



**AEROBIOLOGIA
IN
ALLERGOLOGIA**

Renato Ariano

PRESENTAZIONE DEL TESTO “AEROBIOLOGIA IN ALLERGOLOGIA”

Renato Ariano

Specialista Allergologo in Bordighera (IM)
Responsabile Sezione Aerobiologia A.A.I.I.T.O.

L'attenzione per l'ambiente, e il suo influsso sulla salute dei pazienti, ha sempre costituito un interesse prioritario degli Allergologi, difatti l'aerosol atmosferico, nel quale siamo immersi, contiene numerosissime particelle volatili (naturali ed antropiche) che causano problemi di salute.

È diventato quindi necessario il ricorso a strumenti di studio come l'**Aerobiologia**. D'altra parte, fin dai primordi del proprio nascere come disciplina, l'**Allergologia** si è occupata d'ambiente. Charles Blackley, insigne allergologo inglese, fu uno dei primi aerobiologi, in quanto descrisse per primo, nel 1873, la presenza di pollini in atmosfera collegata alla **febbre da fieno** e, sempre per primo, catturò i pollini presenti in atmosfera, utilizzando una carta adesiva fissata su alcuni aquiloni.

L'**Aerobiologia** è appunto la disciplina che si occupa dello studio d'organismi viventi aerodiffusi (ma anche di tutte le presenze atmosferiche) che possono influenzare la salute dell'uomo. In questi ultimi decenni, questa disciplina si è molto sviluppata, in Italia, nell'ambito dell'Allergologia Clinica, al fine di una migliore valutazione e controllo delle allergopatie respiratorie indotte da pollini, da spore fungine ed altre entità allergeniche, come alghe, artropodi e loro emanazioni, e protozoi. Inoltre, in anni più recenti, ci si è resi conto che occorre ampliare la panoramica degli studi aerobiologici, inserendo valutazioni legate all'inquinamento dell'atmosfera e soprattutto del particolato d'origine antropica: alcuni studi dimostrano, infatti, un'interazione tra inquinanti atmosferici e pollini aerotrasportati. Per valutare in maniera più completa questi argomenti l'**Aerobiologia** deve interfacciarsi con l'**Ecologia**: (dal greco *oikos* = casa e *lògos* = studio, studio dell'ambiente) ovvero con la scienza che studia l'insieme delle interrelazioni con l'ambiente da parte degli organismi vegetali e animali. Negli ultimi anni questi studi si sono estesi anche all'uomo, con particolare riferimento all'influenza che le variazioni climatiche, ambientali, comprese quelle antropiche, svolgono sull'uomo stesso, oltre che sul mondo vegetale ed animale. Ecologia non è intesa in maniera riduttiva com'esclusiva protezione della natura o studio dei fattori inquinanti, ma si applica anche ai rapporti che legano tutti gli esseri viventi al loro ambiente. È una materia interdisciplinare nella quale affluiscono molte altre discipline scientifiche come la botanica, la medicina, la meteorologia, la geografia, la biologia, la biochimica, l'antropologia, la zoologia, e molte altre ancora.

Questo testo si propone quindi di fornire a tutti coloro che vogliono approfondire questi temi degli utili elementi di conoscenza. Gli argomenti trattati

sono diversi, ma tutti convergenti verso il punto centrale dell'applicazione alla patologia allergica. Partendo da una panoramica generale dell'**aerosol biologico**, e dei problemi di salute ad esso connessi, affronteremo poi il tema dei cambiamenti climatici ed ambientali ed il loro rapporto con le malattie allergiche. Difatti, attualmente, il **Cambiamento climatico** sta velocemente alterando la stagionalità e l'abbondanza degli allergeni aerotrasportati. Di conseguenza questo fenomeno sta modificando la prevalenza di sensibilizzazioni nei pazienti, con possibilità di nuove manifestazioni cliniche di tipo allergico.

Ne risulta la necessità, per lo specialista del settore allergologico, di una maggiore conoscenza delle caratteristiche potenziali allergeni inalanti outdoor, pollini e spore fungine, intese come diffusione sul territorio e stagionalità e le differenziazioni tra aeroallergeni "maggiori" e "minori", a seconda della loro capacità sensibilizzante. Accanto all'incremento d'alcune pollinosi, in questi ultimi anni, l'allergia alle spore fungine rimane una delle aree di studio più insoddisfacente nell'ambito delle malattie allergiche. I tipi di funghi e la natura dei loro allergeni che portano allo sviluppo dell'asma e alle crisi necessitano d'ulteriori intensivi studi. Inoltre, è cruciale la necessità di disporre d'allergeni fungini ben definiti e caratterizzati per la diagnostica e per la terapia.

In occasione del **Festival della Scienza a Genova del 2023**, e dell'evento **Pollini nel vento e nel tempo**, che si terrà presso nei *Musei di Strada Nuova, Palazzo Rosso*, abbiamo rimaneggiato ed aggiornato il nostro testo "**AEROBIOLOGIA IN ALLERGOLOGIA**", e riproposto al pubblico, congiuntamente alle **LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE DEL VERDE URBANO**, in quanto questi temi sono sempre più attuali.

Ribadiamo che l'attuale vertiginosa trasformazione dell'ambiente sottolinea sempre di più la necessità di un **monitoraggio ambientale permanente** degli allergeni outdoor. A questo proposito in questo testo si forniranno le conoscenze di base sulle tecniche di campionamento aerobiologico. Sarà affrontato anche il tema dell'importanza degli agenti inquinanti e dell'effetto sinergico dei fattori inquinanti atmosferici, sia naturali sia antropici.

L'attualità e l'importanza dei cambiamenti ambientali in relazione alle malattie allergiche era uno dei motivi che avevano sollecitato l'associazione scientifica **A.A.I.I.T.O.** (*Associazione Allergologi Immunologi Italiani Territoriali ed Ospedalieri*) ad inserire nel proprio Statuto la costituzione di una Sezione di Aerobiologia, Ecologia e Prevenzione Ambientale già nel 2002, data della Fondazione dell'A.A.I.I.T.O. In quella occasione era stata organizzata una **Rete Nazionale di Monitoraggio Aerobiologico** con la collaborazione di Centri distribuiti su tutto il territorio. Tutt'oggi questa Rete è attiva e provvede alla diffusione di un Bollettino settimanale sui pollini e le spore fungine aerodiffuse assieme alle previsioni dell'andamento delle concentrazioni per la settimana successiva. I dati, oltre che diffusi tramite i mass media, sono disponibili direttamente sul sito **www.pollinieallergia.net** e sulla app **[Meteo Allergie](#)**.

Occorre anche ricordare come l'aumento della CO₂ determina un aumento della produzione di pollini delle piante maggiormente esposte. L'introduzione di

nuove specie esotiche, incrementata negli ultimi anni a causa di maggiori scambi commerciali tra paesi molto lontani tra di loro, determina l'immissione di nuove specie allergeniche nell'ecosistema e nuove sensibilizzazioni, un tempo impensabili.

Per arginare quella che è una sorta di epidemia l'opera dell'uomo si può rivelare determinante. Pensiamo, per esempio, ad una politica della **forestazione_e dell'urbanistica dei giardini** che tenga conto ad azioni opportune al fine di limitare nuove sensibilizzazioni allergiche.

Anche di questo si è occupata l'**A.A.I.I.T.O.** durante un suo Congresso Nazionale, tenutosi dal 19 al 22 ottobre 2016 in Reggio Calabria, pubblicando nel 2016 delle **LINEE GUIDA PER LA SELEZIONE DI PIANTE E SPECIE ERBACEE NELLA PROGETTAZIONE DEL VERDE URBANO**

In queste Linee Guida vengono considerate tutte le caratteristiche metodologiche che dovrebbero essere considerate durante la progettazione e l'allestimento di aree di Verde Urbano da parte delle Amministrazioni pubbliche, le quali dovrebbero farsi consigliare non solo da architetti e botanici, ma anche dagli allergologi. Il progetto dettagliato è allegato a questo testo. Per sintetizzare le Linee Guida si propongono criteri di **ESCLUSIONE** delle specie maggiormente allergeniche e a maggiore durata di fioritura e la limitazione delle piante delle stesse famiglie botaniche, inoltre l'**INCLUSIONE** delle specie dioiche per separare i fiori maschili da quelli femminili nella stessa pianta e favorire le specie entomofile (a impollinazione entomofila) da quelle anemofile (impollinazione da parte del vento) e a evitare di posizionare le panchine del giardino vicino a piante allergeniche.

Concludendo, in questo testo si sottolinea come il rapporto di reciprocità tra uomo ed ambiente costituisca un problema molto complesso e di non facile comprensione e come sia oramai evidente a tutti che, con le proprie attività, l'uomo può modificare anche clamorosamente l'ambiente in cui vive e che, al contempo, ogni variazione ambientale si ripercuote inevitabilmente sulla qualità di vita e sulla salute della popolazione.

CAPITOLO 1

L'AEROSOL BIOLOGICO E LE DISCIPLINE CHE LO STUDIANO.

Renato Ariano

**Unità Operativa Complessa di Medicina Interna
A.S.L. n. 1 Imperiese – Ospedale “Saint Charles” di Bordighera**

Il pianeta sul quale viviamo è avvolto e protetto da una sorta di membrana gassosa di circa 500 Km di spessore, denominata atmosfera. Questa membrana fluida è composta per il 78% da azoto, per il 21% da ossigeno e per il restante 1% da argon, anidride carbonica ed altri gas. Oltre a questi gas l'atmosfera può contenere grandi quantità di vapore acqueo (fino al 4 %), in concentrazioni che variano a seconda della quota e della latitudine. E' proprio l'atmosfera terrestre che ha consentito lo sviluppo della vita sul nostro pianeta mantenendo temperatura, umidità e pressione su indici ideali per la sopravvivenza dell'organismo umano. L'atmosfera assorbe parte dell'energia del Sole, ricicla l'acqua ed altri elementi chimici e, congiuntamente alla forza elettromagnetica modera il clima. Inoltre, ci protegge dalle radiazioni ad alta energia che arrivano dallo spazio (1).

L'atmosfera è suddivisa in strati concentrici di diverso spessore e disomogenei per temperatura e densità (decrescente verso l'alto), che a partire dal basso sono:

STRATO	ALTEZZA
TERMOSFERA MESOPAUSA	Sino a 400 km di quota
MESOSFERA STRATOPAUSA	60-90 km di quota
STRATOSFERA TROPOPAUSA	14-60 km di quota
TROPOSFERA	0-14 km di quota

TROPOSFERA (0 - 14 Km): è lo strato più denso dove avvengono tutti quei fenomeni di carattere meteorologico, sede della maggior parte dei fenomeni meteorologici; la temperatura decresce con l'altezza (sino a – 52%). La Troposfera contiene la maggior parte del vapor acqueo, del pulviscolo atmosferico ed è sede dei moti convettivi dell'aria. Il limite superiore della troposfera è la tropopausa, una zona di transizione il cui spessore massimo è di 2 Km. In prossimità di questa zona cambia il gradiente termico. A livello della superficie del suolo vi è uno strato laminare di confine, normalmente senza vento, al di sopra di questo stato vi sono strati di turbolenza aerea.

STRATOSFERA (14 - 60 km): contiene lo strato di ozono che ci protegge dalle radiazioni ultraviolette, assorbendole; la temperatura cresce con l'altezza (sino a – 3°C).
MESOSFERA (60 - 90 km): il gas diventa molto più rarefatto; la temperatura decresce con l'altezza (sino a – 93°C). E' separato dalla STRATOSFERA dalla STRATOPAUSA ed e' caratterizzato da un andamento prima altalenante della temperatura (prima decresce sino a – 93), poi crescente fino

a circa 300 °C . La MESOPAUSA è lo strato di transizione tra la MESOSFERA e la TERMOSFERA ; raggiunge temperature di circa -70°C/- 100 °C.

La TERMOSFERA invece si estende fino a 400 km di quota, in essa la temperatura cresce con la quota. La TERMOSFERA presenta strati di gas ionizzati (IONOSFERA) che consentono la propagazione delle onde radio ma ed e' sede di importanti fenomeni elettrici e geomagnetici come le aurore polari. L'ultimo strato, è l'ESOSFERA (dai 4-500 km in su): è la parte meno conosciuta della nostra atmosfera, dove essa decresce in densità fino a perdersi nello spazio. E' separata dalla TERMOSFERA dalla TERMOPAUSA I componenti primari di questa regione dell'atmosfera sono l'idrogeno e l'elio, presenti peraltro a densità estremamente basse. Nell' ESOSFERA la temperatura e' costante con la quota.

La composizione chimica media dell'atmosfera è la seguente:

- Azoto (N₂): 78,08%
- Ossigeno (O₂): 20,95%
- Argon (Ar): 0,93%
- Vapore acqueo (H₂O): 0,33%
- Anidride carbonica (CO₂): 0,032% (320 ppm)
- Neon (Ne): 0,00181% (18 ppm)
- Elio (He): 0,0005% (5 ppm)
- Metano (CH₄): 0,0002% (2 ppm)
- Idrogeno (H₂): 0,00005% (0,5 ppm)
- Kriptone (Kr): 0,000011% (0,11 ppm)
- Xeno (Xe): 0,000008% (0,08 ppm)
- Ozono (O₃): 0,000004% (0,04 ppm)

Sono anche presenti, in tracce, Ossidi di azoto (NO, NO₂; N₂O), Monossido di carbonio (CO), Ammoniaca (NH₃), Biossido di zolfo (SO₂), Solfuro di idrogeno (H₂S). Nell'atmosfera, oltre alle sostanze gassose e all'umidità sono presenti numerosi e diversi materiali solidi, il cui insieme prende il nome di PULVISCOLO ATMOSFERICO. Composto di innumerevoli piccolissime particelle di sostanze organiche ed inorganiche, che per la loro leggerezza si trovano in sospensione nell'aria, specialmente negli strati inferiori, in quantità e qualità molto variabili a seconda i luoghi. Esso costituisce i nuclei di condensazione intorno ai quali si raccoglie l'umidità per formare le gocce di pioggia o i cristalli di neve.

TIPI DI PARTICELLE PRESENTI NEL PULVISCOLO	Diametri (µm)
fumi	0.001/0.1
nuclei di condensazione	0.1/20.0
polveri	0.1
virus	0.015/0.45
batteri	0.3/10
spore fungine	1.0/100
alghe	0.5
frammenti di licheni	1.0
protozoi	2.0
spore di briofite (muschi)	6.0/30.0
spore di pteridofite (felci)	20.0/60.0
pollini	10.0/100.0
frammenti vegetali e animali, semi e insetti	>100

I materiali che formano il pulviscolo atmosferico sono molto vari; sono di origine biologica, di origine inorganica naturale, di origine antropica.



Figura 1 - Evaporazione da fiumi.

Tra i materiali di origine biologica si possono distinguere quelli visibili ad occhio nudo: ad esempio frammenti di vegetali e di insetti, peli degli animali ed i semi delle piante e quelli non visibili ad occhio nudo: come i granuli pollinici, le spore fungine, batteri e alghe. I materiali di origine inorganica naturale sono formati dalle ceneri vulcaniche e da sabbie fini. Le ceneri vulcaniche sono prodotte durante l'attività esplosiva e possono sollevarsi fino a raggiungere gli strati più alti della troposfera; sono poi raccolte dai venti presenti a queste alte quote ed ivi possono rimanere anche per anni, prima di tornare al suolo. Le sabbie fini sono sollevate dal vento e disperse nell'alta troposfera, spostandosi anche a migliaia di chilometri di distanza. I materiali inorganici di origine antropica derivano dalle attività industriali, dal traffico automobilistico e dagli impianti di riscaldamento. Sono costituite da residui della combustione, particelle incombuste, frammenti delle gomme derivanti all'attrito con l'asfalto. Le polveri atmosferiche sono definite con i nomi più diversi, tra i quali i più usati sono: PTS (polveri totali sospese) e PM (dall'inglese "particulate matter").

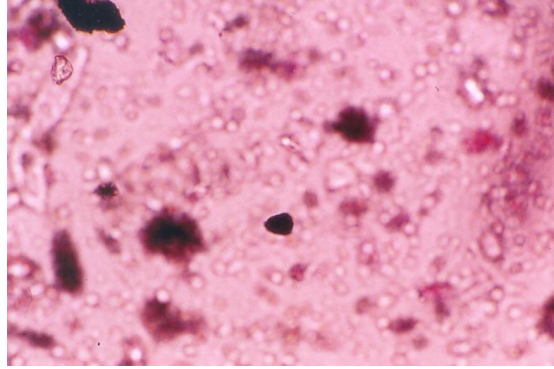


Figura 2 - Particolato atmosferico.

Le polveri totali sospese (PTS) sono un insieme molto eterogeneo di particelle solide e liquide che, a causa delle ridotte dimensioni, restano in sospensione nell'aria. Le dimensioni del pulviscolo e dei particolati in generale sono definite mediante il Particulate Matter, abbreviato in PM: ad esempio le particelle sospese con dimensioni inferiori a $10\ \mu$ sono indicate come PM₁₀ (2). Il diametro delle particelle può variare da un valore minimo di $0,005\ \mu\text{m}$ fino ad un massimo di $100\ \mu\text{m}$. Si distinguono particelle grossolane che hanno un diametro compreso tra $2,5$ e $30\ \mu\text{m}$ e particelle fini le particelle, che hanno un diametro inferiore a $2,5\ \mu\text{m}$. Il PM 2.5 è la frazione più fine del PM₁₀, costituita dalle particelle con diametro uguale o inferiore a $2,5\ \mu\text{m}$. Il PM 2,5 può rimanere sospeso nell'atmosfera per giorni o settimane. Le particelle maggiori (da $2,5$ a $10\ \mu\text{m}$) rimangono in atmosfera da poche ore a pochi giorni, contribuiscono poco al numero di particelle in sospensione, ma molto al peso totale delle particelle in sospensione. Il PM 2,5 è una miscela complessa di migliaia di composti chimici e, alcuni di questi sono di estremo interesse a causa della loro tossicità. L'attenzione è rivolta agli idrocarburi aromatici policiclici (PHA). Le polveri PM₁₀ sono denominate anche polveri inalabili, in quanto sono in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe). Le polveri PM_{2,5} sono invece denominate polveri respirabili in quanto sono in grado di penetrare nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea sino agli alveoli polmonari). Una volta emesse, le polveri PM₁₀ possono rimanere in sospensione nell'aria per circa 12 ore, mentre le particelle aventi diametro pari ad $1\ \text{mm}$ rimangono in circolazione per circa un mese. I materiali organici trasportati in atmosfera sono costituiti da particelle derivate da piante e dai funghi, certe alghe, batteri, actinomiceti. In biologia questo insieme di particelle è definito **AEROPLANCTON**, per analogia con quello acquatico. Vi rientrano molti insetti per i quali il vento è un importante fattore di migrazione. Altri preferiscono il termine di **AEROSOL BIOLOGICO**, definizione che adotteremo in quanto ci pare più affine alla nostra panoramica allergologica. S'intende per aerosol un sistema bifasico che può essere inalato e che è rappresentato da una fase gassosa continua (ossigeno, azoto, ecc.) e da una fase discontinua di singole particelle il cui diametro è compreso tra gli $0,001$ millimicron e i 100 millimicron. Per aerosol biologico s'intende quindi la dispersione nell'atmosfera di particelle liquide o solide di origine biologica, che possono essere o no vitali. In questo senso l'intera atmosfera che avvolge il globo terrestre può essere definita come un immenso aerosol biologico.



Figura 3 - Aerosol biologico terrestre.

Le caratteristiche dell'aerosol biologico variano secondo le zone dove questo è campionato. Riassumendo le particelle che costituiscono l'aerosol biologico sono:

- a) Organismi unicellulari come protozoi, batteri, virus, alghe, spore di felci e muschi, lieviti;
- b) Cellule a funzione riproduttiva come granuli pollinici, spore fungine, semi, uova;
- c) Sostanze prodotte da piante o animali;
- d) Frammenti di organismi come scaglie, squame, prodotti di deiezione, peli, ecc.

Le particelle si possono distinguere anche in **componenti abituali**, rappresentati da gli organismi unicellulari e le particelle riproduttive (in quanto svolgono un definito ruolo biologico) e in **componenti occasionali**, rappresentati da tutte le altre particelle (prive di una precisa funzione biologica). Si distinguono **particelle vitali** (che sono in grado di moltiplicarsi su di un mezzo di coltura) e **particelle non vitali** (che vengono identificate solo morfologicamente, con colorazioni idonee). Le dimensioni delle particelle che formano l'aerosol biologico presentano un vasto ambito che va da 20 nanometri dei virus più piccoli (un nanometro è uguale a un milionesimo di millimetro) ai semi anemofili delle piante (sino ad alcuni millimetri). Possono essere trasportati, nell'aerosol biologico anche frammenti di cellule microbiche (porzioni della parete cellulare) oppure prodotti del loro metabolismo (endotossine, micotossine, composti organici volatili). Le fonti sono prodotte da eventi naturali, e da attività antropiche.

Fonti naturali: L'aerosol può essere immesso in atmosfera dall'azione della pioggia e del vento sulla superficie del suolo terrestre, con la liberazione delle varie particelle e frammenti di vario genere, di natura organica ed inorganica, del vento sui deserti sollevando sabbie finissime, sempre del vento sugli oceani con trasporto di spume marine. Grandi quantità di particelle sono immesse dai vulcani. Alcuni organismi viventi (animali e vegetali) utilizzano queste correnti come loro mezzo di trasporto abituale. Le correnti dei laghi e dei fiumi, nonché il moto costante delle onde marine determinano, a loro volta, una produzione di aerosol dai sedimenti.

Fonti antropiche: Numerosissime particelle sono immesse in atmosfera dalle attività dell'uomo come le coltivazioni, l'allevamento, le discariche di rifiuti, i depuratori, gli inceneritori. Si valuta inoltre che l'uomo sia la sorgente principale di disseminazione di batteri e virus, nell'atmosfera

indoor. Questa disseminazione può avvenire tramite l'espiazione, la pelle, la bocca, il naso, i capelli. Questi microrganismi viaggiano in atmosfera incorporati in minute particelle liquide che funzionano, oltre che come mezzo di trasporto, da protezione. Negli ambienti indoor l'aerosol biologico del microclima è costituito soprattutto dai prodotti di deiezione degli Artropodi onnipresenti. Questi sono rappresentati non solo dagli Acari della polvere ma anche da insetti di vari generi e specie, inoltre anche da spore fungine. Gli inquinanti degli ambienti indoor possono però essere anche di tipo chimico e fisico come alcool, chetoni ed acidi, idrocarburi aromatici (vernici, colle), idrocarburi alogenati (pesticidi o conservanti del legno), formaldeide (presente in alcuni detergenti o su mobili in compensato e truciolato).

AEROBIOLOGIA

L'Aerobiologia costituisce una branca della biologia ed è una disciplina che studia appunto l'aerosol biologico formato da particelle biologiche e gli organismi aerotrasportati, in particolare ne studia le fonti, la liberazione, il trasporto, la deposizione, il riconoscimento e i diversi tipi di effetti sui vari substrati (3) L'Aerobiologia comprende anche la **PALINOLOGIA** il cui studio riguarda specificatamente granuli pollinici e spore fungine. L'Aerobiologia è una disciplina relativamente nuova che ha molte interconnessioni con diverse altre discipline come la medicina, la fisica, la meteorologia. Un'applicazione medica dell'aerobiologia è lo studio delle malattie infettive aerotrasmesse. Un'altra applicazione in medicina è in Allergologia, in quanto studia tutti gli allergeni inalanti (4, 5, 6).

In questa trattazione ci dedicheremo soprattutto alle applicazioni dell'Aerobiologia in campo allergologico, citando solo le varie altre applicazioni in altri campi. Le fonti, il riconoscimento e gli effetti delle particelle allergeniche sono descritte in appositi capitoli per cui qui descriveremo solo le modalità di liberazione, di diffusione e di deposizione.



Figura 4 - Campionatore aerobiologico.

LIBERAZIONE

La liberazione delle particelle che fanno parte dell'aerosol biologico varia a seconda delle proprie caratteristiche. Al fine di essere liberate in atmosfera le particelle devono vincere le forze di adesione che le legano al loro substrato ed entrare nello strato turbolento della troposfera. Il meccanismo di liberazione in genere è passivo e richiede dell'azione di agenti esterni come il vento e la pioggia. A questo livello è diverso il comportamento di pollini e di spore. I pollini in condizioni ambientali di umidità relativa elevata tendono a non liberarsi (7). Al contrario è il comportamento delle spore fungine, che sono facilitate nella loro maturazione e liberazione dalle condizioni di umidità elevata. Quanto più risulta alta la velocità del vento tanto più sarà facilitata la liberazione delle singole particelle dal loro substrato, per azione meccanica. Il meccanismo della pioggia consiste nel trasmettere l'energia cinetica della propria caduta alle particelle adese al substrato o ad altre particelle favorendone la liberazione in senso centrifugo. Inoltre nella loro caduta le gocce di

pioggia generano un'alterazione dello strato d'aria laminare di confine in cui si determina una turbolenza. Per i microrganismi il sistema di liberazione è fornito da starnuti, tosse, fonazione e respirazione. In questo caso la sopravvivenza di virus e batteri dipende dalla dimensione della goccia in cui sono dispersi. Più questa è piccola e minore sarà la probabilità di sopravvivenza. In genere, poi, batteri ed alghe sono più vulnerabili, rispetto alle spore fungine, da parte dello stress derivante dal trasporto aereo. Gli aerosol secchi, caratterizzati da particolato, proteggono maggiormente batteri, virus ed alghe in quanto il particolato svolge un ruolo protettivo nei confronti delle radiazioni ionizzanti e dell'essiccazione.

DIFFUSIONE

Le particelle che fanno parte dell'aerosol biologico sono soggette alle leggi dell'aerodinamica. sollecitazioni che ricevono dai movimenti dell'atmosfera e, una volta in volo, per la legge d'inerzia tendono comunque a mantenere un percorso rettilineo. La particella singola è generalmente paragonata ad una sfera e pertanto si può definirne un raggio r ed un diametro d . Per valutarne l'aerodinamicità si considera il diametro aerodinamico che descrive la grandezza effettiva di una particella di diametro d e di densità. Il diametro aerodinamico corrisponde al diametro di una sfera di densità unitaria che ha la stessa velocità di sedimentazione della particella in esame, considerandone sia la forma sia la densità. I granuli pollinici, avendo una densità di 1,20-1,50, presentano un diametro aerodinamico di poco superiore al loro diametro reale. Il percorso delle particelle dell'aerosol biologico è in definitiva una risultante di diverse forze fisiche quali la forza di gravità, gli spostamenti gassosi in atmosfera, l'attrito con le molecole dell'aria. La tendenza delle particelle a deviare dal loro percorso è in funzione delle loro dimensioni. La media del diametro dei pollini è di circa 25 millimicron e la loro velocità di caduta, in condizioni d'assoluta stabilità atmosferica, secondo la legge di Stoke, dovrebbe essere di 7,5 cm al secondo (8). Tuttavia nella maggior parte dei casi (circa l'80%) i pollini si depositano sul terreno a pochi metri di distanza dalla loro sorgente (9).

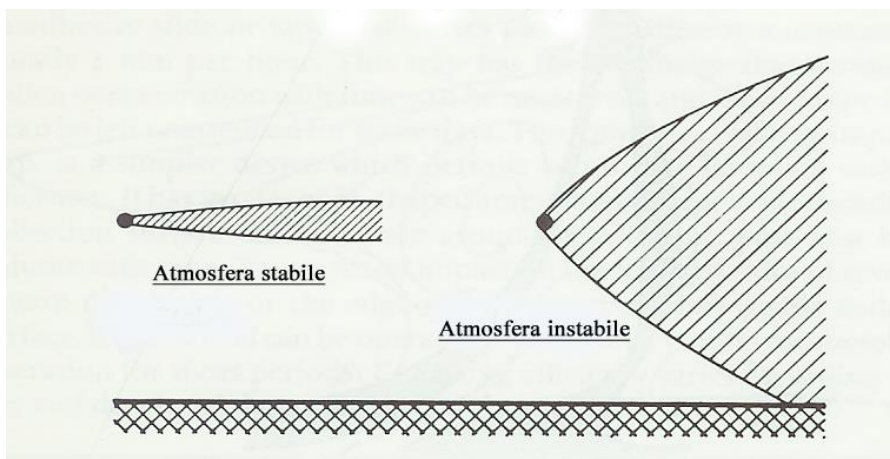


Figura 5 - Diffusione d'aerosols biologici in situazioni di atmosfera stabile ed instabile (modificato da Nilssen, 1973).

L'atmosfera terrestre è stata anche descritta come un oceano d'aria agitato, difatti è formata da diversi strati eterogenei, ne consegue che l'alternanza di strati d'aria calda e fredda e in movimento determina la cosiddetta turbolenza atmosferica. In quest'oceano il trasporto della particella presente nell'aerosol biologico seguirà le leggi del trasporto a microscala, a mesoscala ed a lungo raggio. Tuttavia il rimanente 20% dei granuli pollinici, assieme ad una porzione variabile d'altre particelle, si diffonde in alto, costituendo quella che Gregory definì "frazione di fuga" (3). Occorre specificare che sia i pollini sia le spore fungine presentano membrane con protuberanze che tendono a favorirne

l'aerodinamicità, offrendo una resistenza alla caduta in aria, che con la propria viscosità si oppone alla loro discesa. In prossimità della superficie terrestre vi è uno strato d'aria estremamente sottile delimitato da forze molecolari che formano sopra di esso una pellicola di aria in movimento nota come STRATO LAMINARE DI CONFINE, in cui il flusso d'aria è parallelo alla superficie del terreno.

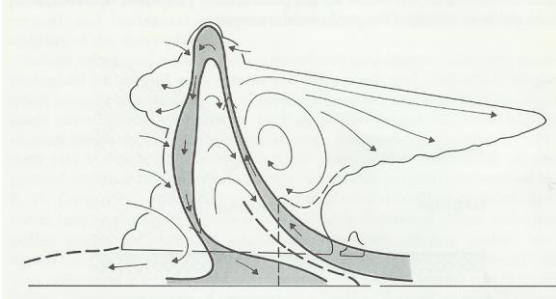


Figura 6 - Diagramma del comportamento di aerosols biologici durante un temporale (modificato da Nilssen, 1973).

A questo livello il granulo pollinico può essere trasportato per percorsi a media distanza. Nello strato immediatamente a contatto con il suolo fino ad una quota media all'incirca sui 15 km, la temperatura diminuisce con l'altezza di circa 0.65 gradi per ogni 100 metri. Inoltre, per ogni 6 km d'aumento dell'altitudine, la pressione si dimezza. Questo significa che ad altitudini maggiori i gas sono meno densi. La densità è la misura della quantità di massa contenuta in un volume fissato. La densità è molto maggiore nella troposfera e quindi in essa è contenuta una quantità di aria molto maggiore di quanta ce n'è negli strati più alti. Le particelle saranno soggette a dei moti convettivi: l'aria calda è meno densa e quindi più leggera dell'aria fredda, pertanto tenderà a sollevarsi per effetto di una corrente ascensionale. Nelle ore più calde del giorno il riscaldamento della superficie del suolo determina quindi movimenti convettivi negli strati atmosferici più bassi perciò le particelle possono raggiungere anche alte quote, intorno ai 10.000 m. Mentre negli strati atmosferici più prossimi al suolo, nei primi 50-150 metri, l'aria non si può muovere liberamente, alle alte quote si riscontra un diverso comportamento. A quest'altezza l'atmosfera è più rarefatta e le correnti d'aria tendono ad andare nella stessa direzione, con maggiore stabilità delle correnti ai livelli più elevati. Per questo motivo, a questo livello le particelle possono essere trasportate da moti del vento orizzontali anche per percorsi lunghissimi. In genere le particelle più piccole, rappresentate da batteri, virus, alcune spore fungine possiedono una velocità di caduta meno elevata e pertanto riescono a galleggiare a lungo in atmosfera, con possibilità di essere trasportate a lunga distanza. Differentemente i pollini e le spore fungine più grandi percorrono, in genere, tragitti più corti. Le condizioni ideali per il trasporto a lunga distanza sono, in un primo tempo, condizioni di turbolenza dell'aria affinché il polline strascinato in alto e, in un secondo tempo, condizioni di stabilità per un trasporto prolungato, in alta quota (3, 9, 10). Nella troposfera vi sono spesso variazioni diurne di stabilità. Gli stati d'aria prossimi alla superficie del suolo tendono ad essere stabili durante la notte a causa del raffreddamento del terreno. Al mattino, poi, il riscaldamento della superficie terrestre, provocato dall'irradiazione solare, produce instabilità dell'aria. Tra le 10 e le 12 i granuli pollinici, per un movimento convettivo, causato dal riscaldamento dell'aria, possono raggiungere altezze. Invece, di notte, quando si verifica un'inversione della temperatura, con abbassamento della temperatura del terreno si ridurrà la possibilità di un passaggio dei pollini dal basso all'alto, in quanto in questo caso la temperatura dell'aria aumenterà con l'altezza. Questa situazione meteorologica favorirà il trasporto a lunga distanza del polline, che potrà restare sospeso in aria per diversi giorni. Il trasporto a lunga distanza si può anche verificare durante violenti temporali in cui si determinano movimenti verticali dell'aria. Esistono numerosi studi che dimostrano questo trasporto che può raggiungere migliaia di chilometri, dalla Svezia agli U.S.A., dalle Isole Chatham

alla Nuova Zelanda, dal Sahara alla Svezia (9, 10, 11, 12, 13, 14). Si pone il problema, a questo punto, se questi pollini che hanno fatto un così lungo percorso possano ancora considerarsi allergizzanti. Questa è un'ipotesi suggestiva, sostenuta da alcuni ricercatori. Frey T. (15) riferisce che in Svizzera, si manifestano ben documentate pollinosi da Ambrosia, in tarda estate, che sembrano conseguenza del trasporto dalla Francia. In una nostra personale esperienza (di cui riferiamo nel capitolo sui pollini) abbiamo dimostrato la persistenza d'attività allergenica in pollini "vecchi" di almeno sei anni.



Figura 7 - Trasporto di polline a lunga distanza a mezzo di venti stratosferici.

DEPOSIZIONE

Terminato il loro volo, breve o lungo che sia, se l'atmosfera è stabile le particelle tendono a cadere al suolo, per forza di gravità, in quanto sono più pesanti dell'aria. I meccanismi di deposizione possono essere vari: per sedimentazione, per deposizione elettrostatica, per impatto inerziale, per deposizione da gocce di pioggia.

La **SEDIMENTAZIONE** avviene soprattutto in condizioni di stabilità atmosferica. Permanendo nello stadio laminare di confine, che si può estendere da pochi millimetri di giorno ad alcuni metri di notte (quando si verifica l'inversione termica, per raffreddamento del suolo), o ritornandovi con cambio di strato dalle quote più alte, le particelle possono essere soggette solo alla legge di gravità.

La **DEPOSIZIONE ELETTRISTATICA** avviene per opera delle cariche elettriche presenti sulle singole particelle che sarebbero attratte dalle cariche opposte presenti al suolo.

L'**IMPATTO INERZIALE** è un meccanismo che richiede la presenza di vento ad alta velocità in quanto le particelle in volo, per la legge d'inerzia tendono comunque a mantenere un percorso rettilineo ed ad impattare su ogni superficie che incontrano

La **DEPOSIZIONE PER PIOGGIA** procurano la caduta al suolo soprattutto dei granuli pollinici tramite la cosiddetta "pulizia dell'aria". Le gocce prodotte dalle piogge possono avere diversa grandezza da 1 mm a 5 mm. Quello che conta è soprattutto la durata della pioggia più che la sua intensità. I pollini abbattuti da grosse gocce possono sopravvivere a precipitazioni di breve durata.

Inoltre nelle fasi iniziali della pioggia le prime gocce con il loro impatto possono favorire un'iniziale liberazione d'aerosols che solo il prolungarsi della precipitazione farà ricadere al suolo.

Analoghi meccanismi entrano in gioco per la deposizione delle particelle nell'albero respiratorio. La respirazione per via orale presenta una minore resistenza al flusso aereo rispetto a quello nasale. L'impatto inerziale, a livello delle vie aeree, è facilitato da una respirazione superficiale e rapida che permette una deposizione, a livello dell'orofaringe e dei bronchi, sino ad un diametro di 2 mm. Riguarda le particelle più grosse di diametro superiore a 10 millimicron.

La sedimentazione gravitazionale è invece favorita da una respirazione lenta e profonda e dall'apnea e permette una deposizione di particelle di diametro inferiore a 2 millimicron a livello delle piccole vie aeree con diametro inferiore ai 2 mm .

La diffusione si può realizzare per particelle submicroniche ed in condizioni d'assenza di flusso.

AEROBIOLOGIA IN ALLERGOLOGIA

Come abbiamo già detto sopra l'aerobiologia è utilizzata da tempo in campo allergologico, come utile strumento di valutazione per le allergie respiratorie. Il monitoraggio aerobiologico dei pollini allergenici aerodisperse è in particolare utile nel campo delle pollinosi. Questo tipo di patologie sono causate dal contatto di granuli pollinici con le mucose o la cute di soggetti specificatamente sensibilizzati a quei determinati pollini, e quindi a carattere stagionale, nei periodi di fioritura delle piante che producono quei determinati granuli pollinici. Manifestazioni tipiche di queste forme morbose sono date dalle riniti, congiuntiviti, asma bronchiale, dermatiti. Le tecniche per il campionamento saranno trattate in un apposito capitolo. Qui ricorderemo solo che sono diverse e si basano su principi di deposizione gravitazionale (apparecchio di Durham), d'impatto inerziale (apparecchio Rotorod), d'impatto per depressione (apparecchio Hirst). Questi apparecchi forniscono un conteggio numerico dei granuli per metro cubo d'aria e la possibilità di una loro identificazione specie per specie. Le applicazioni in allergologia del campionamento aerobiologico (basato non solo sulle conte delle particelle polliniche ma anche delle spore fungine) sono diverse ed attengono alla diagnosi, alla prevenzione, al controllo clinico, alla terapia dei pazienti allergici. Non bisogna trascurare poi le applicazioni legate alla ricerca scientifica. Nella diagnosi delle forme allergiche il monitoraggio pollinico servirà per correlare le presenze polliniche con l'anamnesi del paziente, inoltre per correlare le medesime alle risposte dei tests diagnostici. Questo potrà essere utile per comprendere se quel determinato polline sia veramente in gioco nel determinismo del sintomo. Inoltre la conoscenza di tutti i granuli pollinici effettivamente presenti in quel determinato momento ci potrà essere molto utile per la scelta di tutti gli estratti diagnostici da utilizzare per la nostra diagnosi. Il monitoraggio delle presenze stagionali in atmosfera di spore fungine e di granuli pollinici permettono di stilare dei calendari aerosporologici delle zone in cui avviene il campionamento.



Figura 8 - Campionatore per impatto di depressione. Apparecchio di Hirst, modello Burkard.

Furono appunto le abbondantissime presenze di granuli di Cupressaceae sui vetrini di campionamento aerobiologico ad indirizzare l'attenzione dei ricercatori in Italia su questa famiglia di piante, a fioritura invernale, prima di allora trascurate sotto il profilo diagnostico ed attualmente considerate una non trascurabile fonte di allergia, nell'area mediterranea (17-20).



Figura 9 – Piante di Cipresso.

Siccome le recenti variazioni climatiche hanno provocato dei corrispondenti cambiamenti ambientali e, purtroppo, è prevedibile un'evoluzione di tali cambiamenti si ritiene che un monitoraggio sporo-pollinico costante sarà ulteriormente utile, in futuro, per controllare l'evoluzione allergologica di questa situazione in movimento. Per la prevenzione delle malattie in quanto dal monitoraggio pollinico si potranno ricavare criteri di previsione di fioritura. Questi saranno differenziati per zone geografiche e potranno essere definiti, per zone e per diverso tipo di polline, solo dopo un certo numero d'anni di campionamento e con opportuna correlazione con i dati meteo. Per il controllo clinico la conoscenza delle concentrazioni di determinati pollini potranno essere di aiuto per valutare le variazioni di diversi parametri clinici e di laboratorio e per la valutazione delle variazioni della sintomatologia dei pazienti. E' chiaro che un miglioramento clinico assumerà maggiore importanza se si verificasse durante un periodo di alta fioritura piuttosto che se avvenisse in un periodo in cui la presenza atmosferica dei pollini, relativi alla sensibilizzazione del paziente, fosse scarsa o assente.

Nel campo della terapia il monitoraggio pollinico sarà utile guida ad un adeguato trattamento farmacologico ed una modulazione dei dosaggi d'immunoterapia specifica. In particolare questo giudizio assumerà importanza nel lungo periodo di tempo, confrontando più stagioni tra loro, e soprattutto nella valutazione degli effetti della desensibilizzazione specifica, in cui i criteri di valutazione non possono derivare che da una corretta interpretazione e confronto di diverse stagioni di fioritura. A questo proposito occorre aggiungere che anche la modulazione del trattamento sia farmacologico che immunoterapico (intendiamo con ciò la desensibilizzazione specifica) necessita di una guida orientata quale la conoscenza esatta delle presenze polliniche nel corso del tempo. E' risaputo che in fase di fioritura occorre ridurre almeno del 50% le dosi d'estratto desensibilizzante. Nella ricerca il monitoraggio pollinico si è rivelato fondamentale in corso di studi programmati sulle terapie farmacologiche o d'immunoterapia, nelle pollinosi e nelle allergopatie respiratorie da spore di miceti. In un lavoro del 2000 Malling (21) sottolineava l'importanza di una correlazione tra conte polliniche e controllo degli scores sintomatologici, nel corso di ogni studio controllato sull'immunoterapia, proponendo un suo modello statistico. Si ritiene che ormai nessuno studio controllato che voglia valutare l'efficacia dell'immunoterapia specifica (anche riguarda allergeni

perenni, al fine di valutare eventuali interferenze aspecifiche da parte dei pollini- vedi capitolo sui pollini) dovrebbe essere privo di una correlazione con le conte polliniche.

VARI CAMPI DI APPLICAZIONI DELL'AEROBIOLOGIA

Come abbiamo già detto l'Aerobiologia è una disciplina che ha molti interessi in comune con diverse discipline scientifiche. Nell'ambito dell'Allergologia va considerata la Palinologia. Questa si occupa fondamentalmente dello studio dei granuli pollinici, ma si allarga anche ad altre particelle vegetali (ad es. spore, cisti algali) e perfino a disseminuli di cui ancora incerta è l'attribuzione ad un determinato regno. Il termine, introdotto da Hyde e Williams nel 1940 (22), infatti deriva dal verbo greco *palynein* che significa diffondere o spargere attorno e, malgrado abbia assonanza col termine "polline", non deriva direttamente da esso. La disciplina nasce verso la metà del secolo scorso, ma si sviluppa compiutamente in tutte le sue ramificazioni verso la prima metà del nostro secolo. Si distingue una **MORFOPALINOLOGIA** che fornisce la possibilità di identificare i tipi pollinici. Essa sistematicamente osserva e definisce i diversi parametri morfologici (raggruppamento, polarità, simmetria, aperture, sporoderma, esina, dimensioni, perimetro, forma, aperture) specifici per ogni taxon. Ha stretti rapporti con altre discipline scientifiche come la Sistematica, la Tassonomia (23).

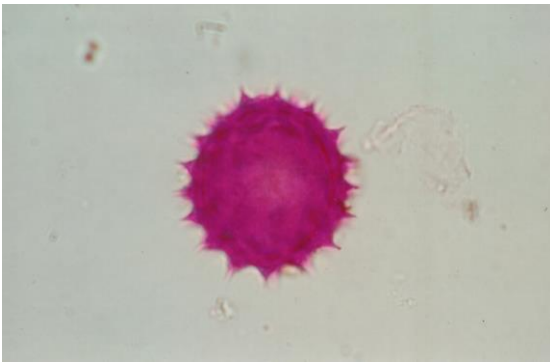


Figura 10 – Polline di Ambrosia al microscopio ottico, 400 X

La **PALEOPALINOLOGIA** è stato il primo settore di sviluppo dopo la Morfopalinoologia. Consiste nello studio dei pollini fossili, depositatisi nel corso di svariati secoli e conservati in sedimenti di varia natura ed età (ad esempio: sedimenti torbosi). Il suo scopo primario è la ricostruzione della storia della vegetazione e del clima. Fa parte di questo settore l'Archeopalinoologia, che studia i granuli pollinici all'interno degli strati archeologici, per definire l'evoluzione delle interazioni fra uomo e ambiente vegetale e i cambiamenti dell'ecosistema conseguenti alle attività antropiche (disboscamenti, pratiche colturali, introduzione di nuove specie).

L'**ACTUOPALINOLOGIA** studia i pollini attuali nei mezzi più diversi e comprende numerosi sottosettori applicativi.

L'**AEROPALINOLOGIA** studia i pollini aerodiffusi, utilizzando in genere campionatori volumetrici tipo Hirst; ha stretti rapporti con l'Allergologia Clinica. Ma di questa abbiamo già trattato sopra. Si definisce poi come **BRIOPALINOLOGIA** quella disciplina che studia le piogge polliniche attuali per lo più in trappole naturali (cuscinetti muscinali, neve, humus, campioni di superficie, resine, ecc.) (24), con vari scopi, fra cui quello di elaborare dei "modelli" utilizzabili nell'interpretazione delle piogge polliniche del passato (Paleopalinoologia);

Non si può trascurare la **BROMATOPALINOLOGIA** studio dei pollini negli alimenti, e la **MELISSOPALINOLOGIA** (Melittopalinoologia) che studia i pollini nel miele al fine di individuarne l'origine botanica e geografica. Il contenuto in granuli pollinici varia con la

composizione del miele e può subire inquinamenti vari in diversi momenti della lavorazione. E' utilizzata al fine controllare il mercato del miele con prodotti genuini ed esenti da sofisticazioni. Ha collegamenti interdisciplinari con l'Entomologia, Apicoltura.



