (Fig. 7d), il polline germina, cioè sviluppa una specie di tubo perforatore che si fa strada all'interno dello stigma fino a raggiungere l'ovulo. Un nucleo feconderà l'ovocellula generando un embrione della nuova piantina, un altro si unirà con altri nuclei dell'ovulo dando vita all'endosperma primario, un tessuto ricco di nutrienti utilizzati dall'embrione per la germinazione del seme.

6. La Palinologia: cos'è e

La Palinologia è la disciplina di studio delle spore e del polline e di altri resti organici di piante e animali. Si occupa anche di altri resti organici come i Foraminiferi e i Dinoflagellati. I resti di insetti e di altri invertebrati, trovati nei sedimenti, nei suoli, nei ghiacci, ecc. Molti palinologi indirizzano le loro ricerche alla ricostruzione degli ambienti del passato. Lo studio degli "archivi naturali" indica laghi, paludi e torbiere, e aiuta a ricostruire l'accumulo indisturbato di sedimenti. Lo studio di tutto ciò che avviene in natura, come la migrazione, ovvero: quali piante vivevano in un certo periodo, da quali alberi erano stati costruiti i loro insediamenti, quali attività venivano praticate (agricoltura, etc.)? Possiamo rispondere a queste domande studiando i resti fossili di polline, spore, alghe, frutti, se estratti attraverso trattamenti chimici e fisici, e utilizzati per ricostruire l'aspetto vegetazionale degli ecosistemi del passato, i meccanismi, naturali o antropici.

6. La Palinologia: cos'è e cosa studia

Un organo mobile, capace di muoversi nell'acqua o aggrappato agli insetti, che trasporta le informazioni genetiche di tutte le piante con fiori. Il polline si muove attraverso la meiosi formando spore aploidi unite a tetrade (Fig. 7c), rivestite di callosio e da uno strato non celluloso. Nei settori privi di cellulosa si aprono le aperture del granulo di polline (Fig. 7d). Poi, intorno a ciascuna cellula, viene formato un tubo perforatore che si fa strada all'interno dello stigma fino a raggiungere l'ovulo. Un tubo si unirà con altri tubi dando vita all'endosperma primario, ricco di nutrienti utilizzati dall'embrione durante la germinazione del seme.

La Palinologia è la disciplina che studia le parti microscopiche dei vegetali con funzioni riproduttive ovvero il polline e le spore. La Palinologia si occupa anche di altri resti organici come alghe d'acqua dolce, Foraminiferi e Dinoflagellati, frammenti di insetti e di altri invertebrati, etc. (Fig. 8) contenuti nei sedimenti, nei suoli, nei depositi archeologici. Molti palinologi indirizzano le loro ricerche alla ricostruzione degli ambienti del passato grazie allo studio degli "archivi naturali". Questa espressione indica laghi, paludi e torbiere, ambienti in cui si verifica l'accumulo indisturbato di sedimenti che registrano tutto ciò che avviene durante la loro formazione, ovvero: quali piante vivevano nello specchio d'acqua? da quali alberi erano composte le foreste? c'erano insediamenti umani nelle vicinanze e quali attività venivano praticate (agricoltura, allevamento, etc.)? Possiamo rispondere a queste domande studiando i resti fossili conservati nei sedimenti. Polline, spore, alghe, frutti, semi e carboni vengono estratti attraverso trattamenti di laboratorio e identificati per ricostruire l'aspetto della componente vegetazionale degli ecosistemi e comprendere i meccanismi, naturali o antropici, che determinano

