



Bertolani Marchetti D., Dallai D., Mercuri A.
e Trevisan Grandi G.

*POLLINIE TECNICHE INVESTIGATIVE – STUDIO PALINO-
LOGICO E AMBIENTAZIONE DEI REPERTI CRIMINOLOGICI.*

RIASSUNTO

Si riferiscono le procedure usate in palinocriminologia. Fra i metodi di prelievo dei campioni viene illustrato un nuovo apparecchio aspirante a «filtro liquido», ideato da due AA. della presente nota. Sono accennati i metodi di allestimento e le procedure di esame ed interpretazione dei preparati. Un capitolo è dedicato alla esemplificazione in base a casi seguiti da vari autori e dagli scriventi. L'ultimo caso è ipotetico, non legato al segreto istruttorio, e quindi più liberamente esposto.

RESUMÉ

On décrit les procédés employés en criminopalynologie. Parmi les méthodes de prélèvement des échantillons on illustre un nouvel appareil avec un «filtre liquide», projeté par deux AA. de ce travail. Un chapitre est dédié à des cas suivis par des différents AA. et par les Auteurs de ce travail. Le dernier cas est hypothétique, donc n'est pas lié à aucun secret et on peut en parler librement.

INTRODUZIONE

I granuli pollinici sono disseminuli vegetali destinati al viaggio dei gameti maschili e sono protetti nel loro indistruttibile involucro, com-

posto da sostanze ad alta polimeria (sporopollenine), contro le avversità dell'ambiente subaereo. Essi sono prodotti in grandi quantità dalle piante anemofile, e quindi il mezzo di dispersione fornito dal vento è il più frequente, ma ne esistono altri come l'acqua, gli insetti, specialmente gli imenotteri, e più raramente tutta una serie di altri animali come colibrì, lumache, pipistrelli, piccoli crostacei acquatici (Bertolani Marchetti, 1986).

L'ambiente è invaso da questi corpuscoli, il cui diametro varia tra valori estremi di 10 - 200 μm , che si depositano ovunque provenendo dalla vegetazione immediatamente circostante e anche da formazioni più o meno lontane. Sta all'esperto distinguere il significato dei diversi complessi pollinici.

La quantità dei reperti può permettere calcoli statistici validi. La diversa morfologia dei granuli consente la loro attribuzione a famiglie, generi, talvolta anche specie vegetali diverse.

Con accurati e precisi metodi si può procedere all'estrazione del contenuto pollinico dai mezzi più disparati che hanno funzionato da trappola: fanghi e depositi argillosi in genere, cuscinetti di muschi, acque, tessuti, mieli, essudati umani vari, ecc.... Un discorso a parte si dovrebbe fare per la cattura dei pollini aerodispersi a mezzo di appositi apparecchi, con speciale relazione a ricerche di tipo allergologico.

In questa sede si desidera focalizzare quanto riguarda la criminologia, alla luce di ciò che già è stato fatto (ad esempio, Erdtman, 1969; Frei, 1978) ed in vista di possibilità future con impiego della palinologia come tecnica di base. I pollini (e con meno frequenza le spore di piante vascolari) sono markers inequivocabili dei diversi ambienti vegetali con i quali i reperti possono essersi trovati a contatto in seguito a spostamenti avvenuti in tempi successivi. Lo sviluppo di tecniche sempre più sofisticate e di conoscenze morfologiche e vegetazionali sempre più dettagliate amplieranno in futuro le possibilità già vaste di questo tipo di indagine. D'altra parte c'è da augurarsi che i buoni risultati ottenuti in varie occasioni permettano alla palinocriminologia di inserirsi in modo ufficiale nel contesto forense sviluppando tutte le sue ampie possibilità nei processi, sia per la difesa sia per l'accusa.

Anche Mildenhall (1990), che ha approfondito l'argomento della «Forensic Palynology» sotto vari punti di vista, si augura che le «palynological evidences» siano accettate dalle Corti di Giustizia, dalla

Polizia e dai Giudici. Questo A. auspica addirittura che in futuro possa funzionare una banca dati che faciliti il lavoro e che attualmente in Nuova Zelanda non esiste.

In Italia si comincia a funzionare in senso palinologico, ma sarebbe bene disporre di una linea specifica orientata sulla criminologia in vista di futuri impieghi di questo moderno mezzo di indagine.

METODI DI PRELIEVO E DI PREPARAZIONE

(D.D., A.M. e G.T.G.)

Si premette che i reperti criminologici di qualunque tipo devono essere protetti da ogni inquinamento esterno — e per inquinamento ci riferiamo a pollini estranei ai campioni — dal momento in cui se ne entra in possesso. La prima fase della procedura diretta a verificare il contenuto pollinico consiste nell'estrazione del materiale da sottoporre ad analisi, seguita, in laboratorio, da operazioni adatte ad ottenere preparati esaminabili al microscopio ottico (MO) ed eventualmente al microscopio a scansione (SEM).

La contaminazione pollinica durante le procedure di prelievo e allestimento di vetrini per le analisi può verificarsi, ad esempio, per apporto aereo nella vetreria, nei reagenti o nel materiale stesso prima della chiusura di un vetrino.

Un recente contributo sull'argomento (Accorsi et Al., 1989) ha permesso, tra l'altro, di stimare l'entità di tale contaminazione. Per esempio vetrini portaoggetto esposti su un banco di lavoro per un tempo di 4 ore mostrano nell'83% dei casi una presenza di granuli pollinici estranei che va fino a 10.

Può avere interesse fruire per la criminologia anche di metodi presi dalla medicina per il controllo di eventuali secreti. Infatti, è possibile che certe sostanze di natura più o meno vischiosa o mucillagginosa, prodotte dagli organismi animali e dall'uomo in particolare, funzionino come trappole naturali per i granuli pollinici. Ad esempio, il secreto nasale prelevato da individui affetti da pollinosi nel periodo acuto della malattia (aprile-maggio) ha mostrato all'analisi pollinica alte percentuali di granuli (Accorsi et Al., 1984, 1985). La presenza pollinica appare tuttavia differenziata a seconda delle patologie (Accorsi et Al., 1986a). Invece, indagini su strisci di broncoaspirati effet-

tuati per accertamenti diagnostici su pazienti affetti da varia patologia (Accorsi et Al., 1982) hanno fatto emergere che la presenza di pollini a livello bronchiale non è un fenomeno che rientra nella norma: esso però può verificarsi in situazioni estreme coincidenti con casi in cui sia stato compromesso il normale funzionamento dell'epitelio vibratile, la qual cosa determinerebbe il possibile accumulo di granuli pollinici anche in quantità rilevante.

In questa ottica, quindi, è verosimile pensare ad un utilizzo del muco delle prime vie respiratorie nelle indagini criminologiche, in accordo con la letteratura che evidenzia una deposizione a questo livello di particelle biologiche aerodisperse con diametro $> 10 \mu\text{m}$ (D'Amato, 1986; Melillo e Scala, 1986).