Figura 11 - Melissopalinologia

La **FARMACOPALINOLOGIA** si occupa dello studio dei pollini presenti nei farmaci, al fine di verificarne l'origine botanica, geografica e la qualità. Può avere collegamenti con la Botanica farmaceutica, Farmacognosia e con la Medicina Legale;

La **CRIMINOPALINOLOGIA** è indirizzata allo studio dei pollini in reperti collegati a crimini di vario tipo (ad es. ricerca del polline sull'auto coinvolta in un delitto per l'esame pollinico dell'argilla posta sotto i parafranghi oppure sulle vesti di un sequestrato per cercare di rintracciare il luogo di prigionia); è collegata con la Medicina Legale e con varie materie forensi. In alcuni casi il campionatore portatile è stato utilizzato, in corso d'indagini giudiziarie, per individuare siti di coltivazione abusiva di piante da cui si possono estrarre sostanze stupefacenti, come la *Cannabis Indica*.

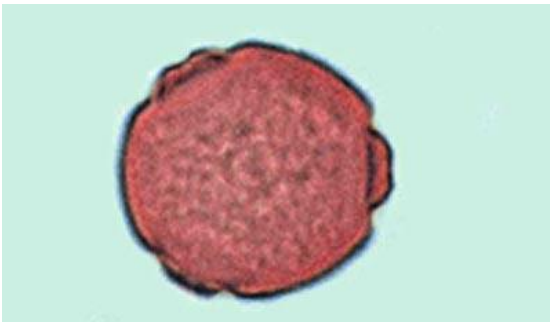


Figura 12 - Polline di Cannabis sativa

La **COPROPALINOLOGIA** attende allo studio dei pollini nelle feci, possibile per la resistenza dell'esina agli enzimi digestivi. Presenta stretti rapporti con la Paleopalinologia e l'Actuopalinologia, a seconda se si tratta di coproliti (feci subfossili/fossili) o di deiezioni più recenti. Risulta molto utile per ricostruire la dieta vegetale dell'uomo o di un animale. E' interconnessa con l'Archeopalinologia ed Etologia.

Si potrebbe anche aggiungere un caso ancor più particolare. La Palinologia applicata alla **SINDOLOGIA** (ovvero allo studio della Sacra Sindone). Ci riferiamo agli studi svolti da Max Frei (25,26) che riferì di aver riscontrato numerosi granuli pollinici trattenuti tra le fibre della Sindone, identificando alcune specie vegetali peculiari del Medio Oriente, a conferma della leggenda del

passaggio della Sindone in Terra Santa. Purtroppo l'impresa di Frei, in un primo tempo enfatizzata, non ha retto ad un'analisi più approfondita da parte di palinologi accreditati, che hanno potuto controllare i vetrini da lui allestiti per questo. Oltre che ha verificare un numero di pollini decisamente inferiore a quelli dichiarati (peraltro quasi tutti anemofili, quindi assai poco volatili) si sono evidenziati vistosi artifici tecnici tanto che questa ricerca è stata catalogata tra le frodi religiose (27,28).

Un altro campo in cui l'Aerobiologia assume importanza è quello dell'**AGRICOLTURA** in quanto si è evidenziato che, per ciascuna specie, esiste una stretta connessione tra produzione annuale di granuli pollinici e produzione di frutti (29). A questo proposito l'aerobiologia può essere utilizzata per una previsione della futura produzione di frutta ed una razionalizzazione del corrispondente commercio, anche ai fini della determinazione dei prezzi di mercato.

Ulteriore disciplina di confine con l'aerobiologia è rappresentata dalla **FITOPATOLOGIA**. In questo ambito il monitoraggio aerobiologico può determinare il tipo ed il numero di spore fitopatogene presenti al fine di monitorare la situazione attuale e di prevenire eventuali epidemie di malattie crittogamiche (ovvero dovute a funghi e a batteri) (30).

Non si può poi trascurare l'importanza crescente che assume oramai lo studio della **BIODIVERSITA'**. Ovvero il monitoraggio aerobiologico può rilevare le variazioni polliniche anno per anno, legato a variazioni climatiche ed ambientali. In questa maniera è possibile effettuare un costante controllo della Biodiversità in un determinato territorio. Un utilizzo particolare di questo tipo potrebbe essere il controllo della diffusione degli Organismi geneticamente modificati. Anche nel campo dell'**INQUINAMENTO ATMOSFERICO** l'aerobiologia svolge un ruolo importante in quanto, nei campioni che si utilizzano attualmente per il monitoraggio di spore e pollini, si possono individuare, al microscopio ottico, sui vetrini preparati per i conteggi, delle zone più dense che sono attribuibili alla deposizione, in particolari ore del giorno, di prevalente particolato inorganico, legato agli scarichi dei motori d'auto, a fenomeni di combustione od ad altri fattori d'inquinamento. Tramite una misurazione densitometrica si possono ricavare informazioni utili su queste forme d'inquinamento (31). Accanto ai campionatori volumetrici si possono impiegare particolari centraline che misurano determinate sostanze inquinanti. Si possono inoltre utilizzare alcuni bioindicatori (animali o vegetali), come i licheni, che possono anche loro fornire utili indicazioni relativamente all'inquinamento atmosferico.

Alle modificazioni climatiche ed ambientali è dedicato uno specifico capitolo quello della **BIOCLIMATOLOGIA**. E' evidente che il monitoraggio pollinico costante possa fornire dati che, correlati ai dati storici, a quelli fenologici ed ai dati meteorologici possono fornire informazioni preziose anche per lo studio delle variazioni climatiche.

Infine anche nella tutela dei **BENI CULTURALI** l'Aerobiologia può svolgere un ruolo non secondario. Può accadere spesso che le spore fungine (o altre forme vegetative) si localizzino sulla superficie di statue o costruzioni all'aperto e, in particolari e favorevoli condizioni ambientali, possono colonizzarle con danno a monumenti e edifici. Le specie più frequenti in questo caso sono *Aspegillus*, *Penicillium*, *Stachibotrys* e *Chaetomium*. Il deterioramento può essere di natura fisica e/o di natura chimica (32). Il monitoraggio aerobiologico di queste spore diviene indispensabile per avere le informazioni necessarie a combattere questi parassiti, sia nella fase di prevenzione sia in quella di restauro.



Figura 13 – Il deterioramento atmosferico, spesso associato a quello zoologico, non risparmia neppure le statue più leggiadre (Abbazia, Croazia).

Tutto quanto sopra esposto ci permette di comprendere come, nella vita quotidiana, siamo tutti esposti ad un abbondante e diversificato aerosol biologico, di cui non abbiamo normalmente consapevolezza, fortemente condizionato da complesse interazioni con la situazione meteorologica e con i cambiamenti ambientali che l'accelerazione della nostra epoca sta vertiginosamente provocando. Queste conoscenze ci devono indurre ad una maggiore attenzione all'ambiente che ci circonda, che non sempre c'è favorevole ad anzi in alcuni casi può essere potenzialmente aggressivo. Scopo dell'Aerobiologia è anche quello di fornire uno strumento di conoscenza di questi problemi.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Warneck P. Chemistry Of The Natural Atmosphere. Academic Press, 2000
- 2) Research Priorities for Airborne Particulate Matter: VI. Early Research Progress . Committee on Research Priorities for Airborne Particulate Matter, National Research Council. Eds National Academies Press 2004
- 3) Gregory P.H. The microbiology of the atmosphere. Leonard Hill, Bucks, England,1972.
- 4) D'Amato G. Allergia respiratoria da pollini e da miceti. Lombardo Editore, Roma, 1981.
- 5) Gottardini E., Cristofolini F., Bucher E., Nardelli R., Grandini M. Pollini e allergia in Trentino-Alto Adige. Ed. La Commerciale Borgogno, Bolzano 1997
- 6) Monitoraggio Aerobiologico e Pollinosi in Toscana. Arpat. Firenze, giugno 2004.
- 7) Solomon W.R. Airborne pollen: A brief life. J. Allergy Clin. Immunol, 2002; 109; 895-900.
- 8) Knox R.B. Pollen and Allergy. Ed. Edward Arnold, London, 1979.
- 9) Solomon W.R., Platts-Mills T.A. Aerobiology and Inalants Allergens in :Allergy. Principles & Practice. Mosby-Year Book, 1998, pag 367-403
- 10) Erdman G. Pollen grains recovered from the atmosphere over the Atlantic. Hacta Hort. Gothoburg, 1937; 12: 185-96.

- 11) Peeters A.G., Zoller H. Long range transport of *Castanea sativa* pollen. Grana. 1988; 27: 203-207
- 12) Hesselman H. Uber die verbreitungsfahigkeit des waldbaumpollens. Med. Skogsforsoksanst Stockh. 1919, 16,27
- 13) Dyakowka J. The pollen rain on the sea and on the coast of Greenland. Bull. Int. Acad. Cracovie – Ser. B. Sci. Nat. 1948; 1, 25.
- 14) Hafsten U. Pleistocene development of vegetation and climate in Tristan da Cunha ang Gough Island. Arbok Univ. Bergen Mat. Natyr. Ser. N. 20, 1960
- 15) Polunin N. Artic aeropalynology. Spora observed on sticky slides exposed in various regions in 1950. Can. J. Bot. 1955; 33,401
- 16) Frei T. pollen distribution at high elevation in Switzerland: evidence for medium range transport Grana 1997; 36: 34-8.
- 17) Ariano R. Allergia al Polline di Cipresso in Liguria, Abstracts XVII Congr.Naz.Soc.It. Allergol. Immunol. Clin., pag.138, Milano 1985.
- 18) Ariano R., Chiapella M., Augeri G., Falagiani P. "La pollinosi da Cupressaceae" – 18° Congresso della Società Italiana di Allergologia ed Immunologia Clinica, Firenze, 8- 12 Dicembre 1987 - Abstracts pag.29.
- 19) Ariano R. Allergia respiratoria al polline di Cupressaceae." Folia Allergol. Immunol. Clin., 35, 275-284, 1988.
- 20) Panzani R., Zerboni R., Ariano R., Allergenic significance of Cupressaceae Pollen in some parts of the Mediterranean area" in :D'Amato G., Spieksma F.Th., Bonini S.(Eds), "Allergenic pollen and pollinosis in Europe". Blackwell Sc. Pubbl.,Oxford,1991,p.81-84.
- 21) Winther L., Malling H.J., Winther L., Mosbech L. Allergen- specific immunotherapy in birch-and grass-pollen-allergic rhinitis. I. Efficacy estimated by a model reducing the bias of annual differences in pollen counts. Allergy, 2000; 55:818-826.
- 22) Hyde, H. A., and Williams, D. A. The right word. Pollen and Spore Circular, 1944; 8:6.
- 23) Erdtman G. Handbook of Palynology. Munksgaard, 1969 Copenhagen.
- 24) Mincigrucci G., Iannotti O. I pollini come bioindicatori della qualità dell'aria dell'adattamento. Aria Ambiente & Salute, 199, anno 2, n.1
- 25) Frei M. Wissenschaftliche Probleme um das Grabtuch von Turin. Naturwissenschaftliche Rundchu, 1979; 32, 133-135
- 26) Frei M. Nine Years of Palynological Studies on the Shroud. Shroud Spectrum International. 1982;1:3-7
- 27) Schafersman S. Letter to Editor. Microscope. 1982, 30: 344-352.
- 28) Nickell J. Pollen on the "Shroud": A study in deception. Skeptical Inquirer. 1994, 18: 379-385
- 29) Arobba D., Brescianini C., Minale P. et al., Monitoraggio del particolato e rilevazioni indirette sull'inquinamento atmosferico tramite spore trap volumetrico. Atti del VI Congr. A.I.A., Perugia, 1994.
- 30) Romano B. Aerobiologia e Agricoltura. Atti del VII Congr. dell'A.I.A.. Firenze 1996, p.58
- 31) Bugiani R., Govoni P. The integrate warning Service for the prediction of tomato late bright in Emilia Romagna region: 5 years experience. In: "Phytophthora infestans 150" Ed. L.J. Dowley, E.Bannon, L.R.Cooke, T.Keane &EO'Sullivan 1995, p.359
- 32) Ministero per i Beni e le Attività Culturali. DL 112/1998. Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei.

CAPITOLO 2

CAMBIAMENTI AMBIENTALI E MALATTIE ALLERGICHE

Renato Ariano

**Unità Operativa Complessa di Medicina Interna
A.S.L. n. 1 Imperiese – Ospedale “Saint Charles” di Bordighera**

La distribuzione naturale delle piante è il risultato delle esigenze ecologiche e della storia del territorio. Ciascuna specie vegetale occupa determinati territori, in conformità a particolari parametri ecologici. Tra questi sono importanti la temperatura dell'aria e del terreno, l'irradiazione solare, l'altitudine, l'umidità relativa, la disponibilità di nutrimento, la concorrenza di altre specie vegetali in prossimità. Ovviamente, secondo la nostra prospettiva allergologica, la distribuzione delle diverse specie d'erbe o piante condiziona di conseguenza l'impatto potenziale sui soggetti atopici che abitano nella stessa zona. Tuttavia anche uomo ha sempre condizionato, con la propria attività la presenza delle specie vegetali sul territorio dove viveva, sin dai tempi più antichi (1).

Nel 10.000 A.C. iniziò il disgelo dell'ultimo glacialismo che aveva caratterizzato per circa un milione di anni il clima della Terra. Per tutto il Paleolitico la razza umana, per dedicarsi alla caccia e alla raccolta dei frutti, era costretta a condurre una vita nomade, quando le risorse naturali del territorio si esaurivano. Con l'avvento del periodo Neolitico, in cui avvennero notevoli variazioni climatiche, molte specie di piante scomparvero alle latitudini meridionali e parecchie specie di animali scomparvero o emigrarono verso il Nord. Infine, nello stesso periodo si verificò un incremento numerico della popolazione. Si calcola che nel Paleolitico medio (70.000/50.000 anni A.C.) vivessero sul globo circa un milione di persone. All'inizio del Neolitico (10.000 anni A.C.) la presenza d'umani arrivò a più di nove milioni d'individui (2,3). Sin da questi primi tempi l'uomo influì direttamente sulla ripartizione delle specie vegetali. Grazie a studi paleontologici, si è potuto constatare che l'uomo iniziò dapprima con la raccolta di cereali e legumi che nascevano e si sviluppavano spontaneamente. In seguito l'uomo scoprì che vi erano alcuni tipi di cereali, come il grano, che rispetto ad altri avevano delle proprietà più vantaggiose. Un forte impulso alla diffusione di alcune specie vegetali avvenne quando l'uomo cominciò a praticare l'agricoltura e a trasportare le piante coltivate nelle sue migrazioni. Infine già dal tempo del Neolitico l'uomo aveva scoperto che le specie potevano essere migliorate con incroci tra specie diverse, avvenuti in primo tempo. Certe piante sono state introdotte in seguito ad attività umane, già in tempi molto antichi. Esse si sono poi integrate nella flora locale e sono poi state considerate in seguito come naturalizzate. Esempi classici sono quelli dell'Olivo, del Cipresso e dell'Acacia importate dal Medio Oriente, in epoche più recenti e che poi, col tempo hanno prodotto patologie allergiche (4,5,6,7).

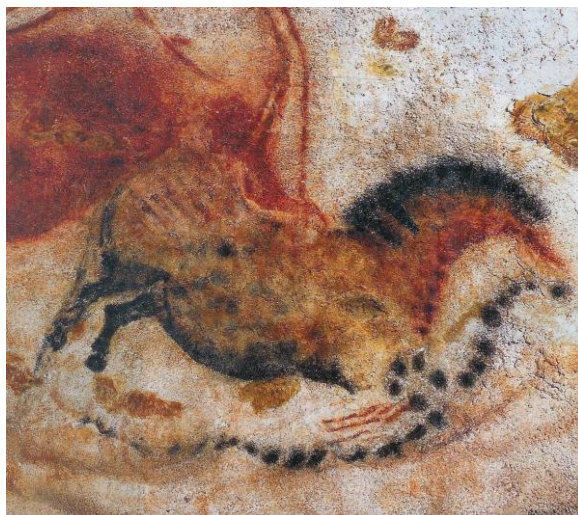


Figura 1 - Arte Preistorica del Paleolitico (circa 2 milioni di anni or sono).

CAMBIAMENTI CLIMATICI

Il cambiamento climatico globale è oramai sotto gli occhi di tutti. Esistono inoltre numerosi studi climatologici che lo testimoniano. I ricercatori sono, nella stragrande maggioranza, concordi che il clima sta cambiando, anche se non è stata provata in maniera definitiva la relazione tra aumento di CO₂ ed aumento di temperatura, anche se molto probabile.

Sta inoltre crescendo, nell'opinione pubblica, una crescente preoccupazione per gravi eventi: alluvioni, desertificazioni, disastri geologici, buco dell'ozono. Esiste, infine, un acceso dibattito mondiale su quanto questi eventi rientrino nella normalità dei cicli climatici del nostro pianeta e quanto invece siano di origine antropica. Questo dibattito, purtroppo, non è sempre alimentato solo da pure motivazioni scientifiche ma interferiscono in esso motivazioni ideologiche, politiche ed economiche. Per questi motivi il terreno di confronto ne risulta fatalmente inquinato. E' accertato che nella storia della terra la natura ha prodotto spesso cambiamenti ecologici, ma è anche vero che il fenomeno negli ultimi decenni ha subito una forte accelerazione con cambiamenti notevoli delle caratteristiche dell'atmosfera. Se è poi vero che nell'effetto serra intendiamo entrano in gioco minime quantità di gas, se confrontate a quelle naturali, bisogna però considerare che l'omeostasi del clima terrestre è costituita in maniera per cui piccole cause producono amplificare le conseguenze. Nei prossimi anni la temperatura aumenterà tanto da influenzare le abitudini e l'economia dell'Europa. E' quanto afferma uno studio che ha coinvolto otto paesi europei, presentato al centro internazionale di studi dei cambiamenti climatici Climatic Research Unit di Norwich, Gran Bretagna (8). Questo studio è durato tre anni e grazie a modelli matematici statistici ha permesso di fare delle previsioni climatiche fino al 2070, stimando le conseguenze che queste avranno su sei specifici settori economici: turismo, acqua, agricoltura, zone boschive, energia e il settore delle assicurazioni. Le ondate di caldo saranno più intense e persistenti, mentre le stagioni fredde saranno più brevi. I giorni con temperature sotto lo zero diminuiranno fino a quattro mesi nel nord dell'Europa entro il 2070. Le zone mediterranee subiranno lunghi periodi di siccità d'estate e piogge torrenziali con allagamenti d'inverno, i temporali invernali aumenteranno soprattutto nell'Europa dell'ovest. Per quel che riguarda le conseguenze economiche dei cambiamenti climatici, risentiranno della nuova situazione i settori del turismo, dell'energia, della sicurezza. I cambiamenti ambientali, sia quali indotti dall'uomo sia quelli indotti dalla natura hanno sempre inciso, in maniera significativa sulle presenze polliniche e, in definitiva, sulla insorgenza delle malattie allergiche respiratorie. In particolare i cambiamenti climatici hanno parallelamente fatto mutare, in maniera vistosa, anche cambiato drammaticamente le presenze sul territorio della vegetazione e, di conseguenza, anche la diffusione dei pollini, sia in senso qualitativo che quantitativo.

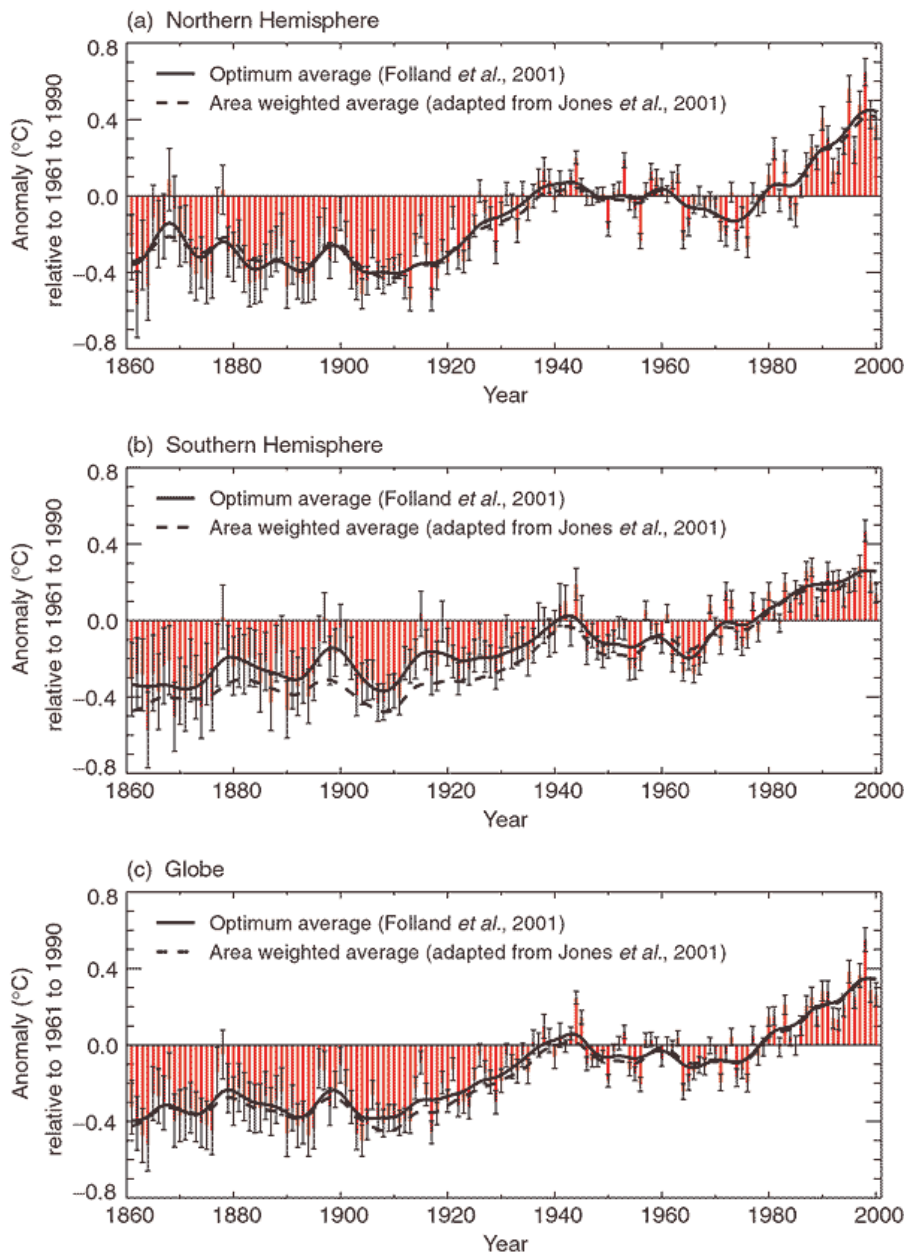


Figura 2- Incremento delle temperature mondiali. IPCC Report 2001.

L'incremento della temperatura della Terra può provocare una serie d'effetti ambientali di notevoli proporzioni. L'allarme è stato ulteriormente confermato anche da uno studio della NASA, secondo cui le temperature complessive saliranno di 0.5 gradi centigradi nel corso di questo secolo, anche se i gas ritenuti responsabili dell'effetto serra diminuiranno da subito, di 5 gradi se i gas dannosi continueranno ad inquinare. Lo studio è stato condotto analizzando i dati ottenuti da satelliti artificiali e da migliaia di sensori collocati nel fondale degli oceani. Nel rapporto, il climatologo James Hansen, direttore del Goddard Institute for Space Studies all'Earth Institute della Columbia University, afferma che la Terra assorbe molto più calore di quanto non emette (9,10)

Questo fenomeno è stato da tempo definito come **EFFETTO SERRA**. Si tratta dello stesso meccanismo che è utilizzato in agricoltura per quelle coltivazioni che s'intendono proteggere dalle temperature fredde, mettendole in serra. Alcuni gas presenti nell'atmosfera generano l'effetto serra, cioè intrappolano il calore irradiato dalla terra impedendone l'uscita nello spazio esterno, come il vetro intrappola il calore in una serra. Questo fenomeno, normalmente naturale e benefico (senza l'effetto serra la terra sarebbe di almeno 15 gradi C più fredda), sta aumentando di importanza a causa dell'aumento di concentrazione di alcuni gas (CO₂, N₂O, O₃, metano, fluorocarburi) di

origine antropica. In particolare è aumentata, negli ultimi anni, la concentrazione atmosferica del biossido di carbonio: da 290 ppm (parti per milione) nel 1880 a circa 370 ppm nel 2001. Questo incremento proseguirà nel prossimo futuro, poichè il biossido di carbonio, insieme all'acqua, è il prodotto finale della combustione dei combustibili fossili (carbone, petrolio e derivati, metano), delle foreste e delle biomasse. I combustibili fossili possono essere considerati depositi di carbonio, formatosi milioni d'anni fa; la loro combustione fa ritornare il carbonio (come biossido) nell'atmosfera, aumentando l'effetto serra. Il biossido di carbonio si scioglie facilmente in acqua : gli oceani ne contengono enormi quantità, ma l'aumento di temperatura (dovuto all' effetto serra) diminuisce la solubilità del gas in acqua, liberando nuovo gas nell' atmosfera e accelerando il fenomeno.

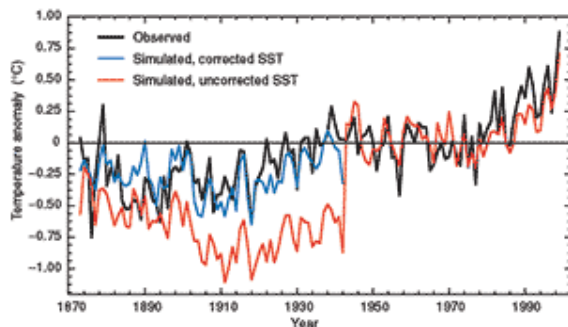


Figura 3- Incremento delle temperature degli oceani. IPCC Report 2001.

L'aumento del calore e quindi dell'evaporazione dai grandi bacini idrici comporta un aumento corrispondente della quantità d'acqua in atmosfera e quindi un aumento delle precipitazioni. Alcuni ricercatori ritengono che queste siano cresciute di circa l'uno per cento su tutti i continenti nell'ultimo secolo. Le aree poste ad altitudini più elevate dimostrano incrementi più consistenti, al contrario le precipitazioni sono diminuite in molte aree tropicali. In ogni caso si nota una maggiore intensità delle piogge e dei fenomeni meteorologici più violenti (come le tempeste e gli uragani) con un conseguente aumento delle inondazioni e delle erosioni a carico del terreno. Secondo Kerry Emanuel (11), un ricercatore del Massachusetts Institute of Technology la violenza degli uragani si è raddoppiata nel corso degli ultimi trenta anni e in futuro è destinata ad aumentare ancora più rapidamente. L'autore ha calcolato sia la frequenza di questi episodi che la loro intensità (durata in termini di giorni e velocità del vento) valutando che, negli ultimi trenta anni, sia la frequenza dei cicloni, che la loro intensità sono effettivamente raddoppiate e collegando quest'aumento con il surriscaldamento del clima.

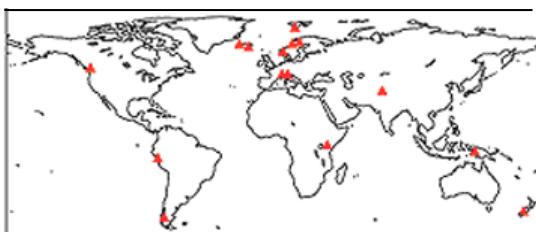


Figura 4- Riduzione della superficie di 20 ghiacciai principali in tutto il mondo. IPCC Report 2001.

Sintetizzando, i cambiamenti atmosferici, climatici e biofisici accertati sul nostro pianeta, nel corso del XX secolo, sono i seguenti (dati forniti dal Third Assessment Report del IPCC, 2001) (12) :

- 1) Aumento delle concentrazioni atmosferiche di CO₂, CH₄, N₂O.
- 2) Aumento della temperatura media mondiale del 0,6%.

- 3) Aumento delle giornate calde.
- 4) Diminuzione delle giornate fredde.
- 5) Precipitazioni continentali aumentate del 5-10% nell'emisfero settentrionale.
- 6) Forti precipitazioni aumentate alle medie ed alte latitudini.
- 7) Frequenza ed intensità della siccità aumentate soprattutto in Asia ed Africa.
- 8) Livello medio del mare, su scala mondiale, aumentato con incremento annuale da 1 a 2 mm.
- 9) Durata del gelo su fiumi e laghi diminuita di circa 2 settimane, nell'emisfero settentrionale.
- 10) Superficie e spessore del ghiaccio marino artico : la superficie è diminuita del 10-15% e lo spessore del 40%.
- 11) Ghiacciai non polari: estesa diminuzione.
- 12) Fenomeni del Niño assai più frequenti e persistenti, soprattutto negli ultimi 30 anni. El Niño"è un disturbo del sistema atmosferico oceanico del Pacifico tropicale che ha importanti conseguenze per il clima di tutto il pianeta. Tra queste, citiamo l'incremento della piovosità sull'America Centrale e sul Perù, con alluvioni.
- 13) Stagioni di fioritura allungate da una a quattro giorni circa per decennio nel corso degli ultimi 40 anni nell'emisfero settentrionale, in particolare alle latitudini più alte.
- 14) Specie vegetali ed animali: spostamento verso i poli ed in altitudine per piante, insetti, uccelli e pesci.
- 15) Riproduzione, fioritura e migrazione: fioritura più precoce, ritorno primaverile degli uccelli migratori più precoce, date delle stagioni di riproduzioni anticipate e comparsa anticipata degli insetti nell'emisfero settentrionale.
- 16) Sbiancamento delle scogliere coralline osservata più di frequente, soprattutto durante i fenomeni del Niño.

Le prospettive pratiche , per il futuro, non sono certo rosee e si possono riassumere come segue:

- 1) Un incremento della temperatura superficiale globale media da 1,4 a 5,8 °C negli anni dal 1990 al 2100 : anche la velocità di riscaldamento dovrebbe aumentare rispetto al 20° secolo.
- 2) Estate torride, siccità, suoli più aridi, spostamento a Nord della vegetazione.
- 3) Eventi meteorologici più violenti: tempeste, tornadi, uragani più violenti e frequenti.
- 4) Innalzamento del livello dei mari.
- 5) Più facile trasmissione d'alcune malattie infettive, fra cui malaria e febbre gialla, di cui è stato stimato che le zone a rischio potrebbero passare dal 45% al 60%.
- 6) Più precoci e più prolungate esposizioni a pollini ed a spore fungine con possibilità di maggior numero di sensibilizzazioni.
- 7) I cambiamenti climatici avranno ripercussioni anche sulle economie; la desertificazione porterà problemi all'agricoltura, ai metodi d'irrigazione, alla disponibilità d'acqua.

I vari autori discutono molto sulle eventuali cause antropiche delle variazioni climatiche. Il ricercatore Anders Moberg (13)dall'Università di Stoccolma, in Svezia, in collaborazione con colleghi russi ha pubblicato uno studio interessante sulla rivista "Nature" che smentirebbe l'ipotesi dell'effetto serra. Analizzando stalagmiti e strati sul fondo dei mari e dei laghi, la valutazione degli anelli del tronco degli alberi ed altri elementi raccolti nell'emisfero settentrionale, ha valutato che l'epoca con temperature più elevate in passato si verificò circa 1.000 anni or sono, nel Medioevo. Le temperature di allora corrispondono a quelle medie del XX secolo, seguita da un periodo più freddo intorno al 1600, ma un'impennata come quella verificatasi negli anni '90 non era mai comparsa prima. I risultati dello studio dimostrerebbero che il cambiamento di temperatura durante gli ultimi 500 anni è stato circa da 0.65 a 0.9 gradi Celsius. Questo suggerirebbe l'esistenza di un ciclo multicentenario di naturale variabilità climatica. Le cause di tali oscillazioni di temperatura potrebbero essere determinate da piccole fluttuazioni nell'orbita terrestre e da oscillazioni sul proprio asse che, pur essendo eventi minori, potrebbero mutare drammaticamente l'esposizione del pianeta alla radiazione solare. Sembra dunque che le evidenze sul cambiamento climatico, e sulle

sue conseguenze più immediate non esitano più ragionevoli dubbi. Tuttavia sulle cause del cambiamento climatico si è innescato un'accesa polemica a livello mondiale, tra fautori dell'effetto serra a genesi antropica come causa primaria e sostenitori di un'ipotesi non antropogenetica. Poiché le motivazioni alla base di queste posizioni possono essere condizionate da scelte politiche ed economiche, più che di tipo meramente scientifico, non è facile, per chi voglia raggiungere una opinione sicura, avere informazioni obiettive.



Figura 5- Logo del Protocollo di Kyoto

Sta di fatto che L'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change fondato dalla World Meteorological Organization e dal United Nations Environment Programme per valutare le informazioni scientifiche, tecniche e socio-economiche rilevanti per la comprensione del mutamento climatico, i suoi impatti potenziali e le scelte per fronteggiarlo) nel suo rapporto del 2001 ha dichiarato che "vi sono forti evidenze che il riscaldamento osservato negli ultimi 50 anni è attribuibile ad attività umane". Inoltre il dibattito internazionale, dopo una serie di Conferenze organizzate dalle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (Unfccc) il 16 febbraio 2005 è entrato in vigore il protocollo di Kyoto, l'accordo firmato nella città giapponese nel 1997, con cui 160 Stati si impegnavano ad attuare politiche industriali e ambientali tendenti a ridurre il surriscaldamento del pianeta (14). Tutti i Paesi aderenti, fra cui l'Italia (15), l'Unione Europea, la Russia e il Giappone, ma non gli Usa, dovranno controllare e ridurre le emissioni di gas inquinanti nell'atmosfera, soprattutto quelle di derivazione industriale. Sanzioni economiche sono previste per quegli Stati che non rispetteranno le regole.

L'accordo di Kyoto si è dato obiettivi impegnativi: ogni singolo Stato infatti entro il quinquennio 2008-2012 dovrà ridurre, in proporzione, il totale d'emissioni inquinanti prodotte nel suo territorio, avendo come base di calcolo le emissioni prodotte nel 1990. Con il protocollo di Kyoto prenderà perciò il via a livello mondiale un gigantesco e costoso processo di riconversione delle tecnologie industriali che dovrà essere completato nel 2012. Data la complessità delle iniziative e il loro rilevante costo economico, le nazioni firmatarie decisero di rendere vincolante il protocollo solamente quando lo stesso avesse ottenuto la ratifica da parte delle nazioni industrializzate che emettono complessivamente più del 55% dell'anidride carbonica. Quel limite è stato raggiunto e superato nel novembre 2004 con l'adesione definitiva da parte della Russia, che porta in dote il 17,4% delle emissioni, e così il totale d'emissioni dei Paesi aderenti è arrivato al 61,6%. Tra i paesi non aderenti figurano gli Stati Uniti (responsabili del 36,1% del totale delle emissioni), Australia (responsabile del 2,1%), Cina (11%), non vincolata al Protocollo perché non assimilata alle grandi potenze, India (3,4%), non tenuta ad alcun vincolo perché paese in via di sviluppo. La critica fondamentale al Protocollo riguarda l'efficacia dell'accordo: perfino una piena attuazione del

Protocollo avrebbe un impatto limitato, nonostante i costi elevati; in ogni caso occorre prepararci ad un certo livello di cambiamento climatico.



Fig. 6 - Logo della Conferenza di Montreal

L'undicesima conferenza delle parti (COP11) del protocollo di Kyoto, tenutasi a Montreal dal 28 novembre al 10 dicembre 2005 ha rappresentato un ulteriore (anche se piccolo) passo in avanti nella lotta internazionale al cambiamento climatico. E' stato deciso che il Protocollo di Kyoto andrà avanti anche dopo il 2012 con ulteriori obiettivi di riduzione delle emissioni. Il nuovo accordo è stato sottoscritto a Montreal da oltre 150 Paesi tra i 188 presenti al Summit delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici: tra questi non vi sono gli Stati Uniti, che però hanno accettato di entrare in un dialogo globale sul futuro della lotta al riscaldamento globale. In primo luogo si è dato inizio al piano operativo del Protocollo di Kyoto, con un impegno di oltre 7 milioni di euro, di cui 3,6 dall'Unione Europea. Inoltre, per evitare un abbandono repentino degli impegni sottoscritti alla scadenza dei termini temporali dell'accordo, in altre parole dopo il 2012, si è deciso la costituzione di gruppi di lavoro, dal maggio 2006 al fine di delineare gli scenari futuri della lotta ai cambiamenti climatici. A Montreal sono stati approvati alcuni provvedimenti finalizzati a rendere pienamente operativo il Protocollo di Kyoto. Il primo documento conclusivo formalizza un un gruppo di lavoro che riceve il mandato di pensare e proporre la strategia per il secondo periodo di azione del Procollo, dopo il 2012, che porti a ulteriori riduzioni da parte dei paesi sviluppati. Inoltre, gli Stati che hanno ratificato il procollo di Kyoto hanno approvato le regole operative del Protocollo (accordo di Marrakesh) e, in chiusura, tutti gli altri punti di trattativa. In particolare: l'adozione di regole per il rispetto del Protocollo stesso), di progetti nei paesi in via di Sviluppo che danno la possibilità a chi li fa di ottenere dei crediti per le emissioni di anidride carbonica, di progetti nei Paesi delle economie in transizione (ex Paesi dell'Est), per finire le azioni su foreste e agricoltura con la proposta di arrestare il processo di deforestazione al fine di limitare le emissioni di anidride carbonica.

Tuttavia ancora una volta gli Usa, principali produttori di gas serra, non hanno preso impegni vincolanti per tagliare le emissioni, anche se formalmente, per la prima volta, si sono detti disponibili per il futuro ad una maggiore collaborazione, al fine di frenare il riscaldamento del pianeta. Da parte degli U.S.A. si indica la soluzione su nuove tecnologie tra cui il "carbone pulito", il nucleare, dal sole e dai venti, lo sviluppo dei motori ad idrogeno, ecc. Le motivazioni portate sembrano prevalentemente di ordine economico. Resta la considerazione di fondo che le tecnologie pulite sono importanti, ma che non possono sostituire la riduzione globale di emissioni necessaria per combattere il cambiamento climatico. Il quadro per il futuro non è certo dei più confortanti.

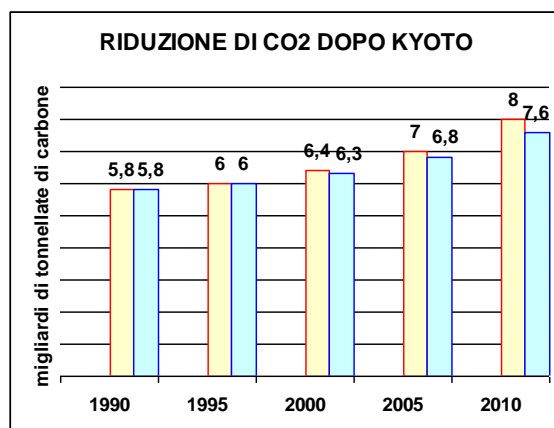


Fig. 7 – Valutazione di riduzione delle emissioni di CO2 a seguito del Protocollo di Kyoto (fonte: Whordl Resources Institute).

RIPERCUSSIONI SULLE MALATTIE ALLERGICHE

Negli ultimi 500 anni sono state importate in Europa da ogni angolo del mondo circa 12 000 specie vegetali, soprattutto **piante** decorative da giardino. La maggior parte è rimasta nei giardini, 300 specie si è diffuse in altri spazi vitali (le cosiddette **neofite**). Circa una dozzina (le cosiddette **piante** invasive) sono diventate un serio problema. Queste specie erbacee, poco utili all'agricoltura, si definiscono infestanti. Indesiderate e sempre contrastate, le "malerbe" sono specie con ben determinate caratteristiche ecologiche. In primo luogo esse sono annue, con ciclo biologico sincronizzato con quello delle colture, in modo che abbiano già sparso i semi prima della mietitura; inoltre hanno una notevole produzione di semi; si adattano a un'ampia gamma di condizioni ambientali. Esse non hanno trovato nel nuovo territorio competitori né parassiti o predatori ed hanno avuto vita facile contro le impreparate specie "indigene". Le specie invasive contribuiscono a ridurre la diversità biologica a livello **mondiale**. Nella competizione per la luce, l'acqua e le sostanze nutritive, le **neofite** invasive sono superiori alle specie indigene. Se sussistono condizioni favorevoli, possono addirittura formare delle vere e proprie monoculture. Esse difatti sono piante perenni, sono capaci di adattarsi ad ogni substrato, hanno notevole capacità di riproduzione vegetativa, possono infine produrre delle tossine che inibiscono lo sviluppo delle concorrenti. Le cause del comportamento invasivo non sono tutte chiare, ma due fattori sembrano giocare un ruolo importante: l'assenza di predatori e di malattie specifiche nella regione d'introduzione e la disponibilità di habitat perturbati. Una delle prime piante invasive è stata robinia (*Robinia pseudacacia*), nota anche come acacia o gaggia (attenzione però a non confonderla con *Acacia*, un genere di piante africane o australiane). E' un albero con rami spinosi, foglie composte imparipennate e infiorescenze bianche, appartenente alla famiglia delle leguminose. Importata in Europa dall'America del Nord nel 1601 da Jean Robin, curatore dell'orto botanico di Parigi, che le diede il proprio nome. Quando si insedia prevale su tutte le altre specie arboree autoctone che scompaiono assieme a molte specie erbacee e arbustive. Trattandosi di una specie delle leguminose può svolgere un'azione allergenica con fenomeni di sensibilizzazione da "vicinanza".

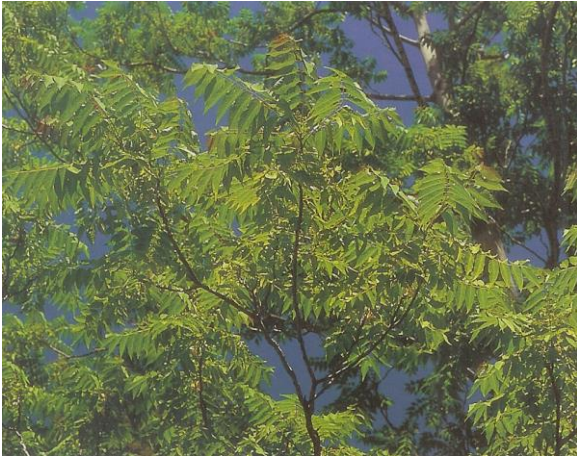


Figura 8- Ailanthus altissima

Un'altra pianta infestante importante è l'*Ailanthus altissima*, genere delle Simaroubaceae, le cui foglie emanano un odore poco piacevole e capaci di colonizzare terreni nudi o poco fertili diffusione lungo i binari della ferrovia. Il suo polline può produrre fenomeni allergici(16,17) . La *Buddleja davidii*, genere delle Scrophulariaceae, arbusto originario dell'estremo oriente, noto per le grandi infiorescenze coniche di colore viola.



Figura 9 – Phytolacca americana

La *Phytolacca americana*, famiglia delle Phytolaccaceae, curiosamente chiamata Uva Turca, è originaria del continente americano. Invade tutti i luoghi incolti e i cumuli di macerie, insieme con altre erbacee tipiche di questi ambienti e non a caso anch'esse esotiche. E' una pianta tossica, non sono segnalate per ora manifestazioni allergiche.

La *Solidago canadensis* e *S. gigantea*, famiglia delle Composite, diffuse a scopo ornamentale per le folte infiorescenze gialle, anch'esse potenzialmente allergeniche, ed il Topinambur (*Helianthus tuberosus*) importato a scopo alimentare per i tuberi commestibili, anch'esso appartiene alla famiglia delle Composite e può dare sensibilizzazioni allergiche vistose. Il *Carpobrotus acinaciformis* o fico degli ottentotti, Genere delle Aizoaceae. pianta succulenta ed infestante che si accresce sulle sabbie o sulle rocce. Fiorisce da aprile a maggio.



Figura 10- Solidago

L'*Ambrosia*, una pianta erbacea poco appariscente che fiorisce nei campi e lungo i sentieri, genera reazioni allergiche o addirittura gravi forme asmatiche. Si ipotizza che la diffusione della *Ambrosia* nel centro Europa sia la conseguenza della contaminazione di sementi importate dal Nord America; per quanto riguarda il Nord Italia il focolaio iniziale si è sviluppato nelle vicinanze dell'Aeroporto della Malpensa, dove il traffico di derrate inquinate (sementi oppure mangimi per uccelli), associato a condizioni climatiche e ambientali favorevoli (aree agricole dimesse) può avere dato inizio alla propagazione di tale infestante. La pollinosi da *Ambrosia* è divenuta rapidamente, in Europa e nel Nord Italia una delle patologie allergiche più comuni (18-22). Infatti la sintomatologia comporta la presenza di asma bronchiale o asma associata a rinite nel 41% dei pazienti, di oculorinite nel 58,5%. E' caratteristico della allergia ad *Ambrosia* l'inizio più tardivo rispetto ad altre pollinosi, talora anche in pazienti ultrasessantenni. I pazienti sono in prevalenza polisensibilizzati, specie a Graminacee, Artemisia, Acari. I monosensibilizzati sono solo l'8,4%. La pollinazione è massima tra la seconda metà del mese di agosto e la prima metà del mese di settembre.