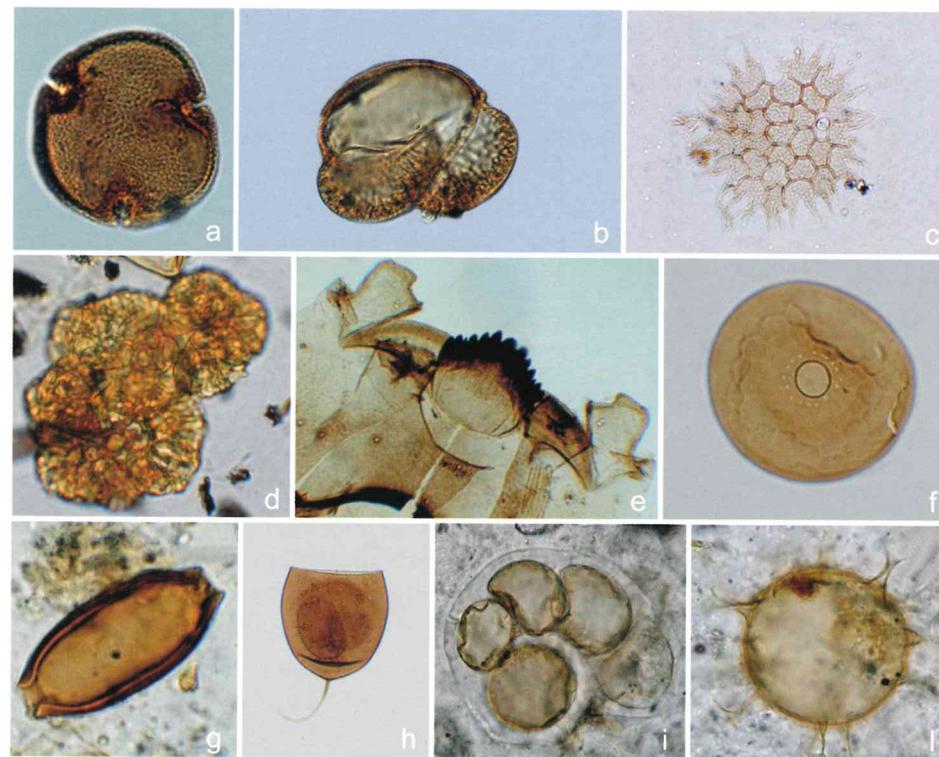


Fig. 8 - Fotografie al microscopio ottico di **a - b**) polline di tiglio e pino (*Tilia sp.* e *Pinus sylvestris*/mugo); **c - d**) colonie di alghe (*Pediastrum* e *Botryococcus*); **e**) mandibola di insetto *Chironomidae*; **f**) *Arcella* sp.; **g**) uova del parassita intestinale *Trichuris*; **h**) uovo di *Neorhabdocoela*; **i - l**) resti di organismi marini (*Foraminifero* e ciste di *Dinoflagellato*).

l'accumulo dei sedimenti. Ma c'è di più! Sono state messe a punto tecniche numeriche che permettono di stimare temperature e precipitazioni del passato partendo da spettri pollinici fossili. Ciò è possibile grazie alle informazioni contenute in un database relative alla pioggia pollinica moderna e al clima di quasi 5000 località in Europa e nord Africa (Davis et al., 2013). La procedura che permette di ricostruire i climi del passato tramite il confronto con dati moderni è complessa ma le elaborazioni indicano che il metodo ha grandi potenzialità che verranno ulteriormente esplorate in futuro.

Accanto ai paleoecologi, troviamo ricercatori (gli aerobiologi) che studiano la circolazione atmosferica del polline con finalità allergologiche e fitopatologiche; i melissopalinoologi studiano invece la provenienza geografica e botanica dei mieli attraverso l'identificazione del polline che contengono. Ci sono poi i criminopalinoologi (figura professionale diffusa nei paesi di lingua inglese, poco altrove), che applicano i metodi della Palinologia alle investigazioni forensi. La Palinologia è una disciplina estremamente versatile che trova applicazione in svariati contesti!

In Europa la Palinologia nacque alla fine del XIX – inizio XX secolo grazie ai botanici scandinavi Axel

Blytt e Rutger Sernander, che studiarono polline e macroresti fossili per ricostruire la storia della vegetazione dopo la deglaciazione. Nel 1916 il geologo Lennart Von Post diede impulso alla disciplina sottolineando l'importanza delle ricerche sul polline fossile per ricostruire gli ambienti del passato. Tra gli allievi di Von Post troviamo il botanico svedese Gunnar Erdtman, che perfezionò le tecniche di estrazione e colorazione del polline e studiò la morfologia pollinica di numerose famiglie di piante. In Italia la Palinologia si sviluppò a partire dagli anni '40 del secolo scorso grazie ai botanici Fausto Lona e Alberto Chiarugi. Tra i più noti palinologi italiani citiamo Daria Bertolani Marchetti, Remo Bertoldi, Maria Follieri e Arturo Paganelli, alcuni dei quali allievi di Lona e Chiarugi e a lungo titolari di cattedre presso importanti Università italiane. Corsi di Palinologia sono oggi tenuti con cadenza annuale/biennale in alcune università italiane, ma non esiste ancora un manuale in lingua italiana: generazioni di palinologi italiani si sono nel tempo formate impiegando testi in inglese e tedesco!

ger Sernander, che studiarono polline e fossili per ricostruire la storia della sviluppo della deglaciazione. Nel 1916 il geot Von Post diede impulso alla disciplina do l'importanza delle ricerche sul pollinifer ricostruire gli ambienti del passato. vi di Von Post troviamo il botanico svedese Erdtman, che perfezionò le tecniche e colorazione del polline e studiò la pollinica di numerose famiglie di piante. l'alinologia si sviluppò a partire dagli anni scorso grazie ai botanici Fausto Lona Chiarugi. Tra i più noti palinologi italiani Maria Bertolani Marchetti, Remo Bertoldi, Pieri e Arturo Paganelli, alcuni dei quali sono oggi tenuti con cadenza annuale/alcune università italiane, ma non esiste un manuale in lingua italiana: generazioni di botanici italiani si sono nel tempo formate impiegate in inglese e tedesco!