Il secreto nasale può essere campionato con apposita spatola sterile. L'allestimento del preparato citologico prevede lo striscio del secreto su di un vetrino portaoggetto, la fissazione con fissativo spray idrosolubile Cytifix, la colorazione classica con ematossilina-eosina o con la metodica di Papanicolaou, comunemente riportate nei testi di istologia, e infine la chiusura con vetrino coprioggetto montato con Eukitt.

Se si tratta di vestiti, scarpe, pneumatici, parafanghi o altro, eventuali campioni di fango o terriccio aderenti ad essi possono essere raccolti in sacchetti adatti. Questi dovrebbero essere di carta per non impedire la traspirazione ed evitare l'insorgere di muffe, e venire conservati in luogo asciutto fino al momento della preparazione. Per quest'ultima si può far ricorso alle procedure in uso per le ricerche micropaleobotaniche in sequenze sedimentarie diverse (vedi in Arobba, 1986). Uno dei trattamenti più in uso consiste in un passaggio in HCl per eliminare le sostanze calcaree, in HF a freddo per almeno 24 ore per la distruzione dei composti silicei; infine in NaOH a caldo per togliere anche le sostanze organiche (Bertolani Marchetti, 1960).

Esiste anche la possibilità di raccogliere le acque di lavaggio di abiti, scarpe o altro, che vengono concentrate per decantazione e centrifugazioni successive. Il sedimento ottenuto viene sottoposto all'acetolisi di Erdtman (1960), che consiste in un trattamento con una miscela di anidride acetica e acido solforico (9 : 1), dopo disidratazione con acido acetico glaciale. Il sedimento ottenuto, dopo successivi lavaggi in centrifuga, viene portato in acqua e glicerina 50% v/v per la conservazione e l'osservazione microscopica.

Operare su stoffe, indumenti, pellicce, ecc... presenta un grado di

difficoltà maggiore rispetto al caso di fanghi o terricci in quanto non si ha a disposizione un campione «in toto» nel quale le sostanze estranee possano essere distrutte nel corso della preparazione, bensì un reperto dal quale far uscire, in un modo o nell'altro, il materiale da osservare. Qualche volta è necessario agire senza manomettere l'oggetto da sottoporre a campionamento: un esempio di importanza storica è quello legato alla S. Sindone di Torino (Frei, 1978, 1979, 1981).

Si possono seguire due vie: il prelievo con nastri adesivi e l'aspirazione con apparecchi adatti.

La prima via consiste, in breve, nel premere strisce di nastro adesivo, biadesivo trasparente oppure di nastro melinex, spalmato di olio di silicone, sull'oggetto e porle successivamente su un vetrino portaoggetto, richiudendo con il coprioggetto. I granuli appaiono spesso inglobati in bolle d'aria, cosa che rende più difficile il riconoscimento. Si possono ottenere risultati migliori collocando il melinex su un portaoggetto sul quale siano state preventivamente poste tre gocce di gelatina glicerinata (sciolta a bagnomaria) eventualmente colorata con fucsina. Si copre con coprioggetto dopo avere posto altre tre gocce sul nastro: se l'operazione viene eseguita velocemente non si richiede di scaldare il vetrino. Si deve tener presente che queste metodologie hanno stretta connessione con le procedure usate in aerobiologia (vedi in Kumer, 1986).

Con il campionamento con strisce sopra descritto si ottengono vetrini ben leggibili, non sempre ricchi di granuli, ma con il pregio di poter effettuare prelievi localizzati, specialmente nel caso di indumenti, in corrispondenza di spalle, ginocchia o altro. Successivamente è consigliabile fare prelievi «a pioggia», scuotendo cioè gli indumenti in ambienti protetti, facendo piovere la polvere su adesivo e procedendo poi come prima descritto. Ciò permette una più ricca raccolta di granuli, anche se non localizzati nel reperto.

L'impiego di un aspiratore è il metodo migliore sia dal punto di vista del minor danno ai granuli da esaminare che da quello della quantità di polline che si riesce ad ottenere, senz'altro superiore a quella proveniente dall'uso di vari nastri adesivi. Con apparecchi di questo tipo si può raccogliere materiale pollinico da abiti (sia dall'esterno che da altre parti come tasche, pieghe varie, fodere), capelli, auto (sia dalla carrozzeria in genere che da imbottiture e tappetini) e da altri substrati sui quali sia difficile operare.

Da parte di due AA. di questo contributo (D. Dallai e A. Mercuri) è stato ideato un campionatore a «filtro liquido» che permette buoni

prelievi nelle condizioni più difficili. L'apparecchiatura proposta è schematizzata in fig. 1. Essa consiste essenzialmente in una parte aspirante (A) e in una parte filtrante (B). La parte A è rappresentata da

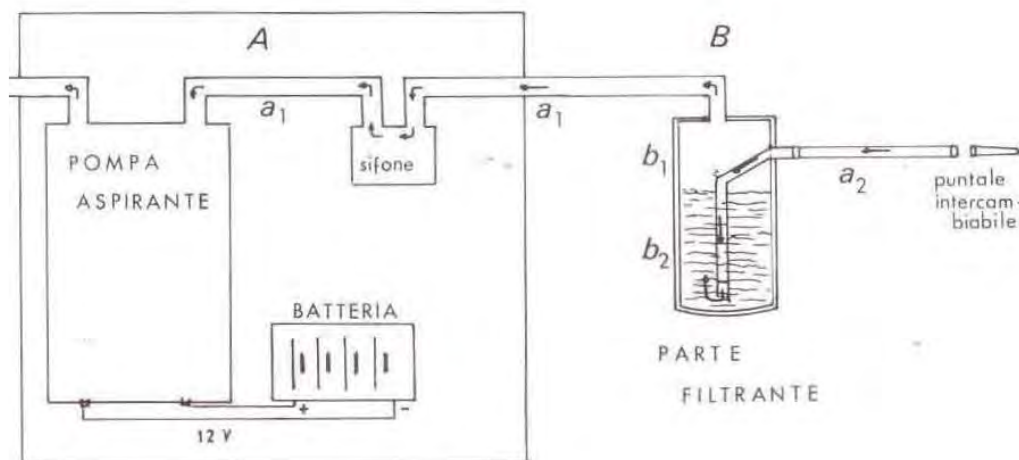


Fig. 1 - Schema e principio di funzionamento dell'aspiratore a «filtro liquido» (Dallai e Mercuri: spiegazione nel testo).

una pompa alimentata a batteria in grado di provocare una aspirazione mediante un tubo a_1 e creare così una depressione all'interno dell'apparato di filtrazione B. Questa forza viene trasmessa al tubo a_2 che veicola le particelle aspirate dal substrato. La parte B dell'apparecchio è costituita da una particolare provetta in vetro in cui è contenuto il liquido filtrante. Come si nota in figura, la provetta B non è completamente riempita di liquido: in b_1 viene creata una depressione al di fuori del liquido che consente la raccolta in b_2 del materiale aspirato.