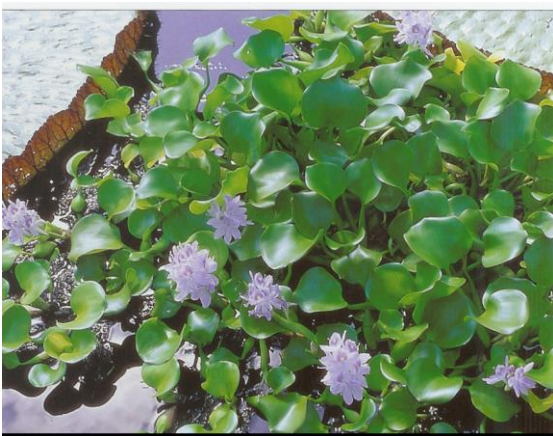


Figura 11- Eichhornia crassipes

Importanti, tra le infestanti, anche le piante acquatiche. Tra queste la *Caulerpa taxifolia*, un'alga verde con tallo lungo fino a qualche metro, strisciante sul fondo sabbioso, dal quale emergono delle ramificazioni che ricordano la forma delle foglie del tasso (da qui l'epiteto specifico). Produce tossine perciò è chiamata "alga killer". In origine era presente nei mari caldi, poi si impiantò nel Mediterraneo, sfuggita all'acquario di Montecarlo, all'inizio degli anni '80. La sua diffusione è un problema in quanto essa sostituisce la *Posidonia oceanica*, tracheofita endemica del Mediterraneo. La *Eichhornia crassipes*, il giacinto d'acqua, originario del Brasile e divenuto assai presente nei laghi Nord Americani e africani compromettendone l'equilibrio ecologico. Produce dei fiori grandi e molto attraenti, per questo è impiegata come pianta ornamentale. Recentemente, nell'estate del 2005, è saltata agli onori della cronaca, l'alga l'*Ostreopsis ovata* per cui circa 80 bagnanti che avevano passato la giornata in una spiaggia di Genova hanno dovuto ricorrere alle cure mediche per preoccupanti sintomi di intossicazione: febbre alta, irritazione alle mucose, leucocitosi. Le analisi dell'Arpal (Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente), identificarono un'elevata concentrazione di "*Ostreopsis ovata*", un'alga tossica che prolifera dove il mare è inquinato, o comunque mal depurato, e che ha sprigionato in acqua e in aria una neurotossina che ammazza i pesci e intossica l'uomo. I problemi non erano limitati solo a coloro che erano stati a contatto con l'acqua marina, ma anche per coloro che erano sulla spiaggia o sul lungomare. Appartenente alla famiglia delle Dinofitee l'*Ostreopsis* (di cui esistono diverse specie *siamensis*, *heptagona*, *lenticularis*, *mascarenensis*) è una microalga d'origine tropicale che può produrre tossine che possono causare mira nei pesci e uno stato morboso acuto nell'uomo caratterizzato da vertigini, febbre alta, midriasi, tosse. Le piante invasive sono numerose e modificano sostanzialmente il quadro della flora locale. Non è facile porvi rimedio. La soluzione migliore sarebbe quella di trovare per ogni pianta il naturale predatore o parassita tuttavia gli effetti di una introduzione di un altro organismo sono spesso imprevedibili e potenzialmente dannosi. L'inserimento delle piante infestanti è in parte opera dell'uomo, ma in parte dipende anche da variazioni ambientali, come quelle climatiche. A questo proposito occorre affermare che esistono ancora pochi lavori sul rapporto clima e produzione di polline (23,24).

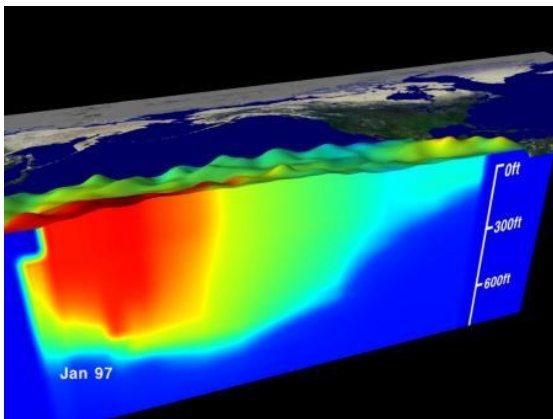


Figura 12 - Il fenomeno del Niño. Profilo delle temperature dell'oceano. (NASA Goddard).

Uno di questi studi, assai documentato, ha riguardato il fenomeno del Niño. Questo è un evento meteo oceanico del Pacifico tropicale la cui presenza ha importanti conseguenze per il clima di tutto il pianeta, con alluvioni nel sud dell'America e siccità nei paesi del Pacifico orientale. **El Niño** era il nome assegnato dai pescatori dell'America Meridionale al fenomeno di un insolito aumento della temperatura dell'acqua lungo le coste pacifiche durante il periodo natalizio. **El Niño**, in spagnolo, significa infatti "Il Bambino" con riferimento a Gesù. A volte il fenomeno s'inverte chiamandosi **La Niña** ("La Bambina") oppure **El Viejo** (Il Vecchio). Utilizzando i dati di 11 campionatori correlati con i dati di 10 stazioni meteo del New England e con quelli di 10 servizi di terapia

intensiva, del medesimo territorio, sono stati studiati gli effetti del "El Niño" di 1997-1998, nello stato del New England. Durante la stagione pollinica del 1998 si verificò un notevole aumento delle crisi d'asma, riniti e sinusiti. Inoltre la maggiore presenza di spore fungine nell'aria si verificò con due o tre mesi in anticipo rispetto all'anno precedente. Anche le conte polliniche erano più elevate che nell'anno precedente e con un anticipo da due a quattro settimane, a seconda della pianta considerata (25). E' stato anche valutato dettagliatamente il rapporto tra la NAO (Oscillazione Nord Atlantica), che è una variazione ciclica della pressione atmosferica che regola il clima nel nostro emisfero, e l'inizio della stagione di fioritura in Europa (26). Un altro studio importante è quello di Wayne e coll. (27) che hanno studiato il comportamento di piante d'Ambrosia in serre in cui veniva immesso una concentrazione di CO₂ raddoppiata. I risultati dimostravano un corrispondente aumento del numero di granuli di polline di Ambrosia immesso nell'ordine del 61%. Su questa strada proseguirono, un anno dopo, Ziska e coll. (28,29). Questi ricercatori hanno dimostrato che due parametri tipo dell'attuale variazione climatica, ovvero la temperatura dell'aria e le concentrazioni di CO₂ sono significativamente più elevati nelle aree urbane rispetto a quelle rurali. I valori quotidiani medi della concentrazione di CO₂ in ambienti urbani erano circa del 30% più alti di quelli degli ambienti agricoli. Così pure la temperatura, più alta di circa 2 gradi C°. Le piante d'Ambrosia, presenti in quelle aree, crescevano più in fretta e fiorivano più precocemente nelle aree urbane rispetto a quelle rurali. Questi dati confermano l'importanza delle variazioni climatiche sulla produzione di pollini e conseguentemente sulla patologia dei pazienti allergici. E' verosimile che identiche variazioni possano avvenire anche con altre piante. Difatti un analogo lavoro è stato effettuato da Armentia e coll.(30), per le Graminacee, pur senza determinare i valori della CO₂, ma concordando con una maggiore produzione di polline nelle aree urbane. Alcuni autori (31,32) sostengono che livelli più elevati di CO₂ e di temperatura possono aumentare la produzione pollinica ed anticipare la stagione di fioritura e conseguentemente che l'allergia ai pollini è aumentata a causa di queste variazioni climatiche. De Marco e coll (33) in Italia hanno dimostrato che la prevalenza dell'asma aumenta quando la media annuale della temperatura aumenta e diminuisce l'intervallo. Inoltre, il clima interagisce con l'esposizione all'aperto con NO₂, aumentando il rischio per la rinite allergica in persone esposte a temperature stabili ed alte. Un altro studio (34) che tendeva a dimostrare l'influenza del clima sui sintomi respiratori, utilizzando i dati forniti da 146 centri che avevano partecipato allo studio ISAAC che si è svolto dal 1992 al 1996), utilizzando dei questionari, avrebbe dimostrato che, in Europa Occidentale, la prevalenza dell'asma è aumentata del 2,7 %, assieme ad un incremento della media annuale d'umidità ambientale del 10%.

CONCLUSIONE

In definitiva si può tranquillamente affermare che esistono evidenze che dimostrano che il cambiamento climatico a cui stiamo assistendo, sul nostro pianeta facilita la diffusione di particolari specie di piante in nuove aree geografiche, in cui prima non esistevano. Il riscaldamento dell'atmosfera inoltre facilita fioriture più precoci e più prolungate. La naturale conseguenza è consistita nel fatto che, in Europa, in questi ultimi trent'anni, si è incrementata notevolmente la distribuzione geografica di piante allergeniche (31, 35). Alcune specie assai aggressive, come l'Ambrosia, hanno fatto la loro comparsa in regioni dove prima erano assenti. Inoltre, sempre in Europa, la media della durata della stagione di fioritura si è allungata di circa 10 giorni (36, 37). In queste modificazioni ambientali si può identificare una delle cause più significative che hanno determinato, nella seconda metà del ventesimo secolo, un incremento delle patologie allergiche. Analogo ragionamento si può fare per le spore fungine, di cui è documentata una maggiore e più protratta presenza in atmosfera. Sicuramente le relazioni tra cambiamento climatico, allergeni e malattie allergiche richiedono un ulteriore approfondimento, ma è anche evidente che, sia consigliabile un'attività di monitoraggio degli allergeni in atmosfera e un miglioramento dell'attività previsionale per pollini e spore fungine, al fine di predisporre tempestivamente tutti i

rimedi preventivi necessari, diversificati per allergene.

Abbiamo visto, nel corso di questo capitolo, che lo scenario che abbiamo di fronte è in rapida evoluzione e che i probabili futuri cambiamenti climatici comporteranno notevoli variazioni anche delle patologie allergiche, e d'altro tipo, che dovremo affrontare in avvenire in maniera adeguata.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Clark G. and Piggott S., Prehistoric Societies. New York: Alfred A.Knopf, 1965
- 2) Barker G. Prehistoric Farming in Europe. Cambridge,1985
- 3) Whittle A. Europe in the Neolithic. Cambridge,1996
- 4) Ariano R, Panzani RC, Amedeo J. Pollen allergy to mimosa (*Acacia floribunda*) in a Mediterranean area: an occupational disease. *Ann Allergy*. 1991 Mar;66(3):253-6.
- 5) Panzani R., Zerboni R., Ariano R., Allergenic significance of Cupressaceae Pollen in some parts of the Mediterranean area" in :D'Amato G., Spieksma F.Th., Bonini S.(Eds), "Allergenic pollen and pollinosis in Europe". Blackwell Sc. Pubbl.,Oxford,1991,p.81-84.
- 6) Ariano R, Panzani RC, Chiapella M, Augeri G. Pollinosis in a Mediterranean area (Riviera Ligure, Italy): ten years of pollen counts, correlation with clinical sensitization and meteorological data. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 1994 Mar-Apr;4(2):81-6.
- 7) Ariano R, Panzani RC, Saraga J. New clinical data and therapeutic prospects in Cupressaceae pollen allergy. *Allerg Immunol (Paris)*. 2000 Mar;32(3):135-8.
- 8) Mitchell, T.D, Jones, "An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids" *International Journal of Climatology* 2005 vol 25, 693 - 712
- 9) Hansen J. Global Warming: The Complete Briefing. *J. Atmos. Chem.*1998, 30, 409-412.
- 10) Hansen J. Can we defuse the Global Warming Time Bomb? *Natural Science*, 2003 http://www.naturalscience.com/ns/articles/01-16/ns_jeh.html
- 11) Kerry Emanuel Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years *Nature*, 2005; vol. 436, no. 7051 , 686
- 12) IPCC Third Assessment Report - Climate Change 2001: Syntesis Repport. Stand-alone edition. Watson, R.T. and the Core Writing Team (Eds.) IPCC, Geneva, Switzerland. pp 184
- 13) Moberg A, Sonechkin D.M., Holmgren K., Datsenko N.M. and Karlén W. Highly variable Northern Hemisphere temperatures reconstructed from low- and high-resolution proxy data. *Nature* 433, 613-617
- 14) Protocollo di Kyoto. Testo integrale. Disponibile su: http://www.governo.it/GovernoInforma/Dossier/kyoto_protocollo/
- 15) Legge 1° giugno 2002, n° 120 "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione Quadro Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997". *Gazzetta Ufficiale*, n. 142 del 19 giugno 2002 (suppl. ordinario).
- 16) Lewis W.H. Pollen allergy in: Korenblatt P.E. and Weber H.J. (eds) *Allergy: theory and practice*. Grene & Stratton Inc, Orlando, 1984, p. 353
- 17) Ballero M, Ariu A, Falagiani P. Allergy to *Ailanthus altissima* (tree of heaven) pollen. *Allergy*. 2003 Jun;58(6):532-3.
- 18) Corsico R, Falagiani P, Ariano R, Berra D, Biale C, Bonifazi F, Campi P, Feliziani V, Frenguelli G, Galimberti M, Gallesio MT, Liccardi G, Loreti A, Marcer G, Marcucci F, Meriggi A, Minelli M, Nardelli R, Nardi G, Negrini CA, Papa G, Piu G, Pozzan M, D'Ambrosio FP, Riva G. An epidemiological survey on the allergological importance of some emerging pollens in Italy. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2000 May-Jun;10(3):155-61.
- 19) Rybnicek O, Jäger S: Ambrosia (*Ragweed*) in Europe – *Allergy and Clinical Immunology International*, Hofgreffe and Huber Publishers, March/April 2001,13, 60-6

- 20) Zanon P, Chiodini E, Berra D. Allergy to ragweed in northern Italy and prevention strategies. *Monaldi Arch Chest Dis*. 2002 Apr;57(2):144-6.
- 21) Thibaudon M, Lachasse C, Finet F. Ragweed in France and the Rhone-Alpes region (Lyon, Bourgoin, Grenoble, Roussillon). *Allerg Immunol (Paris)*. 2003 Mar;35(3):87-91.
- 22) Asero R. Analysis of new respiratory allergies in patients monosensitized to airborne allergens in the area north of Milan. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2004;14(3):208-13.
- 23) Emberlin J. The effects of patterns in climate and pollen abundance on allergy. *Allergy*. 1994;49(18 Suppl):15-20.
- 24) Williams R. Climate change blamed for rise in hay fever. *Nature*. 2005 Apr 28;434(7037):1059.
- 25) Freye HB, King J, Litwin CM. Variations of pollen and mold concentrations in 1998 during the strong El Nino event of 1997-1998 and their impact on clinical exacerbations of allergic rhinitis, asthma, and sinusitis. *Allergy Asthma Proc*. 2001 Jul-Aug;22(4):239-47.
- 26) D'Odorico P., Yoo J., Jaeger S. Changing Seasons: An Effect of the North Atlantic Oscillation? *Journal: Journal of Climate*. 15 : 4; 435-445
- 27) Wayne P, Foster S, Connolly J, Bazzaz F, Epstein P. Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) is increased in CO₂ enriched atmospheres. *Ann Asthma Allergy Immunol*. 2002; 88: 279-82
- 28) Ziska LH, Gebhard DE, Frenz DA, Faulkner S, Singer BD, Straka JG. Cities as harbingers of climate change: common ragweed, urbanization, and public health. *J Allergy Clin Immunol*. 2003 Feb;111(2):290-5.
- 29) Ziska LH, Bunce JA, Goins EW. Characterization of an urban-rural CO₂/temperature gradient and associated changes in initial plant productivity during secondary succession. *Oecologia*, 2004 May;139(3):454-8.
- 30) Armentia A, Lombardero M, Callejo A, Barber D, Martin Gil FJ, Martin-Santos JM, Vega JM, Arranz ML. Is *Lolium* pollen from an urban environment more allergenic than rural pollen? *Allergol Immunopathol (Madr)*. 2002 Jul-Aug;30(4):218-24.
- 31) Beggs PJ, Bambrick HJ. Is the global rise of asthma an early impact of anthropogenic climate change? *Environ Health Perspect*. 2005 Aug;113(8):915-9.
- 32) Beggs PJ. Impacts of climate change on aeroallergens: past and future. *Clin Exp Allergy*. 2004 Oct;34(10):1507-13.
- 33) De Marco R, Poli A, Ferrari M, Accordini S, Giammanco G, Bugiani M, Villani S, Ponzio M, Bono R, Carrozzi L, Cavallini R, Cazzoletti L, Dallari R, Ginesu F, Lauriola P, Mandrioli P, Perfetti L, Pignato S, Pirina P, Struzzo P; ISAYA study group. Italian Study on Asthma in Young Adults. The impact of climate and traffic-related NO₂ on the prevalence of asthma and allergic rhinitis in Italy. *Clin Exp Allergy*. 2002 Oct;32(10):1405-12.
- 34) Weiland SK, Husing A, Strachan DP, Rzehak P, Pearce N; ISAAC Phase One Study Group. Climate and the prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinitis, and atopic eczema in children. *Occup Environ Med*. 2004 Jul;61(7):609-15.
- 35) Huynen M, Menne B. 2003. Phenology and Human Health: Allergic Disorders. Report of a WHO Meeting, Rome, Italy, 16-17 January 2003. Health and Global Environmental Change, Series No. 1 (EUR/03/5036791 and EUR/02/5036813). Geneva: World Health Organization.
- 36) Emberlin J, Detandt M, Gehrig R, Jaeger S, Nolard N, Rantio-Lehtimaki A. Responses in the start of *Betula* (birch) pollen seasons to recent changes in spring temperatures across Europe. *Int J Biometeorol*. 2003 Mar;47(2):113-5.
- 37) Schneiter D, Bernard B, Defila C, Gehrig R. Effect of climatic changes on the phenology of plants and the presence of pollen in the air in Switzerland. *Allerg Immunol (Paris)*. 2002 Apr;34(4):113-6.

CAPITOLO 3

BREVE STORIA DEGLI STUDI SUL POLLINE.

Renato Ariano

**Unità Operativa Complessa di Medicina Interna
A.S.L. n. 1 Imperiese – Ospedale “Saint Charles” di Bordighera**

La parola polline deriva dal termine latino "*pollen -inis*" che significa "*fior di farina*" e per estensione "*polvere finissima*". Questo termine, che descrive in maniera appropriata l'aspetto del polline, fu utilizzato per la prima volta dal medico tedesco Valerius Cordus (1515-1544) che aveva osservato nelle antere del giglio un *rubiginosus pulvisculus* (polvere) che ritrovò poi anche in altri fiori (1).



**Figura 1- Valerius Cordus
(1514-1554).**

In realtà il suo ruolo fecondante non era ignoto nell'antichità. Ne sono una testimonianza i bassorilievi nel palazzo di Assurbanipal (9° secolo a.C.) in cui dei personaggi mitologici, agitando delle infiorescenze maschili, praticano la fecondazione artificiale dei datteri.

Anche Erodoto (nel 5° secolo a.C.) riferiva che questa pratica era in uso presso gli Assiri (2).

Tuttavia Aristotele respinse l'idea del sesso nelle piante, in quanto queste non si possono muovere (3). Malgrado ciò, fu proprio un discepolo di Aristotele, il filosofo Teofrasto, in seguito, ad affermare l'esistenza di un'azione fertilizzante delle palme femmine da parte delle palme maschili ed a ipotizzare un ruolo fecondante ad opera degli insetti anche per la pianta del fico (4).

Anche Plinio il vecchio, nel I secolo dopo Cristo, affermò che gli alberi e le erbe siano dotati di sesso e che il polline costituiva il materiale di fecondazione (5).

Malgrado queste antiche conoscenze, ancora nel XVI secolo gli scienziati discutevano tra loro sull'esistenza del sesso nelle piante. Solo Charles de l'Ecluse (1526-1609) e Conrad Gessner erano d'accordo sull'ipotesi dell'esistenza di sessi distinti tra le piante (6,7). Fu poi alla fine del XVII secolo che Rudolph Jakob Camerarius dimostrò, nel 1694, con i suoi esperimenti, l'azione fecondante del polline sull'ovulo della pianta (8). In seguito la scoperta del microscopio ottico

permise all'inglese Grew (9) ed all'italiano Malpighi (10) di iniziare lo studio morfologico del polline, di cui esposero i loro primi risultati in una riunione alla Royal Society di Londra nel 1671. Fu poi il botanico tedesco Joseph Gottlieb Koelreuter, nel 1766, il primo a descrivere l'impollinazione anemofila ed entomofila delle piante ed a produrre degli ibridi artificiali ed inoltre a definire la struttura del granulo pollinico come un nucleo centrale ricoperto da due rivestimenti. (11). Infine fu Carolus Linnaeus (Carl Von Linne, 1707-1778), medico e botanico svedese a dettare i criteri classificativi delle piante (12). Stabilì la nomenclatura binomiale anche se l'idea originale era già presente negli scritti di Teofrasto.



Figura 2 - Carolus Linnaeus (1707- 1778).

Nel 1812 Sprengel (13) chiarì il meccanismo della fecondazione crociata e nel 1822 Giovanni Battista Amici, di Modena, scoprì il meccanismo di germinazione del polline (14). Più tardi, nel 1827, Adolphe Théodore Brongniart, giudicato il padre della paleobotanica, pubblicò il primo studio sullo sviluppo del polline (15). Nel 1833 Fritche pubblicò la prima classificazione dei pollini basata su studi morfologici e chimici delle pareti dei granuli pollinici (11).

Il rapporto tra stagione primaverile e rinite fu ipotizzato per primo nel 1819 dal Dr John Bostock, un medico Londinese, in una conferenza alla Royal Society (16). A dire il vero Bostock, che era lui stesso un rinitico, non collegò la propria sintomatologia direttamente ai pollini ma riteneva che l'incidenza stagionale fosse dovuta a fattori fisici, come la temperatura. Nel 1835 l'americano Kirkman fu il primo a sperimentare il ruolo del polline nel cosiddetto "raffreddore da fieno" in quanto, siccome egli medesimo soffriva di tale patologia, sperimentò direttamente sulle mucose delle proprie cavità nasali l'effetto di diversi pollini (17).

Charley Blackley, di Manchester, nel 1873 proseguì le indagini sul rapporto pollini e allergia (18) eseguendo il primo test cutaneo su sé stesso, applicando il polline sopra una scarificazione sul proprio avambraccio, al fine di studiare la sua personale febbre di fieno. Blackley attuò la prima provocazione specifica in quanto raccolse in una bottiglia del polline di Graminacee, durante la stagione di fioritura ed inalò poi dalla medesima bottiglia, nel periodo invernale, procurandosi vistosa sintomatologia rinitica. Inoltre ampliò le indagini in senso aerobiologico, tanto che fu a pubblicare un calendario pollinico. Abbiamo già detto nell'Introduzione che si può considerare il primo Allergologo Aerobiologo.



Fig. 3 Charles Blackley

Nel 1895 Pfister (19) pose le basi per l'analisi pollinica dei mieli stabilendo le correlazioni che esistono tra spettro pollinico del miele da una parte e aroma, gusto e origine del miele dall'altra.

Solo nel 1935 tutte le esperienze accumulate, in maniera spesso disomogenea ed episodica, fu raccolta e sintetizzata da Wodehouse nel libro "Pollen grains" (20) che costituisce ancor oggi un utile testo di riferimento.

La miglior introduzione allo studio morfologico del polline è rappresentata dai disegni di Erdtmann che sono il risultato di trent'anni di osservazioni sui pollini e sulle spore (21).

Nel 1911 Noon iniziò a sperimentare il metodo della "desensibilizzazione specifica" (22).

Nel 1916 iniziò la cosiddetta analisi pollinica, ovvero lo studio statistico delle spore e di pollini fossili contenuti nei sedimenti del terreno, quando Lennart von Post, professore di Geologia svedese, presentò al Congresso di geologia di Oslo i primi "diagrammi pollinici" che permettevano, per la prima volta, di ricostituire i cambiamenti subiti dalla vegetazione nel corso del tempo.

Nel 1935 D.D. Williams aprì un reparto specializzato per i pazienti asmatici presso l'ospedale di S.David, a Cardiff, nel Galles. Egli coinvolse un botanico, il dr. H.A. Hyde del Nazionale Museum di Cardiff, nello studio dei pollini aerotrasportati. Nel 1942 pubblicarono il primo studio dettagliato sui pollini aerotrasportati, utilizzando un campionatore per pollini e spore fungine, che funzionava con il sistema della sedimentazione. Furono proprio Hyde e Williams a proporre per primi, nel 1944, il termine PALINOLOGIA (dal greco *παλη* : spargere) indicando con questo nome la disciplina che studia la morfologia di pollini e delle spore (23).

Fred C. Meier introdusse il termine "aerobiologia" nel 1937(24).

A partire dagli anni '50 in diversi paesi si iniziarono ad effettuare regolari campionamenti dei pollini e delle spore nell'aria. L'apparecchiatura spore-trap per il campionamento volumetrico di pollini e spore fu descritta per la prima volta da Hirst nel 1952 (25) e costituisce ancora oggi lo standard per il campionamento.

P H Gregory pubblica nel 1961 "Microbiology of the atmosphere" che è da molti considerato il primo fondamento dell'aerobiologia moderna (26).

BIBLIOGRAFIA

- 1) Cordus V. *Historia plantarum*. Citato in: Greene. *Landmark of botanical history*. Egerton Ed. Stanford Un. Press, 1983
- 2) Erodoto "Storie" (*Ἱστορίαι*), Newton & Compton, Roma, 1997
- 3) Aristotele. *La Fisica*. UTET, 1999.
- 4) Theophrastus, *De Causis Plantarum*, 3 vols., 1976-1990. Loeb Classical Library.
- 5) Plinio il Vecchio, *Naturalis historia*. Editore Giardini, Pisa.
- 6) Charles de L'Ecluse (Clusius, 1526–1609), *Rariorum Plantarum Historia*. (Antwerp, 1601).

- 7) Conrad Gessner. *Historia plantarum*. Erlangen, 1753.
- 8) Camerarius Rudolph Jakob 1665-1721 *De Sexu Plantarum epistola* (1694).
- 9) Grew N., 1682 - *The anatomy of plants*. Royal Society. London.
- 10) Malpighi M. *Plantarum Anatome* (Londres, 1671)
- 11) Knox R. B. *Pollen and Allergy*, Edward Arnold, London, 1973.
- 12) Carl Von Linne. *Fundamenta Botanica* (1736)
- 13) Christian Konrad Sprengel . *Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen*. Berlin, 1793.
- 14) Amici, Giovanni Battista. *Collezione di alcune memorie e lettere del sig. ingegnere Giambattista Amici*, Modena, [s.n.], 1825.
- 15) Adolphe Théodore Brongniart. *Histoire des végétaux fossiles* (1827).
- 16) Bostock J. A Case of a Periodical Affection of the Eyes and Chest. *Real March* 10, 1819.
- 17) Vaughan M.T., Black J.J. *Practice of allergy*. Phyladelphia: Saunders, 1953
- 18) Blackley CH. *Experimental Researches on the Causes and Nature of Catarrhus Aestivus (Hay-Fever and Hay-Asthma)*. London, Ballière Tindall and Cox, 1873.
- 19) Pfister R., 1895 - Versuch. Einer Mikroskopie des Honigs. *Forschungsbereich Lebensmittel. Bez. Hyg. Pharm.* 2 (1): 25; 2 (2): 20
- 20) Wodehouse, R. P., 1935. *Pollen grains, their structure, identification and significance in medicine*. Hafner Publishing company, New York, pp: 574.
- 21) Erdtman G. *Handbook of Palynology*. Munksgaard, 1969 Copenhagen.
- 22) Noon L. Prophylactic inoculation against hay fever. *Lancet* 1911;i:1572-3
- 23) Hyde, H. A., and Williams, D. A. The right word. *Pollen and Spore Circular*, 1944; 8:6.
- 24) Hirst JM, 1952. An automatic volumetric spore trap. *Annals of Applied Biology* 39, 257-265.
- 25) Meyer F.C. Collecting microorganism from winds above Caribbean Sea. *Phytopathology* 1937, 26: 102.
- 26) Gregory PH *The microbiology of the atmosphere*. London: Interscience Publishers, 1961.

CAPITOLO 4

IL CAMPIONAMENTO AEROBIOLOGICO

Renato Ariano, Andrea Fiorina

**Unità Operativa Complessa di Medicina Interna
A.S.L. n. 1 Imperiese – Ospedale “Saint Charles” di Bordighera**

**Servizio Pneumologico Territoriale - A.S.L. n. 2 Savonese
Ambulatorio Pneumologico**

Il campionamento dell'aerosol biologico può essere effettuato per numerosi e diversi scopi scientifici (epidemiologico, tossicologico, botanico, fitopatologico, medico legale, allergologico, ecc.); prima di iniziare il campionamento è importante stabilire l'obiettivo di ricerca che si vuole ottenere che varierà, secondo le particelle che andiamo a ricercare (pollini, spore miceti, particelle inorganiche, organiche, ecc.), e dell'utilizzo che s'intende fare dei dati ottenuti (ricerca pura, correlazione causa effetto ambiente-paziente, ecc.), se la ricerca è effettuata indoor o outdoor, se s'intende effettuare un campionamento personale.

Nella nostra trattazione ci occuperemo soprattutto dei risvolti allergologici del campionamento aerobiologico.

Schematicamente si possono distinguere due tipi di lettura di un campionamento aerobiologico:

- di tipo **qualitativo**, in altre parole volto ad identificare il tipo di particella,
- di tipo **quantitativo**, indirizzato a misurare le variazioni di concentrazione atmosferica di quella determinata particella (1).

E' sempre molto importante scegliere l'apparecchiatura di campionamento più adeguata (2).

Esistono poi due tipi fondamentali di campionamento:

- **passivo (sedimentazione e impatto diretto)**
- **attivo (volumetrico).**

Nel primo le particelle sono raccolte per deposizione su di una superficie di campionamento perciò la misurazione è espressa per n° di particelle per unità di superficie, ad es. per metro quadrato.

Nel secondo le particelle sono raccolte tramite aspirazione e la misura è espressa in numero di particelle per metro cubo d'aria aspirata.

Le particelle vitali devono invece essere raccolte su di un terreno di coltura idoneo al loro sviluppo. A questo proposito s'impiegano delle apparecchiature che consentono la filtrazione o la raccolta in un liquido (metodo impinger) delle particelle per poi trasferirle su di un terreno di coltura.

Il campionamento aerobiologico locale, microambientale e personale.

Il campionamento aerobiologico può avvenire:

- a livello locale mettendo come descritto in precedenza il campionatore in posizione fissa in luoghi elevati, questo campionamento evidenzia una situazione ambientale regionale, generale, consente di stilare dei bollettini aerobiologici locali e con il tempo di effettuare delle previsioni correlando le letture con la situazione meteorologica locale.
- a livello microambientale mettendo i campionatori in luoghi ben determinati ad es. indoor o in luoghi particolari per valutare la situazione aerobiologica a livello locale, ambientale ad esempio per una valutazione di quartiere, di rapporto causa effetto tra allergene e paziente atopico
- a livello personale, utilizzando apposti campionatori leggeri, portatili è possibile oggi campionare a circa 10-15 cm dal naso o dalla bocca del paziente con le stesse caratteristiche della sua respirazione le particelle che potrebbe inalare e che potrebbero essere la causa della sua patologia

allergica (rinite, congiuntivite, asma) correlandole direttamente oltre che con la tipologia delle medesime anche con la valutazione quantitativa.

La scelta del tipo di campionamento più idoneo è importante, al fine di non sovrastimare o sottostimare i dati del campionamento, ma di cercare di ottenere i valori più vicini a quelli reali ambientali per i fini del nostro studio.

Importanti infine sono la scelta del luogo dove porre il campionatore, il tempo del campionamento, il numero di campioni da effettuare, la valutazione delle eventuali variazioni ambientali durante il campionamento, le tecniche utilizzate per l'identificazione e la conta del materiale isolato.

Ai fini allergologici, vi sono alcuni metodi per il campionamento di pollini e di spore fungine; le apparecchiature impiegate si basano su tre differenti principi: gravimetrico, per impatto e volumetrico.

METODO GRAVIMETRICO (o per sedimentazione)

Questo metodo utilizza la sedimentazione per gravità, perciò le particelle da campionare si depositano direttamente su di una superficie orizzontale resa adesiva per intrappolare le particelle che vi si depositano. Fornisce il numero di particelle depositate per unità di superficie. Le capsule di Petri, contenenti terreni di coltura, sono spesso usate come campionatori gravitazionali.

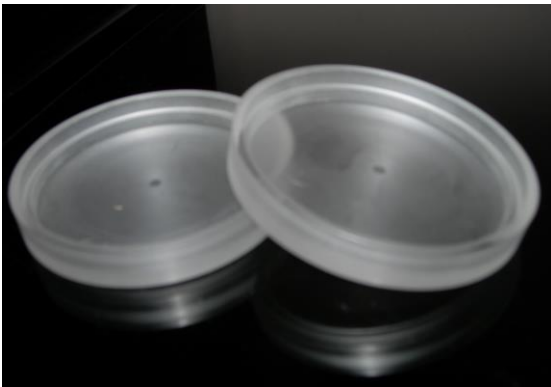


Fig. 1 - Capsule di Petri usate come campionatori gravitazionali

Le prime esperienze di campionamento con questo metodo furono fatte da Blakley nel 1873 (3). Questo metodo fu poi riproposto da Durham, nel 1946 (4), impiegando dei vetrini su cui era stata spalmata una soluzione glicerinata (la formula di preparazione è la seguente: 5 g gelatina, 40 ml d'acqua, 4 g di fenolo con 195 g di glicerina).

I vetrini sono esposti per 24 ore e la lettura è effettuata al microscopio ottico. Ancora oggi questo metodo assai semplice, di basso costo è talvolta utilizzato, per alcuni tipi di campionamento pur con le seguenti limitazioni: con l'apparecchio di Durham non è possibile valutare il volume d'aria campionato o calcolare la concentrazione nell'aria delle particelle campionate. Un altro limite di questo campionatore è che secondo la direzione del vento, rispetto all'asse del vetrino, il campionamento può essere più o meno ricco di particelle. Questo rende difficile un confronto tra diverse stazioni di campionamento, anche negli stessi periodi di tempo. Il campionamento per gravitazione, inoltre, avvantaggia i pollini e le spore più grandi a danno delle particelle più piccole che possono essere così sottostimate.

Un altro apparecchio utilizzato è quello di Tauber(5) che è costituito da un recipiente cilindrico con un'apertura per la cattura delle particelle, si usa una sostanza conservante così l'esposizione può durare lunghi periodi di tempo, sino ad alcuni mesi.



Fig. 2 – Apparecchio di Durham

METODO PER IMPATTO NON VOLUMETRICO

Queste apparecchiature sfruttano i meccanismi fisici dell'inerzia delle particelle disperse in atmosfera. Quando le particelle si avvicinano ad un ostacolo le molecole d'aria che si trovano vicino divergono mentre la particella continua la sua corsa impattando sull'ostacolo. La superficie di campionamento è rivestita di materiale adesivo, per trattenere le particelle e poterle identificare in un tempo successivo.

La Cour trap è un'apparecchiatura che consiste in due filtri di garza imbevuti di silicone liquido. I filtri sono in posizione verticale e tenuti sempre contro vento grazie ad un apposito timone girevole. Affiancando a questo apparecchio un anemometro si può determinare la quantità teorica di aria che ha impattato sulle garze, nel periodo di tempo considerato.

Un altro campionatore appartenente a questa categoria di apparecchi è il Rotorod-Sampler, l'unico attualmente utilizzato seppur raramente (6). Questo campionatore utilizza, all'estremità di una struttura ad U, due bacchette su cui è spalmata una sostanza adesiva (in genere silicone liquido). Le due braccia ruotano vorticosamente attorno al loro asse di simmetria (a circa 1.500 rotazioni per minuto) di modo che le particelle aerotrasportate impattino contro le superfici e vi restino adese. Si possono utilizzare anche due vetrini portaoggetti (Rotoslide-Sampler) o due strisce di plastica (Rotobar-Sampler). In questi casi l'efficienza del campionamento cresce con le dimensioni delle particelle.



**Fig. 3 - Spore trap Rotorod
University of Greenwich**

METODO VOLUMETRICO (ovvero impatto per depressione)

E' il metodo oggi maggiormente utilizzato per indagini aerobiologiche di tipo qualitativo e quantitativo su spore fungine e granuli pollinici. Si fonda sulla possibilità di catturare particelle aerodisperse, componenti dell'aerosol biologico, utilizzando il principio dell'impatto per

depressione. Una pompa ad alimentazione elettrica, collocata nella parte inferiore dell'apparecchiatura, permette di produrre il vuoto al suo interno. In altri termini la pompa aspirante determina la suzione di un volume noto d'aria attraverso una fenditura di dimensioni note e fisse. L'apparecchio classico che sfrutta questa metodica è quello elaborato nel 1952 da Hirst (7), dal modello originario del quale sono stati, in seguito, costruiti i campionatori attualmente più diffusi ovvero il Burkard Spore Trap, il VPPS 2000 Lanzoni.



FIGURA 4 - Spore trap volumetrico modello Burkard situato a Sanremo



FIGURA 5 – Spore trap volumetrico Modello Lanzoni situato a Bordighera.

Questi apparecchi sono costruiti in metallo leggero trattato in modo da prevenire la corrosione da agenti esterni.

L'aspirazione dell'aria è effettuata tramite una pompa, la quale ha una forza aspirante di circa 10 litri il minuto, pari a 0,6 m³ ogni ora, attraverso una fenditura di 2 x 14 mm² orientata sempre contro vento grazie all'azione di un alettone verticale che fa girare l'apparecchio sul suo asse.

Il volume d'aria campionato in 24 ore è di $0,6 \times 24 = 14,4$ m³. L'apparecchiatura capta generalmente particelle provenienti da un'area circolare di circa 10 km se il territorio circostante è pianeggiante. L'aria aspirata è veicolata su di un tamburo di 345 mm di circonferenza mosso da un sistema interno ad orologeria che ruota alla velocità di 2 mm/ora e che ha un'autonomia di sette giorni. In tale maniera il tamburo compie una rotazione completa nell'arco di una settimana.



Fig. 6 – Fenditura di aspirazione

In realtà, alla fine dei sette giorni residuano 9 mm di nastro non esposto, pari ad un intervallo di 4 ore e 30 minuti, prima che i reperti catturati si sovrappongano se il nastro non è sostituito in tempo. Sul tamburo, che scorre in prossimità della fenditura, è distesa una striscia di plastica trasparente (nastro melinex 200) ricoperta di materiale adesivo adatto alla cattura delle particelle aerodisperse. L'apparecchio è riparato dalla pioggia e dal vento in quanto è chiuso da ogni lato. In caso di forte vento e/o pioggia, per evitare che possa filtrare acqua all'interno, è sufficiente stendere una striscia sottile di pasta al silicone sull'orlo superiore del corpo dell'apparecchio.

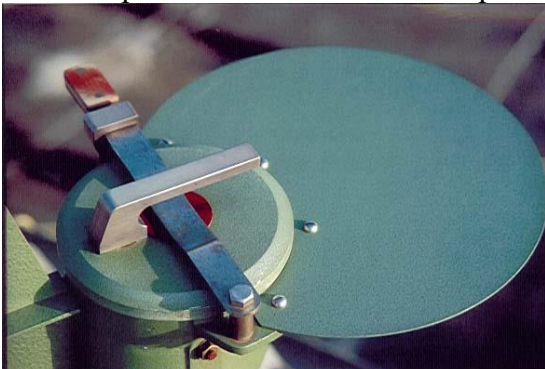


Fig. 7 – Coperchio di chiusura

Al termine della settimana il tamburo è accuratamente rimosso ed il nastro adesivo, sollevato dal tamburo con le pinzette, è disteso sulla striscia di plexiglas provvista di divisioni trasversali giornaliere per poter essere tagliato in segmenti di 48 mm l'uno, corrispondenti ai giorni di campionamento. Nel rimontare il tamburo, dopo averlo caricato con una nuova striscia adesiva ed aver avvitato il dado in ottone del complesso ad orologeria, occorre controllare che l'inizio del nastro si trovi in corrispondenza della fenditura esterna.



Fig.8 – Modalità di apertura

L'esatta posizione dell'apparecchio è segnalata da apposite incisioni colorate sul tamburo. E' importante ricordare che l'orologio va caricato in senso antiorario. Ogni volta che si cambia il nastro bisogna ispezionare la fenditura in modo da assicurarsi della sua pervietà. L'efficienza del campionatore raggiunge valori inferiori al 100%, che variano con la velocità del vento e con la grandezza delle particelle. Nell'impossibilità di tarare l'apparecchio paragonandone l'efficienza con quella dei "tunnel del vento", occorre almeno controllare periodicamente la regolarità del flusso d'aria con un adatto flussimetro. E' pure molto importante verificare che il campionatore sia tarato correttamente e cioè che la distanza fra l'interno della fessura ed il tamburo sia di 0,5 mm. Può capitare infatti che durante il trasporto o al momento di smontarlo per il rimessaggio invernale, un allentamento delle viti causi una variazione di questo valore.



Fig. 9 – Estrazione del tamburo.

E' molto utile collocare accanto al campionatore un'apparecchiatura per la registrazione dei dati meteorologici come la temperatura, umidità, precipitazioni di pioggia misurati in mm, direzione e velocità del vento. In caso non si disponga di queste apparecchiature è opportuno richiederli alla più vicina stazione meteorologica territoriale.



Fig 10 – Cambio dei tamburi.

L'apparecchio tipo Hirst esiste sia nel modello a conta settimanale, sia nel modello a campionamento giornaliero. In questo caso, all'interno del contenitore c'è una slitta, in cui è posto un vetrino che si muove ad una velocità di 2 mm l'ora.

Questo vetrino deve essere sostituito ogni 24 ore.



Fig 11 – Tamburo da allestire.

SCELTA DEL POSTO OVE INSTALLARE IL CAMPIONATORE

La scelta del punto in cui installare il campionatore tipo Hirst è molto delicata. Occorre sempre tener conto del fatto che il campionatore volumetrico è sempre alimentato dalla corrente elettrica (dalla rete elettrica urbana o da pannelli solari fotovoltaici) e viene fissato al supporto, pertanto resterà fisso per tutto il periodo del campionamento. Per avere una visione generale della situazione aerobiologica l'apparecchio non deve essere installato troppo in alto, in zone atmosferiche dove predominano i granuli pollinici provenienti dagli alberi, ma nemmeno troppo in basso, dove si rischierebbe di captare soprattutto i granuli pollinici provenienti dalle erbe. Viene indicata come ottimale l'altezza dal suolo di 20 metri che permette al campionatore di restare nell'ambito degli strati turbolenti dell'atmosfera. E' consigliabile che l'apparecchio sia posto lontano da parchi o da boschi, in modo da evitare di captare i pollini soprattutto da queste aree, sovrastimando la presenza di determinati pollini, provenienti da queste sorgenti. E' anche consigliato di mantenere il campionatore lontano da fonti inquinanti, come ciminiere e camini. In questo caso il vetrino campionatore potrebbe essere costantemente ricoperto di polveri sottili provenienti da queste fonti. Inoltre il campionatore non dovrebbe essere sistemato su balconi chiusi da uno a più lati, per l'ovvio motivo che si perderebbe una significativa percentuale di campionamento dovuta alle barriere architettoniche interposte.

PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DI CAMPIONAMENTO

Per la cattura delle particelle aerotrasportate si utilizza una soluzione di olio di silicone in tetracloruro di carbonio. Questo tipo di adesivo può essere usato sia per il vetrino del metodo gravimetrico o volumetrico sia per la striscia a conta settimanale del campionatore volumetrico. Se si usa il campionatore giornaliero, si copre con un vetrino da microscopio, etichettato con la data di rilevamento, con un lieve strato di silicone strisciandolo con il bordo di un altro vetrino.



Fig. 12 – Preparazione del nastro.

Per la preparazione della striscia settimanale si fissa sul tamburo un pezzo di nastro di melinex, della lunghezza di 345 mm, partendo dalla zona delimitata dalle due tacche nere, mentre la tacca verde che rappresenta l'inizio del campionamento, coincide nell'apparecchio con la fenditura attraverso cui viene aspirata l'aria dall'esterno.



Fig.13 – Colorazione del vetrino.

Il nastro viene fissato al tamburo grazie ad una piccola striscia, adesiva su entrambi i lati, disposta trasversalmente alla direzione del nastro. Sul melinex così fissato si applica con un pennello morbido la soluzione di olio di silicone, il tamburo così preparato viene conservato al riparo dalla polvere. Al termine della settimana di campionamento il nastro viene tolto, usando una pinzetta, dal tamburo ed adagiato sul cutting block, prestando attenzione di sistemare all'estrema sinistra il punto di inizio del campionamento.