7. La produzione e la dispersione del polline

Osservando le piante in natura oppure quelle che crescono nei nostri giardini possiamo apprezzare la variabilità delle loro infiorescenze. Alcune piante producono fiori ben visibili, molto profumati e con petali colorati, altre portano infiorescenze prive di colore e profumo. Le differenze nella morfologia dei fiori dipendono dai meccanismi di dispersione del polline adottati dalle diverse specie.

Molti degli alberi delle foreste decidue nelle regioni temperate affidano la dispersione del loro polline ad un veicolo casuale, ovvero il vento. Queste specie sono dette anemofile e comprendono, ad esempio, il nocciolo, il faggio, i carpini e le querce. Le specie anemofile producono grandi quantità di polline che si forma all'interno degli amenti (Fig. 9). Per rendere maggiormente efficace la dispersione del polline, ogni anno questi alberi fioriscono prima della distensione delle foglie (tra febbraio e aprile). In questo periodo gli amenti contengono già polline prodotto al termine della precedente stagione vegetativa: le piante si limitano a distendere gli amenti grazie all'apporto di acqua, favorendo così la dispersione del polline ormai maturo.

Anche le Conifere (pini, abeti, larici e cedri) sono

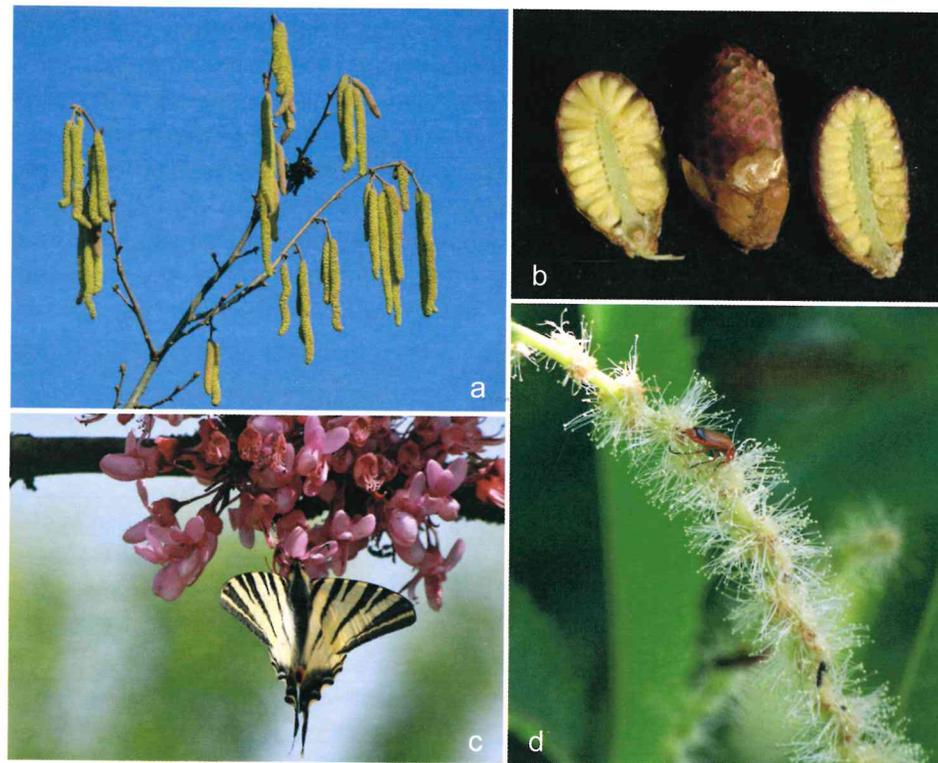


Fig. 9 - a) amenti di nocciolo che iniziano a distendersi alla fine dell'inverno; **b)** fiori (o coni) maschili di abete rosso sezionati con sacche polliniche disposte a spirale intorno all'asse centrale; **c)** podalirio (*Iphiclides podalirius*) intento a succhiare nettare dai fiori di siliquastro; **d)** un esemplare di *Rhagonycha fulva* (Coleottero Cantharidae) su un'infiorescenza di castagno.

specie anemofile, tuttavia non producono amenti, bensì coni maschili in cui attorno ad un asse centrale si dispongono a spirale sacche contenenti polline (Fig. 9b). Un'altra modalità di dispersione del polline è detta zoofila, affidata ad insetti (dispersione entomofila), uccelli (ornitofila) o pipistrelli (chiropterofila). Le piante a dispersione zoofila limitano la produzione del polline allo stretto necessario ma investono molta energia nel rendere i propri fiori

visibili e appetibili agli impollinatori. Grandi corolle, colori sgargianti, profumi intensi e produzione di nettare dolce catturano l'interesse degli impollinatori, garantendo così il successo riproduttivo delle specie zoofile.