Un chiarimento necessario riguarda la posizione della parte filtrante, che, come appare dallo schema, si trova a monte della parte aspirante rispetto alla direzione del flusso: in pratica il polline che entra attraverso il tubo a_2 viene immediatamente raccolto in b_2 , mentre l'aria che entra in a_1 e nella pompa risulta essere perfettamente priva di granuli e spore. Ciò rende possibile l'utilizzo ripetuto dell'apparecchiatura per diversi campioni, mediante semplice sostituzione della sola provetta e del relativo tubo a_2 . Come è stato prima accennato, la praticità e la maggior fruibilità della campionatura mediante

aspirazione fa sì che questo metodo costituisca per lo meno una valida integrazione di quelli per adesione già descritti.

La peculiarità dell'apparecchio consiste, appunto, nel particolare procedimento di filtrazione a «filtro liquido» che presenta diversi vantaggi:

- viene evitato l'appiattimento dei granuli, la cui raccolta su un filtro rigido può portare ad una perdita di tridimensionalità, alla possibilità di rottura delle esine o ad una visione poco nitida a causa del filtro stesso;
- i pollini sono già disponibili per subire processi di tipo diverso come colorazioni, acetolisi, preparazioni per microscopia elettronica, ... (vedi in Arobba e Dallai, 1991) che portino all'eliminazione di particelle estranee, ad esempio polvere o altri residui, di ostacolo alle analisi; inoltre i granuli restano mobili nei preparati e possono essere ruotati, ed esaminati in posizioni diverse per una migliore identificazione;
- la posizione del filtro rispetto alla pompa non pregiudica la forza di aspirazione, contrariamente a quanto può accadere con l'impiego di filtri tradizionali, le cui piccole maglie (con diametro spesso inferiore al micrometro) possono progressivamente intasarsi;
- la possibilità di raccogliere tutto il materiale su un unico vetrino non viene comunque preclusa: una sedimentazione od una filtrazione lenta del liquido da esaminare può venir effettuata in tempi successivi, essendo svincolata dal momento del campionamento in cui è necessaria una forza aspirante piuttosto elevata.

Da rilevare è anche il fatto che questo campionatore, come altri, può agire praticamente senza contatto col reperto oggetto di prelievo, fatto che acquista notevole importanza nel caso in cui si debbano evitare al massimo manipolazioni o contaminazioni.

Si sottolinea ancora che dal confronto fra i dati raccolti con questo metodo, più penetrante, e quelli ottenuti con il metodo dell'applicazione di strisce adesive, per sua natura più superficiale, possono emergere differenze interessanti. Infatti, ad esempio, il materiale palinologico aderente alla superficie di un tessuto potrebbe essere attribuito ad un apporto relativamente recente rispetto a quello intrappolato nella trama.

ESAME ED INTERPRETAZIONE

(D.B.M.)

Con il materiale ricavato dai reperti criminologici, dopo gli opportuni trattamenti prima descritti, si ottengono preparati per l'osservazione al M. O. che sono o vetrini fissi basati sull'inclusione dei nastri e sugli strisci, o sedimenti, di solito conservati in acqua e glicerina, per la visione di granuli mobili in gocce omogenee. In quest'ultimo caso, è possibile procedere con le metodiche in uso per l'esame al SEM (vedi in Arobba e Dallai, 1991).

Al MO si impiegano per lo più ingrandimenti che vanno da 250X a 1000X, con possibilità di vedere particolari di superficie o spessore dello sporoderma, nonché sezioni ottiche dei granuli. Al SEM, con ingrandimenti che possono arrivare anche a 50000X, si osservano con maggiore dettaglio la superficie dello sporoderma, la sezione dello stesso su granuli fratturati e anche la superficie interna, che oggi costituisce un importante elemento del quale tener conto (Van Campo e Sivak, 1972).

I granuli pollinici e le spore vengono identificati su basi morfologiche e biometriche, a diversi livelli sistematici. Più spesso si riesce a definire la famiglia o il genere di appartenenza; meno spesso è determinabile la specie, che però è di grande importanza per deduzioni eco-vegetazionali in quanto, nell'ambito dello stesso genere, specie diverse possono essere esponenti di differenti ambienti o addirittura di differenti Paesi.

L'identificazione dei granuli è dunque basilare per qualunque ricerca paleo- ed actuo- palinologica. Essa può essere fatta a mezzo dell'iconografia dei testi classici (Erdtman, 1943, 1952, 1957, 1965; Hyde e Adams, 1958; Faegri e Iversen, 1989; Punt, 1976; Punt e Clarke, 1980, 1981, 1984; Punt et Al., 1988), di monografie specifiche, di schede (Della Casa Accorsi, 1974; Accorsi, 1991) o per confronto con materiale fresco, trattato di solito con il metodo dell'acetolisi (Erdtman, 1960). È importante la costituzione di una Palinoteca (Arobba, 1977) corredata di pollini freschi e trattati, e di un Erbario Palinologico per i dovuti controlli della collezione.

Analisi polliniche eseguite con il sistema dei nastri solitamente danno scarsità di granuli, e le liste assumono valore specialmente quando vi figurano piante caratterizzanti particolari habitat (deserti, luoghi calpestati, colture, ruderi, paludi, torbiere, ricoprimenti boschi-

vi di vario tipo, ecc.). Invece, i metodi basati sull'aspirazione forniscono, talvolta, una quantità di pollini tale da permettere il calcolo delle composizioni percentuali, cioè degli *spettri pollinici* dei campioni, con risultati meglio confrontabili tra loro.

La lista pollinica, e meglio ancora lo spettro, danno un'immagine costituita dai pollini delle piante arboree, arbustive ed erbacee che vivono nell'area o nelle successive aree nelle quali un reperto può avere soggiornato. A questo punto interviene l'esperienza botanica, fitogeografica, fitosociologica dell'osservatore e si manifesta tutta l'importanza del tipo di indagine illustrato in questo contributo.

Come si è detto, i pollini sono markers precisi e perfettamente credibili. Se una persona viva o morta ha stazionato in luoghi diversi ne porta con sè le tracce nelle vie respiratorie, nei capelli, negli abiti, nelle scarpe. D'altro canto, un'unica località può ricevere piogge polliniche locali o alloctone. È quindi necessaria un'esauriente informazione sulla vegetazione del luogo di ritrovamento e su quella di altre località di fasce altimetriche diverse o di diverse stazioni, sia per l'eventuale ricostruzione di spostamenti dei reperti, sia per la verifica di apporti da lontano.

Non indispensabile, ma molto interessante può essere lo studio delle piogge polliniche in cuscinetti di muschio o, meno spesso, in piccoli cespi di licheni o anche di piante superiori con assetto musciforme, quando disponibili (Heim, 1962; 1970; 1971a; 1971b; Accorsi et Al., 1986b). Si ha con questo mezzo un'immagine della vegetazione circostante che può servire da base per utili confronti.

L'interpretazione delle florule polliniche o degli spettri ottenuti dai reperti criminologici si fa sulla base di confronti con gli aspetti della copertura vegetale nei vari siti. Se i granuli trovati sono rari o scarsi, come può avvenire ad esempio nel caso di muco o di prelievo con nastri adesivi, c'è da augurarsi di poterne incontrare qualcuno molto caratterizzante per qualche ambiente estremo che diviene in questo modo identificabile.