Con una lama si incide il nastro in corrispondenza delle sette divisioni, poi si completa il taglio utilizzando le forbici. L'operazione è delicata in quanto occorre far bene attenzione a non toccare il nastro nella zona campionata e a non invertire la sequenza dei pezzi di nastro che risultano lunghi 48 mm l'uno. Su normali vetrini da microscopio si stende un sottile strato di gelatina glicerinata (10 gr di gelatina + 60 ml di acqua + 55 ml di glicerina + 2 gr circa di fenolo + fucsina in gocce) a caldo, vi si adagia il nastro, quindi si prende un coprioggetto, si applica una etichetta di identificazione, infine si lascia asciugare per qualche ora prima di effettuare i conteggi al microscopio ottico.

LETTURA DEI CAMPIONI

I caratteri diagnostici per l'identificazione delle diverse specie polliniche sono i seguenti.

- 1) Diametro dei granuli pollinici.
- 2) Struttura della parete: caratteristiche dell'intina e quelle dell'esina, con le sue sculture e le varie aperture.
- 3) Forma del granulo pollinico.
- 4) Disposizione delle aperture germinali semplici e composte, loro numero e loro disposizione, che in genere sono costanti per ogni specie.

Occorre tenere presente che granuli pollinici della stessa specie possono apparire diversi a seconda che si osservino in proiezione equatoriale o polare.

Per una corretta lettura ed identificazione delle particelle si possono utilizzare degli appositi atlanti dei pollini ritrovabili in libreria.

Il monitoraggio delle particelle aerodiffuse si deve basare su di un metodo standardizzato, in modo da consentire l'utilizzo dei dati confrontabili tra loro.

Il metodo corretto di lettura dei campioni, tale da garantire la validità del metodo statistico adottato, si basa sui seguenti criteri di base:

- a) le strisciate di lettura dei vetrini di campionamento devono essere distribuite tra la zona marginale, che va esclusa, e la zona mediana.
- b) Le strisciate devono essere contigue nel senso della lunghezza del nastro, che è di 48 mm, in maniera da comprendere l'intero arco della giornata.
- c) La superficie indagata deve essere sufficientemente rappresentativa dell'intera area di lettura. Si ritiene, a questo proposito, che gli ingrandimenti da usare ed il numero delle strisciate debbano essere scelti in maniera tale che la superficie di lettura rappresenti almeno 1/12 della superficie totale del nostro giornaliero.



Fig. 14 – Lettura al microscopio ottico.

Qualora la zona esplorata risultasse insufficiente sarà necessario ridurre l'ingrandimento dell'obiettivo o aumentare il numero delle bande da leggere.

La lettura di ogni strisciata può essere eseguita utilizzando, in alternativa, le seguenti due metodiche:

- a) lettura per campi tangenti: in tal caso il calcolo della superficie di lettura si attuerà moltiplicando l'area di un singolo campo microscopico per il numero dei cerchi compresi in ogni strisciata. E' questo il metodo più utilizzato dalla maggior parte dei lettori.
- b) Lettura per campi longitudinali: perlustrando l'intera banda longitudinale, la quale consiste in un rettangolo di base uguale alla lunghezza della banda (48 mm) e di altezza pari al diametro di campo.

Entrambi questi metodi di lettura ci forniscono la concentrazione media giornaliera di particelle per metro cubo d'aria. Per effettuare letture orarie occorre compiere 24 scansioni verticali, cioè una ogni 2 mm esatti.

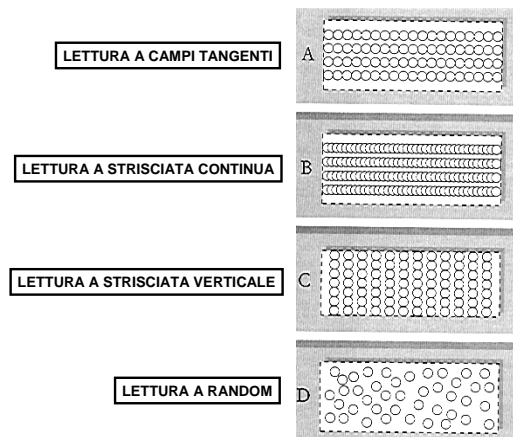


Fig. 15 - Metodiche di lettura del vetrino microscopio ottico

FORMULE DI CALCOLO

Una formula di calcolo, che tiene conto del campo microscopico, dell'ingrandimento usato e del numero di bande esaminate, consente di calcolare un "fattore di conversione". Questo valore moltiplicato per il numero di particelle conteggiate, ci fornisce la concentrazione media per metro cubo di aria esaminata.

Ecco un esempio di calcolo:

Se la lettura del vetrino è fatta per campi tangenti il calcolo verrà eseguito come segue:

Sistema a)

$$\text{Conc. media giorn./mc aria} = P \times \frac{672 \text{ mm}^2}{[(0,29 \times 0,29 \times 3,14) \times 4 \times 82,75]} \times \frac{1}{14,4} =$$

$$P \times \frac{672}{87,33} \times \frac{1}{14,4} = P \times 0,53 \text{ "fattore di conversione"}$$

dove 82,75 è il numero dei campi tangenti per strisciate che si ottiene dividendo 48 mm per 0,58 mm (campo microscopico usato dall'operatore).

Sistema b)

$$\text{conc. med. giorn./mc aria} = p \times \frac{\text{sup. tot. nastro (mm}^2\text{)}}{\text{sup. tot. esplorata}} \times \frac{1}{\text{mc aria esaminata/die}} =$$

$$= P \times \frac{14 \text{ mm} \times 48 \text{ mm}}{(0,58 \text{ mm} \times 48 \text{ mm}) \times 4} \times \frac{1}{0,6 \text{ mc} \times 24 \text{ h}} = P \times \frac{672 \text{ mm}^2}{111,36} \times \frac{1}{14,4} =$$

$$= P \times 6,03 \times \frac{1}{14,4} = P \times 0,418 \text{ fattore di conversione}$$

dove 0,58 è il diametro del campo microscopico impiegato dall'operatore. Quindi esaminando l'intera banda longitudinale ed eseguendo 4 strisciate con ingrandimento a 25X , il fattore di conversione è di 0,418 che equivale alla superficie esplorata di 111,36 mm² che è 1/6 della superficie totale campionata. Questo valore è ampiamente al disotto del valore minimo accettabile perchè il calcolo statistico di lettura sia valido, ci consentirebbe anche di portare a 3 il numero delle strisciate di lettura.

Al fine di calcolare la concentrazione pollinica oraria per mc d'atmosfera si procede come segue:

$$P \times \frac{\text{sup. camp. / ora}}{\text{sup. esplor. /ora}} \times \frac{1}{\text{mc aria /ora}} = P \times \frac{2 \times 14 \text{ mm}}{0,58 \times 14 \text{ mm}} \times \frac{1}{0,6} =$$

$$P \times \frac{28}{8,12} \times \frac{1}{0,6} = P \times 5,75$$

Non ha rilevanza scientifica lo stabilire l'ingrandimento dell'obiettivo o dell'oculare o il numero delle bande da esaminare purché sia salvaguardato il rapporti fra la superficie campionata e quella esaminata.

Considerando che l'efficienza del campionatore non raggiunge il 100%, ma che per particelle di 10 millimicron è mediamente intorno al 50% le concentrazioni rilevate saranno al di sotto dei valori reali.

Campionatori portatili

Esistono in commercio anche campionatori portatili, di misura più ridotte e dal peso limitato. Questi sono stati progettati per attività di campionamento atmosferico di breve durata, sia indoor che outdoor. Possono essere alimentati da batterie ricaricabili con autonomia di 24 ore.



Fig. 16 – Modello Campionatore Portatile Ditta Burkard

Campionatore portatile e personale

Esiste oggi anche la possibilità di effettuare dei campionamenti aerobiologici in diretta prossimità del soggetto allergico o nel suo ambiente di vita utilizzando un campionario volumetrico portatile (PARTRAP FA 52) ideato per una valutazione aerobiologica e microbiologica precisa microambientale

L'apparecchio silenzioso è di piccole dimensioni, di peso contenuto, è costituito da una turbina aspiratrice a flusso fisso, costante di 10 litri al minuto (simile all'Hirst), è corredato da differenti camere campionatrici per poter effettuare i diversi tipi di campionamento aerobiologico di tipo personale od ambientale che vanno scelti prima di effettuare il campionamento a seconda dello scopo del campionamento; può infatti campionare particelle aerodisperse organiche ed inorganiche con diametro variabile da 1 a 10 micron, è prevista anche una camera campionatrice per batteriologia e micologia che permette di campionare aria atmosferica direttamente su una capsula di Petri equipaggiata con terreno di coltura, una camera campionatrice a filtro per batteri e miceti che campiona direttamente su un filtro ad esempio tipo Sartorius, una camera a bolle che campiona in liquidi (metodo impinger) ad es. acqua distillata o mezzi di coltura liquidi sterili.

L'apparecchio volumetrico fornisce delle risposte di tipo qualitativo, quantitativo (numero di particelle o Unità Formanti Colonie UFC per metro cubo di aria aspirata).

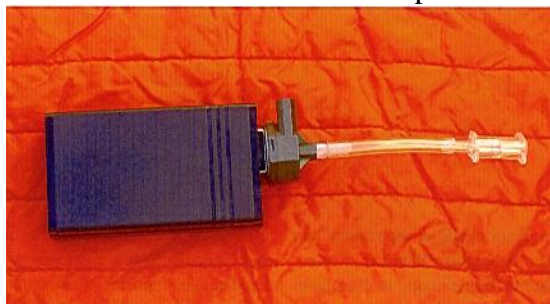


Fig. 17 – Campionatore Volumetrico Portatile FARTRAP FA 52

Tabella diversi apparecchi campionatori usati per scopi allergologici

Nome di apparecchio	Tipo di campionamento	Materiale utilizzato
Durham	Gravitazionale	Piastre glicerinate
Tauber	Gravitazionale	Tubo cilindrico
Cour trap	Impatto	Superfici glicerinate
Rotorod sampler	Impatto	Superfici glicerinate
Burkard	Volumetrico	Melinex siliconato
Lanzoni VPPS 2000	Volumetrico	Melinex siliconato
PARTRAP FA 52	Volumetrico	Melinex siliconato

METODICHE DI CAMPIONAMENTO FUNGINO

Purtroppo non esistono ancora, a tutt'oggi, dei protocolli standardizzati per il campionamento di muffe e spore fungine. Questa carenza metodologica dovuta alle caratteristiche intrinseche di questi organismi, al loro ambiente e ai substrati su cui si sviluppano, contribuisce a rendere ancor di più complicato il compito di chi voglia affrontare il problema dell'impatto dei funghi sulla salute umana

(10). Una prima differenziazione dovremo farla tra campionamento outdoor ed indoor, considerato che, in generale, come abbiamo già detto prima, le presenze fungine indoor risentono direttamente delle presenze outdoor. Tuttavia il problema indoor diviene importante laddove si sospetti l'inquinamento di un locale o addirittura una "malattia dell'edificio malato". Trattandosi di patologie dai contorni spesso assai sfumati sarebbe ancor più importante, in questo caso, dotarsi di metodologie rigorose ed unanimemente condivise. Lo scopo del campionamento è quello di accertarsi della reale presenza fungina, identificarla e quantificarla. Nel caso delle spore fungine poi non è sufficiente solo un campionamento dell'aria ambiente ma anche quello delle superficie dove essi possono essere localizzati, in ambiente indoor (11).

Esistono diversi parametri significativi per definire che presenza fungina potenzialmente lesiva per la salute. Per prima cosa un'analisi morfologica e colturale per determinare, in maniera semiquantitativa, i generi delle spore presenti ed il numero delle stesse (12,13). In secondo luogo si potrà procedere alla determinazione di eventuali allergeni fungini e non, nella polvere presente nell'ambiente, utilizzando test radioimmunologici. (RAST, ELISA) (14). Due sostanze importanti da determinare sono l'Ergosterolo e i Glucani (15). L'ergosterolo si trova sulla membrana della maggioranza dei funghi , ma non in quella di altri microrganismi(16) . Il Beta-1,3-D Glucano è un polimero con catene glucidiche presente sulle membrane di funghi e batteri. Svolge attività di attivatore cellulare di macrofagi e neutrofili(17) Prodotti del metabolismo dei funghi, e pertanto utili da determinare sono le Micotossine. Queste hanno lo scopo di inibire la crescita di altri organismi competitivi (18). Possono essere dosate nell'ambiente con metodi cromatografici ed anche nelle urine dei soggetti esposti. Infine i funghi producono anche i VOC (composti organici volatili) che conferiscono il caratteristico odore alle muffe. Ne sono stati isolati, sino ad oggi, più di 500. Agiscono come sostanze irritanti e la loro determinazione può essere utile per identificare fonti nascoste di contaminazione.

La conta delle spore fungine indoor dovrà sempre essere affiancata dalla conte delle medesime spore in ambiente outdoor, per utile comparazione. Se le differenze qualitative tra outdoor ed indoor fossero marcate questo indicherebbe la possibilità di un inquinamento locale significativo.

Non è poi sufficiente, in genere, un semplice campionamento morfologico ma andrebbero determinati, dai campioni prelevati eventuali antigeni e/o tossine. I campionamenti andrebbero effettuati sia prima sia dopo aver rimosso le eventuali fonti d'inquinamento.

Quando si vuole campionare in ambiente indoor, allo scopo di individuare eventuali fonti di inquinamento fungino il primo passo ovviamente deve essere rappresentato dal sopralluogo sul sito. Questo sopralluogo dovrà essere orientato necessariamente all'individuazione di eventuali fonti di umidità. Queste possono dividersi in due tipi: o per condensazione o per infiltrazione. La condensazione avviene quando l'aria giunge a contatto con una superficie della temperatura più bassa del punto di rugiada dell'aria. Questo è definito come la temperatura in cui l'aria raggiunge il 100% di umidità.

Le infiltrazioni si verificano quando l'acqua entra nelle pareti degli edifici a seguito di alluvioni, di perdite dal soffitto o rotture di tubi dell'acqua. In alcuni casi la infiltrazione è molto evidente, con immagine di macchia nerastra con alone sul muro. Quando si svolge il primo sopralluogo sarebbe utile scattare qualche foto per documentare lo stato iniziale delle macchie (10).

Campionamento diretto con nastro

In questi casi è opportuno il campionamento direttamente dalla superficie. Il sistema più semplice è quello che utilizza un nastro trasparente gommato. Questo pezzo di nastro viene posizionato accuratamente sulla superficie da campionare e poi trasferito su di un vetrino da microscopio ottico. Con la visione al microscopio si può confermare la presenza o meno di funghi, identificare il genere e valutare una stima semiquantitativa del numero dei singoli taxa (19). Il campionamento delle spore vitali dell'area incriminata richiede più tempo, in quanto dipende dal tempo di crescita del fungo. Questo metodo prevede il prelievo del materiale, tramite una spatola di plastica o con del cotone, e l'inseminazione su di un terreno di coltura. Il vantaggio di questo secondo metodo è

quello di poter identificare oltre che il genere anche la specie. Gli svantaggi sono nel fatto che richiede più tempo e che le specie che crescono più in fretta tendono a predominare sugli altri. Inoltre alcuni generi, come lo *Strachybotrys*, crescono poco nella maggior parte dei terreni di coltura. Nella prassi è giusto impiegare il campionamento con nastro trasparente solo per confermare l'esistenza di spore; in seguito si potranno identificare le specie con le colture. I dati saranno indicati come CFU (Colony-forming unit) per cm² o in maniera semiquantitativa, utilizzando una scala arbitraria.

Campionamento dell'aria indoor

In ambiente indoor i bioaerosols si formano quando l'aria esterna penetra negli ambienti interni (20). Un insufficiente ricambio dell'aria può comportare disturbi respiratori nei soggetti presenti nell'ambiente. Un metodo indiretto per misurare l'adeguatezza della ventilazione dell'ambiente può essere fornito dalla misura della concentrazione di CO₂.

Tecnica dell'esposizione delle capsule di Petri

Secondo questa pratica si espongono nell'ambiente in esame le piastre contenenti il terreno colturale adatto: i miceti impattano per gravità e a causa di correnti aeree sulle capsule esposte, queste vengono successivamente incubate a temperature opportune, in seguito si sviluppano colonie che possono essere contate e analizzate.

Campionamento attivo

Per mezzo dei metodi quantitativi (attivi) di campionamento dell'aria è possibile procedere alla aspirazione di quantità fisse e predeterminate di aria ed esprimere le concentrazioni di spore con un dato standardizzabile e riproducibile quale il numero per mm³ di aria (21). Inoltre con questi metodi si aspirano grandi volumi di aria confinata minimizzando le differenze di distribuzione nell'aria dei batteri in funzione delle correnti, della temperatura, delle dimensioni degli aggregati, ecc. La caratteristica comune ai vari tipi di campionamento volumetrici di aria è quella di essere dotati di potenti sistemi di aspirazione dell'aria la quale viene convogliata su un terreno di coltura (liquido o agarizzato) con modalità tali da permettere l'intrappolamento delle particelle ivi sospese, le quali, al termine di una adatta incubazione, danno origine sul terreno di coltura a colonie isolate che si possono numerare e identificare.

Campionatori

I sistemi di campionamento dell'aria per impatto su terreno solido sono raggruppabili in due fondamentali categorie:

1. campionatori multistadio;
2. campionatori monostadio.



Fig. 18 - Campionatore Fungino Andersen

Nel *campionatore multistadio di Andersen* l'aria aspirata viene fatta passare attraverso una serie di filtri con pori di diverse dimensioni in modo che le particelle sospese, compresi gli aggregati batterici aerei, vengono trattenute in funzione del loro diametro sulle superfici di una serie di piastre con terreno nutritivo. Alla fine del processo le piastre vengono incubate e si procede al conteggio delle colonie cresciute. Il campionatore di Andersen, munito di pompa aspirante, è decisamente ingombrante e utilizza per ogni campionamento un numero non indifferente di piastre di agar.

I *campionatori monostadio* sono apparecchi poco ingombranti e molto maneggevoli, nei quali l'aria aspirata viene convogliata sulla superficie del terreno nel quale i miceti rimangono intrappolati e danno origine, dopo adatta incubazione, a colonie ben visibili.

Il *campionatore monostadio SAS* aspira ogni minuto 180 litri di aria che viene inviata su una superficie di un terreno di coltura prescelto dall'operatore in relazione agli scopi della ricerca; inoltre l'apparecchio ha la possibilità di variare i volumi di aspirazione dell'aria in funzione della più o meno marcata presenza microbica presunta.

Elenco dei diversi campionatori fungini disponibili in commercio

NOME APPARECCHIO	TIPO DI APPARECCHIO	MATERIALE UTILIZZATO
Allergenco MK-3	A impatto su vetrino	Vetrino con gelatina
Anderson single stage	Campionatore multistadio	Capsula di Petri
Anderson 2 stage	Campionatore multistadio	Capsula di Petri
Anderson 6 stage	Campionatore multistadio	Capsula di Petri
All Glass Impinger	Campionatore multistadio	Liquido
Mattson-Garvin Air Sampler	A impatto su vetrino	Capsula di Petri
Burkard Viable Sampler	Campionatore multistadio	Capsula di Petri
Burkard 24 Hour Indoor Sampler	A impatto su vetrino	Vetrino con gelatina
Dry cyclone sampler	Cyclone collector	Pipette Eppendorf
Spin Con	Ad impatto tangenziale	Liquido
Wetted Cyclone Sampler	Ad impatto tangenziale	Liquido
PARTRAP FA 52	A impatto su vetrino A impatto su capsula di Petri Direttamente in terreno di cultura liquido o solido	Vetrino con gelatina Capsula di Petri Terreno di cultura liquido
Lanzoni Indoor Collector	A impatto su vetrino	Vetrino con gelatine o nastro adesivo
Rotorod	Impatto su asta movente	Asta con materiale adesivo
Air-O-Cel	Impatto su di una superficie rivestita	Acetato di cellulosa
SAS	Campionatore multistadio	Capsula di Petri

Relazione finale del campionamento aerobiologico

Al termine del campionamento sarebbe doveroso fornire una relazione dettagliata sui risultati ottenuti e sui rimedi che si potrebbero utilizzare per modificare l'ambiente a vantaggio dei nostri pazienti (10).

In primo luogo bisogna esporre l'obiettivo principale del campionamento, elencando tutte le ipotesi di partenza, con una descrizione del tipo di ricerche effettuate e delle metodiche utilizzate.

La relazione dovrebbe presentare anche alcune informazioni sull'edificio, come l'ubicazione, le dimensioni, la data di costruzione, il numero di occupanti, infine la data e le ore in cui si è effettuato il campionamento. Potrebbe anche essere utile allegare una pianta dell'edificio.

Descrizione delle eventuali anomalie già evidenti ad un primo esame (come macchie d'umidità, sistemi d'aerazione, tipo di copertura del tetto, ecc.)

Descrizione dei campionamenti effettuati : quali e quanti.

Risultati analitici . Questi devono essere presentati per tutti i singoli campioni (22); dovrebbero includere tutti risultati delle misurazioni effettuate; possibilmente tra queste andrebbero inserite: temperatura dell'aria, l'umidità relativa, CO₂, CO, SO₂ NO₂, O₃ e VOC . Le conte delle spore dovrebbero segnalare l'ambiente specifico nel quale sono state effettuate, l'orario in cui è stato effettuato il campionamento ed un confronto con il contemporaneo campionamento outdoor.

I risultati delle colture su capsule di Petri dovrebbero essere in CFU.

Il rapporto dovrebbe specificare anche gli strumenti usati per il campionamento e che metodi o protocolli sono stati utilizzati.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Gregory P.H. The microbiology of the atmosphere. Leonard Hill, Bucks, England, 1972.
- 2) Chatigny M.A., Macher J.M., Burge A., Solomon W.R. Sampling airborne microorganisms and aeroallergens. In : Air sampling instruments. 7th ed. S.V. Hering Tehnical Editor, 1989.
- 3) Blackley CH. Experimental Researches on the Causes and Nature of Catarrhus Aestivus (Hay-Fever and Hay-Asthma). London, Ballière Tindall and Cox, 1873.
- 4) Durham O.C. The volumetric incidence of airborne allergens. IV. A proposed standard method of gravity sampling, counting and volumetric interpolation of results. J. Allergy 1946;17:79-86
- 5) Tauber H. A static non-pverload pollen collector. New Phytol. 1974; 73:359-369
- 6) Perkins W.A. The rotorod sampler. 2nd semiannual Report, C.M.L. 186, Aerosol Lab. Dept. Chemistry Chem. Engin., Stanford Un. 1957
- 7) Hirst JM An automatic volumetric spore trap. Annals of Applied Biology 1952 39, 257-265.
- 8) Andersen A.A. New sampler for the collection, sizing and enumeration of airborne particles. J.Bacteriol. 1958;76:471-484
- 9) Leuschner R.M., Boehm G. Investigations with the "individual pollen collector" and the "Burkard trap" with reference to hay fever patients. Clin. Allergy 1979;9:175
- 10) Portnoy J.M., Barnes C.S., Kennedy K., Sampling for indoor fungi JACI 2004,113, 189-198
- 11) Committee on the Health Effects of Indoor Allergens NRC. Assessing exposure and risk. In *Indoor allergens: assessing and controlling adverse health effects*, eds Andrew M, Pope RP and Harriet Burge. the National Academies Press, Washington, DC 1993, 185-205.
- 12) Benninghoff W.S., Edmonds R.L. Ecological Systems Approaches to Aerobiology. I. Identification of Component Elemnets and their Functional Relationships. International Biological Program. US/IBP Aerobiology program. 1972, Handbook N.2 , Univ. of Michigan, Ann Arbor
- 13) United States Institute of Medicine Committee on the Assessment of Asthma and Indoor Air. *Clearing the air: asthma and indoor air exposures*, National Academy Press, Washington DC 2000.
- 14) Rogers CA. Indoor fungal exposure. Immunol Allergy Clin North Am 2003;23:501-518.
- 15) Lopez-Diaz T, BF. Production of patulin and cytochalasin E by *Aspergillus clavatus* during malting of barley and wheat. Int J Food Microbiol 1997;35:129-136.
- 16) Ruiz-Herrera J. Biosynthesis of beta-glucans in fungi. Antonie Van Leeuwenhoek 1991;60:72-81.
- 17) Rylander R, Lin R. (1→3)-beta-D-glucan—relationship to indoor air-related symptoms, allergy and asthma. Toxicology 2000;152:47-52.
- 18) Jarvis BB, Salemme J, Morais A. *Stachybotrys* toxins. 1. Nat Toxins 1995;3:10-16.
- 19) Fisher F, Cook N. *Fundamentals of diagnostic mycology*, W.B. Saunders, Philadelphia 1998.
- 20) Burge H. *Bioaerosols*, CRC Press, Inc, Jacksonville, Fla 1995.
- 21) Ogden E.C., Raynor G.S., Hayes G.V., Lewis D.M., Haines J.H. Manual for sampling airborne pollen. Hafner Press, New York, 1974; 182 pp.
- 22) Arlian LG, Morgan MS, Goelz JF. Quantitation of dust mites and allergen in small dust samples. J Allergy Clin Immunol 1999;104:707-709.

CAPITOLO 7

I GRANULI POLLINICI

Renato Ariano

**Unità Operativa Complessa di Medicina Interna
A.S.L. n. 1 Imperiese – Ospedale “Saint Charles” di Bordighera**

I granuli pollinici, assieme a spore fungine, microbi e virus, vengono a far parte degli aerosols biologici che inaliamo quotidianamente. Il granulo pollinico è una complessa struttura il cui scopo è quello di trasmettere i gameti maschili delle piante a seme, Angiosperme e Gimnosperme. Il polline si sviluppa dentro le antere che, quando sono mature, si aprono e lo liberano nell’atmosfera. Lo si potrebbe definire un minuscolo veicolo spaziale creato dalla natura per trasportare del materiale genetico.

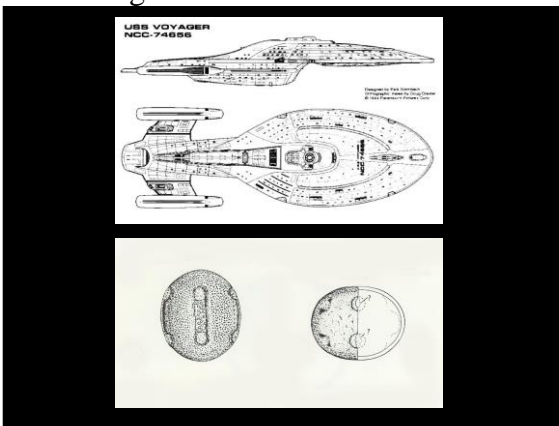


Fig. 1 – Schema di navetta spaziale a confronto con diagramma di granulo pollinico.

Questo involucro resistentissimo, che protegge il gametofito maschile, risolvendo il problema della sua sopravvivenza in assenza d’acqua, è quasi indistruttibile e conserva i suoi caratteri morfologici anche per migliaia di anni. Il contenuto citoplasmatico ha invece una vita assai più breve. E’ ancora incerto quanto duri l’effetto allergenico. Tuttavia, secondo nostre osservazioni personali (in corso di pubblicazione), il polline di *Cupressus sempervirens*, dopo sei anni dalla propria uscita dall’antera, pur perdendo la capacità riproduttiva, mantiene ancora la propria antigenicità.

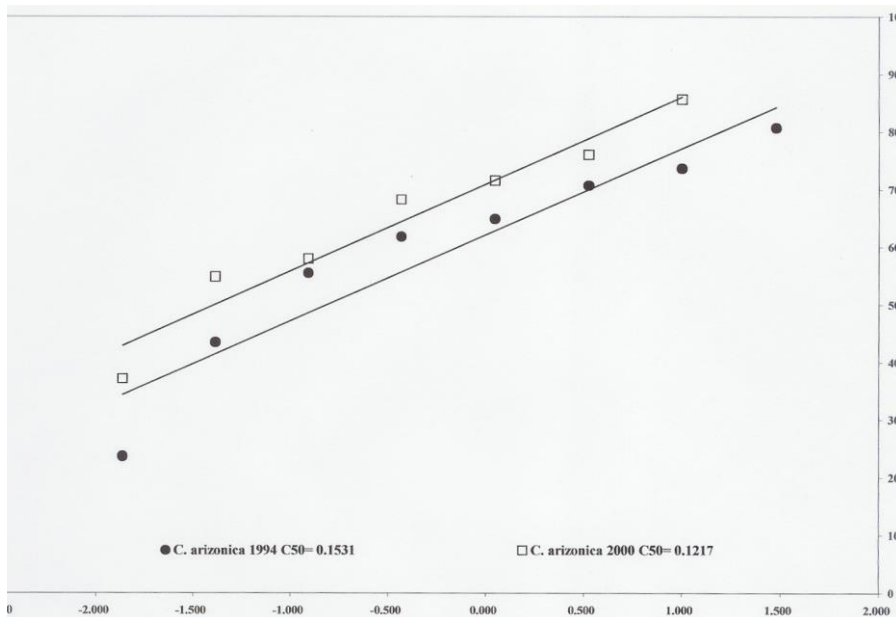


Fig. 2 – La RAST inibizione con estratto fresco e “vecchio” di Cupressus sempervirens dimostra il mantenimento del potere allergenico anche dopo alcuni anni.

La dispersione dei gametofiti in doviziosa profusione ha lo scopo di garantire il raggiungimento dell'obiettivo finale dell'impollinazione anemofila, pur ottenendo come risultato collaterale alcuni effetti sgradevoli sulla salute dei soggetti atopici. I reperti paleontologici dimostrano che la strategia riproduttiva rappresentata dall'impollinazione anemofila è stata la prima modalità a comparire. In seguito l'evoluzione biologica ha coinvolto in questo meccanismo altri vettori come gli insetti, con l'impollinazione entomofila. Interpretando questa strategia secondo la teoria del gene egoista di Dawkins (1) il granulo pollinico rappresenterebbe soltanto lo strumento di un Dna che lo costringe a viaggiare per mantenersi in vita. In altri termini, più poetici, si potrebbe considerare il paziente allergico come un intruso nell'avventurosa storia d'amore tra polline e stigma. E' certo che di quest'improvvida e casuale intrusione ne paghi le conseguenze.

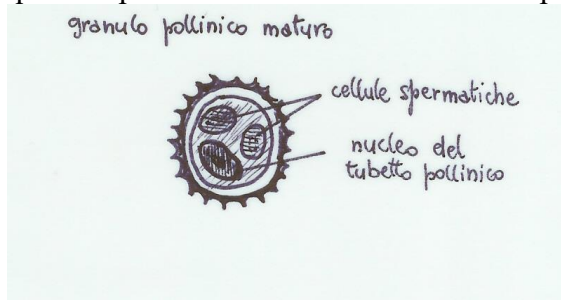


Fig. 3 - Granulo pollinico maturo

NOTE DI BOTANICA

L'Allergologia è stata definita da più parti come disciplina trasversale. Ovvero, considerando la malattia allergica non come una malattia organo-specifica ma una malattia sistemica, occorre prevedere modelli operativi diagnostico-terapeutici di tipo multidisciplinare. L'approccio globale al paziente allergico prevede quindi l'utilizzo contemporaneo di diverse competenze da parte dello specialista allergologo: di tipo otiatico, dermatologico, pneumologico, immunologico, di laboratorio, e non ultimo, botanico. Senza voler invadere il campo altrui è tuttavia necessario che lo

specialista allergologo padroneggi alcuni concetti fondamentali. Ecco lo scopo delle presenti *Note di Botanica*.

RIPRODUZIONE NELLE PIANTE

Nelle piante la riproduzione asessuata comprende diverse modalità mediante le quali possono formarsi nuovi individui a partire da un unico soggetto. Ne sono esempi gli stoloni della fragola, i bulbi dei gigli, i tuberi delle patate. Nelle piante, a differenza degli animali la *meiosi* (ovvero quel processo che deriva dalle cellule che possiedono metà del corredo cromosomico della cellula originaria) non comporta sempre la formazione di gameti ma, nella maggior parte dei casi si ha la formazione di *spore*. Queste differiscono dai gameti in quanto, mentre questi sono deputati alla fecondazione, le spore danno origine a delle divisioni mitotiche che originano una struttura *aploide* chiamata *gametofito* (=produttore di gameti). Quest'ultimo è costituito da cellule con nuclei che presentano metà del corredo cromosomico (n) della cellula che dato origine alla meiosi e che aveva un corredo cromosomico $2n$. La riproduzione sessuata si verifica mediante la fusione di due cellule, dette gameti, mediante il processo di fecondazione. Si passa da un gametofito aploide ad uno sporofito diploide (con doppio corredo cromosomico).

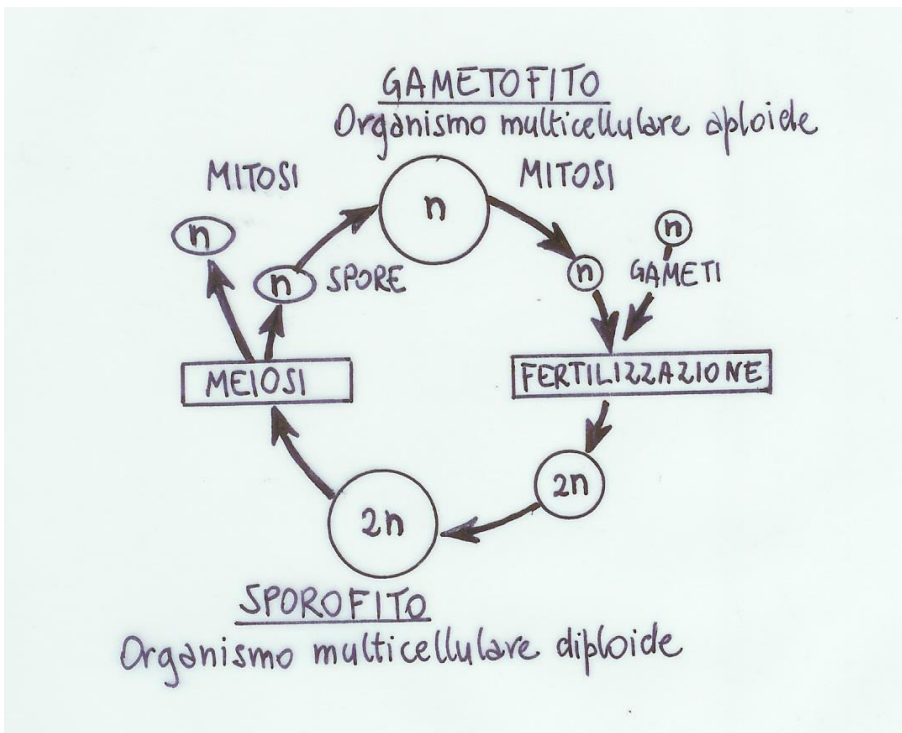


Fig. 4 – Ciclo riproduttivo nelle piante.

Queste cellule, nelle specie con patrimonio genetico diploide (in cui vi sono due copie di ciascun gene), sono aploidi e derivano da un processo di meiosi. I gameti non sono geneticamente identici; essi possiedono tutti i geni tipici della specie, ma tali geni possono essere rappresentati da alleli differenti. La fusione di due gameti permette, pertanto, la nascita di un individuo in cui è ripristinato il corredo genetico diploide, e che non risulta identico ad alcun altro individuo. Nelle piante, diversamente che nelle specie animali, esiste dunque un'alternanza di generazione: fase aploide (gametofito) e fase diploide (sporofito).

Nelle Angiosperme lo sporofito consiste in quella parte che genericamente si chiama "pianta" (2), formata da innumerevoli cellule; invece il gametofito femminile è composto da sette cellule, racchiuse nell'ovulo, mentre il gametofito maschile è composto da tre cellule, che costituiscono il granulo pollinico. Nelle piante, vi sono molte specie ermafrodite dette monoiche (esempio il

granoturco) ; vi sono anche piante dioiche (esempio: l'ortica), in cui ciascun individuo porta organi riproduttivi esclusivamente femminili o maschili.

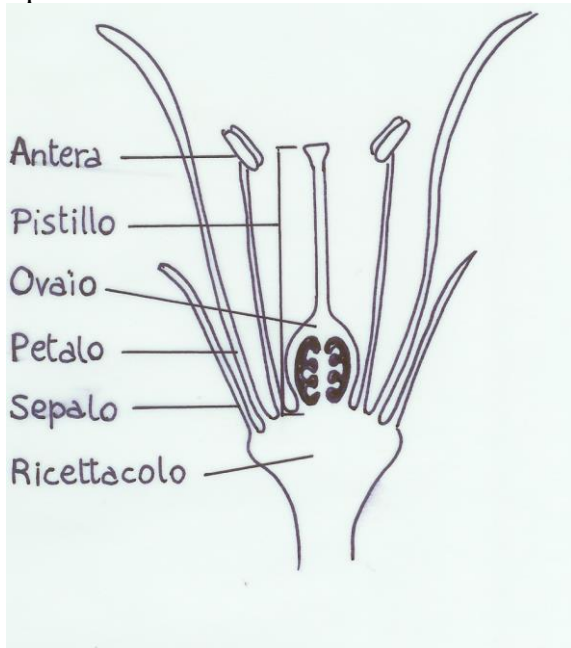


Fig. 5 - Fiore ermafrodito

IL POLLINE

FORMAZIONE E SVILUPPO DEL POLLINE

Il granulo pollinico è dunque il gametofito maschile, ovvero quella struttura che produce e conserva dentro di sé i gameti delle piante a seme (Angiosperme e Gimnosperme). Il granulo pollinico n ha un ruolo importante nel ciclo vitale delle piante a fiore, che è basato sull'alternanza di due generazioni. Questa si realizza con il passaggio da una fase aploide (gametofito) ad una fase diploide (sporofito). La generazione dominante è il corpo della pianta vegetativa diploide, lo sporofito.

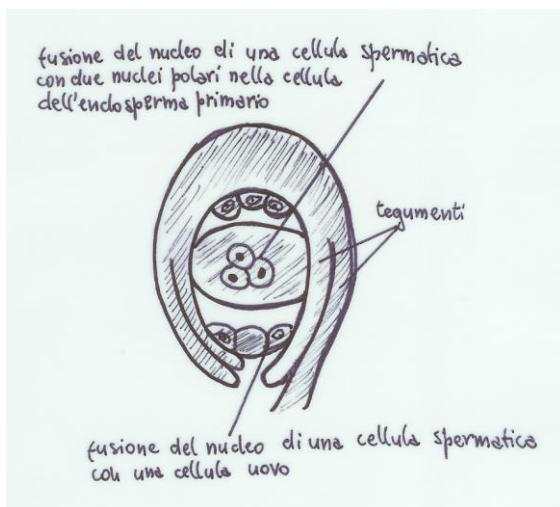


Fig. 6- Riproduzione sessuata

Questo produce spore (fase diploide, con cellule con corredo cromosomico $2n$) che subiscono divisioni mitotiche e danno origine al gametofito (fase aploide con cellule con corredo cromosomico n). Il granulo pollinico è il contenitore del gametofito maschile. Nelle piante più evolute mentre il gametofito si riduce di dimensioni lo sporofito cresce di dimensioni e di complessità. Nella parte fertile dei fiori si trova l'androceo (apparato maschile), composti da stami che presentano un filamento alla cui parte terminale sono presenti le antere. Lo sviluppo e la maturazione del granulo pollinico avviene nelle antere, composte a loro volta da due microsporangio o teche.

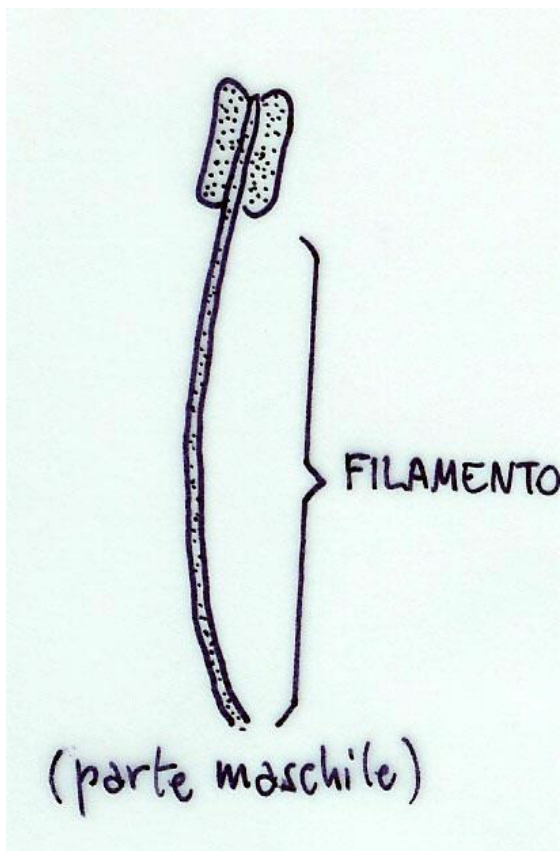


Fig. 7 - Parte maschile del fiore (androceo)

I pollini si sviluppano all'interno dei sacchi dell'antera da cellule progenitrici murali specializzate (matri polliniche), precursori del PROTOPLASTO interno. In ciascuna sacca pollinica si forma il tessuto sporigeno formato dalle cellule madri delle microspore (con assetto cromosomico diploide) e che per meiosi danno origine a 4 microspore o granuli pollinici (con assetto cromosomico aploide).

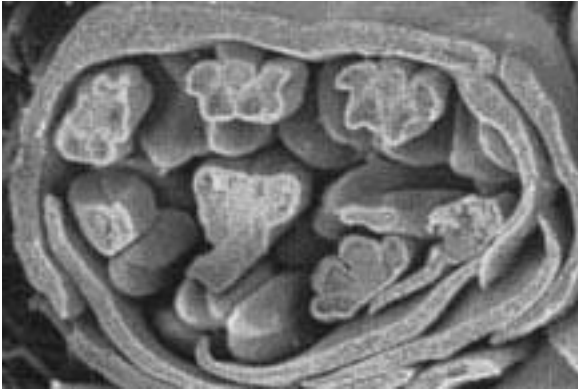


Fig. 8 - Granuli pollinici dentro l'antera

La parete dell'antera contiene 4 strati, dall'esterno: l'epidermide, lo strato medio, il tapetum e i nuclei sporigeni. L'epidermide e lo strato medio hanno la funzione di protezione dell'antera. Lo strato medio si differenzia in entoteliom con una parete a barre. Il tapetum è un tessuto nutritivo che circonda i nuclei sporigeni e produce un liquido nutritivo (fluido tapetale). E' appunto dal tapetum che si originano i corpuscoli detti orbicoli (o corpi di Ubisch), che hanno funzione nutritiva. Una volta giunto a maturazione il granulo pollinico si disidrata, il tapetum degenera e cessa la sua attività nutritiva, si aprono quindi le antere che liberano così il polline in atmosfera.

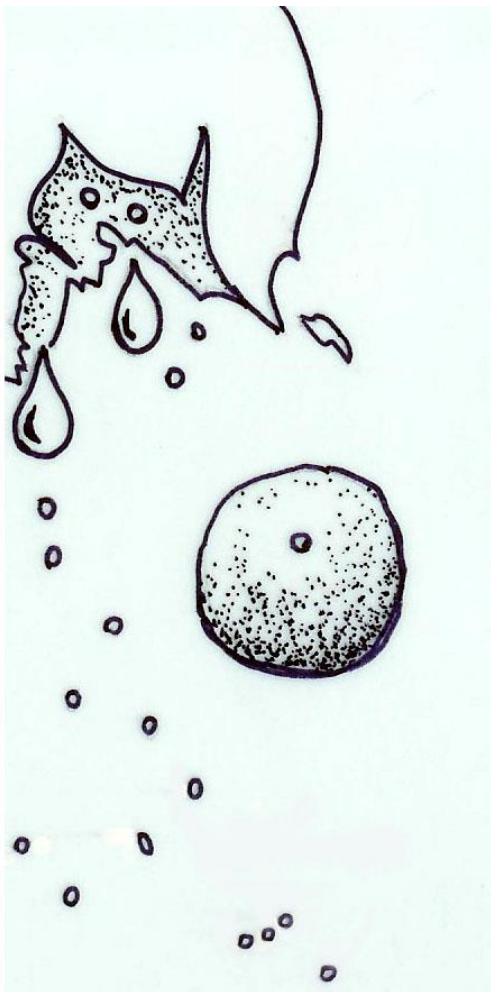


Fig. 9 – Liberazione del polline dall'antera.

I componenti della parete pollinica riflettono una duplice origine: l'*intina* pectocellulosica, che è secreta dal protoplasto in cui risiedono componenti nucleari e metabolici e l'*exina*, che è lo strato superiore, è derivata dal tappeto, un complesso polimero di unità di squalene con il nome di SPOROPOLLENINA. Questi materiali solidi conferiscono all'esina la sua avidità per i coloranti basici, come pure la sua notevole resistenza agli aggressori esterni. Tra i rilievi sculturati dell'esina, nell'intina e nei pori sono presenti enzimi, proteine e glicoproteine che hanno la funzione del riconoscimento sessuale tra polline e componente femminile della pianta. Sono appunto le proteine e le glicoproteine che, quando non riescono a svolgere la loro funzione finalistica, assumono il ruolo di allergeni per i pazienti allergici. I minuscoli organuli (0,30-2,0 millimicron) che sono visibili sulla superficie dell'esina sono i già citati corpi di Ubish ovvero orbicoli. Tale materiale di superficie, derivato dal secreto del tappeto, è ritenuto da taluni una potenziale fonte di allergeni descritti nelle particelle paucimicroniche e più piccole, ma a tutt'oggi mancano evidenze scientifiche a supporto di questa ipotesi.