Il castagno rappresenta un'eccezione alla regola. Questa pianta produce amenti che contengono grandi quantità di polline di piccolissime dimensioni; saremmo quindi portati a pensare che il casta-

specie (nome latino e nome comune)	modalità di dispersione del polline	numero di granuli di polline prodotti in un fiore (o in una sacca pollinica)	numero di granuli di polline prodotti in un'infiorescenza
<i>Pinus sylvestris</i> pino silvestre	anemofila	158.000	5.800.000
<i>Fagus sylvatica</i> faggio	anemofila	12.000	174.000
<i>Fraxinus excelsior</i> frassino maggiore	anemofila	25.000	1.600.000
<i>Quercus robur</i> farnia	anemofila	41.000	560.000
<i>Tilia cordata</i> tiglio selvatico	anemofila e zoofila	44.000	200.000
<i>Aesculus hippocastanum</i> ippocastano	zoofila	180.000	765.000
<i>Polygonum bistorta</i> bistorta	zoofila	2.000	2.860.000
<i>Secale cereale</i> segale	anemofila	57.000	4.240.000

Tab. 1 - La produzione pollinica di alcune specie anemofile e zoofile (da Erdtman, 1969).

gno sia un'amer non è sulle in dispersi Le pian da inse di dispe questo Quanti cie? Ra conten ne, po: nica de varia c cienza L'impo le e ok molta di poll un me bile, ir limitat tamer che ce pollini

petibili agli impollinatori. Grandi corollari, profumi intensi e produzione di nettare catturano l'interesse degli impollinatori, rendendo così il successo riproduttivo delle piante.

La castagna rappresenta un'eccezione alla regola. La castagna produce amenti che contengono grandi quantità di polline di piccolissime dimensioni, quindi portati a pensare che il castagno

numero di granuli di polline in un fiore (circa pollinica)	numero di granuli di polline prodotti in un'infiorescenza
1.000	5.800.000
2.000	174.000
3.000	1.600.000
4.000	560.000
5.000	200.000
6.000	765.000
7.000	2.860.000
8.000	4.240.000

gnano sia una specie anemofila. In realtà si tratta di un'anemofilia non obbligata (detta anfilia), poiché non è raro osservare imenotteri che si poggiano sulle infiorescenze del castagno favorendo così la dispersione del suo polline.

Le piante acquatiche vengono visitate attivamente da insetti impollinatori, ma utilizzano come veicolo di dispersione del polline anche l'acqua; si parla in questo caso di dispersione idrofila.

Quanti granuli di polline producono le diverse specie? Raccogliendo fiori nel periodo dell'anno in cui contengono polline maturo pronto per la dispersione, possiamo farci un'idea della produzione pollinica delle diverse specie. La produzione di polline varia da specie a specie ed è in relazione all'efficienza del meccanismo di dispersione impiegato. L'impollinazione anemofila è assolutamente casuale e obbliga le specie che la utilizzano ad investire molta energia nella produzione di grandi quantità di polline (Tab. 1). L'impollinazione zoofila è invece un meccanismo di dispersione più diretto e affidabile, in cui le probabilità di perdita del polline sono limitate. Le specie che ne fanno ricorso hanno solitamente una produzione pollinica limitata (da qualche centinaio ad alcune decine di migliaia di granuli pollinici all'anno per infiorescenza!).

Le piante di una specie non producono tutti gli anni le stesse quantità di polline bensì possono registrare delle "annate di pasciona". Di cosa si tratta? Vengono così definite quelle annate in cui la produzione pollinica di una specie registra valori elevati, più alti di quelli medi tipici per la specie. Le annate di pasciona si verificano ad intervalli variabili per ogni specie, ad esempio ogni 10-15 anni circa per l'abetto rosso. Da cosa dipendono le annate di pasciona? Le cause che governano l'insorgere di annate di pasciona sono molteplici, tra cui il contenimento dei predatori, ma pare innegabile l'influenza del clima, soprattutto delle temperature e del tasso di umidità. L'espressione annate di pasciona non si applica solo al polline, ma anche alla produzione di semi e frutti. Ad esempio, secondo i dati del WSL (l'Istituto Federale Svizzero di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio) il 2016 è stato un'annata di pasciona per il faggio su tutto l'altopiano svizzero e nelle Alpi, con piante che hanno prodotto elevatissime quantità di frutti e semi.