Così, pochi granuli di *Typha* possono evidenziare un contatto con un ecosistema palustre «in loco». Il ritrovamento di polline di pino o castagno, per citare solo due casi, pone problemi di «trasporto a distanza», ma osservazioni accurate del contesto palinologico in cui sono stati trovati contribuirà alla corretta interpretazione della loro presenza alla luce delle cognizioni botanico/vegetazionali.

Non ci dilunghiamo qui sull'argomento, che verrà meglio esemplificato nel capitolo dedicato alla casistica. Resta da dire che le indagini

criminopalinologiche si svolgono nel campo dell'actuopalinologia; eccezionalmente si sono incontrati granuli appartenenti al settore «paleo» che hanno dato all'esito dell'esame un significato tutto particolare.

Se lo studio palinologico riguarda il nostro Paese o l'Europa il problema del riconoscimento dei granuli è inquadrabile in una flora per noi abituale ed a portata di mano (Pignatti, 1982; Tutin et Al., 1964; Tutin et Al., 1968-80). Solo le esotiche di parchi e giardini, tuttavia note, escono da questa categoria. Per reperti che sono stati a contatto con Paesi lontani si richiede una documentazione con campioni d'erbario e Flore dei medesimi. Sembra qui naturale il riferimento alla S. Sindone di Torino, non direttamente connessa ad un crimine, ma ad un illustre criminologo (Frei, 1978; 1979; 1981) che ha applicato ad essa il metodo palinologico, verificandone il soggiorno in Palestina e poi in Asia Minore, prima del viaggio che attraverso l'Europa l'ha portata a Torino. Proprio pensando alle discussioni nate attorno al Sacro Lenzuolo, delle quali le minori sono state di ordine palinologico (Baima Bollone, 1990), devo dire che per noi del mestiere questo metodo appare rigoroso e corretto in quanto dà basi reali e tangibili, costituite da granuli appartenenti a varie entità ed a complessi pollinici ben riconoscibili e valutabili. Noi palinologi «leggiamo» spettri e diagrammi come cosa naturale, anche per ciò che riguarda gli eventi passati.

CASISTICA

(D.B.M.)

L'illustrazione di qualche caso può rendere meglio l'idea dello svolgimento e dei risultati di indagini criminopalinologiche. Ovviamente, ove occorre si sono usate tutte le riserve dovute al segreto istruttorio.

Già Erdtman (1969) tratta l'argomento soffermandosi sulle interpretazioni vegetazionali dei corredi pollinici dei reperti e dà alcuni esempi di applicazioni. Un'interessante osservazione è fatta a proposito di un delitto di data non precisata. Considerazioni di tipo fenologico hanno permesso di riconoscere nello spettro pollinico una fioritura tipica del mese di maggio o della prima estate.

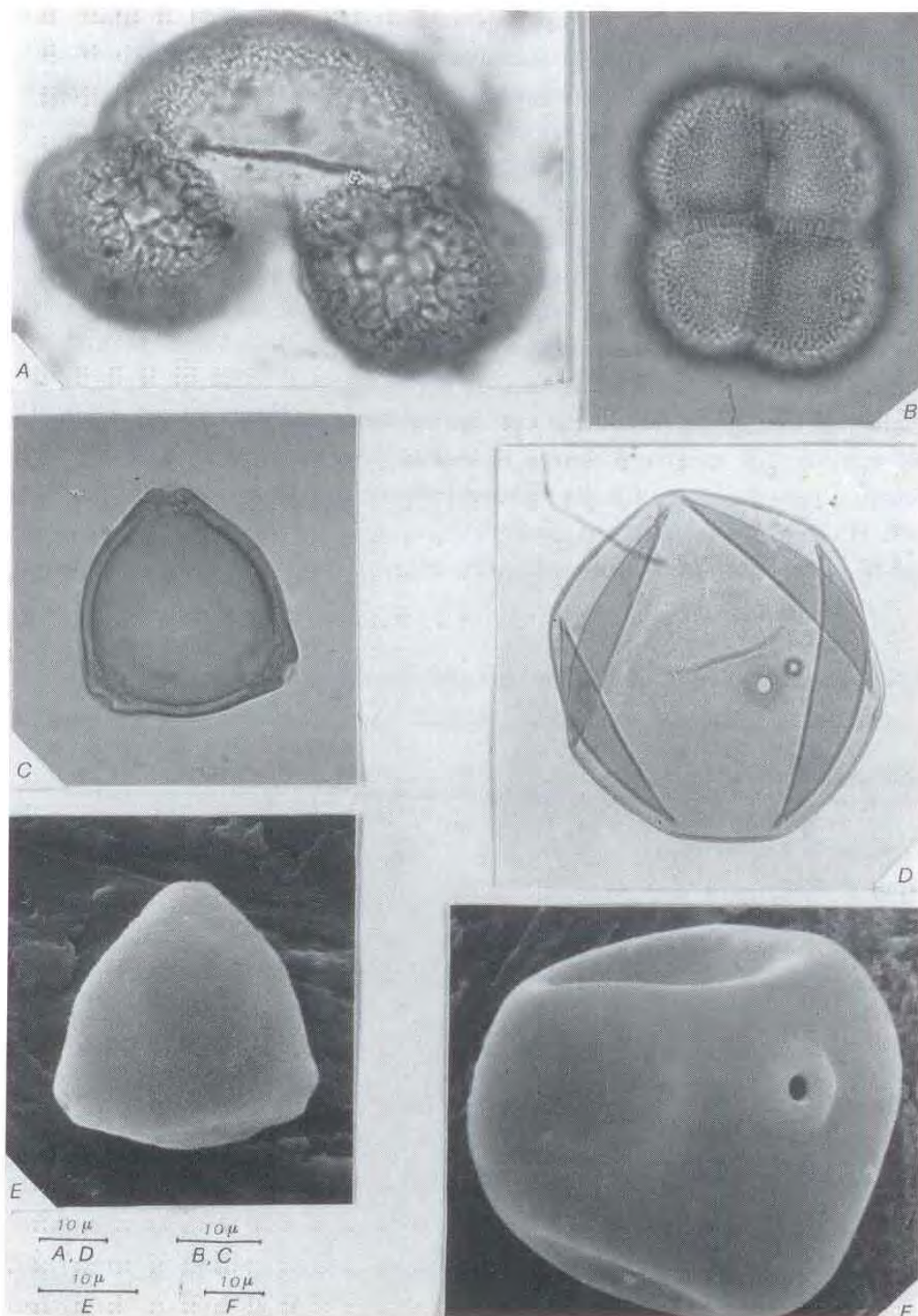
Un'altra storia, degna del miglior «giallo», riguarda un assassinio per lungo tempo irrisolto per il mancato reperimento del cadavere. Un uomo era scomparso durante un viaggio lungo il Danubio, presso Vienna; malgrado i dragaggi e le ricerche con ogni mezzo, elicottero incluso, il corpo non era stato ritrovato. Ad un certo punto fu arrestata

per l'uccisione una persona che si proclamava innocente. Nel terriccio proveniente dalle sue scarpe si trovarono pollini di pino e di ontano, cosa non determinante. Insieme, però, furono rinvenuti pollini di sedimenti oligocenici (Terziario) derivanti da un affioramento di rocce collocate, secondo le carte geologiche, in una località a sud di Vienna, dove crescevano le arboree indicate. L'uomo, messo alle strette, confessò ed indicò un'area a copertura arborea e periodicamente allagata presso il Danubio, dove fu trovato il corpo dello scomparso.