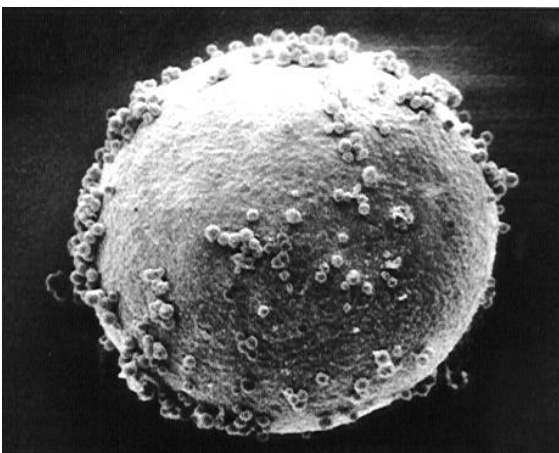


Fig. 10 - Corpi di Ubish sulla superficie di un granulo pollinico di Cupressaceae.

La parte femminile è invece chiamata gineceo ed è formata da uno o più *pistilli* ed un'*ovaio* con all'interno gli ovuli uno *stilo* e uno *stigma* (porzione più sottile del carpello che lo collega allo stimma). Si chiama *carpello* una foglia modificata portante uno o più ovuli. Quando il polline raggiunge lo stigma (parte terminale del carpello leggermente più rigonfia che sormonta lo stilo), emette un tubetto pollinico che attraversa lo stilo e invia i gameti maschili a congiungersi con quelli femminili, raggruppati all'interno degli ovuli (3).

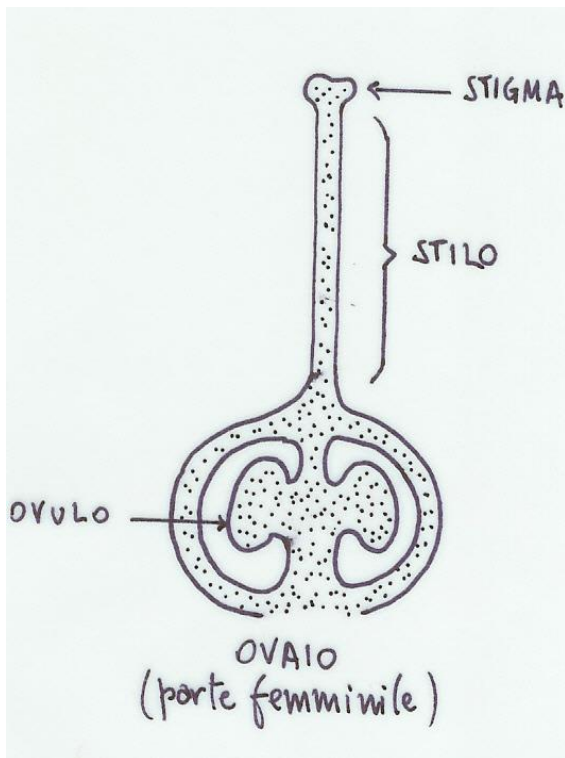


Fig. 11 – Parte femminile del fiore (gineceo).

Per vitalità del granulo pollinico s'intende la possibilità di continuare a svolgere il proprio scopo biologico, che nel caso del granulo pollinico è la possibilità di fecondare. Per valutare la vitalità dei granuli pollinici si utilizzano metodiche diverse quali: tests citochimici: con colorazioni che evidenziano la presenza di sostanze indicatrici della vitalità; tests enzimatici: che determinano l'attività di determinati enzimi essenziali; test fluorocitometrici: che utilizzano sostanze fluorescenti; tests di geminazione: che verificano la capacità, da parte del polline esaminato, di emettere il tubetto pollinico, utilizzando uno specifico terreno di germinazione.

FORMA E DIMENSIONE

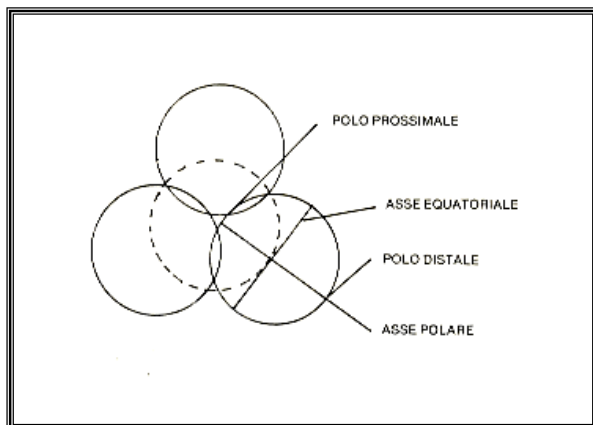
Lo studio dei pollini riveste un aspetto applicativo molto importante costituito dal fatto che è possibile, dall'osservazione di un singolo granulo pollinico identificare la pianta che lo ha prodotto. Questo grazie a numerose caratteristiche variabili che possono formare infinite combinazioni (4) . Le principali caratteristiche distintive del polline sono la forma, la simmetria, la taglia (da 10 a 250 millimicron ovvero un millesimo di millimetro), il numero e la ripartizione delle aperture (pori e scissure) come anche la struttura e l'ornamento della superficie.

DIMENSIONI

La maggior parte dei pollini delle piante anemofile presentano una taglia compresa tra i 10 e i 40 millimicron (esistono degli estremi: dai 5 millimicron del *Myosotis* ai 200 millimicron della *Cucurbita*). Quelli delle *Pinacee* sono un'eccezione in quanto presentano due sacche laterali aurifere che permettono loro di arrivare da 60 a 140 millimicron

POLARITA'

Il granulo va visto come una sfera con due poli. La linea che unisce i due poli si definisce ASSE POLARE. L'asse perpendicolare all'asse polare è detto ASSE EQUATORIALE.



La posizione del granulo, al momento dello sviluppo in TETRADE, Consente di individuare una FACCIA PROSSIMALE (interna), una FACCIA DISTALE (esterna), un ASSE POLARE che congiunge il POLO DISTALE con quello PROSSIMALE.

Fig. 12 - Polarità del granulo pollinico.

FORMA

La forma più frequente è quella sferica, in alcuni casi ovoidale oppure triangolare (*Eucalyptus*). Particolare il polline delle Pinacee che presenta un corpo centrale con due sacche aurifere applicate lateralmente, con funzione di galleggiamento in atmosfera. Per definire la forma del granulo pollinico si utilizza il rapporto tra l'asse polare e quello equatoriale. Se le due lunghezze sono uguali il granulo si definisce SFERICO; se l'asse polare è minore di quello equatoriale il granulo è OBLATO; l'asse polare è maggiore di quello equatoriale si definisce PROLATO.

STRUTTURA DELLA PARETE è detta anche sporoderma ed è costituita da due strati principali: uno interno detto INTINA ed uno esterno detto ESINA.

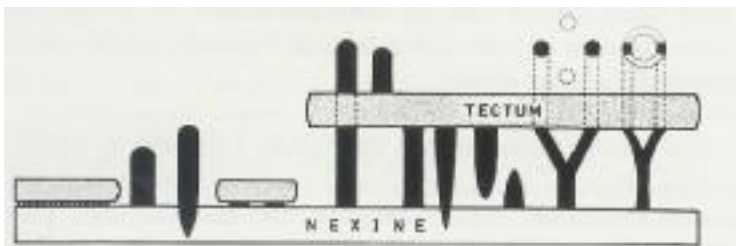


Fig. 13 - Esempi di stratificazione dell'ESINA.

Sia i pollini che le spore fungine hanno dovuto sviluppare un adattamento specifico al loro trasporto aereo. Si pensi che l'atmosfera non è un ambiente molto ospitale per il polline, a causa della scarsità di acqua necessaria alla sopravvivenza. A tale scopo i pollini hanno sviluppato pareti cellulari assai spesse, costituite dalla resistentissima sporopollenina. In questa maniera i pollini riescono a mantenere la loro vitalità.

La capsula che racchiude il granulo pollinico lo protegge dalla disidratazione e dalle radiazioni ultraviolette. Se il polline è probabilmente l'organismo vivente che più frequentemente è fossilizzato questo è dovuto alla grande resistenza della sua capsula alla degradazione. Questa caratteristica lo rende una fonte d'informazione importante per la ricostituzione dei climi e delle vegetazioni passate (*paleopalinologia*). Queste proprietà gli sono in gran parte conferite da una sostanza chiamata *sporopollenina* che costituisce la materia della sua parete esterna (*exina*). Sono

ancora le caratteristiche e le scabrosità della parete esterna che permettono agli studiosi di identificare microscopicamente il polline, spesso sino alla specie, ma più spesso a livello di famiglia vegetale. Lo strato più esterno della semina viene detto **Tectum**: (pl. tecta).

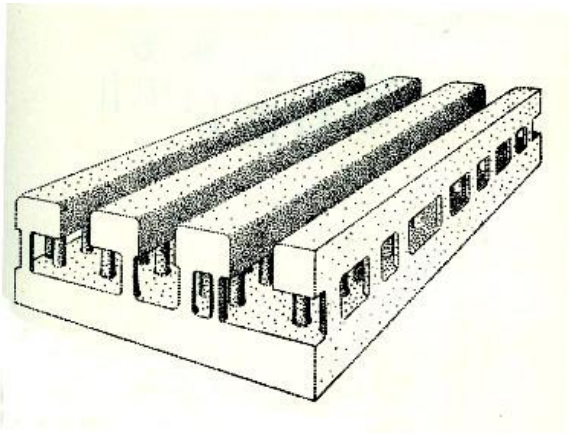
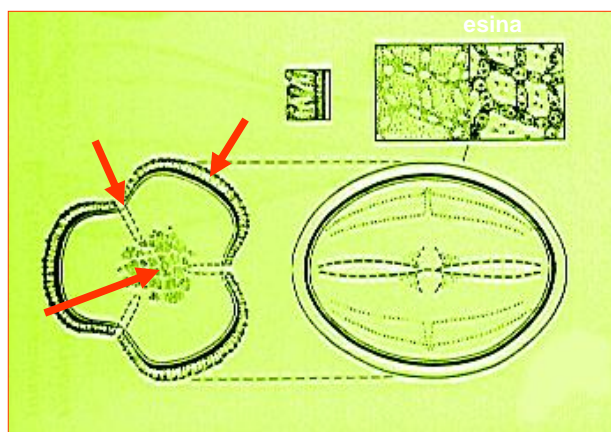


Fig. 14 - Aspetti morfologici del Tectum

Il polline, a differenza di tutte le cellule vegetali, ha due pareti: l'esterna: esina, formata da sporopollenina, formata da politerpeni, e l'interna intina, formata da polisaccaridi. L'esina ha funzione di protezione ed ha superficie esterna molto elaborata, che può servire al riconoscimento morfologico del polline, in quanto ha elementi in rilievo che le conferiscono diversi aspetti: maculato, clavato, pilato, striato, reticolato, verrucato, gemmato, chinato, ecc. Tra le sculture dell'esina, sui pori e nell'intina si trovano, oltre che a degli enzimi, proteine e glicoproteine che avrebbero la funzione originaria di fattori di ricognizione cellulare, enzimi facilitanti la germinazione del polline, o proteine nutritive. A queste sono attribuibili le proprietà allergeniche. Derivano dalle cellule del tappeto nutritivo, sono prodotte dal citoplasma della microspora e quindi di origine gametofitica.

LOCALIZZAZIONI DEGLI ALLERGENI POLLINICI



Polline di Sambucaceae

Fig. 15 - Struttura del polline di Sambucaceae e localizzazione delle proteine allergeniche.

APERTURE

La superficie dei granuli pollinici è interrotta da aperture dette pori tramite i quali viene emesso il tubetto pollinico. Si distinguono due tipi di aperture : pori e colpi (che si distinguono dai pori per avere un asse maggiore lungo due volte l'asse minore).

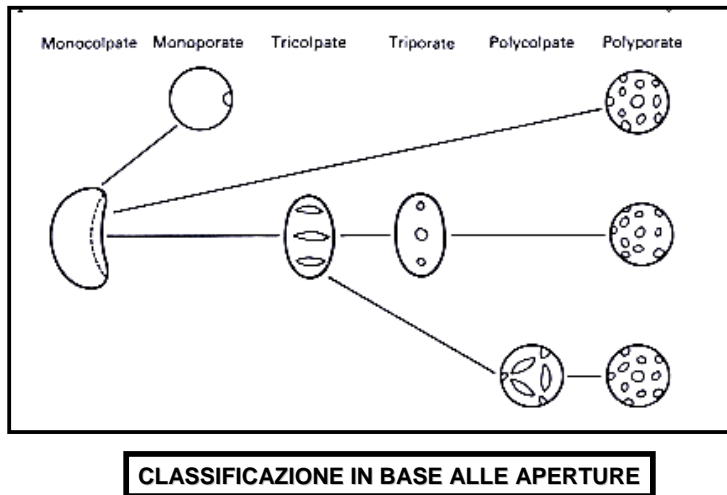


Fig. 16 - Classificazione in base alle aperture

Possono esistere anche combinazioni tra i due tipi di apertura. Se il granulo non presenta aperture visibili si definirà atremo (dal greco a = senza e trema = apertura). Per ogni specie sono caratteristiche costanti il numero di aperture, la forma e la posizione. Attraverso queste aperture, quando il granulo pollinico raggiunge lo stigma, viene emesso il tubetto pollinico.

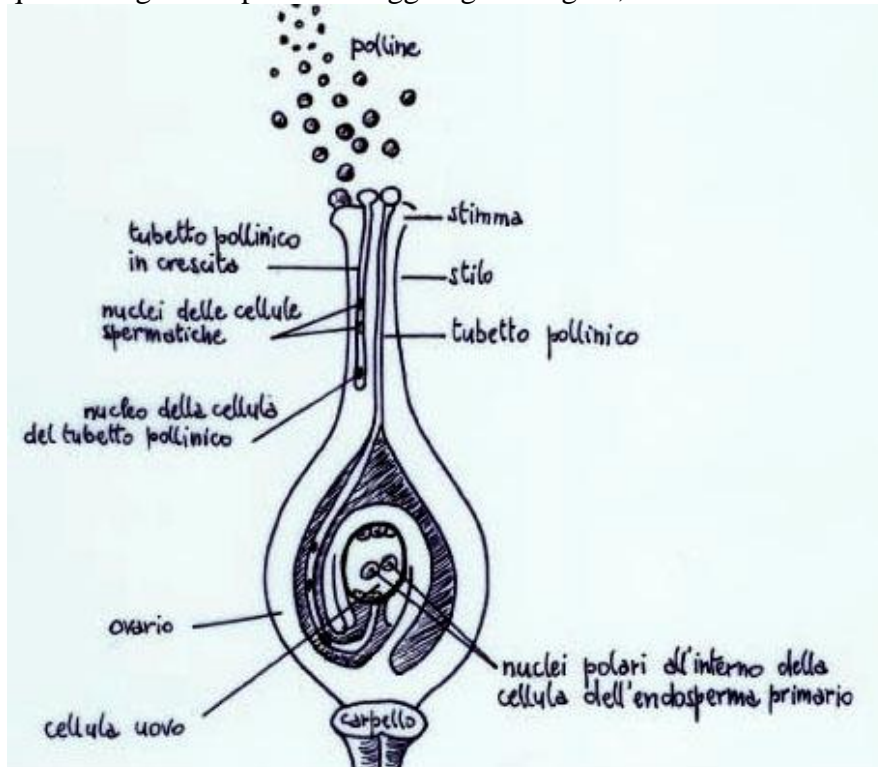


Fig. 17 - Tubetto pollinico

CLASSIFICAZIONE NPC

Le aperture variano per numero, struttura e posizione sulla superficie del granulo pollinico.

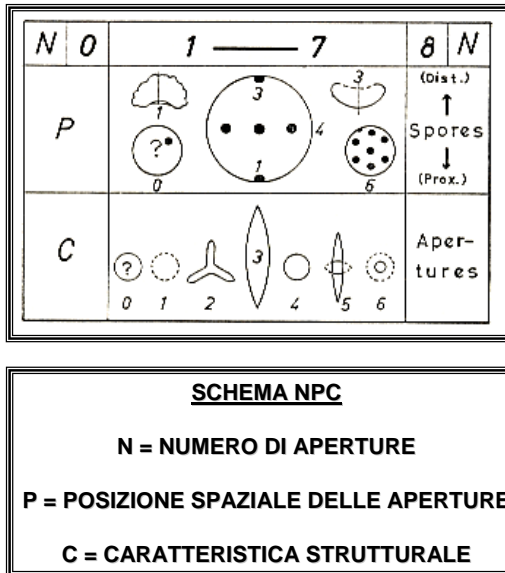


Fig. 18 - SCHEMA NPC

La combinazione di queste tre caratteristiche permette una classificazione pollinica nota come NPC il cui razionale è il seguente:

- N = numero di aperture presenti sulla superficie del granulo pollinico
- P = posizione spaziale delle aperture (polare, equatoriale, sparsa)
- C = caratteristica strutturale

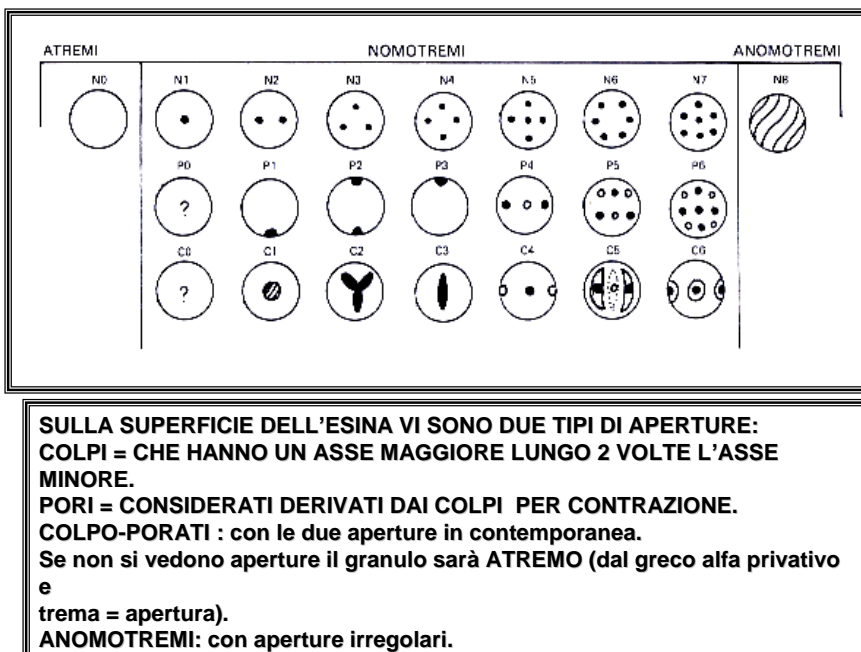


Fig. 19 - Classificazione in base alle aperture.

In base allo schema NPC si possono distinguere pollini : atremi (senza aperture), monotremi (con aperture regolari), anomotremi (con aperture regolari).

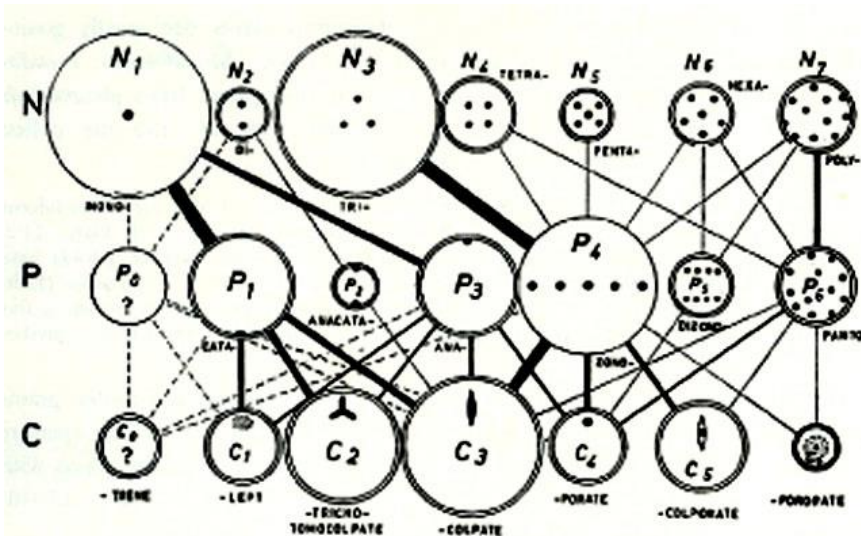


Fig. 20 -Rappresentazione schematica delle possibili combinazioni della Classificazione NPC

ALLERGENI POLLINICI

Una volta maturato il polline si disidrata e viene liberato dall'antera nell'atmosfera, la sua attività biologica si rallenta, la sua forma da rotonda diviene ovale, di modo che è più aerodinamico. Il polline riacquista la sua piena attività quando si idrata nuovamente e ciò avviene quando:

- incontra lo stigma di un fiore,
- viene a contatto con acqua, sia in atmosfera che al suolo,
- viene a contatto con le mucose delle vie aeree.

Difatti, a contatto con l'acqua il polline si idrata e rilascia le proprie proteine. Entro 2-30 secondi quelle dell'esina, dopo 30 secondi quelle dell'intina; è possibile, almeno per alcune specie, il rilascio di proteine e glicoproteine dal citoplasma.



Fig. 21 – Granulo pollinico che, a contatto con una goccia d’acqua, libera le proprie proteine.

Una volta che il polline ha liberato le proprie proteine, perde la maggior parte del proprio potenziale allergenico, anche se fosse, in un secondo tempo risollevato dal vento. Diversamente il polline che, per particolari vicende del proprio percorso, si venisse a trovare in situazioni ambientali particolari, in ambienti asciutti e poco ventilati, dove non si verifichi la reidratazione, potrebbe mantenere in maniera indefinita le proprie capacità allergeniche. Negli estratti allergenici derivati da pollini, usati in diagnostica allergologica, sono stati identificati numerosi allergeni. La loro caratterizzazione chimica ha mostrato che essi sono tipicamente proteine o glico-proteine a basso peso molecolare (5-80 kDa). Per alcuni pollini, come quelli delle Cupressaceae, epitopi allergenici possono essere presenti anche sui carboidrati, come abbiamo dimostrato in collaborazione con il gruppo di Carlo Pini, dell’Istituto Superiore di Sanità (5,6).

Un granulo pollinico può presentare più allergeni. Si definiscono “allergeni maggiori” quelli che sono in grado di provocare la produzione di IgE specifiche in più del 50% dei pazienti allergici a quel polline, mentre sono definiti “allergeni minori” quelli che provocano produzione di IgE in una percentuale inferiore di pazienti.

In un primo tempo si riteneva che gli allergeni pollinici fossero localizzati soprattutto sull’esina, in seguito si accertò che invece la maggior parte degli allergeni erano contenuti all’interno del granulo e che avevano la proprietà di fuoriuscire dai pori assai rapidamente, una volta a contatto con una superficie umida.

Tuttavia, attenti studi immunochimici di sezioni al microscopio elettronico ha suggerito siti tipici per diversi allergeni pollinici; sono state descritte localizzazioni selettive sull’esina, intina o nel protoplasto. Esperimenti di etichettatura immunologica hanno localizzato allergeni o in parti della membrana cellulare (esina) o nel citoplasma. Una quantità moderata di allergeni è anche presente in prossimità dei pori di apertura.

Altri allergeni sono situati anche in parti non polliniche delle piante, nel cosiddetto sporofito. Tra questi la PROFILLINA la quale è costituita da una famiglia di proteine strutturali, di dimensioni medie di 14 kD, componente fondamentale del citoscheletro, presente in quasi tutti gli alimenti vegetali e, a concentrazioni diverse, in quasi tutti i pollini. Per tale motivo è stata definita pan-allergene ed è la responsabile di alcune cross-reazioni e di alcune sindromi orali-allergiche.

Al microscopio ottico, inoltre, si osservano sulla superficie dei pollini presentano una sorta di detriti di superficie, costituiti da residui di tessuto tappetale e fluido tappetale (orbicoli) oltre a una superficie di strato lipidico (pollenkit).

E' stato ipotizzato in passato un possibile ruolo allergenico per gli orbicoli (corpi di Ubisch) in quanto derivati dal tappeto ed in alcuni studi (ma non in tutti) sembrano veicolare allergeni. Tuttavia è da osservare che gli orbicoli sono assenti in alcune specie importanti dal punto di vista allergenico come Artemisia e Ambrosia (7). Noi personalmente (grazie ai suggerimenti ed alla collaborazione preziosa di un insigne botanico, il Prof. Ettore Pacini di Siena) abbiamo svolto degli studi sugli orbicoli delle Cupressaceae, andando a ricercare, col microscopio a fluorescenza, e con colorazioni speciali, la possibilità di ritrovare gli orbicoli staccati dalla superficie del polline, ma con esito sempre negativo.

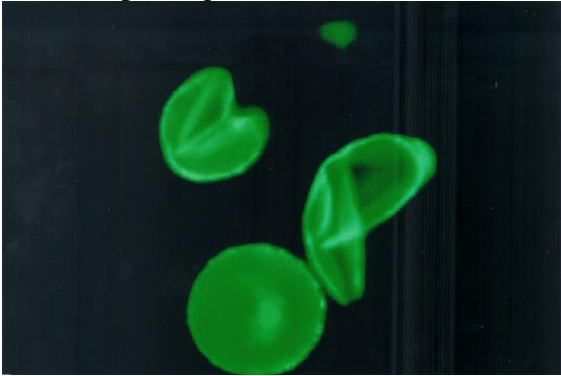


Fig. 22- Microfotografia di pollini di Cupressaceae al microscopio a fluorescenza.

Nomenclatura degli allergeni

Il Sottocomitato dell'Unione Internazionale delle Società di Immunologia per la nomenclatura degli allergeni ha stilato le linee guida per l'adozione di una comune denominazione degli allergeni purificati. Questo schema usa le prime tre lettere del genere insieme alla prima lettera della specie aggiungendovi un numero arabo che riflette l'ordine in cui l'allergene è stato isolato oppure la sua importanza dal punto di vista clinico.

Per la determinazione della potenza allergenica degli allergeni esistono numerose tecniche che si basano sulla determinazione del legame IgE specifico. A tale scopo si utilizzano allergosorbent tests radioimmunologico o immunoenzimatici. Una variante è data dal test di inibizione in cui l'allergene viene unito al siero del paziente allergico prima dell'incubazione con l'allergene legato alla matrice. Se l'allergene solubile si è legato alle IgE specifiche presenti nel siero il risultato sarà una riduzione del legame delle IgE alla matrice, espresso come quantità di allergene richiesto per ottenere un'inibizione del 50 % del massimo. Quanto minore sarà la concentrazione richiesta tanto maggiore sarà il potere allergenico dell'allergene considerato. Questa tecnica viene abitualmente utilizzata nella standardizzazione dell'allergene.

Si utilizza anche la radioimmunolettroforesi crociata (CRIE) in cui gli estratti allergenici vengono separati mediante elettroforesi in gel d'agarosio e l'immunoblotting che fornisce indicazioni sui pesi molecolari dei singoli allergeni e sul loro numero all'interno di un estratto.

Per l'isolamento degli allergeni si utilizzano ora tecniche del DNA ricombinante e degli anticorpi monoclonali.

LA DISSEMINAZIONE DEL POLLINE

La disseminazione dei granuli pollinici costituisce il modello di dispersione più frequente delle piante. Il polline costituisce una modalità di dispersione genetica in quanto trasmette una quantità di cromosomi della pianta produttrice alle sue discendenti.

Esistono diversi sistemi di riproduzione tra le piante. L'*allogamia* corrisponde alla pollinazione da un altro individuo diverso dalla pianta ricevente. L'*autogamia* si realizza invece quando la fecondazione avviene con un polline della medesima pianta.

La *cleistogamia* è un caso particolare di autogamia in cui la pollinazione è realizzata nell'ambito dello stesso fiore. Questo tipo di autoimpollinazione avviene piuttosto frequentemente, per esempio nella *Cattleya aurantiaca*, *Epidendrum nocturnum* ed in alcune specie di *Maxillaria*.

Nel corso dell'evoluzione l'allogamia ha presentato diversi tipi di meccanismi di trasporto dei pollini. L'impollinazione è assicurata da fattori abiotici come il vento (*anemofila*) e l'acqua (*idrofila*) oppure tramite alcuni animali, come l'uccello colibrì o il pipistrello (*zoogama*), oppure da insetti, come le api (*entomofila*).

Le piante ad impollinazione entomofila sono quelle che presentano fiori molto profumati e vistosi al fine di attirare gli insetti. Queste piante inoltre producono una minore quantità di granuli pollinici, rispetto alle altre. Le piante ad impollinazione anemofila, invece, presentano fiori poco profumati e poco vistosi. La produzione di pollini è abbondante. Sebbene solo il 10% delle piante presentino impollinazione anemofila queste sono più che sufficienti a creare problemi alla salute degli umani. In effetti questa modalità di diffusione del polline è molto dispersiva e per questo motivo le piante aumentano la loro possibilità di impollinazione solo aumentando in maniera esagerata il numero di granuli pollinici. Questi sono inoltre assai leggeri, aerodinamici, con superfici lisce, al fine di facilitare la dispersione ed il volo. E' proprio grazie a queste caratteristiche ed a questa sovrabbondanza in atmosfera che i granuli pollinici delle piante anemofile hanno grandi probabilità di impattare sovente sulle mucose degli esseri umani generando le cosiddette pollinosi.

Di converso, per aumentare la possibilità di catturare i granuli pollinici le piante anemofile presentano anche stigmi allungati e penduli all'esterno del fiore.



Fig. 23 -Dispersione massiva di polline di cipresso (foto Raddi).

LIBERAZIONE E TRASPORTO

Abbiamo già descritto, nel capitolo “AEROSOL BIOLOGICO” le caratteristiche aerodinamiche della liberazione e trasporto in generale delle particelle aerotrasportate. Qui ci soffermeremo solo sulle caratteristiche peculiari dei granuli pollinici.

Il meccanismo di liberazione dei granuli pollinici dalle antere va sotto il nome di ANTESI e varia a seconda della specie e di alcuni parametri climatici. La liberazione dei granuli pollinici dalle antere può avvenire con diversi meccanismi (2). Questo meccanismo può essere passivo (quando per esempio il vento scuote le antere che pendono fuori del fiore, come avviene per le Betulacee) oppure attivo ed è provocato dalla deiscenza dell'antera che si disidrata e facilitato dall'impatto del vento sulla pianta. La diminuzione della umidità relativa è uno dei fattori determinati il rilascio dei granuli, quando sono giunti a maturità, promuovendo la rottura della parete dell'antera. La fuoriuscita dei pollini, senza partecipazione del vento, con meccanismo automatico “a scatto” è meno frequente. Si verifica, ad esempio, per la Parietaria, le cui antere sono dotate di particolari filamenti elastici.

Ogni specie possiede un proprio periodo di impollinazione ma questa è anche condizionata in particolare dalla umidità relativa dell'aria. Le giornate calde e asciutte facilitano l'apertura delle antere, mentre un'elevata umidità la rende difficoltosa. E' appunto la diminuzione della umidità relativa l'agente causale che determina il rilascio dei granuli maturi. Diversamente, se nel periodo precedente la fioritura, la pianta assume acqua con la pioggia in seguito produrrà più polline (7). Se la pioggia però giunge quando il polline è stato da poco liberato lo abbatte miseramente al suolo, cancellandone le capacità di vitalità e di allergenicità. Per i pollini le condizioni ideali di liberazione sono date da giornate con sole ed assenza di pioggia, una temperatura intorno ai 25 e 30 C°, un'umidità relativa dell'aria intorno al 60-70%. Del tutto opposto è il comportamento delle spore fungine la cui liberazione è facilitata dall'umidità e che tendono ad essere liberate soprattutto di notte.

Molti pollini aerotrasportati (forse la maggior parte) sono emessi di giorno, sebbene i piccoli picchi secondari possano essere registrati dopo il crepuscolo con l'aria più fresca, i pollini pesanti cadono verso la superficie. Questo fenomeno aumenta soprattutto quando cala la velocità di vento.

La presenza di pollini nell'aria dipende anche dall'abbondanza delle corrispondenti piante produttrici e da fattori di rilascio e di dispersione. Per produrre pollini allergenici una pianta deve rispondere ai 5 postulati formulati da Thommen nel 1930 (8) :

- 1 - essere prodotta da semi;
- 2 - essere distribuite ampiamente sul territorio;
- 3 - produrre una larga quantità di pollini;
- 4 - produrre pollini leggeri e aerodinamici;
- 5 - produrre pollini allergenici

Esistono tuttavia alcune eccezioni ai postulati di Thommen, come la Mimosa, che è polline ad impollinazione entomofila e di grandi dimensioni (è una poliade, cioè è formato da più granuli aggregati), quindi poco aerodinamico. La Mimosa (*Acacia floribunda* o *Acacia dealbata*) ha una potenziale azione allergenica in soggetti ad essa esposti intensivamente (floricoltori o persone che vivono in prossimità della pianta) (9). Per le sue caratteristiche di scarsa volatilità è stata definita anche “pollinosi da vicinato”.



Fig. 24 - Pianta di Mimosa

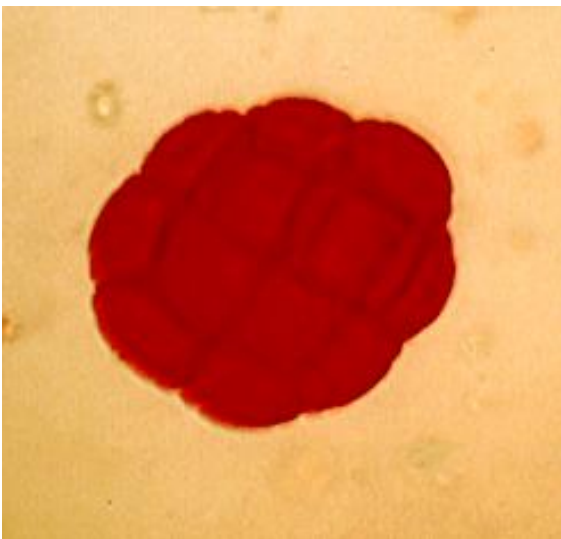


Fig. 25 - Polline di Mimosa

DOSE SOGLIA

Uno degli obiettivi dei primi studiosi delle pollinosi è stato quello della definizione di una dose soglia, ovvero la definizione di quella dose di concentrazione atmosferica “minima” al di sopra della quale i soggetti allergici ad una determinata specie allergenica possono cominciare a sviluppare sintomatologia. In passato, in Gran Bretagna (10) si era definita una dose soglia di 20 granuli per metro cubo per le Graminacee. Per l’Ambrosia la dose soglia sarebbe di 7-9 granuli per metro cubo (11). Tuttavia una dose soglia valida in assoluto, per ogni singola specie, non sembra facile da definire ma molto variabile, di volta in volta. In alcune stagioni con conte polliniche molto basse i pazienti possono avere sintomi gravi. La severità dei sintomi non sembra essere correlata alle conte polliniche. Ciò ci indurrebbe a credere che ogni paziente possieda una propria soglia individuale e che quando il conteggio supera un dato livello numerico i sintomi saranno gravi,

indipendentemente se le concentrazioni di quel polline siano alte o relativamente basse. Probabilmente la soglia individuale varia a seconda delle precedenti esposizioni. In effetti si nota, nella pratica corrente, che nei periodi prima della fioritura le dosi di provocazione nasale dei soggetti è molto più elevata che al termine della fioritura. Già nel 1969 Connel (12) descrisse il cosiddetto “priming effect” per cui per ottenere una provocazione nasale positiva con allergene pollinico specifico, fuori della stagione, necessitava minor dose d’estratto, alle provocazioni successive. Ne deriva che un paziente pollinosico, una volta innescata la flogosi mucosale stagionale sarà più sensibile, nel corso della stagione stessa, anche a concentrazioni polliniche più basse di quelle iniziali. Bisogna considerare che, accanto alla stimolazione pollinica, anche altri fattori possono modificare la reattività individuale del soggetto allergico come, per esempio, l’umidità relativa, la temperatura dell’aria, eventuali infezioni delle prime vie aeree, esposizione ad altri allergeni, esposizione ad inquinanti chimici. Questa considerazione facilita la comprensione della complessità del problema, di non semplice soluzione.

PARAMETRI METEO

La pollinazione anemofila richiede il rilascio di un’enorme numero di granuli pollinici, nelle condizioni ideali di bassa umidità relativa e di presenza di venti. I fattori meteorologici sono importanti per determinare sia la maturazione sia la liberazione dei granuli pollinici. I parametri più importanti sono rappresentati dall’umidità, dalla temperatura e dalla velocità del vento.

L’umidità ha la proprietà di far chiudere le antere, per cui il polline è trattenuto nella pianta. Il limite d’emissione del polline è situato intorno al 65% d’umidità relativa. Con l’umidità il polline è appesantito e vola meno. Le giornate di pioggia e quelle con alta umidità relativa fanno cadere al suolo i pollini. I pollini veleggiano meglio quando sono disidratati, in quanto più aerodinamici. Una pioggia breve ma intensa risulta più efficiente nell’abbattere i granuli pollinici particelle rispetto ad una pioggerella prolungata (11). L’innalzamento della temperatura facilita la liberazione del polline dalle antere rendendo i pollini meno ricchi d’acqua, con minor peso specifico e quindi più leggeri e volatili. Il vento aumenta la diffusione del polline. Il polline inizia a sollevarsi a partire da valori di velocità del vento superiori ai 3 metri al secondo. Quando la velocità del vento supera i 12-15 km l’ora, i granuli tendono a cadere.



Fig. 26 - Esempio di galleggiamento aereo.

Nella maggioranza di casi, gli aerosols di polline in ambiente indoor sono condizionati dai livelli di polline all'aperto. Per quanto si possa consigliare ai pazienti allergici le classiche misure preventive costituite dal tenere finestre chiuse nelle ore diurne, nei periodi di fioritura, è difficile impedire l'ingresso dei pollini in casa, dove vanno ad arricchire la polvere domestica spesso rischiano di soggiornare anche oltre la stagione di fioritura.

RAGGIO D'AZIONE DEL POLLINE

In condizioni teoriche d'assoluta mancanza di vento il granulo pollinico segue la legge di gravità e cade al suolo ad una velocità, valutata secondo la legge di Stoke, che è (come abbiamo già detto sopra) di circa 7,5 cm al secondo (13). Tuttavia questa situazione è del tutto teorica, in quanto nell'ambiente esterno non esiste mai una stabilità assoluta.

Felber (14) ha sperimentato, in situazione di assenza di vento la dispersione del polline di *Antoxantum odoratum* valutando che il 75% del numero di granuli dispersi si depositava entro 3 metri dalla fonte ed il 93,7% si depositava entro 10 metri dalla fonte. Dunque la maggior parte del polline si deposita in prossimità della pianta che lo origina.

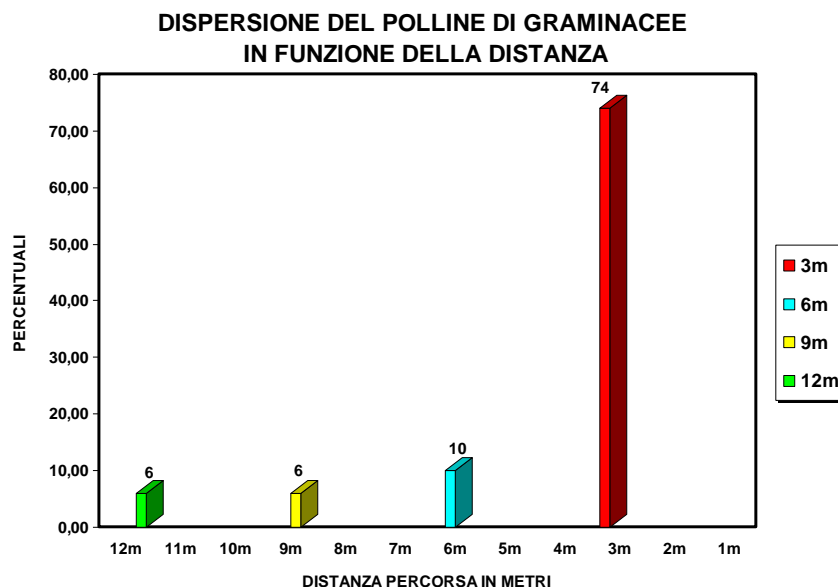


Fig. 27 – Dispersione del polline di graminacee in funzione della distanza (da Felber, modificato)

Tuttavia la distanza percorsa dal polline varia a seconda dell'altezza della pianta che lo produce ed a seconda della velocità del vento. Per esempio, è stato valutato che, se il punto di rilascio fosse all'altezza di un metro da terra, e supponendo una velocità media del vento di 18 Km l'ora, il polline cadrebbe al suolo dopo 67 metri. Diverso il suo percorso se rilasciato da un albero, ad un'altezza di 20 m, in tal caso percorrerebbe 1300 metri circa (13).

Abbiamo visto nel capitolo "Aerosol Biologico" come i pollini possano percorrere anche lunghissime distanze. Questo dipende dal verificarsi di particolari situazioni meteo per cui il polline supera lo stato laminare di confine e si affida alle turbolenze aeree degli strati superiori. In certe situazioni di forte convezione le particelle possono salire anche di migliaia di metri e poi essere trasportate a distanza.

Oltre agli esempi già riportati prima si potrà citare l'esempio classico, in Europa, è quello dei pollini

provenienti dall'Africa del Nord (come pure la sabbia del Sahara) sino in Scandinavia. Un altro esempio è quello dei pollini di betulla provenienti dall'Europa centrale in un periodo in cui questi alberi non fioriscono ancora nei paesi nordici (15). Un altro esempio ancora è dato in Svizzera, dove esistono pollinosi da Ambrosia in tarda estate ben documentate che sembrano conseguenza del trasporto da fonti polliniche francesi, nella valle del Rodano superiore (16). Quando il vento che trasporta il polline è deviato da un ostacolo la legge d'inerzia tende a far precipitare il granulo sull'ostacolo stesso. Le foreste, ad esempio svolgono un ruolo di filtro: da un lato il vento è rallentato nella sua corsa, cosa che favorisce la sedimentazione del polline, d'altro lato le superfici d'impatto sono assai importanti quando il vento è più forte. Questo spiega altresì perché la grande maggioranza degli alberi fioriscono prima dello sviluppo delle loro foglie. I loro pollini sono così dispersi molto più facilmente quando gli ostacoli sono meno numerosi. Lo stesso fenomeno di filtrazione si ritrova nelle vie respiratorie. Al momento di un'ispirazione nasale la maggior parte dei granuli di polline sono trattenuti a livello delle cavità nasali, mentre le particelle più piccole possono scendere più in basso.

In certe circostanze particolari il polline che era stato depositato al suolo può essere rimesso in volo, per esempio da un vento forte. Per esempio nell'area mediterranea, il polline di olivo può essere misurato in piccole quantità in atmosfera al momento della raccolta dei frutti.

Infine granuli depositati al suolo, su superfici asciutte, che quindi non hanno fatto loro perdere il potere antigenico, possono essere risollepati in atmosfera ed iniziare un nuovo viaggio per trovare altri stigmi da fecondare o altre mucose da molestare. Si pone quindi il problema di quanto possa persistere la potenziale attività antigenica di un polline, un volta in atmosfera. Questa eventualità potrebbe spiegare alcune sintomatologie che si verificano fuori stagione.

La nostra già citata esperienza, in cui abbiamo dimostrato che un polline del Cipresso, "vecchio" di sei anni (e conservato a temperatura ambiente) dimostra ancora proprietà allergeniche, sarebbe a favore dell'ipotesi di chi ritiene che, anche fuori stagione e lontano del luogo d'origine, alcuni pollini possano procurare sia sensibilizzazioni sia scatenare sintomatologia.

RITMO CIRCADIANO

Esiste un ritmo circadiano sia dell'emissione polliniche sia delle presenze in atmosfera. Questo varia in funzione della specie della pianta, dell'ambiente in cui cresce e delle condizioni meteorologiche, in particolare da temperatura, umidità relativa e velocità del vento (17).

L'emissione dei pollini avviene, in genere, una o tre ore dopo il sorgere del sole, ma la comparsa dei granuli a livello dei campionatori volumetrici è ritardata in genere di altre 2-4 ore, dovute al periodo di trasporto aereo. L'emissione del polline e la sua liberazione, da parte dell'Ambrosia, avviene normalmente nelle prime ore del giorno. Per le Graminacee sono stati descritti anche picchi nelle prime ore del pomeriggio (11).

PARTICELLE SUB MICRONICHE

Per parecchi anni i ricercatori hanno tentato di spiegare il meccanismo con il quale i pollini allergenici, che hanno tutti una dimensione media superiore ai 10 millimicron, che non permetterebbe loro di raggiungere le vie aeree inferiori, possono causare crisi asmatiche. Negli anni '70 alcuni ricercatori (18,19) provarono a stimolare con allergene specifico il tratto respiratorio di soggetti allergici all'Ambrosia, a diversi livelli. I loro esperimenti non dimostrarono la presenza di riflessi naso-bronchiali per cui prevalse l'ipotesi che le risposte bronchiali non possano essere evocate se gli allergeni non raggiungono direttamente le vie aeree, sotto la glottide.

Michel dimostrò, nel 1977, che granuli di polline possono riuscire a penetrare nelle vie aeree inferiori, ma quest'evento non può considerarsi valido per tutti i granuli pollinici (20). Nella nostra area mediterranea, in particolare, si potrebbe ipotizzare un passaggio diretto alle vie aeree inferiori solo per la Parietaria, il cui diametro medio può andare dai 12 ai 16 millimicron.