8. Il polline al microscopio. Come identificarlo e come organizzare un'attività didattica

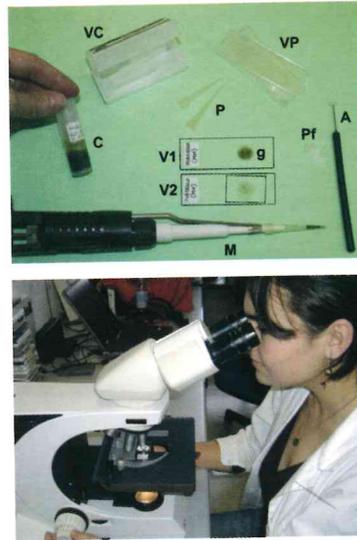


Fig. 10 - prepariamo (a) e osserviamo (b) un vetrino. VC-VP vetrini copri- e portaoggetto, C campione di polline fossile, P puntali monouso, Pf paraffina, A ago d'acciaio, V1-V2 vetrino prima/dopo averlo sigillato, g goccia del campione C, M micropipetta.

I granuli di polline hanno dimensioni molto piccole, che esprimiamo in micron (simbolo μm). Il polline di castagno, con un diametro compreso tra 15-18 μm , è tra i più piccoli prodotti da una specie legnosa. All'estremo opposto stanno gli abeti, che producono polline con un diametro fino a 150-160 μm .

Osservare il polline ad occhio nudo è pressoché impossibile; per farlo è necessario utilizzare strumenti ad elevato potere di ingrandimento come il microscopio ottico e il microscopio elettronico a scansione (SEM - Scanning Electron Microscope). Il microscopio ottico (Fig. 10) permette di osservare oggetti molto piccoli, solitamente con ingrandimento massimo di 1000x. Questa semplice attività ben si presta ad essere svolta in un laboratorio scolastico; è sufficiente avere a disposizione microscopi ottici, una piccola collezione di vetrini di polline fresco e questo atlante! Il microscopio elettronico a scansione è più potente del microscopio ottico; può infatti raggiungere ingrandimenti molto elevati (anche 20000x), dando così la possibilità di distinguere dettagli invisibili o solo debolmente intuibili al microscopio ottico. I granuli pollinici sono trasparenti e per poterli osservare al microscopio è necessario

colorarli attraverso un trattamento chimico (acetolisi). L'attenta osservazione della morfologia del polline, il riconoscimento delle aperture che incidono la parete dei granuli e il tipo di ornamentazione permettono di associare in maniera spesso univoca i granuli pollinici alla specie che li ha prodotti.

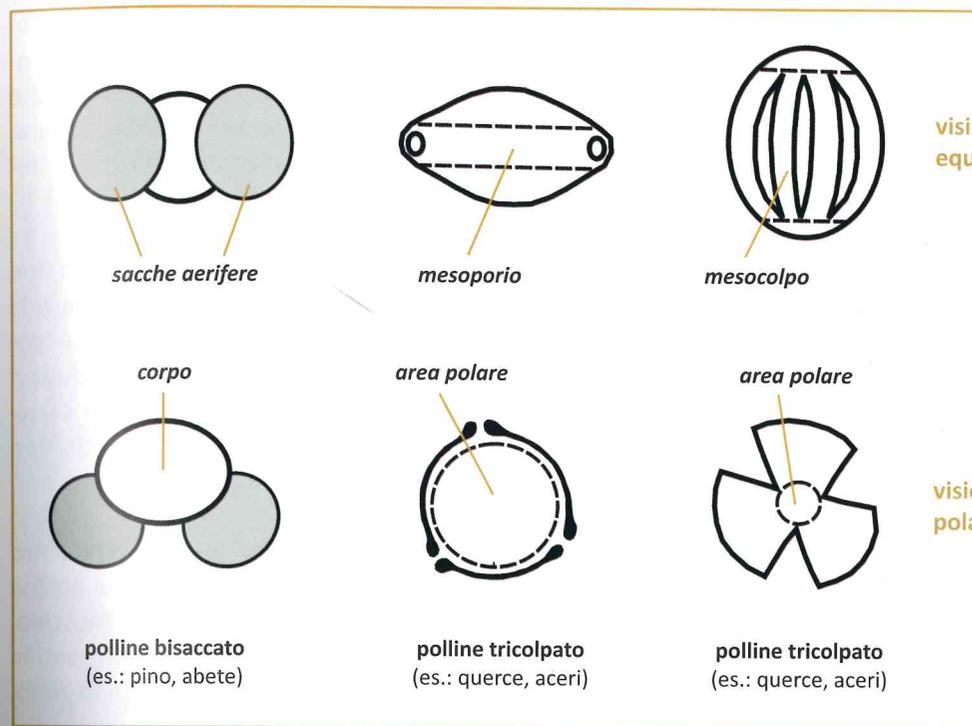
Il polline delle Angiosperme ha profilo circolare o ellittico e dimensioni variabili da genere a genere. La parete dei granuli si presenta in alcuni punti assottigliata o interrotta, solcata da aperture di forma tonda o ellittica (detti *pори*) oppure allungata (detti *colpi*) (Fig. 11). Numero, posizione e simmetria delle aperture permettono di classificare i morfotipi pollinici. Tra le categorie più frequenti troviamo: granuli tri-, tetra- o pentaporati (provvisi di 3, 4 o 5 pori), granuli tricolpati (provvisi di 3 colpi), granuli tricolporati (con aperture composite, ottenute dalla combinazione di pori e colpi). La superficie dei granuli di polline mostra una grande varietà di ornamentazioni (reticolata, striata, echinata, scabrata, etc.), riconoscibili già al microscopio ottico e ancor di più ai maggiori ingrandimenti del microscopio elettronico (vedi schede tipi pollinici nel prosieguo del volume).