Longhitano (1991) dà relazione di alcuni casi nei quali ha operato come palinologo nel Catanese, illustrando anche alcune tecniche e regole di procedura. Dall'analisi di un campione ricavato da infiorescenze di canapa, pretrattato con un solvente (xilolo) e poi sottoposto ad acetolisi, è emerso l'elenco di entità riportato in tabella I con il relativo spettro in cui l'A. ha ritenuto opportuno, però, includere anche peli d'olivo. Lo scopo era di individuare l'ambiente nell'ambito del quale la canapa era inserita ed anche eventualmente l'epoca nella quale

Tab. I - Microreperti ritrovati in infiorescenze di canapa (da Longhitano, 1991; modif.)

Microreperti	N.	%
<i>Chenopodium album</i>	85	35.7
Graminaceae	90	37.8
Peli di olivo	29	12.2
<i>Iris</i> sp.	7	3.0
<i>Brassica</i> sp.	7	3.0
<i>Citrus</i> sp.	4	1.7
<i>Pinus</i> sp.	3	1.3
<i>Plantago</i> sp.	3	1.3
<i>Urtica</i> sp.	2	0.8
<i>Carthamus lanatus</i>	2	0.8
<i>Asphodeline lutea</i>	1	0.4
<i>Rumex</i> sp.	2	0.8
<i>Fraxinus</i> sp.	1	0.4
<i>Carduus</i> sp.	1	0.4
<i>Adonis</i> sp.	1	0.4
Totale	238	100.0



TAVOLA

Esempi di diversa morfologia pollinica (A-D = MO; E-F = SEM): A = *Pinus nigra*; B = *Typha* sp.; C, E = *Corylus avellana*; D, F = Graminaceae.

il prelievo era avvenuto. Il contesto espresso dai pollini era classico delle campagne siciliane, vicino ad una casa rurale, forse con animali (ruderali e nitrofile: *Chenopodium*, *Urtica*, *Rumex*) con colture circostanti (olivo, *Brassica*) e piante ornamentali (*Iris*). La fioritura di *Adonis* e *Brassica oleracea*, e anche *Cannabis* forse non ancora in antesi, portano ad una collocazione del prelievo della canapa in marzo. L'A. commenta anche l'imperizia del raccoglitore che in marzo ha avuto canapa ancora immatura e con basso tenore di principi attivi.

In un caso analogo ha operato in Nuova Zelanda Mildenhall (1990, pag. 232), individuando palinologicamente la provenienza di *hashish*.

Un altro caso (Longhitano, 1991) riguarda gli indumenti di un sequestrato rilasciato in Calabria, in una località dove l'A. ha effettuato un sopralluogo. Segue l'elenco floristico delle specie presenti nella zona: i binomi sono stati completati secondo Pignatti (1982).

ARBOREE/ARBUSTIVE:

Pinus halepensis Miller

Crataegus monogyna Jacq.

Spartium junceum L.

Olea europaea L.

Populus nigra L.

Castanea sativa Miller

Calicotome infesta (Presl) Guss.

Juglans regia L.

Quercus pubescens Willd.

ERBACEE:

Graminaceae:

Ampelodesmos mauritanicus (Poiret) Dur. et Sch.

Avena barbata Potter

Briza maxima L.

Brachypodium sylvaticum (Hudson) Beauv.

Cynosurus echinatus L.

Dasyphyrum villosum (L.) Borbas

Cynodon dactylon (L.) Pers.

Arundo donax L.

Altre:

Daucus carota L.

Cynara cardunculus L.

Convolvulus althaeoides L.

Parietaria diffusa M. et K.

Clematis vitalba L.

Hypericum perforatum L.

<i>Euphorbia rigida</i> Bieb.	
<i>Achillea ligustica</i> All.	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	<i>Cytisus villosus</i> Pourret
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	<i>Rubus hulmifolius</i> Schott
<i>Cistus creticus</i> L.	<i>Origanum vulgare</i> L.
<i>Papaver rhoeas</i> L.	<i>Linaria pelisseriana</i> (L.) Miller
<i>Torilis arvensis</i> (Hudson) Link	<i>Scorpiurus muricatus</i> L.
<i>Geranium molle</i> L.	<i>Reseda alba</i> L.
<i>Hedera helix</i> L.	

L'uso di una spazzola elettrica con fondo a melinex ha permesso di estrarre i residui vegetali presenti in particolar modo nel giubbotto di lana. I risultati sono riportati in tabella II. Una certa concomitanza è stata riscontrata dall'A. fra l'elenco floristico e la tabella II che sembra confermare la località. L'abbondanza di resti di felci può significare il giaciglio sul quale il sequestrato era stato coricato.

Alcuni anni fa mi sono trovata a dover stabilire se una certa automobile, coinvolta in un crimine nei dintorni di Pavullo nel Frignano (msm 700-800 ca.), aveva percorso vie di quote montane più alte. Le analisi polliniche eseguite su terriccio preso sotto la finestra della casa del delitto (camp. 1), e sotto i parafanghi rispettivamente anteriore destro (camp. 2) e posteriore sinistro (camp. 3) hanno dato i risultati esposti in tabella III come spettri pollinici, quindi in valori percentuali.

Lo spettro del terreno sotto la finestra (camp. 1) è rappresentativo della copertura vegetale di media montagna e contiene tendenzialmente apporti pollinici locali con testimonianze di bosco circostante (querce, carpino, castagno, nocciolo) ed entità di canali o fossi o comunque di luoghi umidi (salici, ontani, oltre ad equiseti). Le oleacee, diverse del frassino, provengono dalle siepi di olivetto. Le erbacee appartengono ad una flora banale, più legata alla vicinanza di case che ad aree poco abitate.

I campioni dell'auto (camp. 2 e 3) mostrano che l'auto ha percorso strade in zone prative e che ha toccato fasce montane più alte come si vede dalla presenza di Pino, Abete ed erbacee di formazioni in quota, fra le quali molto significativo *Polygonum bistorta*, abbondante nelle praterie pseudoalpine del nostro versante appenninico.

L'attività palinocriminologica prosegue nel Laboratorio di Palinologia dell'Istituto Botanico di Modena. Sono state condotte analisi

Tab. II - Risultati di una analisi palinologica eseguita su indumenti di un sequestrato (da Longhitano, 1991; modif.).