Alle luce delle nostre conoscenze sulla rapidità con la quale i granuli pollinici possono liberare il loro contenuto allergenico, una volta a contatto con l'umidità delle mucose umane, si può ipotizzare oramai che siano appunto questi allergeni, liberati dal polline a livello delle prime vie aeree, e quindi inalati direttamente o veicolati da particelle paucimicroniche, a provocare direttamente le vie aeree profonde.

Busse e coll. (19) ed in seguito Solomon e coll (21) avevano già dimostrato che l'Ambrosia liberava, oltre che i propri pollini, delle particelle, più piccole di 5 micron, che avevano potere allergenico e si depositano nelle più basse vie respiratorie.

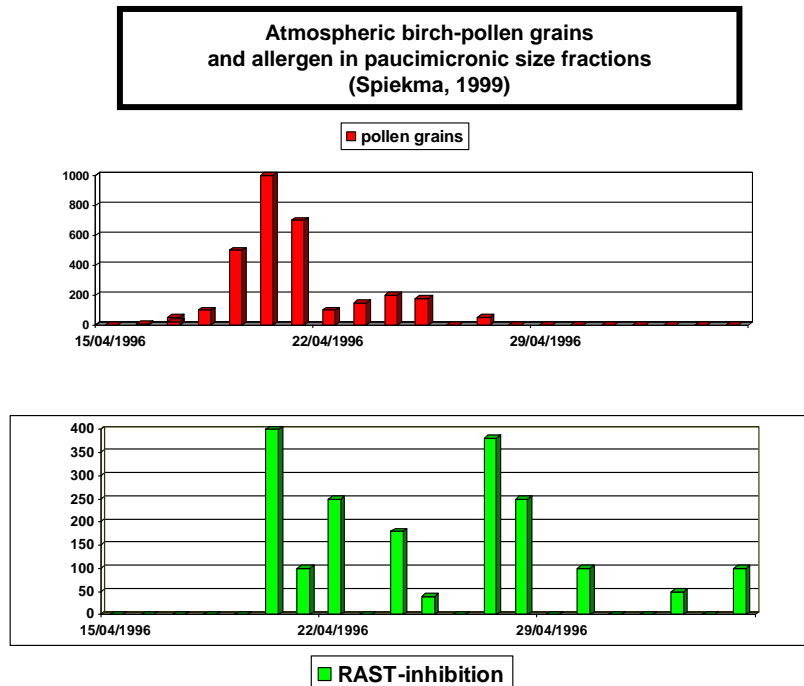


Fig. 28 - Dimostrazione di presenza di particelle allergeniche veicolate da particelle paucimicroniche (modificato da Spiekma, 1999).

Oramai esistono numerose evidenze che testimoniano che gli allergeni pollinici possono essere veicolati non solo dai granuli pollinici ma anche da più piccole particelle che misurano pochi micron e che sono state denominate particelle paucimicroniche e che sono indipendenti dai rispettivi granuli pollinici. Queste microparticelle non sono evidenziabili microscopicamente, ma solo con metodi immunologici e su particolari filtri di campionatori volumetrici ad alta efficienza. L'origine di questo microparticolato potrebbe essere dai pollini stessi, che li libererebbero una volta atterrati su superfici umide. Queste particelle allergeniche "paucimicroniche" (tra i 2 e i 10 millimicron) e particelle "submicroniche" (inferiori a 1 millimicron) potrebbero penetrare direttamente nelle vie aeree inferiori (22). Esse deriverebbero direttamente dai granuli pollinici che le in aria libera.

Questo fenomeno è stato descritto, oltre che per l'Ambrosia, anche per diversi altri tipi di pollini come Graminaceae, Quercia, Betulla, Nocciolo, Cryptomeria japonica, Parietaria (21-27). La presenza di queste particelle allergeniche non trasportate da pollini si verifica non solo durante il periodo di liberazione dei pollini, ma anche prima o dopo. Inoltre, più prolungato tempo di permanenza in atmosfera per le particelle più piccole, dovuta a una stabilizzazione a velocità più basse, potenzialmente aumenta il rischio di esposizione agli allergeni ad esse associati. La necessità di individuare altre fonti allergeniche dirette nasceva anche per la rinite da pollini, nella quale l'esperienza comune a molti specialisti riferisce la comparsa dei sintomi della pollinosi sia prima sia dopo periodi di presenza di polline misurabile in aria. Essi potrebbero spiegare le sintomatologie cliniche insorgenti al di fuori di presenze polliniche atmosferiche.

I risultati di questi studi indicano che vi è necessità di nuove metodiche più accurate di campionamento e di misurazione degli allergeni pollinici per produrre più dati riguardo l'esposizione potenziale dei soggetti sensibilizzati. Ma fino a che queste metodiche non saranno disponibili per osservazioni continue, la semplice conta pollinica resterà sufficiente per informazioni attendibili, considerando la presenza atmosferica di quantità prevalentemente piccole di allergeni dopo la stagione pollinica, e della possibilità di eventuali cross-reattività con altri allergeni, prima della stagione.

TEMPORALI

E' ormai risaputo che prima dei temporali si possono verificare gravi sindromi asmatiche in soggetti sensibili alle Graminaceae. Un capitolo di questo volume è appunto dedicato interamente a questa problematica ("thunderstorm" asma). Qui ricordiamo solo brevemente che, in questi casi, si libererebbero in atmosfera, da questi pollini, dei granuli di amido citoplasmatico detti AMILOPLASTI (di dimensioni inferiori ai 5 millimicron di diametro) (28-35). In particolare i granuli pollinici di Graminaceae, in queste circostanze, subirebbero uno shock osmotico a causa dell'umidità e libererebbero (tramite il poro germinativo) questi granuli, nell'ordine di parecchie centinaia. Queste particelle veicolano sulla loro superficie allergeni delle Graminaceae (Lol p 5 e Phl p 5). La concentrazione atmosferica di questi allergeni è stata misurata 10 volte superiore al normale durante i temporali. A quest'incremento è strettamente correlato statisticamente un egual incremento delle visite al Pronto Soccorso per crisi asmatiche, con un aspetto quasi epidemico. Non bisogna però trascurare il fatto che durante i temporali aumentano sia il vento sia le scariche di elettricità nell'aria che potrebbero avere anch'esse un ruolo asmogeno da iperreattività aspecifica. A rinforzare la genesi allergenica di queste crisi d'asma sta l'evidenza delle ricerche di Suphioglu e coll. (29) che impiegando queste particelle riuscì ad elicitare risposte IgE mediate in pazienti con asma e a produrre broncospasmo con tests di provocazione in 4 pazienti.

PARTICELLE VEGETALI NON POLLINICHE

Per spiegare le origini degli allergeni pollinici, veicolati da particelle non polliniche, sono state avanzate diverse ipotesi come:

- 1) provenienza dell'allergene da parti non polliniche delle piante,
- 2) da granuli di amido dopo rottura dei granuli (amiloplasti),
- 3) dagli orbicoli, al momento della liberazione dall'antera,
- 4) da particelle ambientali che si trovano già in natura,
- 5) da particelle inquinanti a cui questi allergeni aderiscono.

Di alcune di queste ipotizzate sorgenti (come gli amiloplasti e gli orbicoli) abbiamo già discusso. Un'altra fonte controversa è rappresentata dai frammenti di piante. Diversi gruppi di ricerca hanno descritto allergeni, relativamente abbondanti nel polline, che sono presenti anche in parti non fiorali delle piante, ma queste ricerche non sono state confermate da tutti. Inoltre, la facilità di mobilitare allergeni da pollini umidificati ed i vari particolati che sono stati associati con i granuli maturi (esempio: tessuto tappetale) ha suggerito da tempo che più di una frazione aerosolica possa provvedere da vettore per allergeni del polline. C'è da aggiungere che, ipoteticamente, i tessuti vegetali di una stessa specie, potrebbero condividere alcuni determinanti antigenici. Non si può escludere la dispersione in atmosfera di parti di questi tessuti. Potrebbero essere attribuiti a questo meccanismo, per esempio, i sintomi che insorgono durante il taglio dell'erba, nei pazienti allergici a graminacee, anche se in queste circostanze potrebbero essere coinvolti anche altri meccanismi

aspecifici. Altri vettori per gli allergeni possono essere costituiti dalle diverse particelle di aerosol presenti in atmosfera.

Gli allergeni delle Graminaceae sono stati misurati in aerosol costituiti da fini particelle e collegati a granuli di amido ed a particelle derivate dalla combustione di motori automobilistici (scarico diesel) (36). Sollevati dal vento questi allergeni potrebbero essere veicolati da altre microparticelle anemofile come granuli di amido (amiloplasti) o particelle del particolato dell'inquinamento atmosferico (come il particolato dei gas di scarico dei motori diesel) (37). La presenza di queste particelle allergeniche non trasportate da pollini si verifica non solo durante il periodo di liberazione dei pollini, ma anche prima o dopo. Inoltre, un più prolungato tempo di permanenza in atmosfera per le particelle più piccole, dovuta a una stabilizzazione a velocità più basse, potenzialmente aumenta il rischio di esposizione agli allergeni ad esse associati. Le quantità di allergeni prima che e dopo la stagione del polline erano ridotte di numero sebbene non assenti. Altri autori, tuttavia, hanno trovato quantità molto grandi di allergeni aerotrasportati da pollini al di fuori della stagione del polline. Fattori meteo possono anche giocare un importante ruolo nella presenza atmosferica di allergeni pollinici veicolati non da pollini ma spesso da particelle paucimicroniche. Difatti il trasferimento di allergene dai granuli di polline all'ambiente, aderendo a particelle naturali o inquinanti, di tutte le dimensioni può spiegare la presenza atmosferica di allergeni pollinici dopo la stagione, quando queste particelle tornano ad essere sospese in aria da eventi meteorologici, come la turbolenza dell'aria. Inoltre, per le loro ridotte dimensioni, queste particelle riescono a volare anche a velocità del vento più basse e possono prolungare il loro tempo di permanenze in atmosfera, aumentando il rischio di esposizione agli allergeni de loro veicolati.

AZIONE ASPECIFICA DEL POLLINE

Il granulo pollinico, lo abbiamo già detto, non trasporta solo allergeni. Recentemente si è dimostrato che, in condizioni di umidità, i pollini possono liberare dei mediatori chimici (tipo eicosanoidi). Questi mediatori sono molto simili strutturalmente ai leucotrieni ed hanno la capacità di reclutare ed attivare, in vitro, i granulociti polimorfonucleati (38). Questa attività può essere allergene indipendente e può agire da adiuvante nella flogosi allergica. S'ipotizza che un processo di "iniziazione dell'allergia" preceda l'interazione cellulare cellula presentante-antigene- allergene, e possa essere il primo passo nel processo di sensibilizzazione atopica prima dell'attivazione del sistema immune. Più recentemente lo stesso gruppo di lavoro tedesco ha dimostrato che i pollini, oltre che la loro funzione di vettori di allergeni, sono ricchi di mediatori chimici che solo rapidamente rilasciati in fase acquosa e possono contribuire a produrre risposte infiammatorie locali con reclutamento eosinofilo. In una nuova visione "olistica", proposta da questi autori i granuli pollinici non sarebbero solo induttori di allergia ma, liberando direttamente mediatori lipidici bioattivi, potrebbero svolgere un ruolo ancora più ampio nel produrre patologia umana (39-40).

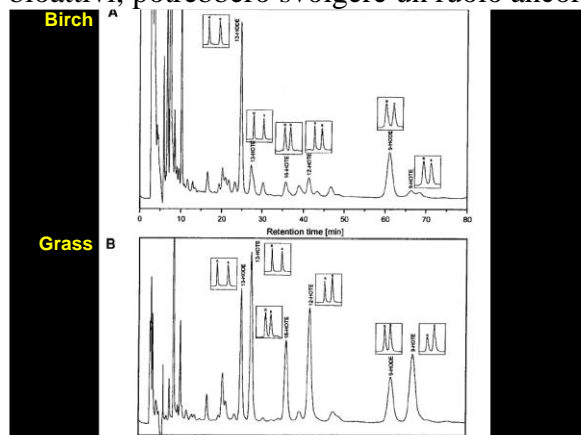


Fig. 29- Presenza di mediatori lipidici all'interno dei granuli pollinici di Betulla e di Graminacee (modificato da Traidl-Hoffmann).

MODELLI PREVISIONALI

Le condizioni climatiche oltre che a determinare l'habitat della pianta condizionano la presenza dei diversi tipi di pollini. E' intuitiva l'utilità di una previsione precisa e tempestiva delle presenze atmosferiche a breve termine di pollini e di spore. Dal momento che la presenza e l'abbondanza di allergeni all'esterno non possono essere controllate, la strategia principale per individui allergici consiste nell'evitare l'esposizione all'esterno agli allergeni.

Nella situazione odierna, in cui, a livello mondiale, si sta configurando un clima sempre più variabile ed imprevedibile, un monitoraggio ambientale permanente è ancor più necessario che in passato, affiancato da modelli previsionali affidabili. Questi modelli previsionali sono numerosi e sempre più complessi (41-47). Si fondano su dati storici, sulle correlazioni con i dati meteorologici ed utilizzano metodologie statistiche. In passato, sono stati usati anche modelli fenologico-climatici (48,49). Negli ultimi tempi sono state utilizzate anche le reti neurali su concentrazioni storiche di pollini totali. Esistono diversi tipi di previsione a breve, a medio ed a lungo termine. L'emissione di polline, per la stessa specie, non è costante negli anni e può variare, da un anno all'altro anche dell'80%. La quantità di polline prodotta è in genere in funzione della temperatura assorbita dal terreno nell'anno precedente (Frenguelli, 1992), cosicché è possibile, per alcune specie (come il Cipresso), definire parametri di previsione. In particolare, nel caso del Cipresso occorre determinare la media della temperatura del mese di luglio per prevedere la quantità di polline totale che sarà prodotta nell'anno seguente (51,52). La temperatura del periodo pre-primaverile è invece determinante per la determinazione della data di inizio fioritura. Inoltre, basandosi su correlazioni con la temperatura e l'umidità relativa, e disponendo di tempestive previsioni meteorologiche, si possono prevedere andamenti pollinici a breve termine, con un margine accettabile di significatività. Benché modelli previsionali continuino a migliorare, i modelli pubblicati falliscono almeno il 25% delle volte e sono disponibili per non tutte le specie polliniche. Purtroppo i sistemi sono ancora insoddisfacenti e questo costituisce un ulteriore campo di ricerca per il futuro. L'illusione di previsioni meteorologiche attendibili (e di conseguenza anche palinologiche) a medio ed a lungo termine avrebbe dovuto svanire già da quando il matematico e meteorologo Edward Lorenz, nel 1972, presentò alla Conferenza annuale della *American Association for the Advancement of Science*, in Washington, la sua teoria del caos da cui ne deriva che una previsione attendibile a lungo termine non è praticamente possibile, in quanto lo spazio delle soluzioni dipende in maniera non lineare dai valori iniziali (53). L'effetto farfalla (l'espressione metaforica della Teoria del Caos), in conclusione, sottolinea come nella maggior parte dei sistemi biologici, chimici, fisici, economici e sociali, esistano degli elementi che, apparentemente insignificanti, sono in grado, interagendo fra loro, di propagarsi e amplificarsi provocando effetti catastrofici. Questi elementi, e perché trascurati, e perché imprevedibili, e perché non individuabili, costituiscono il dilemma del nostro secolo giacché, come abbiamo visto, possono condurci a conclusioni errate (54).



Fig. 30 – La farfalla e la teoria del caos.

I fattori meteo sono diversi ed interagiscono tra loro in maniera così complessa (influenzando sia sul rilascio di polline che sul trasporto) che è difficile utilizzare un singolo parametro (per esempio la velocità di vento) per predire con precisione le future conte polliniche. Piuttosto, il trasporto del

polline è assai condizionato dal volume di aria in cui il polline in questione è immerso e dalle modalità con le quali come le singole particelle si spostano all'interno di quel "volume di mescolamento". Per esempio la presenza di una mattina nuvolosa o il comparire del fenomeno della convezione (con moti aerei ascensionali) può ritardare l'antesi ma anche limitare molto la grandezza del volume d'aria che si mescola, determinando maggiore concentrazione di granuli nei bioaerosols presenti in prossimità del suolo.

Attualmente l'attendibilità media di una previsione pollinica (parallelamente quella di una previsione meteorologica) può essere stimata come di seguito riportato:

- a) sino a 24 h dall'istante di emissione: > 90%
- b) da 24 a 48 h dall'istante di emissione: 80%
- c) da 48 a 72 h dall'istante di emissione: 70%
- d) da 72 a 96 h dall'istante di emissione: 60%
- e) oltre 96 h dall'istante di emissione: decrescente

Ecco dunque che le nostre previsioni polliniche più accurate, correlate costantemente alla situazione meteo attuale, non potranno protrarsi più di 5 o 6 giorni. E' questa appunto la metodica applicata dal sito A.A.I.T.O. www.pollinieallergia.net, che presenta settimanalmente previsioni del futuro andamento pollinico e delle spore fungine per i prossimi 5-6 giorni

BIBLIOGRAFIA

- 1) R. Dawkins, Il gene egoista. La parte immortale di ogni essere vivente (Milano, Mondadori, 1995, ed. orig. 1976).
- 2) Pacini E. Osservazioni botaniche. In: Bottelli R., Falagiani P., Galimberti M., Lenzi G., Pacini E., Rolo J. I Pollini e la Pollinosi. Piccin Editore Padova, 1982.
- 3) Pacini E. Role of Pollen in Plant Physiology and reproduction. In Falagiani P. Pollinosis CRC Press Ed., Florida 1990 pag.3-18
- 4) Erdtman G. Handbook of Palynology. Munksgaard, 1969 Copenhagen.
- 5) Alisi C, Afferni C, Iacovacci P, Barletta B, Tinghino R, Butteroni C, Puggioni EM, Wilson IB, Federico R, Schinina ME, Ariano R, Di Felice G, Pini C. Rapid isolation, characterization, and glycan analysis of Cup a 1, the major allergen of Arizona cypress (*Cupressus arizonica*) pollen. *Allergy*. 2001 Oct; 56(10):978-84.
- 6) Iacovacci P, Afferni C, Butteroni C, Pironi L, Puggioni EM, Orlandi A, Barletta B, Tinghino R, Ariano R, Panzani RC, Di Felice G, Pini C Comparison between the native glycosylated and the recombinant Cup a1 allergen: role of carbohydrates in the histamine release from basophils. *Clin Exp Allergy* 2002 Nov;32(11):1620-7
- 7) Solomon W.R. Airborne pollen: A brief life. *J. Allergy Clin. Immunol*, 2002; 109; 895-900.
- 8) Thommen's Five postulates. In Vaughan WT, Black JH, eds. *Practice of allergy*. 2nd ed. St. Louis: CV Mosby, 1939
- 9) Ariano R, Panzani RC, Amedeo J. Pollen allergy to mimosa (*Acacia floribunda*) in a Mediterranean area: an occupational disease. *Ann Allergy*. 1991 Mar;66(3):253-6.
- 10) Davies R.R., Smith L.P: Forecasting the start and severity of the hay fever system. *Clin Allergy* 1973; 3:263
- 11) Solomon W.R., Platts-Mills T.A. Aerobiology and Inhalants Allergens in :*Allergy. Principles & Practice*. Mosby-Year Book, 1998, pag 367-403
- 12) Connel J.T. Quantitative intranasal pollen challenges. III The priming effect in allergic rhinitis. *J Allergy*. 1969; 43:33
- 13) Knox R.B Pollen and Allergy. Edward Arnold Ed., London 1979

- 14) Felber F., Clot B. Dispersion du pollen et des graines, distribution des plantes. In : Plantes, Pollen & Allergies. Les Cahiers du Jardin Botanique, vol. 3 Felber F., Clot B., Leimgruber A., Spertini F., Ed. Jardin botanique de l'Université et de la Ville de Neuchatel, 2003.
- 15) Hjelmsroos M. Long distance transport of betula pollen grains and allergic symptoms. *Aerobiologia*, 1992; 8:231-236.
- 16) Frei T. pollen distribution at high elevation in Switzerland: evidence for medium range transport Grana 1997; 36: 34-8.
- 17) D'Amato G. Allergia respiratoria da pollini e da miceti. Lombardo Editore Roma, 1981.
- 18) Hoehne J.H., Reed C.E., Where is the allergic reaction in ragweed asthma ? *J. Allergy Clin. Immunol.* 1971; 48:36
- 19) Busse W.W., Reed C.E., Hoehne J.H. Where is the allergcic reaction in ragweed asthma ? II. Demonstration of ragweed antigen in airborne particles smaller than pollen. *J. Allergy Clin. Immunol.* 1972; 50:289
- 20) Michel F.B., Marty J.P., Quet L., Cour P. Penetration pf inhaled pollen into the respiratory tract. *Amer. Rev. Resp. Dis.* 1977; 116:789.
- 21) Solomon W., Burge H., Mullemberg M. Allergen carriage by atmospheric aerosol. I: Ragweed pollen determinants in submicronic athmospheric fractions *J. Allergy Clin. Immunol.* 1983;72:443-447
- 22) Schappi G., Suphioglu C., Taylor P., Knox R. Concentration of the major birch tree allergen Bet v 1 in pollen and respirable fine particles in the athmosphere. *J. Allergy Clin. Immunol.* 1997; 100:656-661
- 23) Agarwal M., Swanson M., Reed C., Yunginger J. Airborne ragweed allergens: association with various particle sizes and short ragweed plant parts. *J. Allergy Clin. Immunol.* 1984; 687-693
- 24) Spieksma FT, Nikkels AH. Similarity in seasonal appearance between atmospheric birch-pollen grains and allergen in paucimicronic, size-fractionated ambient aerosol *Allergy.* 1999 Mar;54(3):235-41.
- 25) Rantio-Lehtimaki A, Viander M, Koivikko A. Airborne birch pollen antigens in different particle sizes. *Clin Exp Allergy.* 1994 Jan;24(1):23-8.
- 26) Takahashi Y, Nagoya T, Ohta N. Identification of airborne pollen and airborne particles with pollen allergen (Cry j 1, Dac g) by aeroallergen immunoblotting technique *Aerugi.* 2002 Aug;51(8):609-14.
- 27) Taylor PE, Flagan RC, Miguel AG, Valenta R, Glovsky MM. Birch pollen rupture and the release of aerosols of respirable allergens. *Clin Exp Allergy.* 2004 Oct;34(10):1591-6.
- 28) Bellomo R., Gigliotti P., Treoar A., Holmes P., Suphioglu C., Singh M., Knox B. Two consecutive thunderstorm associated epidemics of asthma in the city of Melbourne. The possible role of rye grass pollen. *Med. J. Austr.* 1992;156:834-837
- 29) Suphioglu C., Singh M., Taylor P., Bellomo R., Holmes P., Puy R., Knox R.B. Mechanism of grass- pollen-induced asthma. *Lancet* 1992;339:569-572
- 30) Suphioglu C. Thunderstorm asthma due to grass pollen. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 1998;116:253-260
- 31) Venables KM et al. Thunderstorm-related asthma - the epidemy of 24-25 June 1994. *Clin Exper Allergy* 1997; 27: 725.
- 32) Taylor PE, Jonsson H. Thunderstorm asthma. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2004;4(5):409-13.
- 33) Marks GB, Colquhoun JR, Girgis ST, Koski MH, Treloar AB, Hansen P, Downs SH, Car NG. Thunderstorm outflows preceding epidemics of asthma during spring and summer. *Thorax.* 2001 Jun;56(6):468-71.
- 34) Newson R, Strachan D, Archibald E, Emberlin J, Hardaker P, Collier C. Acute asthma epidemics, weather and pollen in England, 1987-1994. *Eur Respir J.* 1998;11(3):694-701.
- 35) Schappi GF, Taylor PE, Pain MC, Cameron PA, Dent AW, Staff IA, Suphioglu C. Concentrations of major grass group 5 allergens in pollen grains and atmospheric particles:

- implications for hay fever and allergic asthma sufferers sensitized to grass pollen allergens. *Clin Exp Allergy*. 1999 May;29(5):633-41.
- 36) Knox R.B., Suphioglu C., Taylor P., Desai R., Watson H.C., Peng J.L. Major grass pollen allergen Lol p 1 binds to diesel exhaust particles: implications for asthma and air pollution *Clin Exp Allergy* 1997; 27:246-51
 - 37) Diaz –Sanchez D., Tsien A., Casillas A., Dotson A.R., Saxon A. Enhanced nasal cytokine production in human beings after in vivo challenge with diesel exhaust particles. *J. Allergy Clin. Immunol.* 1996; 98: 114-23
 - 38) Traidl-Hoffmann C, Kasche A, Jakob T, Huger M, Plötz S, Feussner I, Ring J, Behrendt H. Lipid mediators from pollen act as chemo attractants and activators of human polymorph nuclear granulocytes. *J Allergy Clin Immunol* 109:831-8; 2002
 - 39) Traidl-Hoffmann C, Kasche A, Menzel A, Jakob T, Thiel M, Ring J, Behrendt H. Impact of pollen on human health: more than allergen carriers? *Int Arch Allergy Immunol.* 2003 May;131(1):1-13.
 - 40) Plotz SG, Traidl-Hoffmann C, Feussner I, Kasche A, Feser A, Ring J, Jakob T, Behrendt H. Chemotaxis and activation of human peripheral blood eosinophils induced by pollen-associated lipid mediators. *J Allergy Clin Immunol.* 2004 Jun;113(6):1152-60.
 - 41) Ashcroft G.L. , Richardson E.A., Seeley S.D. A statistical method of determining chill unit and growing degree hour requirements for deciduous fruit trees. *Hort. Science*, 1977;12:347-348
 - 42) Moseholm L., Weeke E., Petersen B.N. Forecast of pollen concentration of Poaceae (grasses) in the air by time series analysis. *Pollen and Spores*, 1987;29:305-322
 - 43) Kawashima S., Takahashi Y. Modelling and simulation of mesoscale dispersion processes for airborne cedar pollen. *Grana*, 1995; 34:142-150
 - 44) Stark P.C., Ryan L.M, McDonald J.L., Burge H.A. Using meteorological data to predict daily ragweed levels. *Aerobiologia* 1997;13:177-184.
 - 45) Norris-Hill J. The modelling of daily Poaceae pollen concentrations. *Grana*. 1995;34:182-188
 - 46) Norris-Hill J. A method to forecast the start of the Betulla, Platanus and Quercus pollen season in North London. *Aerobiologia*. 1998;14:165-170
 - 47) Wolf F., Puls K.E., Bergmann K.C. A mathematical model for mugwort (*Artemisia vulgaris* L.) pollen forecasts. *Aerobiologia* 1998; 14:359-373
 - 48) Kramer P.J., Kozlowski T.T. *Physiology of Wood Plants*. Academic Press New York, San Francisco, London 1979, pp.688-690
 - 49) Frenguelli G., Bricchi E. The use of the pheniclimatic model for forecasting the pollination some arboreal taxa. *Aerobiologia*. 1998;14:39-44
 - 50) Frenguelli G., Bricchi E., Romano B., Mincigrucci G., Ferranti F., Antognozzi E. The role of the air temperature in determining dormancy release and flowering of *Corylus avellana* L. *Aerobiologia* 1992;8:415-418
 - 51) Ariano R, Panzani RC, Chiapella M, Augeri G. Pollinosis in a Mediterranean area (Riviera Ligure, Italy): ten years of pollen counts, correlation with clinical sensitization and meteorological data. *J Invest Allergol Clin Immunol.* 1994 Mar-Apr;4(2):81-6.
 - 52) Ariano R., Passalacqua G., Panzani R., Scordamaglia A., Venturi S., Zoccali P., Canonica G.W. Airborne pollens and prevalence of pollinosis in western Liguria: a 10-year study. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.* 1999; 9(4): 229-34.
 - 53) Lorenz E. N. Deterministic non periodic flow. *J. Atmos. Sci.* 20: 130-141
 - 54) Gleick J. *Caos*. Milano, Rizzoli, 1989

CAPITOLO 8

POLLINOSI “MAGGIORI” E “MINORI” IN ITALIA.

Renato Ariano

**Unità Operativa Complessa di Medicina Interna
A.S.L. n. 1 Imperiese – Ospedale “Saint Charles” di Bordighera**

La presenza dei diversi pollini allergenici è influenzata dal clima e dalla vegetazione del territorio in cui il paziente allergico soggiorna. A questo proposito la situazione in Italia è alquanto complessa, perché caratterizzata da un'estrema varietà di scenari geografici. Difatti, accanto alla presenza di alberi sempreverdi, arbusti ed erbe perenni rizomatose, tipiche dell'area del Mediterraneo e che possono resistere a stagioni estive assai calde ed alla siccità, sono anche presenti, soprattutto al Nord, specie non termofile, tipiche piuttosto del centro Europa (come Betulla e Corylaceae). Per questi motivi esistono differenze significative tra le aree del Nord, del Centro, e del Sud ed Isole. Una particolarità è poi rappresentata dal territorio della Liguria che, pur trovandosi geograficamente al Nord, grazie alla protezione offerta dagli Appennini e dalle Alpi e all'esposizione a sud del mare gode di un clima, e conseguentemente di una vegetazione, molto più simile a quello del meridione d'Italia (1,2). Per questo, nelle valutazioni relative ai calendari pollinici ed alle previsioni sporo-palinologiche è assimilata al Sud ed alle Isole.

Negli ultimi decenni si è verificata in Italia una modificazione dell'assetto vegetazionale, per motivi legati a interventi di produzione agraria, di rimboschimento e di tipo ornamentale. Di conseguenza sono mutate anche le sensibilizzazioni da pollini. In particolare si sono accresciute le pollinosi da specie arboree come Betulla, Carpini, Nocciolo, Ontano, Cipressi (3, 4, 5) e nuove specie, di recente introduzione, si sono inserite prepotentemente nello scenario delle pollinosi, come ad esempio l'Ambrosia (4, 6).

Per facilitare la trattazione separeremo le piante arboree dalle erbacee, perché, a parte poche eccezioni, le prime fioriscono dal fine inverno alla primavera inoltrata e le seconde nei periodi più caldi, dalla primavera all'autunno. Inoltre tratteremo separatamente le piante ad elevata allergenicità, responsabili delle pollinosi maggiori, dalle piante a moderata o bassa allergenicità, responsabili delle cosiddette pollinosi “minori”.

POLLINOSI MAGGIORI

I granuli pollinici che più frequentemente provocano pollinosi, in Italia, sono: Graminacee, Composite (Artemisia ed Ambrosia), Urticaceae (Parietaria), Betulla, Olea, Fagaceae, Cupressaceae (1-10).

PIANTE ARBOREE

Tra le specie arboree quelle tradizionalmente più importanti in Italia erano quelle delle Oleaceae e delle Betulaceae.

OLEACEAE: L' *Olea europea* è quello maggiormente responsabile di sensibilizzazioni soprattutto al Centro ed al Sud e Isole oltre che in Liguria. La prevalenza della pollinosi da Olea al Sud è intorno al 30-40% fra tutti i soggetti sensibilizzati ai pollini. Scarse sono le monosensibilizzazioni.

Tutti i pazienti presentano sintomi di rinite e/o congiuntivite. Le forme asmatiche sono particolarmente severe (11,12).

Il polline d'olivo è tricolporato, sublocato, isopolare, di diametro tra i 16 e i 20 micrometri, fioritura concentrata nell'arco di 40 giorni tra maggio e giugno, con andamento "esplosivo".

Le concentrazioni polliniche possono raggiungere livelli assai elevati (anche 2000 granuli per metro cubo). Il fenomeno dell'alternanza della produzione (caratterizzato dall'alternarsi di stagioni a bassa produzione pollinica con altre ad alta produzione) condiziona la gravità delle manifestazioni cliniche, anno per anno, e costituisce un primo criterio (anche se approssimativo) per prevedere l'andamento della stagione futura. Esiste una cross reattività con *Ligustrum vulgare*, arbusto presente in siepi e boschi, a fioritura in aprile maggio, e con il *Fraxinus excelsior*, albero molto diffuso in Italia al Nord con fioritura in aprile (8).

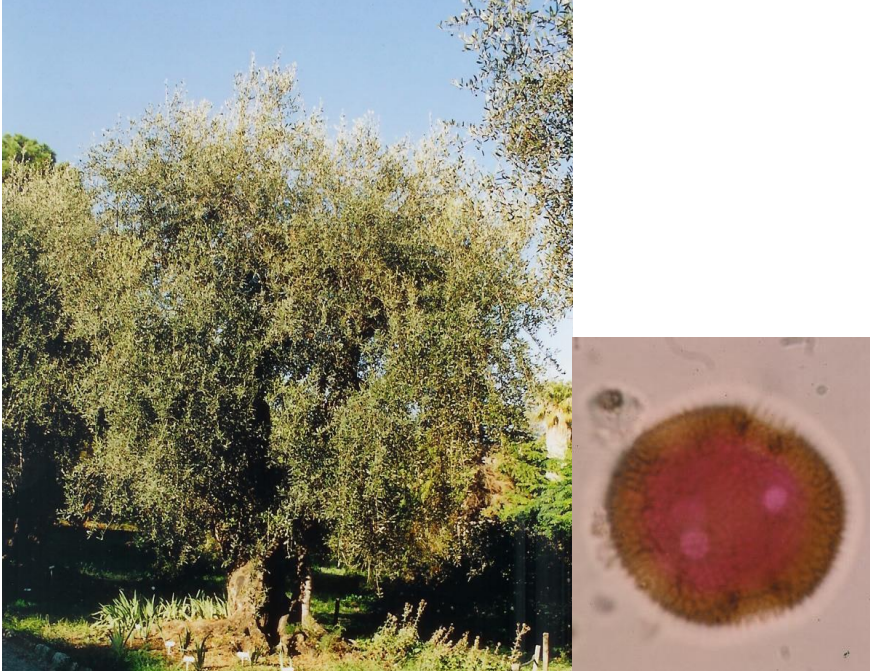


Fig. 1 - *Olea europea* con granulo pollinico.

Le **BETULACEAE**: negli ultimi anni si è segnalato in Italia un notevole incremento delle pollinosi da queste piante, in quanto queste specie arboree sono sempre più piantate per scopo industriale (cellulosa) anche a scopo ornamentale, nel settentrione (1, 2, 4). Comprende circa 150 specie d'alberi e arbusti diffusi nelle regioni temperate e boreali, soprattutto nell'emisfero nord. Comprende le sottofamiglie Betuloideae e Coryloideae, secondo alcuni da considerare come famiglie distinte.

Specie: betulle (gen. *Betula*); ontani (*Alnus*), in grado di crescere su terreni perennemente saturi d'acqua; nocciòlo (*Corylus*), con varietà coltivate per il frutto; carpini (gen. *Carpinus* e gen. *Ostrya*), con legname molto duro e resistente. Polline isopolare, oblato e sublocato con 4-5 pori sporgenti in posizione equatoriale. Presenta, sotto i pori, degli onci che sono un carattere di riconoscimento. Gli allergeni della Betulla sono molto aggressivi. La sua fioritura è limitata a tre settimane (in marzo) ma con elevata intensità. Esiste un'ampia cross reattività tra tutte le specie che vi appartengono ed anche una cross reattività con gli allergeni d'alcuni generi vegetali commestibili.

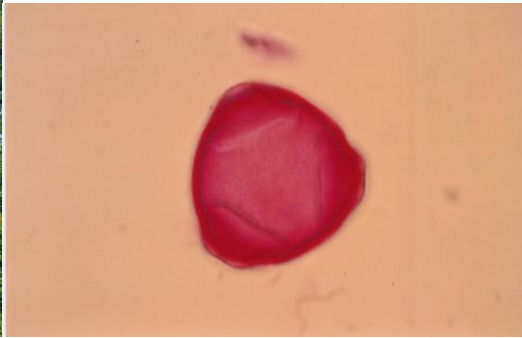


Fig. 2 - *Betula alba* : pianta e polline.

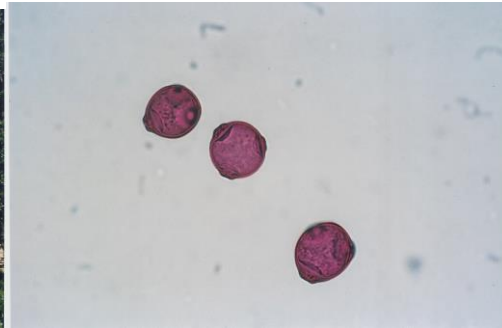


Fig. 3 - *Ostrya*: pianta e polline

Le **FAGACEAE**: generi *Castanea*, *Quercus*, *Fagus* e *Nothofagus*. Comprende alcuni tra i principali alberi dei nostri boschi. *Fagus sylvatica*, *Castanea sativa*, *Quercus ilex*, *Quercus cerris*.

Il Faggio (*Fagus sylvatica*) è una tipica latifoglia di montagna, alta fino a 30-40 metri, di tronco dritto e cilindrico, con una chioma prima conica, poi ampia e densa, più o meno tondeggiante. Cresce nella zona superiore a quella delle querce e del castagno, vale a dire tra i 900 e i 1600 metri.

Il polline è un granulo isopolare, tricolpato e in visione polare ha profilo subtriangolare con solchi longitudinali. L'esina è con superficie verrucata e spessa, l'intina è di spessore medio. Le dimensioni sono medie-piccole intorno a 25-27 micron.

I pollini di *Fagus* e *Quercus* compaiono solitamente fin dalla prima settimana d'aprile ed hanno un andamento crescente per tutto il mese. Il Castagno comincia invece a comparire fin dalla prima decade di giugno sino a metà luglio. Queste specie determinano forme allergiche soprattutto in Italia centrale, con una prevalenza del 15%, ma sono presenti anche nel resto del territorio (2, 11).

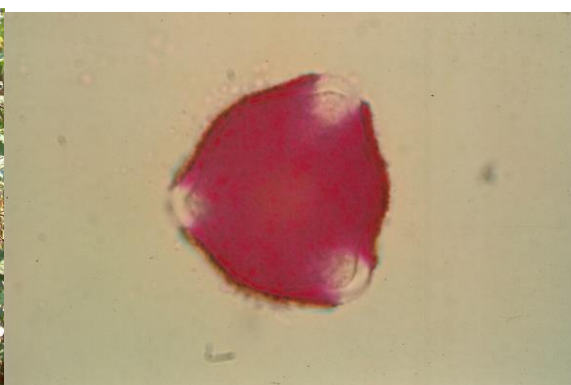
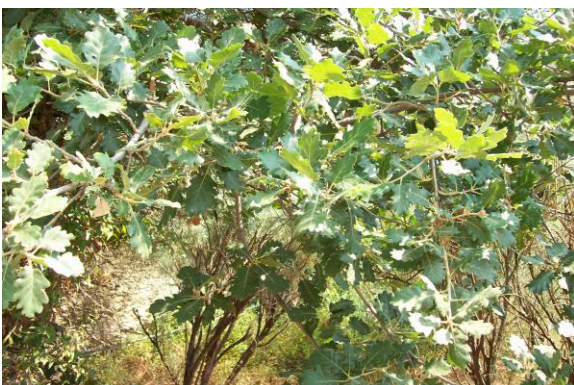


Fig. 4 - *Quercus ilex* : foto della pianta e del polline

I pollini delle **CUPRESSACEAE** hanno acquisito notevole importanza allergologica, negli ultimi vent'anni, con numerosi studi di autori italiani sia riguardo all'epidemiologia che l'immunoterapia specifica (4, 5, 13-18). Anche questo è dovuto ad una politica di rimboschimento intensivo ed a motivi ornamentali per parchi e giardini. Non si deve dimenticare che questi alberi crescono abbastanza in fretta e costituiscono un utile mezzo per riparare dal vento, nelle regioni costiere sia le colture sia gli abitanti di villette isolate.



Fig. 5 - Presenze di Cipressi in Liguria: Mortola.

I generi rappresentati sono il *Cupressus sempervirens*, *Cupressus arizonica*, *Juniperus oxicedrus*, *Thuja occidentalis* e *Thuja orientalis*. Esiste anche una cross reattività con una famiglia delle Taxodiaceae (*Cryptomeria japonica*), genere diverso ma correlato allergologicamente. Questa è responsabile di un elevato numero di pollinosi in Giappone. Il periodo di fioritura è piuttosto esteso e va da ottobre ad aprile ed è causato dalla diversa fioritura delle varie specie che, come le Graminacee presentano un'ampia cross-reattività. Il granulo pollinico è sferico, apolare di dimensioni tra i 20 e i 25 millimicron, apparentemente con uno pseudoporo circolare. I granuli hanno la tendenza a rompersi lungo questo taglio circolare aprendosi completamente "a bocca spalancata" e lasciando fuoriuscire così gli allergeni. Sulla superficie presentano numerosi corpuscoli d'amido gli orbicoli o "corpi di Ubish" (delle dimensioni di 0,6 millimicron) derivati del tapetum, che hanno in primis una funzione nutritiva ed in seguito fungono come da microfere di scorrimento, per permettere la fuoriuscita del granulo dall'antera. Il numero di granuli emesso durante la stagione è notevole (anche 2000-3000 granuli per metro cubo). E' stata ipotizzata una loro funzione allergenica, peraltro mai dimostrata. I sintomi della pollinosi da Cupressaceae sono rappresentati soprattutto da congiuntiviti isolate, nel periodo febbraio-marzo, ma possono comparire anche riniti, asma e dermatiti (5).

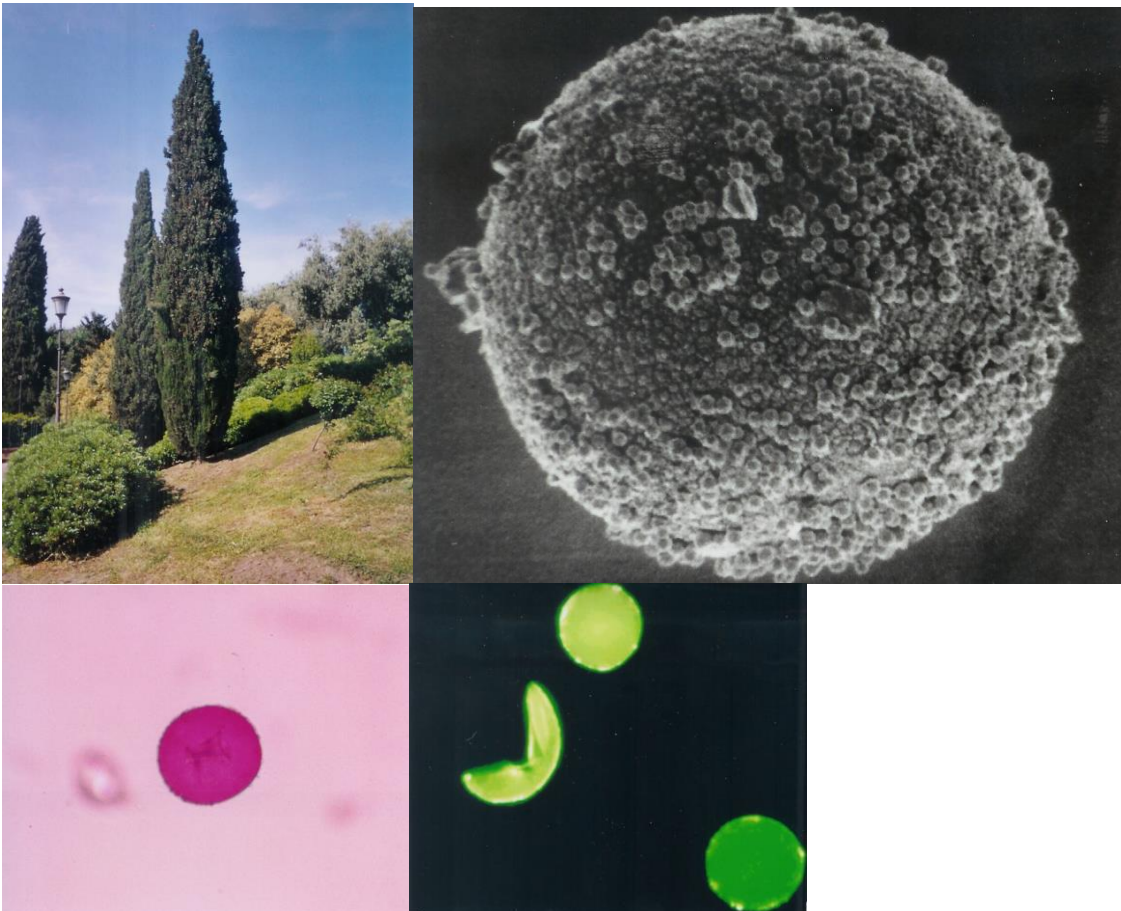


Fig. 6 -Pianta di *Cupressus sempervirens*. A fianco microfotografie dei pollini al microscopio elettronico, al microscopio ottico (con colorazione con fucsina ed infine al microscopio a fluorescenza).

A differenza di altri pollini (come Betulla, Composite, Graminacee) i cui allergeni presentano reattività crociata con alimenti vegetali botanicamente non correlati, e questo a causa di strutture simili dotate di siti di legame omologhi presenti nei pollini e in alcuni vegetali, il polline di Cipresso non presenta mai questo fenomeno. Questa affermazione si basa su di uno studio (Ariano e Panzani, in press) nel quale abbiamo verificato su di un numero cospicuo di pollinosi alle cupressacee, in vivo ed in vitro, la reattività crociata dell'estratto di *Cupressus sempervirens* con diversi alimenti vegetali senza verificare, in nessun caso, cross reattività.