anizzare un'attività didattica

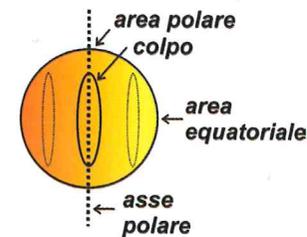
traverso un trattamento chimico (accetta osservazione della morfologia del conoscenza delle aperture che incidono dei granuli e il tipo di ornamentazione) di associare in maniera spesso univoca i pollinici alla specie che li ha prodotti. Nelle Angiosperme ha profilo circolare o le dimensioni variabili da genere a genere. In alcuni punti si presenta in alcuni punti assai interrotta, solcata da aperture di forma allungata (detti *pori*) oppure allungata (detti *colpi*). Numero, posizione e simmetria delle aperture permettono di classificare i morfotipi. Tra le categorie più frequenti troviamo: i tetra- o pentaporati (provvisi di 3, 4 o 5 poro), i tricolpati (provvisi di 3 colpi), i granulati (con aperture composite, ottenute dalla combinazione di pori e colpi). La superficie dei granuli di polline mostra una grande varietà di ornamentazioni (reticolata, striata, echinata, scabra, ecc.), riconoscibili già al microscopio ottico e soprattutto ai maggiori ingrandimenti del microscopio elettronico (vedi schede tipi pollinici nel prossimo volume).

I granuli di polline della maggior parte delle Conifere hanno un aspetto davvero peculiare (Fig. 11). Possiedono infatti un corpo centrale di forma tonda o ellittica, a cui sono attaccate due sacche aerifere

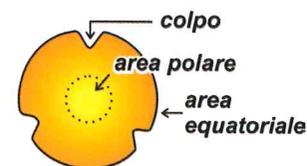
che permettono ai granuli pollinici di disperdersi anche a distanza di km dalla pianta che li ha prodotti. I granuli pollinici di pini e abeti appartengono alla categoria dei bisaccati.



visione equatoriale



visione polare



visione equatoriale

visione polare

Fig. 11 - Schema della morfologia dei granuli di polline. A sinistra: una Conifera con due sacche aerifere. Al centro: un granulo di Angiosperma con 3 pori. A destra: un granulo di Angiosperma con 3 colpi.

Fig. 12 - Un granulo di polline assomiglia ad un pianeta attraversato da un asse di simmetria. Distinguiamo così un'area polare e un'area equatoriale, qui raffigurate nelle due visioni più comuni.

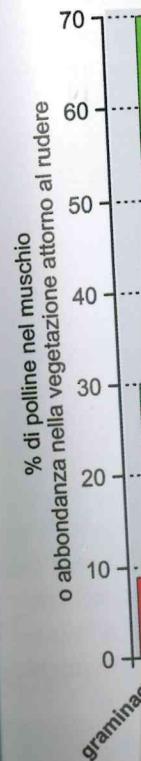
9. La pioggia pollinica attuale nel Bosco della Fontana

Le piante della Riserva producono grandi quantità di polline che viene disperso. Cosa ne è di questo polline? Una parte viene utilizzata dalle piante per la riproduzione, tuttavia il destino finale della maggior parte del polline è quello di cadere al suolo ed entrare a far parte della sua componente microscopica.

Esistono delle efficaci trappole naturali che possono essere studiate per indagare la pioggia pollinica di una regione, ovvero quanto del polline disperso dalle piante raggiunge il terreno e da quali specie proviene. Si tratta dei muschi, Briofite formate da un sottile fusticino provvisto di foglioline capaci di intrappolare polline e particelle organiche e inorganiche che cadono al suolo. Abbiamo studiato la pioggia di polline attuale al Bosco della Fontana prelevando del muschio dalla parte più alta dei ruderi dell'Eremo dei Camaldolesi, a circa 2,5 - 3 m di altezza dal suolo, e identificato i granuli di polline lì intrappolati. Il confronto tra questi dati e l'abbondanza delle diverse specie a 2, 10 e 25 m di distanza orizzontale da dove cresceva il muschio ci aiuta a comprendere la dispersione e la circolazione del polline nella Riserva. Riconosciamo quattro

“categorie” di piante (Fig. 13):