Microreperti	N.	Microreperti	N.
<i>Achillea ligustica</i>	30	<i>Olea europaea</i> (pollini)	70
<i>Amaranthus</i> sp.	10	<i>Olea europaea</i> (peli)	30
<i>Castanea sativa</i>	80	<i>Parietaria diffusa</i>	40
<i>Chenopodium</i> sp.	20	<i>Pinus halepensis</i>	30
<i>Cistus villosus</i>	20	<i>Pinus nigra</i>	30
Cruciferae	20	<i>Quercus</i> sp.	10
Cupressaceae	30	<i>Rubus ulmifolius</i>	20
Ericaceae	20	Umbelliferae	20
<i>Eucalyptus</i> sp.	10	<i>Urtica</i> sp. (pollini)	30
<i>Inula viscosa</i>	20	<i>Urtica</i> sp. (peli)	20
<i>Juglans regia</i>	10	<i>Pteridium aquilinum</i> (spore)	100
Graminaceae	60	<i>Pteridium aquilinum</i> (sporangii)	20
		Micetes (spore)	90

Tab. III - Spettri pollinici di campioni esaminati in relazione ad un caso di crimine avvenuto a Pavullo nel Frignano. Si è riportato anche il rapporto A/NA (A = arboree ed arbustive, NA = erbacee) che ha significato per valutare la copertura arborea. I valori rappresentano condizioni di bosco rado; infatti, le A sono molto inferiori al limite convenzionale del 60% al di sopra del quale si ha una situazione di vegetazione boschiva.

TAXA	camp. 1	camp. 2	camp. 3
A			
<i>Pinus</i> sp.	—	1.7	1.3
<i>Picea</i> sp.	—	—	0.7
<i>Abies</i> sp.	—	0.9	—
A. Pinaceae	—	1.7	0.7
<i>Quercus</i> sp.	8.0	3.5	6.0
<i>Carpinus</i> sp.	—	—	3.3
<i>Corylus avellana</i>	12.0	18.0	12.0
<i>Fraxinus</i> sp.	—	—	1.3
A. Oleaceae	2.0	—	1.3

segue

TAXA	camp. 1	camp.2	camp.3
<i>Ostrya carpinifolia</i>	1.0	–	–
<i>Ulmus</i> sp.	–	–	1.3
<i>Castanea sativa</i>	5.0	2.0	5.7
<i>Populus</i> sp.	–	0.9	1.3
<i>Alnus</i> sp.	3.0	6.1	0.7
<i>Salix</i> sp.	1.0	–	–
<i>Juglans</i> sp.	–	0.9	1.3
<i>Sambucus nigra</i>	–	–	0.7
NA			
<i>Polygonum bistorta</i>	–	9.6	3.3
<i>Polygonum minus</i>	–	–	0.7
<i>Plantago</i> sp.	1.0	2.6	0.7
<i>Euphorbia</i> sp.	1.0	–	–
Graminaceae	44.0	27.3	40.0
Cyperaceae	–	–	0.7
Chenopodiaceae	2.0	7.9	2.7
Umbelliferae	6.0	–	4.6
Rosaceae	5.0	5.5	3.3
Cichorioideae	2.0	1.0	1.3
Asteroideae	–	1.0	–
Urticaceae	2.0	7.0	–
Labiatae	2.0	–	–
Cruciferae	–	–	4.0
Ranunculaceae	–	1.0	–
Boraginaceae	–	1.6	–
Caryophyllaceae	–	–	0.7
Liliaceae	1.0	–	–
<i>Equisetum</i> sp.	2.0	–	–
N/NA	32/68	36/64	38/62

relative a rapimenti ed oggetti o indumenti dei sequestrati, alla ricerca di possibili notizie sui loro spostamenti o soggiorni, per le quali non è possibile al momento dare completa relazione.

Comunque si può dire che i prelievi relativi sono stati eseguiti con molta cura, per adesione e per lavaggio, tenendo distinto quanto proveniva dalle scarpe, dai singoli indumenti e da varie parti di essi.

Significativi flashes emergono da queste ricerche. Il polline del pino di Calabria può, ad esempio, testimoniare l'ambiente di fascia montana di questa area, insieme ad altre arboree meno esclusive della regione (querce, frassino, carpino, castagno, ...). Erbacee di luoghi calpestati (piantaggine, graminacee selvatiche, chenopodiacee) segnano il terriccio delle scarpe che vi hanno camminato.

Trovo significativo, libera dall'impegno del segreto istruttorio, inventare un «caso» ambientato nella nostra regione.

Un uomo, rapito dalla sua casa di villeggiatura presso Fiumalbo, nella montagna modenese, viene rilasciato dopo un non breve sequestro, sulla Via Emilia nei pressi di Castelfranco. Ha i vestiti che indossava all'atto del rapimento quasi a brandelli, mai cambiati per tutto il periodo della prigionia, la barba lunga, i capelli incolti. Ha vissuto bendato ed incatenato al fondo di una grotta, almeno così gli pare per gli echi e i rimbombi delle voci e dei suoni interni, per il silenzio e l'isolamento dai rumori esterni. Vi è arrivato in auto, dopo un percorso di 2-3 ore ed una salita a piedi su terreno accidentato. Per quel che confusamente ricorda, i rapitori sembravano pratici della zona. Al rilascio ha rifatto, ancora bendato, la discesa a piedi e poi un percorso di meno di un'ora in auto ed è stato abbandonato al margine della strada. Sarebbe importante per lo svolgimento delle indagini identificare il luogo dove l'uomo è stato tenuto prigioniero per rintracciare i rapitori. Gli indumenti vengono sottoposti a diversi esami; si cerca di ottenere eventuale materiale pollinico prima con applicazione di nastri adesivi e successivamente con aspirazione. Si preparano campioni anche col terriccio aderente alle scarpe.

L'esame palinologico ha fatto rilevare differenze fra il materiale aspirato a quello ottenuto per adesione. Ovviamente l'aspirato doveva contenere una maggior quantità di pollini del luogo montano di residenza abituale. Il prelievo per contatto, pur non escludendo presenze della fascia del faggio, poteva essere più orientato sui componenti della vegetazione della zona di prigionia. Per evidenziare i due habitat di soggiorno, si è ricorsi all'artificio di distinguere in due complessi i circa 200 pollini censiti (tab. IV). Il primo (a) comprende le entità della fascia di vegetazione nella quale il sequestrato abitava: faggeta, con faggio prevalente, abete bianco non in loco, poco nocciolo, qualche zona umida o margine di torrente con salici ed ontani, qualche incolto colonizzato dalla ginestra dei carbonai (*Sarothamnus scoparius* [L.] Wimmer = *Cytisus scoparius* [L.] Link). L'altro complesso (b) ha la composizione di un bosco termoxerofilo a roverella (*Quercus pubescens*

Tab. IV - Tabella redatta sul numero di presenze di pollini, non in percentuale. Come accennato nel testo, il complesso *a* è stato ottenuto in base alla scelta delle entità di faggeta; il complesso *b* dovrebbe rispecchiare un querceto termo-xerofilo collinare. Si sono suddivise le presenze comuni secondo un'ipotesi di composizione dei due tipi di vegetazione. Ad esempio *Corylus* è più abbondante nel rado bosco collinare, perciò nel complesso *b* gli sono state attribuite 4 presenze su 5.