Inoltre l'attività allergenica del polline di cipresso si può prolungare per anni, dopo la liberazione dalla pianta di origine. Anche questo è stato dimostrato dal nostro gruppo (Ariano e Panzani, in press) con uno studio in cui abbiamo evidenziato che un polline di cipresso "vecchio" di sei anni, pur perdendo caratteristiche di vitalità e di capacità germinativa manteneva quasi inalterata, nel tempo, la propria potenza allergenica, rispetto ad un estratto "fresco". Questo è stato dimostrato, sia in vivo, con prick tests, che in vitro con esperimenti di RAST inibizione.

PIANTE ERBACEE

GRAMINACEE: ancora oggi la principale causa di pollinosi in Italia, ma soprattutto al Nord, dove raggiungono circa il 75% di prevalenza, meno al Centro (60 % di prevalenza) e ancor meno al Sud ed Isole (40% di prevalenza) (12). Le Graminacee sono rappresentate in Italia da almeno centoventi specie, tra cui diversi generi di cereali, i cui granuli pollinici sono morfologicamente indistinguibili e cross-reagiscono tra loro I granuli sono abbastanza grandi (25-60 millimicron), ovoidali e monoporati e la loro fioritura va da aprile a settembre. Si distinguono specie coltivate (tipo Zea

mays ovvero granturco) e specie spontanee o infestanti. Esiste un'ampia cross reattività tra le diverse specie. La pollinazione più abbondante si verifica nei giorni estivi più caldi (19).



Fig. 7 - Piante di Graminacee e granulo pollinico.

URTICACEAE: La Parietaria (dai numerosi appellativi volgari come “erba muriola” perché cresce sui muri oppure “erba vetriola” perché usata un tempo per pulire l’interno delle bottiglie) è tradizionalmente la pianta di maggior interesse allergologico nell’ambito di questa famiglia, nell’aera mediterranea (20, 21). Si dispongono varie specie: *P. officinalis*, diffusa soprattutto al Nord; *P. judaica* diffusa in tutta la penisola ma soprattutto al Sud, Isole e Liguria; *P. cretica* presente solo in Sicilia ed in Puglia; *P. mauritanica*: presente solo in Sicilia; *P. Lusitanica*: presente lungo le coste tirreniche. Esiste cross reattività tra le diverse specie di cui le più importanti a livello allergologico sono le prime due. La Parietaria non cresce sopra i 1000 metri di altitudine.

Il granulo pollinico di Parietaria è isopolare, sferoidale e presenta 3-4 pori in posizione equatoriale; ha dimensioni di 12-15 millimicron di diametro ed induce soprattutto manifestazioni asmatiche, anche severe. Un tempo si pensava che le crisi asmatiche dipendessero dal fatto che il polline così piccolo potesse penetrare più facilmente nelle vie aeree più profonde, al di sotto della glottide. Oggi si sa che il polline raramente riesce a varcare queste “colonne d’Ercole” ma che è la rapida liberazione dei suoi potenti allergeni tramite i pori a produrre le crisi asmatiche.

La sua fioritura è pressoché perenne nell’Italia meridionale e nelle Isole, con massima intensità a maggio e giugno. Negli ultimi anni i campionamenti aerobiologici hanno messo in rilievo un incremento dei pollini di Parietaria anche al Nord, con conseguente aumento anche dei casi di pollinosi. Caratteristiche della pollinosi da Parietaria, rispetto alle altre, sono quelle di fornire assai più frequentemente crisi asmatiche, di avere un periodo di manifestazioni cliniche assai elevato, tanto da considerarla quasi una pollinosi perenne, almeno al Sud, infine di avere più facilmente casi di monosensibilizzazione. Quest’ultima caratteristica tuttavia pare ridursi negli ultimi anni, anche a causa del maggiore incremento, nella popolazione degli allergici, dei casi di polisensibilizzazioni in generale.

La Parietaria non presenta cross reattività con *l’Urtica dioica* (22) malgrado possa invece presentare cross reattività con altra specie della stessa famiglia (23).



Fig. 8 - Pianta di Parietaria e granuli pollinici a diversi ingrandimenti.

Le **COMPOSITE** sono piante erbacee o con arbusto con fiori sessili riuniti in infiorescenza a capolino. Quelle di maggior interesse allergologico sono il genere *Artemisia*, *Heliantus*, *Solidago*,

Raraxum, *Xantium*, più recentemente in Italia, l'*Ambrosia*. La monosensibilizzazione è rara. Presentano un polline isopolare, di dimensioni tra 1 20 e i 24 millimicron, con tre solchi ed un poro centrale. L'*Artemisia* è una pianta infestante lungo le strade e nei luoghi incolti. Presenta cross reattività verso le altre specie della stessa famiglia.



Fig. 9 - *Artemisia vulgaris* e suo polline.

Una specie coltivata a scopo ornamentale e che può dare notevoli sensibilizzazioni è il *Crysanthemum*. Sensibilizzazioni si sono anche riscontrate, nei floricoltori con il polline di *Heliantus annuus* (Girasole).



Fig. 10 - *Helianthus annuus* e suo polline

L'*Ambrosia* ha raggiunto un notevole ruolo allergenico in Italia, solo negli ultimi anni. Il territorio più infestato è in Lombardia, si ritiene per la presenza dell'aeroporto internazionale della Malpensa,

dove sarebbero giunti i semi, come inquinanti di sementi di cereali importati. L'incremento della pollinosi da Ambrosia, in Lombardia, ha raggiunto punte elevate con frequenti crisi asmatiche (6, 24, 25). Il genere *Artemisia* compare a metà luglio e si protrae sino a inizio settembre con concentrazioni polliniche non rilevanti, l'Ambrosia ha un periodo di pollinazione esteso da fine luglio sino ad ottobre inoltrato, con picchi elevati a fine Agosto ed inizio di settembre. Nel Gennaio 1997 la Regione Lombardia ha costituito (delibera N.24264) un Gruppo di Studio per la prevenzione delle allergopatie da Ambrosia. Successivi decreti regionali, dal 1999, hanno disposto, per i Comuni coinvolti in questo problema, il mappaggio delle aree interessate dall'infestazione, di predisporre relazioni annuali e, ai proprietari di aree interessate, di provvedere a sfalci nei periodi di giugno, luglio e agosto. Malgrado questi provvedimenti la situazione allergologica non è ancora migliorata, anzi pare che, negli ultimi anni, si verifichi un aumento della durata del periodo di pollinazione dell'*Ambrosia*, che persiste sino a fine Ottobre.



Fig. 11 - *Ambrosia trifida* e suo polline.

CHENOPODIACEAE ED AMARANTACEAE

Queste due famiglie sono molto affini dal punto di vista morfologico ed allergologico ed ad esse appartengono piante erbacee annuali o perenni.

Le **CHENOPODIACEAE**, un tempo inserite tra le “pollinosi minori”, sono ora salite al rango di “maggiori”, almeno al Sud (10, 11). Le Chenopodiaceae sono piante assai adatte a crescere in ambienti salati, lungo le spiagge e sui terreni secchi e salini. Appartengono alla famiglia la *Salsola kali*, il *Chenopodium album* (Farinaccio selvatico), la *Kokia scoparia*, il *Sarcobatus spp.*, l'*Atriplex halimus*, (porcellana di mare). Il *Chenopodium album* è un'erba molto comune in Italia e malgrado produca scarse quantità di granuli la concentrazione di molte piante nella stessa zona può provocare crisi allergiche (26).

Fa parte di questa famiglia anche lo spinacio (*Spinacia oleracea*) usato per uso commestibile. Queste piante sono tipiche delle zone costiere, soprattutto al Sud, con fioritura da giugno a settembre. Il granulo pollinico è apolare, sferoidale, periporato con numerosi pori (da 40 a 70) sparsi su tutta la superficie e con aspetto “a palla da golf”. Esiste un'ampia cross reattività all'interno della famiglia. In Sicilia è stata riferita un'elevata sensibilizzazione alla *Salsola kali* (27). Questa pianta, frequente sulle spiagge, produce quantità più abbondanti di granuli pollinici ed è considerata la specie allergologicamente più importante. Sono segnalate pollinosi in Iran (28), U.S.A. (29), Europa (27).

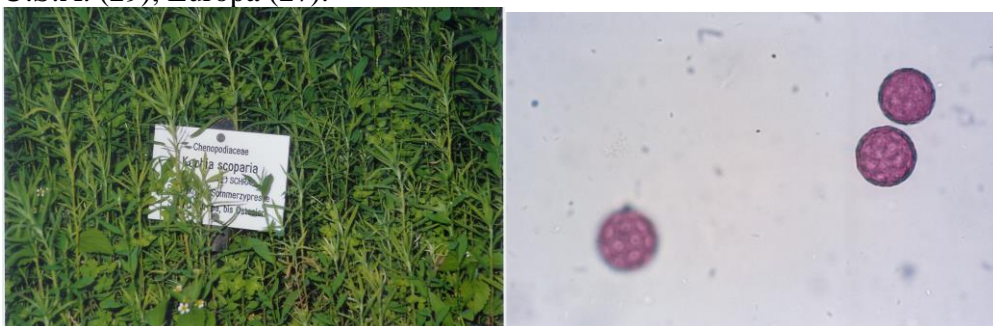


Fig. 12 –Chenopodiacee: pianta e suo polline.

La famiglia affine delle **AMARANTACEAE** (*Amaranthus palmeri*) è formata da specie erbacee ed arbustive spontanee, ma anche coltivate, che sono pure presenti sulle coste mediterranee e con lo stesso periodo di fioritura, ma che saranno inserite nelle pollinosi “minori”. I pollini delle due famiglie sono molto simili e spesso inconfondibili tra loro. Hanno forma sferoidale, apolari, periporati, con diametro di 20-30 millimicron. Esiste ampia cross reattività tra le due famiglie (30).

PLANTAGINACEAE : Famiglia costituita da erbacee annue o perenni, alte circa 10-30 cm, con foglie a rosetta. Impollinazione mista anemofila ed entomofila. Vi appartengono tre generi : *Plantago* (la più diffusa in Italia), *Bougueria* e *Littorella* (piante acquatiche). Nel genere *Plantago* si distinguono : *Plantago lanceolata* (ovvero piantaggine o lanciola), *Plantago psyllium*, *Plantago indica*. La Lanciola è una pianta perenne, infestante, alta da 10 a 40 cm, con foglie lanceolate a margine intero. Le infiorescenze compaiono da aprile ad ottobre, sono erette e formano una spiga marrone; le antere sono giallo pallido e molto sporgenti. La Lanciola si trova, in Italia, in tutte le regioni dove vegeta sulle coste marine, dune sabbiose, campi e incolti da 0 a 800 m. I semi contengono sino al 30% di mucillagine (*Psyllium*) che gonfiandosi nell'intestino, agisce da lassativo. La fioritura inizia ad aprile fino a settembre. Presenta granuli pollinici sferoidali, periporati con 15 pori e diametro tra i 20 e i 25 millimicron. La sua prevalenza varia, in Italia, secondo le regioni dal 4% al 9%. E' tuttavia difficile stabilire quale sia il suo reale ruolo nella provocazione dei sintomi dei pollinosici perché raramente si riscontrano monosensibilizzazioni ed il periodo di fioritura si sovrappone a quello delle Graminaceae. Può provocare crisi asmatiche (31, 32, 33). Nei soggetti sensibilizzati lo *psyllium* può provocare crisi d'asma a seguito d'ingestione (34).

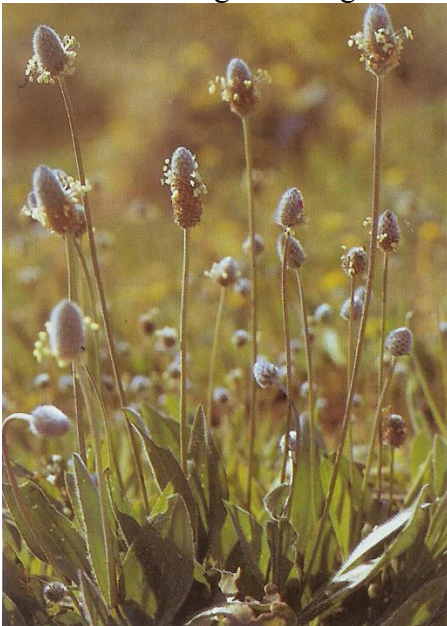


Fig. 13 - Plantago lanceolata e suo polline.

TABELLA DELLE PREVALENZE DI POLLINOSI IN ITALIA

POLLINE	NORD % PREVALENZA	CENTRO % PREVALENZA	SUD, ISOLE e LIGURIA % PREVALENZA
BETULLA	33	13	5
ONTANO	36	8	7
CARPINO	34	26	4
NOCCIOLO	34	16	4
GRAMINACEAE	75	60	40
PARIETARIA	30	40	60
OLEA	5	10	25
FAGACEAE	7	15	5
CUPRESSACEAE	9	28	20
ARTEMISIA	25	15	10
AMBROSIA	30	7	2
CHENOPODIACEAE	1	2	14
PLANTAGO	4	4	9

LE POLLINOSI “MINORI”

Le pollinosi “minori” sono forme di manifestazioni cliniche stagionali (rinite, congiuntivite, asma) causate da granuli pollinici di determinate famiglia di piante meno consuete sotto il profilo allergologico o perché a ridotta diffusione atmosferica o perché a basso potere allergenico. Se questa definizione, nata nel 1991 in un Congresso Italiano di Allergologia, tenutosi a Roma (35), ha riscosso in seguito un discreto consenso (25) ed ancora oggi è ancora valida, molto è cambiato da allora all'interno di questo capitolo dell'Allergologia. Difatti alcune forme che allora si definivano ancora “minori”, come quella da Cupressaceae, sono passate di categoria in quanto assunte al rango di pollinosi “maggiori” ed ogni anno altre nuove specie continuano ad aggiungersi a questo gruppo.

Negli ultimi anni sono inoltre aumentate le segnalazioni di nuove sensibilizzazioni, soprattutto legate a cause professionali. Per questo motivo ci sembra utile un aggiornamento di questo capitolo. Si differenzieranno le pollinosi “minori”, da quelle “maggiori” già trattate in precedenza, mantenendo il criterio già adottato in passato di considerare minori quelle pollinosi in cui la prevalenza documentata è inferiore al 3%.

Nell'ambito di queste potremo ancora distinguere pollini ad allergicità moderata, minima e sospetta (vedi tabelle) sottolineando quelle la cui presenza è stata segnalata in Italia. Anche in questo caso separeremo la trattazione delle specie arboree da quella delle specie erbacee.

PIANTE ARBOREE

GYMNOSPERMAE: Gruppo di piante vascolari senza fiori. Il nome deriva dal greco *spermos* = seme e *gymnós* = nudo. Le gimnosperme sono piante legnose, di aspetto arbustivo o arboreo, raramente rampicante. Si distinguono dal grande gruppo delle angiosperme o piante con fiori, poiché i semi non sono racchiusi nel carpello, ma esposti fra le scaglie di strutture fiorifere chiamate coni o pigne.

PINACEAE O ABIETACEAE

Rappresentate da *Pinus pinea*, *Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, *Pinus abies*. Malgrado queste piante diffondano numerosissimi granuli pollinici producono sensibilizzazioni allergiche solo nel 1,5- 3 % dei casi secondo studi di autori americani e francesi (36, 37). L'interesse su questo

allergene è stato sollevato di recente da autori spagnoli (38) che riferiscono casi di monosensibilizzazione con sintomi di rinocongiuntivite, nel periodo da febbraio ad aprile, e come pollinosi “da vicinato”. Secondo Dvorin esisterebbe una cross reattività tra *Pinus radiata* e *Pinus strobes* (39).



Fig. 14 - *Pinus maritima* e suo polline.

ANGIOSPERME: Gruppo di piante con fiori .

ACERACEAE : piante ad impollinazione anemofila (*Acer negundo*) ed entomofila (*Acer platanoides*), fioriscono in aprile-maggio e sono inserite tra le forme “minime” in quanto sono di rado causa di allergia (19, 40, 41).

ARECEAE o Palmae: piante tropicali monocotiledoni, presenti in tutto il bacino del mediterraneo, con numerosissimi generi e specie. In Italia vi è una sola specie spontanea la *Chamaerops humilis* (o Palma di San Pietro o palma nana), tutte le altre sono di importazione (*Phoenix canariensis*, *Phoenix dactylifera*, *Washingtonia philifera*). L’impollinazione è anemofila. Sono state descritte pollinosi da queste specie, in particolare da *Phoenix dactylifera* nel Nord Africa (42) e negli Stati Uniti d’America – Haway, Florida e California (43) e in India (44). In Italia sono state rilevate sensibilizzazioni nei confronti della *Chamaerops humilis* ma anche nei confronti di *Phoenix canariensis* con una prevalenza inferiore all’1% (45-48). Personalmente abbiamo anche riscontrato una sensibilizzazione professionale, in un giardiniere, con crisi d’asma se esposto al polline di *Washingtonia philifera*.



Fig. 15 - Piante di Palma a Bordighera con i loro granuli pollinici.

BIGNONACEE: piante importate dalle regioni tropicali, generi Bignonia e Catalpa, spesso lianose, coltivate a scopo ornamentale. Possono dare pollinosi da vicinato (19).

CASUARINACEAE: specie arboree di origine australiana. In quei paesi in cui sono state introdotte, tra cui anche l’Italia, hanno provocato, sporadicamente sensibilizzazione ai loro pollini. La pianta in questione è la *Casuarina equisetifolia*, dall’ottimo legno molto duro ed impiegata anche per il rimboschimento (49, 50).

FABACEAE o LEGUMINOSEAE: l'allergia respiratoria nei confronti dei pollini di alcune specie di mimosaceae (*Albizia*, *Propopis* o *Mesquite*, *Acacia floribunda*, *Acacia farnesiana*) è evenienza non frequente ed è stata descritta in India (52, 53), U.S.A. (43, 53, 54), Francia (55), Australia (56). In Italia la Mimosa (*Acacia spp.*) è stata identificata come agente allergenico in floricoltori sovraesposti, e può essere inquadrata sia tra le malattie da "vicinato" che tra le malattie professionali (57, 58, 59).



Fig. 16 - Acacia floribunda: pianta e granulo pollinico.

Pollinosi sospette ma non ancora dimostrate sono quelle delle altre famiglie delle Leguminose: le Cesalpinoiideae (*Cercis siliquastrum*) e Papinoiideae (*Robinia pseudoacacia*).

La *Prosopis juliflora* (Mesquite), detto anche *albero dei legumi*, appartiene alla famiglia delle Leguminose. Sia i frutti sia i baccelli sono talvolta edibili. La pianta è originaria del Messico dove è presente in zone desertiche, nell'ambito delle quali rappresenta uno dei principali aeroallergeni (60). Uno studio recente suggerisce che ci sono almeno tredici allergeni umani nel polline di albero di mesquite (61). E' stata ipotizzata una cross-reattività con la Mimosa, appartenente alla stessa famiglia vegetale delle Leguminose (62). In alcuni pazienti questo estratto sembra causare una degranolazione mastocitaria non IgE mediata (63).

Un'altra Leguminosa recentemente dimostratasi allergenica è rappresentata dalla Cicerchia, pianta annua del genere Latio (*Lathyrus sativus*), diffusa in tutta l'area mediterranea, con semi commestibili ma contenenti piccole quantità di un principio velenoso che provoca disturbi neurologici (neurolatirismo). L'esposizione al fiore di questa pianta può provocare crisi asmatiche da "vicinato" o per cause professionali (64, 65). Sono anche stati caratterizzati gli allergeni responsabili (66).



Fig. 17 - Lathyrus sativus: pianta e polline.

Di recente è stata descritto un caso di pollinosi da *Broussonetia papyrifera* (gelso da carta), albero assai diffuso in Italia, a impollinazione anemofila e che può provocare riniti (67).

GARRYACEAE: piante sempreverdi con foglie opposte e fiori dioici, importate dalle Americhe (*Garrya elliptica*). Polline sospetto di allergenicità occasionale (19).

HAMAMELIDACEAE: *Liquidambar orientalis* (ovvero storace), albero che può raggiungere i 15 metri di altezza, originario dell'Asia Minore. Contiene nel tronco, sotto la corteccia un liquido che è impiegato in erboristeria come balsamico e come profumo e che, negli atopici, può produrre dermatiti da contatto (68, 69), probabilmente dovute ai loro composti aromatici presenti nel tronco

(stirene), può provocare anche asma occupazionale (70) , e verosimilmente pollinosi primaverili (19). In questa famiglia anche *l'Hamamelis virginiana* è sospetta generatrice di dermatiti da contatto.

JUNGLANDACEAE: piante dicoletiledoni, originarie dal Nord America (*Carya alba*, *Carya glabra*, *Carya cinerea*) determinano pollinosi anche gravi mentre la *Junglans regia* (noce comune) determina raramente pollinosi (19, 41, 53).

MORACEAE: Questa famiglia comprende specie laticifere, per lo più legnose, distribuite soprattutto nei paesi tropicali. Tra le sue specie il gelso bianco (*Morus alba*), anemofilo, può causare solo di rado severe pollinosi in maggio-giugno (37, 71). La *Maclura pomifera* può provocare dermatiti da contatto e riniti primaverili (19). *Ficus beniamina*, è una specie recentemente balzata alla ribalta allergologica (72, 73). E' una pianta ornamentale assai diffusa nelle abitazioni e negli uffici. Proviene dall'Asia sud-orientale dove può raggiungere i 25-30 m d'altezza; anche in appartamento ha un notevole sviluppo, arrivando anche a 5 m. Possiede una chioma caratteristica perché i suoi rami si sviluppano in forma disordinata, a pennacchi; sopporta però bene le potature per questo si presta molto come pianta ornamentale. Le foglie sono piccole, ovate, appuntite all'estremità, di colore verde intenso, esistono anche delle varietà con foglie striate. I fioristi e floricoltori che se ne occupano corrono un forte rischio potenziato di sviluppare sia allergie da contatto e da inalazione . Il lattice di questa pianta tende a diffondersi negli ambienti chiusi dove diviene allergene inalabile (74). Il rischio di sviluppare sensibilizzazione allergica è calcolato nel 2- 6% dei soggetti atopici ad essa esposti. La presenza di cross-reattività con *l'Hevea brasiliensis* fa sì che circa un quinto dei soggetti allergici al lattice divenga poi anche allergico al *Ficus beniamina* (75, 76). La sensibilizzazione al lattice di *Ficus beniamina* si verifica però anche indipendentemente dall'allergia di lattice di Hevea. Questa sensibilizzazione è associata comunemente con sindromi orali allergiche ai fichi ed ad altri frutti tropicali (sindrome di Ficus-frutta). Questa cross-reattività è dovuta almeno in parte a delle tioproteasi (77).



Fig. 18 - *Ficus beniamina*: pianta e pollini.

MYRYCACEAE: sono stati descritti casi di severe reazioni allergiche da *Myrica cerifera* nel sud deli U.S.A. (78) e da *Myrica gale* in maggio (79).

MYRTACEAE: pollini sospetti di allergia negli U.S.A. (19), Nord Africa (39), Italia (80). I generi più incriminati sono *Myrtus*, *Melaleuca*, *Comptonia*, *Eucalyptus*.

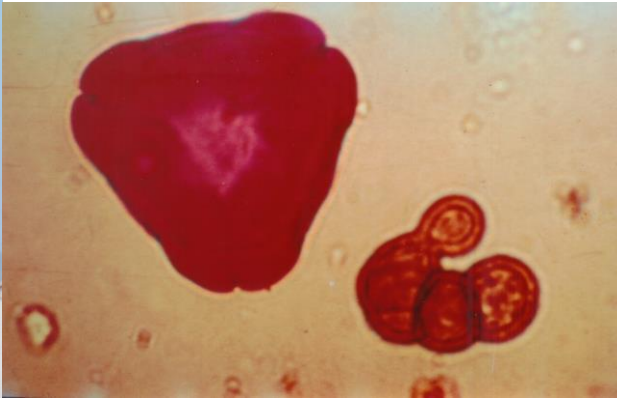


Fig. 19 - Eucalyptus cinerea: pianta e suo polline.

PLATANACEAE: un tempo considerato tra le pollinosi maggiori, oggi rientra tra i casi di moderata allergenicità (5, 81), soprattutto si è ridotto il numero di piante a causa di malattie insorte in quest'ultimo decennio (*Ceratocystis fimbriata*), che ne hanno ridotto notevolmente il numero di piante, almeno in Italia. E' stato addirittura emanato un decreto ministeriale per la protezione di questa specie: D.M. n. 412 del 3/09/1987. Fiorisce in Aprile-Maggio. In Spagna è ancora citato tra le pollinosi più significative (82). E' descritta anche una cross reattività con alcuni frutti, con possibilità di sindromi orali allergiche (83).

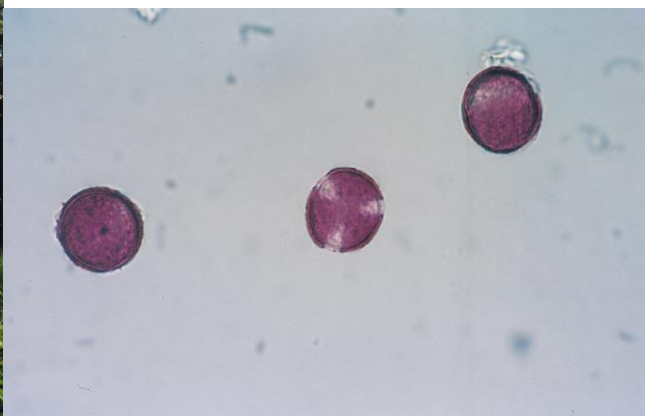


Fig. 20 - Platanus hybridus: foglia e pollini.

SALICACEAE: la famiglia delle Salicacee comprende alberi e arbusti prevalentemente di clima temperato. Contengono delle sostanze utilizzate in farmacia, fra cui la salicina (da cui deriva l'aspirina). Fra le 400 specie di salicacee dal punto di vista allergologico interessano Salici e i Pioppi. *Salix* e *Populus*, a cui appartengono per lo più piante legnose per questa famiglia rappresentata da *Populus alba*, *Populus deltoides*, *Populus nigra*, *Salix alba* considerate tradizionalmente a non elevata allergenicità. La sua velocità d'accrescimento e il suo tronco, diritto e cilindrico lo rendono molto ricercato a fini industriali. Inoltre è sempre più usato come fonte energetica alternativa per alimentare le centrali d'energia termica ed elettrica. La fioritura delle salicaceae è in marzo-aprile.

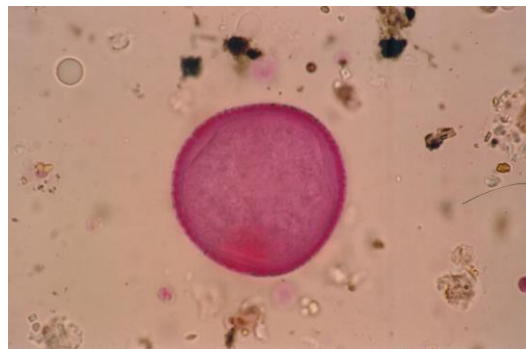


Fig. 21 - Pianta di salice e polline.

Il pioppo possiede impollinazione anemofila mentre il salice entomofila. I pollini sono sferoidali ed inaperturati, di dimensioni tra 25 e 30 millimicron. Esiste un'ampia cross reattività tra i generi di questa famiglia. Possono provocare asma, riniti, congiuntiviti e dermatiti da contatto (84, 85,86). Un recente progetto di ricerca, condotto dalle Università di Milano e Bologna, su iniziativa della Fondazione Bussolera Branca, ha l'obiettivo di produrre piante sterili, prive di polline. La pollinosi da salicaceae è diffusa in tutto il mondo in Iran, Turchia, in Grecia, in Polonia, in Ungheria, in Svizzera, negli U.S.A., in Corea. (87-95) I sintomi respiratori da pollinosi da Pioppo non sono mai molto gravi, ma molto diffusi. La prevalenza di questa pollinosi è descritta intorno al 8% in Grecia (95), in Ungheria del 6,8% (91). Per l'Italia non abbiamo segnalazioni precise. S'ipotizza che la contemporanea presenza delle Graminaceae, durante il suo periodo di fioritura, ne faccia sopravvalutare la responsabilità allergologica. Probabilmente il ruolo di questa pollinosi in Italia, alla luce delle numerose segnalazioni internazionali, andrebbe meglio valutato.



Fig. 22 - *Populus nigra*:piante, foglia e pollini.

SAPINDACEAE: famiglia che comprende l' *Aesculus hippocastanum* (Ippocastano) che fiorisce in aprile-maggio . In Austria la sensibilizzazione sarebbe più frequente (nel 5% dei sensibilizzati) nei bambini che vivono in città (96).

SIMAROUBACEAE: genere *Alianthus* (originario della Cina) a fioritura in maggio-luglio, malgrado sia citato spesso come non allergenico, presenta invece sensibilizzazioni occasionali (97).

TAMARICACEAE: la tamerice o tamarisco (*Tamarix gallica e Tamarix africana*) è pianta comune lungo le nostre coste, ornamentale e frangivento; presenta impollinazione prevalentemente entomofila, tuttavia può provocare pollinosi da esposizione ravvicinata (19).

TILIACEAE: il tiglio (*Tilia aropea*) è diffuso nei parchi e nei giardini, ha un'impollinazione entomofila, ma nel periodo di fioritura (giugno-agosto) può procurare severe pollinosi da vicinato (10, 37, 98).

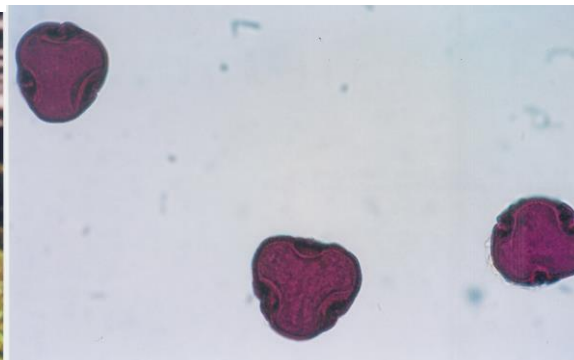


Fig. 23 Tiglio: pianta e polline

ULMACEAE: l'*Ulmus campestris* fiorisce in marzo-aprile ed è coltivato a scopo ornamentale (99). Può provocare sporadiche riniti e/o crisi d'asma severe in primavera, ma nell'area mediterranea non sembra superare la soglia del 3% di prevalenza (100, 101, 102).

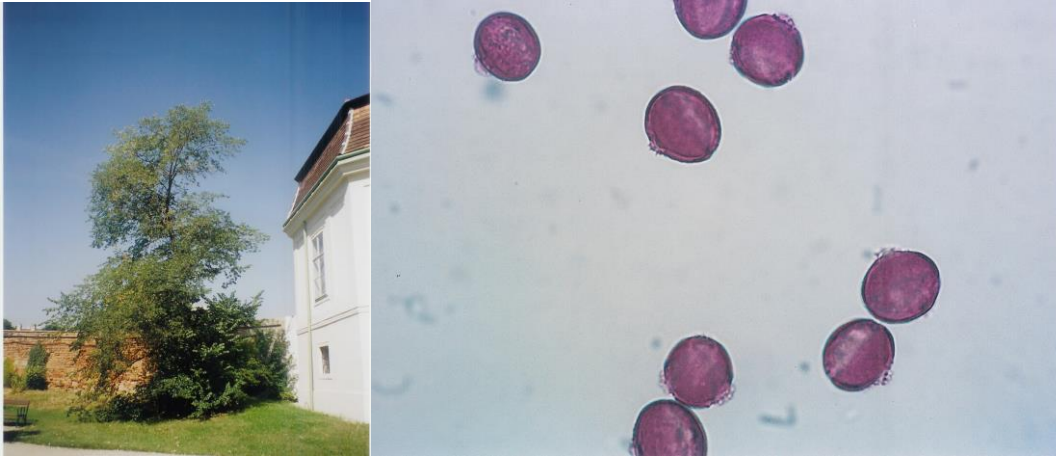


Fig. 24 – Ulmus: pianta e polline

PIANTE ERBACEE

AMARANTACEAE: il genere *Amaranthus* (*A. albus*, *A. retroflexus*) cresce spontaneamente nei terreni secchi e ai bordi delle strade e fiorisce da luglio a settembre. Le Amarantaceae comprendono *Amaranthus*, *Alternanthera*, *Ptilotus*, *Gomphrena*, *Celosia*, fioriscono da giugno a settembre, sono anemofile e producono numerosi granuli pollinici. Come abbiamo già detto sopra questa famiglia presenta molte affinità con quella delle Chenopodiaceae, con le quali cross-reagisce, ma di per sé possiede grado d'allergenicità minimo (103).

AMARYLLIDACEAE: famiglia che comprende *Alstroemeria* e *Narciso*. L'*Alstroemeria* può provocare sia dermatiti da contatto che sintomi respiratori a causa di allergeni presenti anche nelle parti non polliniche. Suoi antigeni sono il tuliposide e la tulipanina. Le specie di questa famiglia presentano cross reattività con quelle delle Compositae (104).

ARACEAE: a questa famiglia appartiene lo *Sparthiphyllum spp.*, genere composto da 36 specie tropicali, è una pianta decorativa che può causare allergia inalatoria (105, 106).

ARALIACEAE: l'*Hedera helix*, pianta rampicante, che possiede un allergene che è il falcarinolo, può anche dare dermatiti da contatto (107, 108).

BORRACCINACEAE: *Echium plantagineum*, pianta entomofila d'origine australiana, può provocare occasionalmente allergie non solo respiratorie ma anche dermatologiche (109).

BRASSICACEAE o CRUCIFERE: piante annuali, biennali e perenni, entomofile, spontanee o coltivate. La specie più importante è la *Brassica oleifera* (colza) la quale può provocare sensibilizzazioni nei soggetti atopici abitanti in prossimità di campi di colza (110, 112).

CANNABACEAE: *Humulus lupulus*, *Cannabis sativa*, *Cannabis indica*. Piante originarie dall'Asia, a fioritura in luglio-agosto ed impollinazione entomofila. Più tristemente note per motivi tossicologici possono tuttavia produrre un'allergenicità minima con dermatiti da contatto e pollinosi da "vicinato" nei lavoratori delle piantagioni e presentano cross-reattività tra tutte le specie della stessa famiglia (111, 113, 114).

CAPRIFOLIACEAE: piante spontanee, ma anche coltivate come ornamentali, entomofile. Presentano fioritura nel periodo aprile-giugno. Sono rappresentate, in Italia, dal *Sambucus nigra* e da *Viburnum tinus*. Possono causare pollinosi occasionalmente (115).

CAROFILLACEAE: Il garofano (*Dianthus caryophyllus*) può provocare allergia respiratoria IgE mediata, quale malattia occupazionale nei floricoltori (116).

COMPOSITE: oltre alle specie a maggiore prevalenza (*Artemisia e Ambrosia*) sono state segnalate descritte delle pollinosi “minori” anche in questa famiglia, *Matricaria chamomilla*, *Solidago spp.*, con cross reattività con l’*Artemisia* e con *Parietaria*(117, 118, 119). In particolare è stata recentemente descritta l’insorgenza di rinite dopo esposizione a carciofo, in floricoltori (120).

CRUCIFERE: La Ruchetta violacea (*Diplotaxis eruroides*) è una pianta di Crucifera comune che cresce in Europa e in America tra i vigneti e gli olivi. Ruchetta violacea che è un’erbacea annua alta 20-80 cm e che fiorisce in gennaio-giugno. Il suo habitat è rappresentato da terreni incolti. E’ assai presente nell’area Mediterranea. Sono stati descritti i casi di due coltivatori con rinoconiuntiviti ed asma in viticoltori durante impollinazione di *Diplotaxis eruroides*, in marzo-aprile (121).

CYPERACEAE- JUNCACEAE-THYPHACEAE: le piante di queste tre famiglie (rispettivamente rappresentate da *Cyperus aesculentus*, *Juncus maritimus*, *Thipha latifolia*) sono spesso confuse dai non botanici con le Poaceae, sia morfologicamente sia per il periodo di fioritura. Crescono in zone umide e paludose e lontano dalle aree urbane. Producono scarso numero di pollinosi e solo da “vicinato”. Non esistono cross reattività tra Cyperaceae, Thyfaceae e Poaceae (19, 122).

EUPHORBIACEAE: questa famiglia ha attirato, negli ultimi anni l’interesse degli allergologi poiché tra i membri di questa famiglia vi sono le fonti di potenti allergeni. Un discorso a parte si deve fare per il lattice, derivato dall’*Hevea brasiliensis*, il caa-o-chu, detto anche albero che piange. Originario del Brasile si è diffuso fino al Medio Oriente in particolare in Malesia e Nuova Guinea. In questo caso non si tratta però di una pollinosi ma dal tronco inciso di questo albero d’alto fusto fuoriesce un’abbondante linfa resinosa. Questa linfa, detta caucciù, una volta estratta dalla pianta, si solidifica rapidamente e diviene gommosa ed elastica. E’ molto impiegato per confezionare materiale sanitario e molti oggetti d’uso comune. Può provocare manifestazioni allergiche per contatto con la pelle, con le mucose (mucosa orale, vaginale, rettale), per inalazione. In generale la sensibilizzazione è di poco inferiore al 3% nella popolazione generale ma molto più elevata nella popolazione a rischio, come il personale sanitario (sino al 30%). Difatti l’allergia al lattice rappresenta un problema sanitario emergente, in particolare tra gli operatori sanitari per i quali è diventata una malattia professionale a causa dell’alto rischio d’esposizione negli ambienti di lavoro (123, 124). In questa famiglia anche il *Ricinus communis* (125, 126) è responsabile di forme d’asma epidemica causate dai suoi semi ed una nuova pollinosi, descritta abbastanza recentemente è determinata dalla *Mercurialis annua* (127, 128, 129) pianta infestante diffusa in tutto il Mediterraneo, ed anche ben rappresentata in Gran Bretagna (130), con un periodo di fioritura che copre tutto l’arco dell’anno. Si manifesta sia con riniti sia con asma grave. In Italia non supera il 3% di prevalenza. Molto più elevata sembrerebbe la prevalenza in Spagna, con il 46% di prevalenza (131). Esiste un’ampia cross-reattività tra le proteine del latex derivato da *Hevea brasiliensis*, i semi ed i pollini del *Ricinus communis*, e i pollini della *Mercurialis annua* (132).

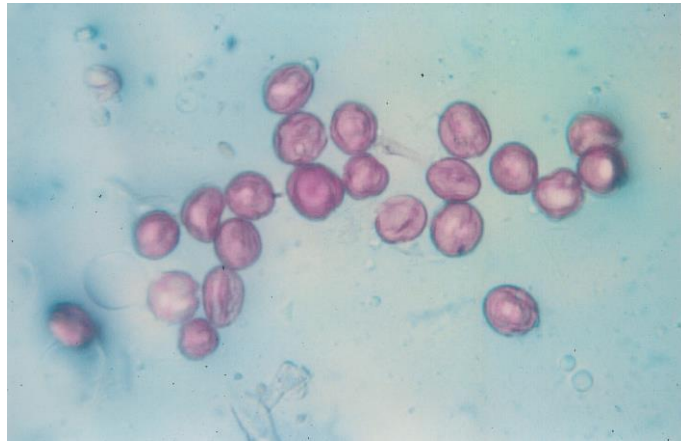


Fig. 25 - Mercurialis annua: pianta e polline.

FABACEAE O LEGUMINOSEAE: si ricordano come responsabili di rari casi di pollinosi la *Medicago sativa*, lo *Spartium iunceum* (ginestra) (37) ed il *Trifolium pratense* sulla cui allergenicità esistono però dati contrastanti (133).

LILIACEE: Le piante ad impollinazione entomofila raramente producono fenomeni allergici respiratori, ma piuttosto dermatiti da contatto. Sono stati descritti casi d'asma e rinite allergica da gigli (*Lilium longiflorum*) e tulipani (*Tulipa spp.*) in personale di fiorai (134, 135). La RAST inibizione ha dimostrato una cross-reattività tra queste due piante delle Liliacee. Il Tulipano possiede allergeni presenti soprattutto nel bulbo, la tulipanina e il tulipside-A. Anche il giacinto (*Hyacinthus orientalis*) è sospettato di allergicità.



Fig. 26 -Liliaceae: fiori e granulo pollinico.

MAGNIOLACEAE : genere delle Magnoliaceae, comprende oltre 80 specie arboree e arbustive a lento accrescimento, ma che in alcune specie come la *M. campbellii* e la *M. officinalis* possono superare i 20 m di altezza. La *Magnolia grandiflora* (Magnolia) fiorisce in aprile giugno e può provocare dermatiti allergiche (136).

PAPAVERACEAE: Il Papavero (*Papaver rhoas*), specie spontanea, la più comune in Italia ed in Europa denominata rosolaccio. E' un infestante delle colture erbacee, con fioritura in marzo-luglio.

Il *Papaver somniferum*, è invece una papaveracea originaria della Regione Mediterranea, coltivata ormai in quasi tutto il mondo per i frutti, il seme, l'oppio. Il papavero può provocare allergie da contatto ed asma occupazionale nei lavoratori dell'industria farmaceutica (137).

POLIGONACEAE: Famiglia composta prevalentemente da erbe, ma anche da alberi ed arbusti. Ne fanno parte i generi *Rumex* (*R. acetosa*, *R. alpinus*, *R. pulcher*, nome comune : *Romice*), anemofili e il genere *Polygonum*, entomofilo. Sono erbe perenni molto diffuse in Italia, a fioritura estiva. Il *Rumex* fiorisce da aprile ad agosto. I granuli sono oblati di dimensioni tra 24 e 36 millimicron. L'allergenicità è considerata modesta (19). Sono sicuramente allergeniche la *Rumex acetosa*, la *Rumex acetosella*, la *Rumex obtusifolia*, la *Rumex crispus* (8, 80). E' possibile che il loro ruolo allergenico sia sottostimato a causa della contemporanea fioritura delle Poaceae, con le quali non presenterebbero cross-reattività (138, 139).

PRIMULACEAE: l'allergia al ciclamino (*Cyclamen europeum*) è una malattia professionale dei floricoltori intensamente esposti, sono stati descritti casi in Olanda ed in Italia (140, 141). Inoltre anche per la Primula (*Primula veris* e *P. obconica*) sono descritte allergie da contatto (142, 143).



Fig. 27 - *Cyclamen europeum*: fiori e polline.

PTERIDOFITE: famiglia che presenta il *Nephrodium filix* (felce maschio) e il *Polipodium vulgare*, a fioritura in aprile giugno. Quest'ultimo è stato descritto come causa di allergia professionale, con rinocongiuntiviti e dermatite da contatto (144).

RANUNCOLACEAE: erbe annue o perenni a prevalente impollinazione entomofila e con fioritura nel periodo maggio-giugno. In Italia è presente il *Ranunculus ficaria* che contiene sostanze resinose come l'anemonina e che può provocare raramente pollinosi. Sospetta, ma non ancora accertata, la potenzialità allergogena del *Thalictrum dasycarpum* (71).

ROSACEAE: in passato la Rosa, sottofamiglia Rosoideae (piante arbustive, spinose, talora rampicanti, entomofile), era citata solo come aneddotica e si riteneva che, come la maggior parte delle piante entomofile, non potesse procurare allergopatie. Più recentemente è stato dimostrato che può, solo occasionalmente, procurare crisi asmatiche causate dai suoi pollini o dai suoi semi (145). E' considerata in ogni modo una rara malattia occupazionale (146, 147).

Un'altra rosacea è il Biancospino dei boschi (*Crataegus oxiacantha*), usato in erboristeria. Può provocare dermatiti da contatto (148).

TROPAEOLACEAE: famiglia rappresentata dalla sola specie Nasturzio (*Tropaeolum maius*) originaria del Sud America, ornamentale. Può essere causa di dermatiti da contatto (149).

URTICACEAE: in questa famiglia, oltre alla *Parietaria spp.*, che è una delle più importanti pollinosi maggiori, in Italia, esistono altri generi e specie di minore frequenza allergenica. Una di queste è *l'Urtica dioica* che, a differenza della *Parietaria*, con la quale presenta notevoli affinità morfologiche, ma non cross reattività (22) induce assai raramente sensibilizzazioni (10, 19). Invece *l'Holoptelea integrifolia*, che pure produce rare pollinosi, presenta antigeni comuni con la *Parietaria* (150).

UMBELLIFERAE (o *Apiaceae*): Il seme di anice (*Pimpinella anisum*) è una spezie usata spesso nella cucina mediterranea e, come altre specie delle *Umbelliferae*, è responsabile di casi di allergia clinica. E' stata dimostrata la responsabilità degli allergeni dell'anice in casi di rinocongiuntivite professionale (151).