- **categoria 1:** specie registrate in tutti i rilievi di vegetazione attorno all'Eremo e il cui polline è presente e, in alcuni casi, relativamente abbondante nel campione di muschio. Appartengono a questa categoria sia piante erbacee che legnose (graminacee, la sanguinella, l'edera, piante della famiglia dei ranuncoli inclusi la clematide, il rovo, il ranuncolo dei prati, etc.).
- **categoria 2:** specie presenti solo in uno o due rilievi di vegetazione e registrate nella pioggia pollinica catturata dal muschio. Appartengono a questa categoria alcuni grandi produttori di polline come il nocciolo (*Corylus*), il carpino bianco (*Carpinus betulus*) e le querce. Non mancano le specie erbacee.
- **categoria 3:** specie che non sono presenti entro un raggio di 25 m dall'Eremo, ma il cui polline è ben rappresentato nel campione di muschio. In questa categoria ricadono specie presenti in altre aree della Riserva, come l'ontano nero,



' di piante (Fig. 13):

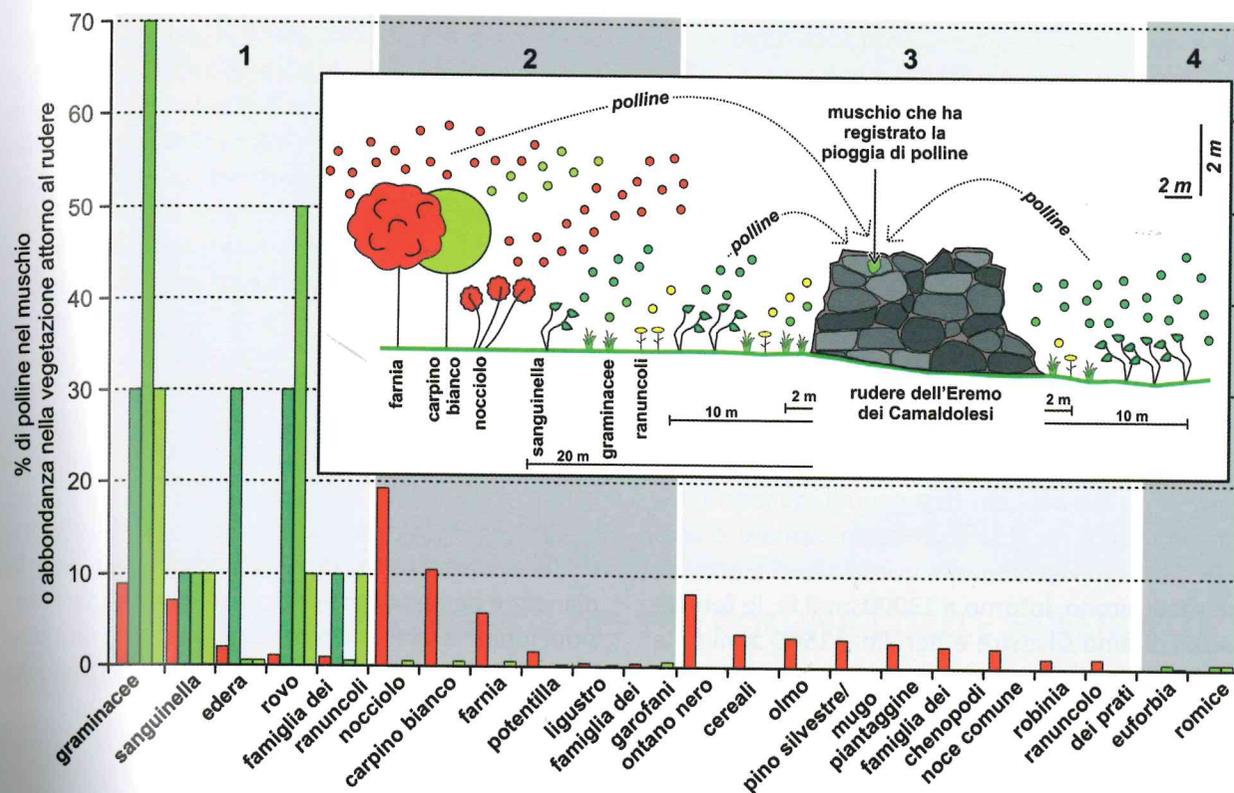
categoria 1: specie registrate in tutti i rilievi di vegetazione attorno all'Eremo e il cui polline è presente e, in alcuni casi, relativamente abbondante nel campione di muschio. Appartengono a questa categoria sia piante erbacee che arboree (graminacee, la sanguinella, l'edera, la famiglia dei ranuncoli inclusi la cleome, il rovo, il ranuncolo dei prati, etc.).

categoria 2: specie presenti solo in uno o due rilievi di vegetazione e registrate nella pioggia di polline catturata dal muschio. Appartengono a questa categoria alcuni grandi produttori di polline come il nocciolo (*Corylus*), il carpino bianco (*Carpinus betulus*) e le querce. Non sono presenti le specie erbacee.

categoria 3: specie che non sono presenti entro un raggio di 25 m dall'Eremo, ma il cui polline è presente nel campione di muschio. Questa categoria ricadono specie presenti in aree della Riserva, come l'ontano nero,

l'olmo, il nocce comune, il salice e la robinia, ma anche cereali coltivati al di fuori dei limiti della Riserva in un raggio di alcune centinaia di metri - pochi km di distanza.