<i>a</i>		<i>b</i>	
TAXA	N.	TAXA	N.
A		A	
<i>Fagus</i>	27	<i>Quercus</i> cfr. <i>pubescens</i>	18
<i>Abies</i>	7	<i>Quercus</i> cfr. <i>ilex</i>	5
<i>Picea</i>	3	<i>Ostrya</i>	7
<i>Betula</i>	1	<i>Acer</i> cfr. <i>monspessulanum</i>	5
<i>Quercus</i>	2	<i>Fraxinus</i> cfr. <i>ornus</i>	3
<i>Acer</i>	3	<i>Corylus</i>	4
<i>Fraxinus</i> cfr. <i>excelsior</i>	2	<i>Viburnum</i>	2
<i>Corylus</i>	1	<i>Coronilla</i>	3
<i>Castanea</i>	3	<i>Spartium</i>	2
<i>Alnus</i>	4	<i>Rhamnus</i>	3
<i>Salix</i>	5	<i>Phillyrea</i>	7
<i>Sorbus</i>	2	<i>Cercis</i>	3
<i>Laburnum</i>	2	<i>Cistus</i>	2
<i>Cytisus</i>	2	<i>Erica</i> cfr. <i>arborea</i>	4
<i>Daphne</i>	1		
Tot. A	65	Tot. A	68
NA		NA	
Graminaceae	12	Graminaceae	14
Cyperaceae	4	Umbelliferae	5
Ranunculaceae	4	Chenopodiaceae	4
Compositae	6	Labiatae	5
Liliaceae	2	A. Leguminosae	4
Ericales (t. <i>Vaccinium</i>)	4		
Filicales	3		
Tot. NA	35	Tot. NA	32

Willd.) con il corteggio di arboree che la accompagnano di solito; è inoltre presente il leccio (*Quercus ilex* L.) e l'albero di Giuda (*Cercis siliquastrum* L.). Si hanno anche varie arbustive a carattere termofilo (*Coronilla*, *Spartium*) e di habitat mediterraneo (*Phillyrea*, *Cistus*, e forse anche *Rosmarinus*, il cui polline dovrebbe identificarsi tra le Labiatae).

Tutti e due i complessi sono rappresentati insieme, nei due tipi di campioni, ma è da notare che i pollini del complesso *a* prevalgono nel campione ottenuto con l'aspirazione, mentre quelli del complesso *b* sono più numerosi in quello ricavato per contatto.

Un discorso a parte merita il terriccio aderente alle scarpe, il cui elenco pollinico è stato lasciato fuori tabella. In esso si sono trovati granuli del complesso *b*, più altri, nettamente diversi, che un esame accurato ha permesso di classificare come pollini "antichi", appartenenti al Miocene (Terziario). Si tratta di *Tsuga*, *Cedrus*, *Taxodium*, *Sequoia*, *Carya*, ...

L'interpretazione del complesso *a* non è stata difficile ed è già stata anticipata più sopra. Il lungo soggiorno ha permesso una più profonda penetrazione della pioggia pollinica che è stata perciò prevalente nell'aspirato.

Il complesso *b* associato al contenuto del terriccio delle calzature ha dato una risposta molto chiara. Una vegetazione tendenzialmente mediterranea vive sugli affioramenti gessosi della formazione collinare che sovrasta la città di Bologna (Bertolani Marchetti, 1961, 1984-85; Carati, 1976). Essa è composta di bancate di gesso cristallino alternate a strati marnosi ed appartiene al Messiniano (Miocene finale-Terziario). Negli interstrati marnosi è presente una ricca flora pollinica testimoniante un bosco terziario con entità ora da noi estinte: *Abies* e *Larix* di tipo antico, *Pinus haploxyton*, *Taxodium*, *Sequoia*, *Libocedrus*, *Quercus* diverse dalle attuali, *Carya*, *Pterocarya*, ... (Bertolani Marchetti, 1962). La formazione, per la sua stessa natura soggetta a vistose erosioni, è ricca di grotte, delle quali alcune molto note. Il connubio vegetazione mediterranea/vegetazione terziaria/grotte, segna senza alcun dubbio quest'area. Un segnale più preciso viene dalla presenza di pollini dell'albero di Giuda (*Cercis siliquastrum* L.), abbondantemente inselvatichito nella zona di Zola Predosa (Bologna). Si è appurato che avevano la loro residenza in questo paese alcune persone già implicate in altri reati. La chiara indicazione palinologica e l'esito degli interrogatori, ha portato alla soluzione del caso.

Questa storia, anche se ipotetica, può dare un'idea di quanto

un'indagine palinocriminologica possa fornire risultati forse non ottenibili con altri mezzi.

BIBLIOGRAFIA

- ACCORSI G. A., 1991 - *Flora Palinologica Italiana: dal passato al futuro*. Corso di Palinologia -Actuopalinologia. Contributo Collana C. N. R. Progetto Strategico Clima, Ambiente e Territorio nel Mezzogiorno: in stampa.
- ACCORSI G. A., BANDINI MAZZANTI M., BERGAMINI G., FORLANI L., RIVASI F. e TREVISAN G., 1986a - *Presenze polliniche nel secreto nasale di pazienti con rinite a diversa eziologia*. Atti 2° Congr. Naz. A. I. A. (Capri): 411-416.
- ACCORSI G. A., BANDINI MAZZANTI M., FANO R. A., FORLANI L., LOLLI F., RIVASI F., TREVISAN G. e ZUCCHI L., 1982 - *Granuli pollinici in strisci di secreto bronchiale*. Riv. Pat. Clin. Tuberc. e Pneumol., 53: 795-812.
- ACCORSI G. A., BANDINI MAZZANTI M., FORLANI L. e LAZZARI L., 1986b - *Trappole polliniche naturali: interessanti alternative ai classici cuscini muscinali*. Atti 2° Congr. Naz. A. I. A. (Capri): 417-433.
- ACCORSI G. A., BANDINI MAZZANTI M., FORLANI L., RIVASI F. e TREVISAN G., 1984 - *Palinologia e citologia del secreto nasale in individui affetti da pollinosi*. Atti Conv. Aerobiologia (Cagliari): 6-7.
- ACCORSI G. A., BANDINI MAZZANTI M., FORLANI L., RIVASI F. e TREVISAN G., 1985 - *Analisi polliniche e citologiche del secreto nasale in individui affetti da pollinosi*. Patologica, 77: 351-372.
- ACCORSI G. A., BANDINI MAZZANTI M., FORLANI L., RIVASI F. e TREVISAN G., 1989 - *Pollini nei preparati citologici: valutazione dell'inquinamento da apporto aereo nei laboratori*. Inf. Bot. Ital., 21: in stampa.
- AROBBA D., 1977 - *La realizzazione di una palinoteca. Raccolta e preparazione di pollini e spore attuali*. Natura alpina, 23 (12): 205-215.
- AROBBA D., 1986 - *Tecniche palinologiche di laboratorio*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., 19 (328): 273-288.
- AROBBA D. e DALJA D., 1991 - *Tecniche di preparazione di pollini e spore attuali per studi morfo-biometrici*. Corso di Palinologia - Actuopalinologia. Contributo Collana C. N. R. Progetto Strategico Clima, Ambiente e Territorio nel Mezzogiorno: in stampa.
- BAIMABOLLONE B. L., 1990 - *Sindone o no*. S. E. I. Torino.
- BERTOLANI MARCHETTI D., 1960 - *Metodo di preparazione di sedimenti per l'analisi palinologica*. Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, XCI: 58-59.
- BERTOLANI MARCHETTI D., 1961 - *Aspetti mediterranei della vegetazione dei gessi bolognesi*. Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, XCI: 152-164.
- BERTOLANI MARCHETTI D., 1962 - *Prime ricerche paleobotaniche sulla formazione gessosa messiniana nel bolognese*. Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, XCIII: 1-9.
- BERTOLANI MARCHETTI D., 1984-1985 - *Note paleovegetazionali e paleoclimatiche sulle evaporiti messiniane delle colline bolognesi*. Le Grotte d'Italia, XII: 113-115.
- BERTOLANI MARCHETTI D., 1986 - *Le piogge polliniche e la loro sedimentazione in mezzi vari*. Atti 2° Congr. Naz. A. I. A. (Capri): 8-13.