• **categoria 4:** specie presenti nella vegetazione attorno all'Eremo, ma non rinvenute nel polline. In Fig. 13 viene rappresentato il caso dell'euforbia e della romice.



legenda dei colori degli istogrammi

- % polline nel muschio
- vegetazione entro 2 m
- vegetazione entro 10 m
- vegetazione entro 25 m

Fig. 13 - In questo grafico confrontiamo la pioggia di polline catturata da un muschio sul rudere dell'Eremo dei Camaldolesi (istogrammi rossi) con le piante presenti nei dintorni (istogrammi verdi). Le specie sono raggruppate in 4 categorie (1, 2, 3, 4) in base alla diversa produzione e dispersione di polline.

10. Come è cambiata la vegetazione della Pianura Padana nel tempo?

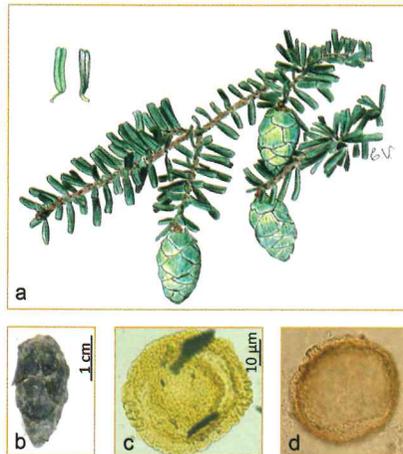


Fig. 14 - a) rametto con aghi e coni di *Tsuga diversifolia*; **b-c)** cono fossile e polline di *Tsuga sp.* dai depositi del Pleistocene Inferiore delle Prealpi bergamasche; **d)** granulo pollinico attuale di *Tsuga diversifolia*.

Quando, circa 1 milione di anni fa, il mare iniziò a ritirarsi dal bordo delle Alpi, la parte emersa della pianura era ricoperta da strane foreste di noci simili a quelli oggi spontanei negli Stati Uniti e nel Caucaso, e di Conifere, come le tsughe, oggi in Cina e nell'Himalaya. Il polline di queste piante è stato intrappolato nei fanghi e ora questi strati si trovano alcune centinaia di metri sotto il Bosco della Fontana, insieme a quello delle querce e degli ontani, che già abbondavano. Al tempo della prima glaciazione maggiore, circa 880 mila anni fa, il mare si ritirò parecchio ma noci, tsughe e altri alberi scomparvero dal bordo delle Alpi per il clima freddo. Si allontanarono così tanto dall'Italia Settentrionale che non vi fecero più ritorno, al contrario delle querce. Alla fine dell'ultima glaciazione, querce, olmi e noccioli erano arroccati sui Colli Euganei ma, quando il clima cominciò a riscaldarsi, ghiande, samare e noccioline diffusero rapidamente questi alberi e arbusti, che sostituirono, intorno a 13000 anni fa, le foreste glaciali di pino silvestre e betulle. 11500 anni fa le temperature raggiunsero, e poi superarono, quelle attuali. Nella bassa pianura vi erano querceti con ontano, mentre l'abeto bianco occupava i settori

piovosi occidentali e le valli dei grandi fiumi. I primi agricoltori del Neolitico, 5500 anni prima di Cristo, iniziarono a bruciare le foreste favorendo il faggio, che si andò diffondendo anche in pianura, nelle fasi fresche e umide. Foreste palustri di ontano invasero la bassa pianura, a seguito dell'aumento del livello del mare. Fino a 3500 anni prima di Cristo, tuttavia, non esistevano i querceto-carpineti tanto declamati da taluni botanici, perché il carpino bianco non esisteva nella Pianura Padana. Nonostante la sua elevata produzione di polline, se ne nota la presenza solo nella zona Friulana, ed è da lì che si diffonde in concomitanza con incendi provocati da agricoltori e pastori nell'Età del Rame. In questa fase vennero distrutte le abetine padane. Segue l'età del Bronzo, con i primi insediamenti permanenti, campi di cereali e pascoli. La diffusione dell'allevamento dei maiali nei boschi favorì il mantenersi dei querceti a farnia insieme ai carpini. Con il tardo Medioevo la pianura è per gran parte deforestata, con boschi residui lungo le valli dei fiumi, brughiere nell'alta pianura, e boschi di tenute di caccia che solo in pochi casi miracolosi si sono conservati fino ad oggi.