- BERTOLANI MARCHETTI D., 1990 - *Il contenuto pollinico della S. Sindone nel contesto dell'evoluzione climatico-vegetazionale dell'epoca*. Atti V Congresso Nazionale di Sindonologia (Cagliari): 65-75.
- CARATI D., 1976 - *La pioggia pollinica sulle colline gessose presso Bologna*. Tesi Univers. Studi Bologna, 1975/76.
- D'AMATO G., 1986 - *Aerobiologia ed allergia respiratoria da pollini*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., **19**: 511-523.
- DELLA CASA ACCORSI C. A., 1974 - *Schede palinologiche e principali nozioni inerenti*. In DELLA CASA ACCORSI C. A. e BERTOLANI MARCHETTI D., *Schede per una Flora Palinologica Italiana*. Not. Fitosoc., **8**: 101-127.
- ERDTMAN G., 1943 - *An Introduction to Pollen Analysis*, Chronica Botanica, Waltam, Mass.
- ERDTMAN G., 1952 - *Pollen Morphology and Plant Taxonomy - Angiosperms. (An Introduction to Palynology.I)*. Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- ERDTMAN G., 1957 - *Pollen and Spore Morphology - Plant Taxonomy - Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta. (Introduction to Palynology.II)*. Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- ERDTMAN G., 1960 - *The acetolysis method, a revised description*. Svensk. Bot. Tidsskr., **54** (4): 561-564.
- ERDTMAN G., 1965 - *Pollen and Spore Morphology - Plant Taxonomy - Gymnospermae, Bryophyta (Text). (Introduction to Palynology. III)*. Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- ERDTMAN G., 1969 - *Pollen analysis and criminology*. In Erdtman G., *Handbook of Palynology*. Munksgaard, Copenhagen: 131-134.
- FAEGRI K. e JVERSEN J., 1989 - *Textbook of Pollen Analysis*, 4 ed. di Faegri K., Kaland P. E. e Krywinski K. Wiley, Chichester.
- FREI M., 1978 - *Il passato della Sindone alla luce della Palinologia*. Atti 2° Congr. Int. Sindonologia (Torino): 191-200.
- FREI M., 1979 - *Wissenschaftliche Probleme um das Grabtuch von Turin*. Naturwiss. Rundschau, **4**: 133-135.
- FREI M., 1981 - *Identificazione e classificazione dei nuovi pollini della Sindone*. Atti Convegno Naz. di Sindonologia (Bologna): 277-284.
- HEIM J., 1962 - *Recherches sur les relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique récent dans les Ardennes Belges*. Bull. Soc. Roy. Belg., **96**: 5-92.
- HEIM J., 1970 - *Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale*. Mem. n. 4 de la Soc. Roy. Belg.: 1-181.
- HEIM J., 1971a - *Etude statistique sur la validité des spectres polliniques provenant d'échantillons de mousses*. Lejeunia, n.s., **58**: 1-34.
- HEIM J., 1971b - *Intérêt de l'étude des relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle*. Suppl. Bull. de l'Association française pour l'étude du Quaternaire, **4**: 225-232.
- HYDE H. A. e ADAMS K. F., 1958 - *An Atlas of Airborne Pollen Grains*. Macmillan & Co LTD. London.
- KUMER E., 1986 - *Monitoraggio delle particelle aerodisperse*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., **19** (328): 251-271.
- LONGHITANO N., 1991 - *Uso dell'analisi palinologica e vegetazionale in criminologia*. Corso di Palinologia - Actuopalinologia. Contributo Collana C. N. R. Progetto Strategico Clima, Ambiente e territorio nel Mezzogiorno: in stampa.

- LONGHITANO N., PISTORIO M. P., SCHEMBRA C. P. e SCIBILIA G. M., 1986 - *Indagini palinologiche in medicina legale*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., 19 (328): 11-16.
- MELILLO G. e SCALA G., 1986 - *Deposizione di polline nelle vie aeree da inalazione sperimentale*. Atti 2° Congr. Naz. A.I.A. (Capri): 31-34.
- MILDENHALL D. C., 1990 - *Forensic palynology in New Zealand*. Review of Paleobotany and Palynology, 64: 227-234.
- PIGNATTI S., 1982 - *Flora d'Italia. I.II.III*. Edagricole, Bologna.
- PUNT W., (ed), 1976 - *The Northwest European Pollen Flora. I*. Elsevier, Amsterdam.
- PUNT W. e CLARKE G. C. S., (ed), 1980 - *The Northwest European Pollen Flora. II*. Elsevier, Amsterdam.
- PUNT W. e CLARKE G. C. S., (ed), 1981 - *The Northwest European Pollen Flora, III*. Elsevier, Amsterdam.
- PUNT W. e CLARKE G. C. S., (ed), 1984 - *The Northwest European Pollen Flora, IV*. Elsevier, Amsterdam.
- PUNT W., BLACKMORE S. e CLARKE G. C. S., (ed), 1988 - *The Northwest European Pollen Flora, V*. Elsevier, Amsterdam.
- TUTIN I. G., HEYWOOD V. H., BURGESS N. A., VALENTINE D. H., WALTERS S. M. e WEBB D. A. (ed), 1964 - *Flora Europea - 1*, Cambridge.
- TUTIN I. G., HEYWOOD V. H., BURGESS N. A., VALENTINE D. H., WALTERS S. M. e WEBB D. A. (ed), 1968, 1972, 1976, 1980 - *Flora Europea - 2,3,4,5*, Cambridge.
- VAN CAMPO M. e SIVAK J., 1972 - *Structure alvéolaire de l'ectexine des pollens a ballonets des Abietacées*. Pollen et Spores, XIV: 115-141.