CLASSIFICAZIONE POLLINOSI MINORI – PIANTE ARBOREE

FAMIGLIA	SPECIE oppure GENERE	NOME COMUNE	ALLER- GENICITA'	PERIODO DI FIORITURA
ACERACEAE	<i>Acer negundo</i> <i>Acer platanoides</i>	Acero americano Acero riccio	Minima Minima	Aprile- Giugno Aprile - Maggio
ARECACEAE o PALMACEAE	<i>Chamaerops humilis</i> <i>Phoenix dactylifera</i> <i>Washingtonia philifera</i>	Palma di S. Pietro Palma da datteri Palma Washingtonia	Minima Minima Minima	Maggio-Giugno Luglio-Ottobre Aprile-Maggio
BIGNONACEAE	<i>Bignonia spp</i> <i>Catalpa spp</i>	Bignonia Albero dei sigari	Minima Minima	Maggio-Settembre Giugno-Luglio
CASUARINACEAE	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Minima	Aprile-Giugno
GARRYACEAE	<i>Garrya elliptica</i>	Garrya	Minima	Febbraio-Aprile
HAMAMELIDACEAE	<i>Liquidambar orientalis</i>	Liquidambar	Minima	Maggio-Giugno
JUNGLANDACEAE	<i>Carya alba</i> <i>Juglans regia</i>	Carya Noce comune	Minima Minima	Marzo-Maggio Aprile-Maggio
LEGUMINOSAE o FABACEAE	<i>Albizia spp</i> <i>Prosopis spp</i> <i>Acacia spp</i> <i>Cercis spp</i> <i>Robinia pseudoacacia</i>	Albizia Prosopis Mimosa Albero di Giuda Robinia	Minima Minima Minima Minima Minima	Giugno-Settembre Maggio-Luglio Febbraio-Marzo Marzo-Aprile Maggio
MORACEAE	<i>Morus alba</i> <i>Maclura pomifera</i> <i>Ficus benjamina</i>	Gelso bianco Maclura Ficus	Moderata Moderata Moderata	Aprile-Maggio Maggio-Giugno Maggio-Giugno
MIRYACEAE	<i>Myrica cerifera</i>	Palma della cera	Minima	Febbraio-Aprile
MYRTACEAE	<i>Myrtus spp</i> <i>Melaleuca spp</i> <i>Comptonia spp</i> <i>Eucalyptus spp</i>	Mirto Melaleuca Comptonia Eucalipto	Moderata Moderata Moderata Moderata	Marzo-Giugno Giugno-Luglio Marzo-Aprile Maggio-Luglio
PINACEAE	<i>Pinus pinea</i>	Pino	Minima	Maggio-Giugno
PLATANACEAE	<i>Platanus spp</i>	Platano	Moderata	Aprile-Maggio
SALICACEAE	<i>Salix spp</i> <i>Populus spp</i>	Salice Pioppo	Moderata	Marzo-Aprile
SAPINDACEAE	<i>Aesculus hippocastanum</i>	Ippocastano	Moderata	Aprile-Maggio
SIMABURACEAE	<i>Alianthus spp</i>	Alianto	Minima	Maggio-Giugno
TAMARICACEAE	<i>Tamarix spp</i>	Tamerice	Minima	Maggio-Luglio
TILIACEAE	<i>Tilia spp</i>	Tiglio	Minima (da vicinato)	Giugno-Agosto
ULMACEAE	<i>Ulmus spp</i>	Olmo	Moderata	Marzo-Aprile

CLASSIFICAZIONE POLLINOSI MINORI – PIANTE ERBACEAE

FAMIGLIA	SPECIE oppure GENERE	NOME COMUNE	ALLER- GENICITA'	PERIODO DI FIORITURA
AMARANTACEAE	<i>Amaranthus spp</i>	Amaranto	Moderata	Giugno-Settembre
AMARYLLIDACEAE	<i>Alstroemeria spp</i> <i>Narcissus spp</i>	Alstroemeria Narciso	Minima Minima	Giugno-Settembre Marzo-Maggio
ARACEAE	<i>Spathiphyllum spp</i>	Pianta cucciaio	Minima	Maggio-Giugno
ARALIACEAE	<i>Hedera helix</i>	Edera	Minima	Agosto-Ottobre
BORRACINACEAE	<i>Echium spp</i>	Viperina azzurra	Minima	Maggio-Settembre
CANNABACEAE	<i>Cannabis sativa</i> <i>Humulus lupulus</i>	Canapa Luppolo	Minima Minima	Giugno-Settembre Giugno-Settembre
CAPRIFOLIACEAE	<i>Sambucus spp</i> <i>Viburnum spp</i>	Sambuco Lentaggine	Minima Minima	Maggio-Giugno Luglio-Settembre
CAROFILLACEAE	<i>Dianthus caryophyllus</i>	Garofano	Minima	Maggio-Luglio
COMPOSITEAE	<i>Matricaria spp</i> <i>Solidago spp</i> <i>Cynara scolymus</i>	Camomilla Verga d'oro Carciofo	Minima Minima Minima	Maggio-Giugno Luglio-Settembre Maggio-Luglio
CRUCIFEREAE	<i>Diplotaxis erucoides</i>	Ruchetta violacea	Minima	Dicembre-Giugno
CYPERACEAE JUNCACEAE TYPHACEAE	<i>Cyperus spp</i> <i>Juncus spp</i> <i>Thypha spp</i>	Papiro Giunco Tifa	Minima Minima Minima	Luglio-Settembre Aprile-Luglio Agosto-Settembre
EUPHORBIACEAE	<i>Hevea brasiliensis</i> <i>Ricinus communis</i> <i>Mercurialis annua</i>	Albero gomma Ricino Mercuriella	Moderata Moderata Moderata	Marzo-Giugno Maggio-Luglio Gennaio-Dicembre
FABACEAE o LEGUMINOSEAE	<i>Medicago sativa</i> <i>Spartium juncheum</i> <i>Trifolium pratense</i>	Erba medica Ginestra Trifoglio	Minima Minima Minima	Maggio-Luglio Maggio-Settembre Maggio-Settembre
LILACEAE	<i>Lilium spp</i> <i>Tulipa spp</i> <i>Hyacinthus spp</i>	Giglio Tulipano Giacinto	Minima Minima Minima	Maggio-Giugno Aprile-Maggio Luglio-Agosto
MAGNOLIACEAE	<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolia	Minima	Giugno-Luglio
PAPAVERACEAE	<i>Papaver spp</i>	Papavero	Minima	Marzo-Giugno
POLYGONACEAE	<i>Rumex spp</i>	Romice	Moderata	Aprile-Settembre
PRIMULACEAE	<i>Cyclamen spp</i> <i>Primula spp</i>	Ciclamino Primula	Minima Minima	Febbraio-Marzo Gennaio-Giugno
PTERIDOFITE	<i>Nephrodium filix</i> <i>Polipodium vulgare</i>	Felce Polipodio	Minima Minima	Febbraio-Aprile Aprile-Giugno
RANUNCOLACEAE	<i>Ranunculus ficaria</i> <i>Thalictrum spp</i>	Ranuncolo Pigamo comune	Minima Sospetta	Maggio-Luglio Maggio-Luglio
ROSACEAE	<i>Rosa spp</i> <i>Crataegus spp</i>	Rosa Biancospino	Minima Minima	Giugno-Settembre Aprile-Maggio
TROPAEOLACEAE	<i>Tropaeolum spp</i>	Tropeolo	Minima	Giugno-Luglio
URTICACEAE	<i>Urtica dioica</i>	Ortica	Moderata	Marzo-Ottobre
UMBRELLIFEREAE	<i>Pimpinella anisum</i>	Anice verde	Minima	Luglio-Agosto

BIBLIOGRAFIA

- 1) Ariano R, Panzani RC, Chiapella M, Augeri G. Pollinosis in a Mediterranean area (Riviera Ligure, Italy): ten years of pollen counts, correlation with clinical sensitization and meteorological data. *J Investig Allergol Clin Immunol.* 1994 Mar-Apr;4(2):81-6.
- 2) Ariano R., Passalacqua G., Panzani R., Scordamaglia A., Venturi S., Zoccali P., Canonica G.W. Airborne pollens and prevalence of pollinosis in western Liguria: a 10-year study. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.* 1999; 9(4): 229-34.
- 3) Troise C, Voltolini S, Delbono G, Negrini AC. Allergy to pollens from Betulaceae and Corylaceae in a Mediterranean area (Genoa, Italy)--a ten-year retrospective study. *Investig Allergol Clin Immunol.* 1992 Nov-Dec;2(6):313-7.
- 4) Corsico R, Falagiani P, Ariano R, Berra D, Biale C, Bonifazi F, Campi P, Feliziani V, Frenguelli G, Galimberti M, Gallesio MT, Liccardi G, Loreti A, Marcer G, Marcucci F, Meriggi A, Minelli M, Nardelli R, Nardi G, Negrini CA, Papa G, Piu G, Pozzan M, D'Ambrosio FP, Riva G. An epidemiological survey on the allergological importance of some emerging pollens in Italy. *J Investig Allergol Clin Immunol.* 2000;10(3):155-61.
- 5) Ariano R , A. Antico , G. Di Lorenzo , M.C. Artesani, G. Bagnato, P. Bonadonna, A. Bossi, E. Bucher, R. Calabrese, P. Campi, R. Corsico, A. Dama, S. Del Giacco, M.P. Domeneghetti, S. Gangemi, S. Isola, G. Piu, S. Pugliese, F. Purello D'Ambrosio, C. Pronzato, M. Manfredi, G. Moscato, M. Onorari, Romano A., G. Senna, C. Troise, F. Vannucci, F. Vinciguerra, A. Venuti, S. Voltolini. An epidemiological survey of the cupressaceae pollinosis in Italy. *Journ. Invest. Allergol. Clin. Immunol.*, 2002, vol. 12, n. 3
- 6) Zanon P, Chiodini E, Berra D. Allergy to ragweed in northern Italy and prevention strategies. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2002 Apr;57(2):144-6.
- 7) Panzani R., Zerboni R., Ariano R. Allergenic Significance of cupressaceae pollen in some parts of the mediterranean area. In *D'Amato G., Spieksma F.M., Bonini S. Allergenic Pollen and Pollinosis in Europe.* Blackwell Scie. Pubbl. 1991
- 8) D'Amato G. Allergia respiratoria da pollini e da miceti. Lombardo Editore Roma, 1981.
- 9) D'Amato G., Spieksma F.M., Bonini S. Allergenic Pollen and Pollinosis in Europe. Blackwell Scie. Pubbl. 1991
- 10) Spieksma T.M. Allergenic plants in different countries. In Falagiani P. *Pollinosis.* CRC Press, Boca Raton, Florida 1990
- 11) D'Amato G, Lobefalo G. Allergenic pollens in the southern Mediterranean area. *J Allergy Clin Immunol.* 1989 Jan;83(1):116-22.
- 12) Negrini A.C. Pollinosis in Italy. Proceedings of Symposium "Pollinosis in the Mediterranean area" Naples, March 16-18; 1989, pag. 39-42
- 13) Ariano R., Allergia al Polline di Cipresso in Liguria. Abstracts XVII Congr.Naz.Soc.It. Allergol. Immunol. Clin., pag.138, Milano 1985.
- 14) Ariano R. Allergia Respiratoria al polline di Cupressaceae. *Folia Allergol. Immunol Clin.* 1988;35:275-284.
- 15) Iacovacci P, Afferni C, Barletta B, Tinghino R, Di Felice G, Pini C, Mari A. Juniperus oxycedrus: a new allergenic pollen from the Cupressaceae family. *J Allergy Clin Immunol.* 1998 Jun;101(6 Pt 1):755-61.
- 16) Ariano R, Panzani RC, Saraga J. New clinical data and therapeutic prospects in Cupressaceae pollen allergy. *Allerg Immunol (Paris).* 2000 Mar;32(3):135-8.
- 17) Iacovacci P, Afferni C, Butteroni C, Pironi L, Puggioni EM, Orlandi A, Barletta B, Tinghino R, Ariano R, Panzani RC, Di Felice G, Pini C. Comparison between the native glycosylated and the recombinant Cup a1 allergen: role of carbohydrates in the histamine release from basophils. *Clin Exp Allergy.* 2002 Nov;32(11):1620-7.

- 18) Ariano R, Panzani RC, Mistrello G. Efficacy of sublingual coseasonal immunotherapy with a monomeric allergoid in Cupressaceae pollen allergy--preliminary data. *Allerg Immunol (Paris)*. 2005 Mar;37(3):103-8.
- 19) Lewis W.H. Pollen allergy. In *Korenblat P.E. and Wedner H.J. (eds) Allergy: theory and practice*. Grune & Stratton Inc., Orlando 1984, 0353.
- 20) Serafini U. Studies on hay fever with special regard to pollinosis due to *Parietaria officinalis*. *Acta Allergol* 1957; 11: 3-27
- 21) Panzani R. L'asthma pollinique a la Parietarie de France. *La Presse Médicale*. 1956;64: 908-12
- 22) Bousquet J, Hewitt B, Guerin B, Dhivert H, Michel FB. Allergy in the Mediterranean area. II: Cross-allergenicity among Urticaceae pollens (*Parietaria* and *Urtica*). *Clin Allergy*. 1986 Jan;16(1):57-64.
- 23) Sharma S, Panzani RC, Gaur SN, Ariano R, Singh AB. Evaluation of Cross-Reactivity between *Holoptelea integrifolia* and *Parietaria judaica*. *Int Arch Allergy Immunol*. 2005 Jan 12;136(2):103-112
- 24) Asero R. Birch and ragweed pollinosis north of Milan: a model to investigate the effects of exposure to "new" airborne allergens. *Allergy*. 2002 Nov;57(11):1063-6.
- 25) Errigo E. *Malattie allergiche*. 1990 Lombardo Editore, Roma.
- 26) Homan R.B. Lamb's quarters pollen. *Ann Allergy* 1963;21:647
- 27) Crimi N, Palermo B, Palermo F, Pistorio MP, Rizza S, Mistretta A, De Leonardis W, Longhitano N. On the pollen morphology and frequency of allergic sensitization in Sicily of the genus *Salsola* L. (*Chenopodiaceae*). *Allergol Immunopathol (Madr)*. 1988 Jul-Aug;16(4):259-62.
- 28) Shafiee A. Studies of atmospheric pollen in Teheran, Iran 1974-75. *Ann. Allergy* 1974;37:133
- 29) Newmark F.M. The hay fever plants of Colorado. *Ann. Allergy* 1978;40:18
- 30) Lombardero M, Duffort O., Sellès J.G., Hernandez J., Carriera J. Cross-reactivity among *Chenopodiaceae* and *Amaranthaceae*. *Ann. Allergy* 1985;54:430
- 31) Granel C, Tapias G, Valencia M, Randazzo L, Olive A. Plantain allergy (*Plantago lanceolata*): assessment of diagnostic tests. *Allergol Immunopathol (Madr)*. 1993 Jul-Aug;21(4):158-60.
- 32) Aleman AM, Quirce S, Bombin C, Sastre J. Asthma related to inhalation of *Plantago ovata* *Med Clin (Barc)*. 2001 Jan 13;116(1):20-2.
- 33) Calabozo B, Duffort O, Carpizo JA, Barber D, Polo F. Monoclonal antibodies against the major allergen of *Plantago lanceolata* pollen, Pla 1 1: affinity chromatography purification of the allergen and development of an ELISA method for Pla 1 1 measurement. *Allergy*. 2001 May;56(5):429-35.
- 34) Rosenberg S, Landay R, Klotz SD, Fireman P. Serum IgE antibodies to psyllium in individuals allergic to psyllium and English plantain. *Ann Allergy*. 1982 May;48(5):294-8.
- 35) Ariano R., Chiapella M.A., Augeri G. Le pollinosi "minori". *Giorn. It. Allergol. Immunol. Clin*. 1991;1: 499-507
- 36) Freeman GL. Pine pollen allergy in northern Arizona. *Ann Allergy* 1993;.
- 37) Bousquet J, Cour P, Guerin B, Michel FB: Allergy in the Mediterranean area, I. Pollen counts and pollinosis of Montpellier. *Clin Allergy* 1984, 14, 249-258
- 38) Marcos C, Rodriguez FJ, Luna I, Jato V, Gonzalez R. Pinus pollen aerobiology and clinical sensitization in northwest Spain. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2001 Jul;87(1):39-42.
- 39) Dvorin DJ, Lee JJ, Belecanech GA, Goldstein MF, Dunskey EH. A comparative, volumetric survey of airborne pollen in Philadelphia, Pennsylvania (1991-1997) and Cherry Hill, New Jersey (1995-1997). *Ann Allergy Asthma Immunol* 2001;87(5):394-404

- 40) Basset I.J, Crompton C.W., Parmelee J. A. An atlas of airborne pollen grains and common fungus spores of Canada. Research Branch Canada Deparrt. Of Agriculture. Monograph n° 18; 1978.
- 41) Lin RY, Clauss AE, Bennett ES. Hypersensitivity to common tree pollens in New York City patients. *Allergy Asthma Proc.* 2002 Jul-Aug;23(4):253-8.
- 42) Chadli A., Bydzowska O., Hugues J.N. La Pollinose. Etude aéropalynologique de la ville de Tunis. Manifestaztions cliniques. Expolartion et traitmnet. *Archives Inst. Pasteur de Tunis* 1973;50:291
- 43) Roth A., Shire J. Allergy in Haway. Evaluation of 500 atopic children from the Island of Oahu. *Ann. Allergy* 1966;24:73
- 44) Karmakar PR, Chatterjee BP. Cocos nucifera pollen inducing allergy: sensitivity test and immunological study. *Indian J Exp Biol.* 1995 Jul;33(7):489-96.
- 45) Ariano R., Indagine aerobiologica sui pollini aerodiffusi nella città di Sanremo", Workshop su "Aerobiologia in Allergologia" al XVI Congr. Naz.Soc.It. Allergol. Immunol. Clin., Abstracts, pag.41, Sorrento, 1983.
- 46) Ariano R., Sensibilizzazioni cliniche al polline di palmacee (Phoenix Canariensis) in provincia d'Imperia. Dati preliminari." Atracts XVI Congr.Naz.Soc.It. Allergol.Immunol. Clin., pag.100, Sorrento ,1983.
- 47) Ariano R. Studio aerobiologico dei pollini aerodiffusi nella città di Sanremo. Dati preliminari. in *Folia Allergol.Immunol.Clin.*, 31,45-52, 1984.
- 48) Ariano R., Correlazioni tra allergopatie respiratorie e monitoraggio pollinico in Sanremo", in Bonomo L., Tonietti G., Tursi A. - Atti del Simposio Internazionale "Recent Advances in Respiratory Allergy" , pag.274-279, L'Aquila, 5-6 luglio 1985.
- 49) Bucholtz GA, Hensel AE 3rd, Lockey RF, Serbousek D, Wunderlin RP. Australian pine (Casuarina equisetifolia) pollen as an aeroallergen. *Ann Allergy.* 1987 Jul;59(1):52-6.
- 50) Garcia JJ, Trigo MM, Cabezudo B, Recio M, Vega JM, Barber D, Carmona MJ, Cervera JA, Toro FJ, Miranda A. Pollinosis due to Australian pine (Casuarina): an aerobiologic and clinical study in southern Spain. *Allergy.* 1997 Jan;52(1):11-7.
- 51) Shivpuri D.N. , Prakash D. A study in allergy to Prosopis juliflora. *Ann Allergy* 1967;25:643
- 52) Thakur I.S. Fractionation and analysis of allergenicity of allergens from prosopis juliflora pollen. *Int. Arch. Allergy Appl Immunol.* 1989;90:124
- 53) Vaughan A., Blanck J. Practice of allergy. Thrd Edition C.V. Mosby Co., St. Louis 1954, p. 536
- 54) Bieberdorf F.W. Mesquite and related plants in allergy *Ann. Allergy* 1952;10:720
- 55) Laurent J., Lagrue G. faut il négliger les pollines d voisinage? *Revue Fr. Allergologie* 1983 ;23 :185
- 56) Kijvanit P., Walls R.S. Wattle as an allergen (Abs) Scientific Meeting Aust. College of Allergy- Asian and Pacific *J. Allergy and Immunol.* 1986;4:70
- 57) Ariano R., Indagine sulla pollinosi da Mimosa in provincia d'Imperia. Abstracts XVI Congr.Naz. Soc. It. Allergol.Immunol. Clin., pag.100, Sorrento, 1983.
- 58) Ariano R., La pollinosi da Mimosa, Atti del II Congresso Nazionale della Ass.It.Aerobiologia, Capri, 25-26 aprile 1986.
- 59) Ariano R, Panzani RC, Amedeo J. Pollen allergy to mimosa (Acacia floribunda) in a Mediterranean area: an occupational disease. *Ann Allergy.* 1991 Mar;66(3):253-6.
- 60) Dowaisan A, Al-Ali S, Khan M, Hijazi Z, Thomson MS, Ezeamuzie CI. Sensitization to aeroallergens among patients with allergic rhinitis in a desert environment. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2000 Apr;84(4):433-8.
- 61) Killian S, McMichael J. The human allergens of mesquite (Prosopis juliflora). *Clin Mol Allergy.* 2004 Jul 5;2(1):8.

- 62) Howlett BJ, Hill DJ, Knox RB. Cross-reactivity between Acacia (wattle) and rye grass pollen allergens. Detection of allergens in Acacia (wattle) pollen. *Clin Allergy*. 1982 May;12(3):259-68.
- 63) Novey HS, Roth M, Wells ID. Mesquite pollen--an aeroallergen in asthma and allergic rhinitis. *J Allergy Clin Immunol*. 1977 May;59(5):359-63.
- 64) Valdivieso R, Quirce S, Sainz T. Bronchial asthma caused by *Lathyrus sativus* flour. *Allergy*. 1988 Oct;43(7):536-9.
- 65) Porcel S, Leon F, Martin Calderin P, Valero A, Botello A, Alvarez Cuesta E. Occupational asthma caused by grass pea used in the industrial processing of parquet. *Allergol Immunopathol (Madr)*. 2001 Sep-Oct;29(5):207-11.
- 66) Porcel S, Leon F, Valero AM, Calderin PM, Cuevas M, Cuesta EA. Occupational rhinitis and asthma by *Lathyrus sativus* flour: characterization of allergens. *J Allergy Clin Immunol*. 2001 Apr;107(4):743-4.
- 67) Zanforlin M, Incorvaia C. A case of pollinosis to *Broussonetia papyrifera*. *Allergy*. 2004 Oct;59(10):1136-7.
- 68) Conde-Salazar L, Gonzalez MA, Guimaraens D, Romero L. Occupational allergic contact dermatitis from styrene. *Contact Dermatitis*. 1989 Aug;21(2):112.
- 69) Weber RW. Liquidambar styraciflua. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2003 Jun;90(6):A6.
- 70) Moscato G, Biscaldi G, Cottica D, Pugliese F, Candura S and Candura F. Occupational asthma due to styrene: two case reports. *J Occup Med* 1987; 29(12):957-960.
- 71) Wodehouse R.P. Hay fever plants. 2° ed. Hafner Publishing Co., New York, 1971.
- 72) Delbourg MF, Moneret-Vautrin DA, Guilloux L, Ville G. Hypersensitivity to latex and *Ficus benjamina* allergens. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 1995 Dec;75(6 Pt 1):496-500.
- 73) Jors E. The prevalence of skin and mucosal symptoms in gardeners handling *Ficus benjamina* (weeping fig) and *Hedera helix* (ivy). A cross-sectional study. *Ugeskr Laeger*. 2003 Sep 8;165(37):3526-9.
- 74) Bircher AJ, Langauer S, Levy F, Wahl R. The allergen of *Ficus benjamina* in house dust. *Clin Exp Allergy*. 1995 Mar;25(3):228-33.
- 75) Chen Z, Duser M, Flagge A, Maryska S, Sander I, Raulf-Heimsoth M, Baur X. Identification and characterization of cross-reactive natural rubber latex and *Ficus benjamina* allergens. *Int Arch Allergy Immunol*. 2000 Dec;123(4):291-8.
- 76) Brehler R, Abrams E, Sedlmayr S. Cross-reactivity between *Ficus benjamina* (weeping fig) and natural rubber latex. *Allergy*. 1998 Apr;53(4):402-6.
- 77) Hemmer W, Focke M, Gotz M, Jarisch R. Sensitization to *Ficus benjamina*: relationship to natural rubber latex allergy and identification of foods implicated in the *Ficus*-fruit syndrome. *Clin Exp Allergy*. 2004 Aug;34(8):1251-8.
- 78) Prince H.E., Meyer G.H. Hay fever from southern wax-myrtle (*Myrica cerifera*): a case report. *Ann. Allergy* 1977; 38:252
- 79) Galdi E, Perfetti L, Calcagno G, Marcotulli MC, Moscato G. Exacerbation of asthma related to *Eucalyptus pollens* and to herb infusion containing *Eucalyptus*. *Monaldi Arch Chest Dis*. 2003 Jul-Sep;59(3):220-1.
- 80) Ariano R. Incremento delle cosidette pollinosi "minori" in Italia. *Notiziario Allergologico* 1989;8:31
- 81) Anfosso F, Soler M, Mallea M, Charpin J. Isolation and characterization in vitro of an allergen from plane-tree (*Platanus acerifolia*) pollen. *Int Arch Allergy Appl Immunol*. 1977;54(6):481-6.
- 82) Varela S, Subiza J, Subiza JL, Rodriguez R, Garcia B, Jerez M, Jimenez JA, Panzani R. *Platanus* pollen as an important cause of pollinosis. *Platanus* pollen as an important cause of pollinosis.
- 83) Enrique E, Cistero-Bahima A, Bartolome B, Alonso R, San Miguel-Moncin MM, Barra J, Martinez A. *Platanus acerifolia* pollinosis and food allergy. *Allergy*. 2002 Apr;57(4):351-6.

- 84) Pujevic S. Allergic manifestations due to sensitization by pollen of the poplar (*Populus alba*). *Acta Allergol.* 1959;14:180-4.
- 85) Sawhney MP. Patch test with ether extracts in salicaceae allergy. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2002;68:77-77
- 86) Sawhney MPS. Airborne salicaceae allergy in Ladakh. *Indian J Dermatol Venereal Leprol* 1999;65:264-266.
- 87) Shafiee A. Atmospheric pollen counts in Tehran, Iran, 1974. *Pahlavi Med J* 1976;7(3):344-51
- 88) Guneser S, Atici A, Cengizler I, Alparslan N. Inhalant allergens: as a cause of respiratory allergy in east Mediterranean area, Turkey. *Allergol Immunopathol* 1996;24(3):116-9
- 89) Celik G, Mungan D, Pinar M, Misirligil Z. Poplar pollen-related allergy in Ankara, Turkey: how important for patients living in a city with high pollen load? *Allergy Asthma Proc.* 2005 Mar-Apr;26(2):113-9.
- 90) Gawel J, Halota A, Kurzawa R, Smieszek J. Phenologic observations of the Rabka health resort in 1990. [Polish] *Pneumonol Alergol Pol* 1992;60(7-8):39-41
- 91) Kadocsa E, Bittera I, Juhasz M. Aeropollinologic and allergologic studies for the clarification of "poplar tree hay fever" [Hungarian] *Orv Hetil* 1993;134(38):2081-3
- 92) Wuthrich B, Annen H. Pollionosis: I. Findings on the clinical aspects and the pollen spectrum in 1565 pollen-sensitive patients. [German] *Schweiz Med Wochenschr* 1979;109(33):1212-8
- 93) Lewis WH, Imber WE. Allergy epidemiology in the St. Louis, Missouri, area. III. Trees. *Ann Allergy* 1975;35(2):113-9
- 94) Park HS, Chung DH, Joo YJ. Survey of airborne pollens in Seoul, Korea. *J Korean Med Sci* 1994;9(1):42-6
- 95) Gioulekas D, Papakosta D, Damialis A, Spieksma F, Giouleka P, Patakas D. Allergenic pollen records (15 years) and sensitization in patients with respiratory allergy in Thessaloniki, Greece. *Allergy.* 2004 Feb;59(2):174-84.
- 96) Popp W, Horak F, Jager S, Reiser K, Wagner C, Zwick H. Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) pollen: a frequent cause of allergic sensitization in urban children *Allergy.* 1992 Aug;47(4 Pt 2):380-3.
- 97) Ballero M, Ariu A, Falagiani P. Allergy to *Ailanthus altissima* (tree of heaven) pollen. *Allergy.* 2003 Jun;58(6):532-3.
- 98) Loureiro G, Rabaca M, Blanco B, Andrade S, Chieira C, Pereira C. Aeroallergens sensitization in an allergic paediatric population of Cova da Beira, Portugal. *Allergol Immunopathol (Madr).* 2005 Jul-Aug;33(4):192-8.
- 99) Torri P, Accorsi CA, Bandini Mazzanti M, Zagni AM. A study of airborne Ulmaceae pollen in Modena (northern Italy). *J Environ Pathol Toxicol Oncol.* 1997;16(2-3):227-30.
- 100) Ariano R., Chiapella M.A., Augeri G. Pollinosi da alberi in provincia d'Imperia. *Atti del 2° Congr. Reg. Allergol. Saint Vincent, 26-28 maggio 1988, p.88*
- 101) Negrini AC, Arobba D. Allergenic pollens and pollinosis in Italy: recent advances. *Allergy.* 1992 Aug;47(4 Pt 2):371-9.
- 102) Gioulekas D, Papakosta D, Damialis A, Spieksma F, Giouleka P, Patakas D. Allergenic pollen records (15 years) and sensitization in patients with respiratory allergy in Thessaloniki, Greece. *Allergy.* 2004 Feb;59(2):174-84.
- 103) Weber R.W, Mansfield L.E., Nelson H.S. Cross-reactivity among weeds of Amaranth and Chenopod families. *J. Allergy Clin. Immunol.* 1978;61:172 (Abs)
- 104) Bangha E, Elsner P. Occupational contact dermatitis toward sesquiterpene lactones in a florist. *Am J Contact Dermat.* 1996 Sep;7(3):188-90.
- 105) Kanerva L, Makinen-Kiljunen S, Kiistala R, Granlund H. Occupational allergy caused by spathe flower (*Spathiphyllum wallisii*). *Allergy.* 1995 Feb;50(2):174-8.

- 106) Cahen YD, Lundberg M, Wuthrich B. Indoor allergy to spathe flower (*Spathiphyllum floribundum*). *Allergy*. 1997 Jan;52(1):114-5.
- 107) Ozdemir C, Schneider LA, Hinrichs R, Staib G, Weber L, Weiss JM, Scharffetter-Kochanek K. Allergic contact dermatitis to common ivy (*Hedera helix* L.) *Hautarzt*. 2003 Oct;54(10):966-9.
- 108) Yesudian PD, Franks A. Contact dermatitis from *Hedera helix* in a husband and wife. *Contact Dermatitis*. 2002 Feb;46(2):125-6.
- 109) Katelaris C., Baldo B.A., Howden M.E.H., Matthews P.A., Walls R.S. Investigation of the involvement of *Echium plantagineum* (Paterson's curse) in seasonal allergy. *Allergy* 1982;37:21
- 110) Butcher RD, Goodman BA, Deighton N, Smith WH. Evaluation of the allergic/irritant potential of air pollutants: detection of proteins modified by volatile organic compounds from oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) using electrospray ionization-mass spectrometry. *Clin Exp Allergy*. 1995 Oct;25(10):985-92.
- 111) Welch J, Jones MG, Cullinan P, Coates OA, Newman Taylor AJ. Sensitization to oilseed rape is not due to cross-reactivity with grass pollen. *Clin Exp Allergy*. 2000;30(3):370-5.
- 112) Anibarro B, Fontela JL. Allergy to marihuana. *Allergy*. 1996 Mar;51(3):200-1.
- 113) Stokes JR, Hartel R, Ford LB, Casale TB. Cannabis (hemp) positive skin tests and respiratory symptoms. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2000 Sep;85(3):238-40.
- 114) Estrada JL, Gozalo F, Cecchini C, Casquete E. Contact urticaria from hops (*Humulus lupulus*) in a patient with previous urticaria-angioedema from peanut, chestnut and banana. *Contact Dermatitis*. 2002 Feb;46(2):127.
- 115) Forster-Waldl E, Marchetti M, Scholl I, Focke M, Radauer C, Kinaciyan T, Nentwich I, Jager S, Schmid ER, Boltz-Nitulescu G, Scheiner O, Jensen-Jarolim E. Type I allergy to elderberry (*Sambucus nigra*) is elicited by a 33.2 kDa allergen with significant homology to ribosomal inactivating proteins. *Clin Exp Allergy*. 2003 Dec;33(12):1703-10.
- 116) Sanchez-Guerrero IM, Escudero AI, Bartolome B, Palacios R. Occupational allergy caused by carnation (*Dianthus caryophyllus*). *J Allergy Clin Immunol*. 1999 Jul;104(1):181-5.
- 117) Subiza J, Subiza JL, Alonso M, Hinojosa M, Garcia R, Jerez M, Subiza E. Allergic conjunctivitis to chamomile tea. *Ann Allergy*. 1990 Aug;65(2):127-32.
- 118) de la Torre Morin F, Sanchez Machin I, Garcia Robaina JC, Fernandez-Caldas E, Sanchez-Trivino M. Clinical cross-reactivity between *Artemisia vulgaris* and *Matricaria chamomilla* (chamomile). *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2001;11(2):118-22.
- 119) de Jong NW, Vermeulen AM, Gerth van Wijk R, de Groot H. Occupational allergy caused by flowers. *Allergy*. 1998 Feb;53(2):204-9.
- 120) Miralles JC, Garcia-Sells J, Bartolome B, Negro JM. Occupational rhinitis and bronchial asthma due to artichoke (*Cynara scolymus*). *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2003 Jul;91(1):92-5.
- 121) Brito FF, Mur P, Bartolome B, Galindo PA, Gomez E, Borja J, Martinez A. Rhinoconjunctivitis and occupational asthma caused by *Diplotaxis erucoides* (wall rocket). *J Allergy Clin Immunol*. 2001 Jul;108(1):125-7.
- 122) Solomon W.R., Burge H.P., Muilenberg M.L. Pollen of grass allies as potential allergens. *J. Allergy Clin. Immunol*. 1981;67 (abst.):56
- 123) Slater JE .Latex allergy. *J. Allergy Clin. Immunol*. 1994;94:139-149
- 124) Garabrant D.H., Schweitzer S. Epidemiology of latex sensitization and allergies in health care workers. *J. Allergy Clin. Immunol*. 2002; 110: Issue 2 (Supplement). Pages S82-S95.
- 125) Panzani R. Respiratory castor bean dust allergy in the South of France with special reference to Marseilles. *Int Arch Allergy Appl Immunol*. 1957;11(3-4):224-36.
- 126) Panzani R, Layton LL. Allergy to the dust of *Ricinus communis* (castor bean): clinical studies upon human beings and passively sensitized monkeys. *Int Arch Allergy Appl Immunol*. 1963;22:350-68.

- 127) Ariano R., Chiapella M., Augeri G., Panzani R. Allergia respiratoria ai pollini di *Mercurialis* : una nuova pollinosi ? Ariano (Abstract) Congresso annuale della Soc. It. Allergol. Immunol. Clin.,Catania,1-2 giugno 1990.
- 128) Ariano R., Chiapella M., Augeri G., Panzani R. An unusual case of respiratory allergy to the pollens *Mercurialis annua*. (Abstract of EAACI 1990 meeting) Clin. Exper. Allergy,20,Suppl. 1, pag. 124.
- 129) Ariano R., Panzani R.C. et al. Respiratory allergy to the pollen of *Mercurialis annua* (Euphorbiaceae). Annals of Allergy, Volume 70, March,1993, pag.249-254.
- 130) Hyde H.A. Studies in atmospheric pollen. IV. Pollen deposition in Great Britain. 1943 Part II. The composition of the pollen catch. New Phytol. 1950; 49: 407
- 131) Garcia-Ortega P, Martinez J, Martinez A, Palacios R, Belmonte J, Richart C. *Mercurialis annua* pollen: a new source of allergic sensitization and respiratory disease. J Allergy Clin Immunol. 1992 May;89(5):987-93
- 132) Palosuo T, Panzani RC, Singh AB, Ariano R, Alenius H, Turjanmaa K. Allergen cross-reactivity between proteins of the latex from *Hevea brasiliensis*, seeds and pollen of *Ricinus communis*, and pollen of *Mercurialis annua*, members of the Euphorbiaceae family. Allergy Asthma Proc. 2002 Mar-Apr;23(2):141-7.
- 133) Lelong M., Berquin J.I., Bras C. Peut-on parler de pollinose au trèfle ? revue Fr Allergol 1988 ;28 :331
- 134) Piirila P, Kanerva L, Alanko K, Estlander T, Keskinen H, Pajari-Backas M, Tuppurainen M. Occupational IgE-mediated asthma, rhinoconjunctivitis, and contact urticaria caused by Easter lily (*Lilium longiflorum*) and tulip. Allergy. 1999 Mar;54(3):273-7.
- 135) Vidal C, Polo F. Occupational allergy caused by *Dianthus caryophyllus*, *Gypsophila paniculata*, and *Lilium longiflorum*. Allergy. 1998 Oct;53(10):995-8.
- 136) Guin JD, Schosser RH, Rosenberg EW. *Magnolia grandiflora* dermatitis. Dermatol Clin. 1990 Jan;8(1):81-4.
- 137) Moneo I, Alday E, Ramos C, Curiel G. Occupational asthma caused by *Papaver somniferum*. Allergol Immunopathol (Madr). 1993 Jul-Aug;21(4):145-8.
- 138) Solomon WR. An appraisal of *Rumex* pollen as an aeroallergen. J Allergy. 1969 Jul;44(1):25-36.
- 139) Lewis W.H., Vynay P., Zenger V.E. Airborne and allergenic pollen in North America. The Johns Hopkins University Press, Baltimora, London 1983
- 140) Bolhaar ST, van Ginkel CJ. Occupational allergy to cyclamen. Allergy. 2000 Apr;55(4):411-2.
- 141) Ariano R., Panzani R., Mistrello G. Allergy to cyclamen. (In press)
- 142) Aplin CG, Lovell CR. Contact dermatitis due to hardy *Primula* species and their cultivars. Contact Dermatitis. 2001 Jan;44(1):23-9.
- 143) Connolly M, Mc Cune J, Dauncey E, Lovell CR. *Primula obconica*--is contact allergy on the decline? Contact Dermatitis. 2004 Oct;51(4):167-71.
- 144) A. Rodríguez , M. De Barrio, C. De Frutos, V. de Benito, M. L. Baeza Occupational allergy to fern. Allergy 2001; 56 : 89
- 145) Kwaselow A, Rowe M, Sears-Ewald D, Ownby D. Rose hips: a new occupational allergen. J Allergy Clin Immunol. 1990 Apr;85(4):704-8.
- 146) Unlu M, Sahin U, Yariktas M, Demirci M, Akkaya A, Ozturk M, Orman A. Allergic rhinitis in *Rosa domescena* cultivators: a novel type of occupational allergy? Asian Pac J Allergy Immunol. 2001 Dec;19(4):231-5.
- 147) Demir AU, Karakaya G, Kalyoncu AF. Allergy symptoms and IgE immune response to rose: an occupational and an environmental disease. Allergy. 2002 Oct;57(10):936-9.
- 148) Steinman HK, Lovell CR, Cronin E. Immediate-type hypersensitivity to *Crataegus monogyna* (hawthorn). Contact Dermatitis. 1984 Nov;11(5):321.

- 149) Maurice PD. *Tropaeolum majus* and contact dermatitis. *Br J Dermatol.* 1997 Oct;137(4):661.
- 150) Sharma S., Panzani RC, Gaur SN, Ariano R, Singh AB. Evaluation of Cross-Reactivity between *Holoptelea integrifolia* and *Parietaria judaica*. *Int Arch Allergy Immunol.* 2005 Jan 12;136(2):103-112
- 151) Garcia-Gonzalez JJ, Bartolome-Zavala B, Fernandez-Melendez S, Barcelo-Munoz JM, Miranda Paez A, Carmona-Bueno MJ, Vega-Chicote JM, Negro Carrasco MA, Ameal Godoy A, Pamies Espinosa R. Occupational rhinoconjunctivitis and food allergy because of aniseed sensitization. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2002 May;88(5):518-22.

CAPITOLO 10

LE SPORE FUNGINE COME AGENTI PATOGENI

Renato Ariano

Unità Operativa Complessa di Medicina Interna

A.S.L. n. 1 Imperiese – Ospedale “Saint Charles” di Bordighera

I Funghi sono organismi viventi unicellulari e pluricellulari, che si nutrono di materiale organico in decomposizione (*saprofiti*) o delle sostanze nutritive sottratte ad altri organismi (*parassiti*). Essi costituiscono un Regno a sé stante, non appartenendo al Regno Vegetale, e sono suddivisi in divisioni, classi, sottoclassi, ordini, famiglie, generi, specie. In effetti, sotto le loro caratteristiche nutrizionali, assomigliano più agli animali che ai vegetali. In effetti gli esseri viventi si suddividono tra i PROCARIOTI (unicellulari come virus, batteri, alghe azzurre) ed EUCARIOTI a loro volte suddivisi in ETEROMORFI (animali e funghi) ed AUTOTROFI (vegetali). Esistono anche funghi *simbionti* che realizzano uno scambio di elementi nutritivi con le piante. I funghi non hanno foglie, fusti, fiori, radici e si riproducono per mezzo delle spore, organi microscopici che corrispondono ai semi delle piante superiori. Dalla germinazione delle spore si forma il *micelio*, un intreccio di minutissimi filamenti, detti *ife*. Le ife sono cellule complete con nucleo. E' il micelio il vero fungo, mentre quello che comunemente viene indicato con questo nome altro non è che il *carpoforo*, o micelio secondario, ossia il frutto. Appartengono al Regno di Funghi lieviti, muffe e funghi propriamente detti, alcuni dei quali sono commestibili. I funghi, presenti ovunque esistano altre forme di vita, sono responsabili, insieme ai batteri, della decomposizione di tutta la materia organica. Possiamo suddividerli, dalla nostra prospettiva di umani, in FUNGHI UTILI e FUNGHI DANNOSI. Sono utili all'uomo per l'alimentazione (per quanto riguarda le specie edibili), per la produzione di determinati formaggi, per la fermentazione (come enzimi di pane, birra, vino), per opere di rimboschimento (micorrize), come indicatori dello stato di salute di un bosco. Sono dannosi per l'uomo in quanto possono essere parassiti di colture, essere dannosi per gli alimenti, agenti di malattie (per infezione, tossicità e allergia). L'attuale nomenclatura binomia latina (genere-specie) è stata introdotta dal naturalista svedese Linneo, che nel 18° secolo descriveva e classificava le piante nella sua opera "*Systema Naturae*". In seguito questo stesso metodo fu esteso anche al Regno dei funghi. La *Tassonomia* è la disciplina che ha lo scopo di identificare con un nome in modo inequivocabile qualsiasi organismo o gruppi di organismi viventi. Invece le relazioni gerarchiche filogenetiche che intercorrono tra i diversi gruppi tassonomici sono invece catalogate tramite la disciplina denominata *Sistematica*. La classificazione tassonomica **dei funghi** ha subito notevoli cambiamenti negli ultimi 10 anni ed è tuttora in fase di aggiornamento. I criteri morfologico, fisiologico ed immunologico utilizzati in passato per identificare e posizionare sistematicamente una specie fungina, sono stati affiancati e spesso sostituiti da quello dell'analisi molecolare (PCR, RFLP, sequenziamento delle basidel DNA) che permettono una più sicura determinazione dell'identità **dei funghi** (1)(Nilsson, 2005). Sono conosciute circa 100.000 specie di miceti e circa 4000 specie di macromiceti, ovvero funghi apprezzabili per dimensione, aspetto, commestibilità. Buona parte sono riconoscibili ad occhio nudo, la maggior parte con l'aiuto di indagini approfondite,utilizzando il microscopio ottico. Il grande numero di entità è suddiviso in numerosi raggruppamenti, sezioni e sottosezioni, che riflettono le caratteristiche peculiari e costanti di un determinato numero di funghi. Il gradino finale dei raggruppamenti è rappresentato da un'unica specie fungina, detta *typus* . Da due classi principali (ascomiceti e basidiomiceti) si diramano grandi gruppi di funghi a lamelle, agaricales, russulales, di funghi a tubuli e pori salvo alcune eccezioni, boletales, di funghi a pori o aculei, poriales, solo per citarne alcuni. Gli ascomiceti sono caratterizzati dal fatto che le spore (6 o 8) si formano all' interno di cellule fertili a forma di

sacco chiamate **aschi**. Nei basidiomiceti le spore (2 o 4) si formano all'esterno di cellule fertili di forma allungata chiamate **basidi**.



Spora di Alternaria teneramente avvinta ad un granulo pollinico di Parietaria.

LA RIPRODUZIONE NEI FUNGHI può avvenire per semplice divisione del micelio, o attraverso modalità complesse di tipo sessuato o asessuato. La maggior parte delle specie produce spore, minuscole particelle di protoplasma racchiuse da una parete protettiva, che si disperdono facilmente nell'ambiente. Le spore sono le cellule della riproduzione; le loro dimensioni sono comprese tra i 10 e i 50 micron, per cui sono aerotrasportabili.

I funghi sono diffusi in tutti i tipi di ambienti. Il suolo è l'habitat naturale dei funghi saprofiti, ma è anche un serbatoio di funghi parassiti, che possono infettare piante e animali. Molti di essi sono in grado di decomporre la cellulosa presente nei tessuti vegetali e, pertanto, hanno un ruolo attivo nella produzione dell'humus. La funzione dei funghi, in natura, è quella di degradare notevoli quantità di materiale organico vegetale o animale e di composti solubili presenti nel suolo. Negli ambienti outdoor sono particolarmente numerosi nelle zone ombreggiate e umide. Si disseminano a partire dal suolo o da supporti organici vari invadendo qualsiasi tipo di derrate deperibili.

MICETI OUTDOOR

Esiste un gran numero ed una enorme diversità di spore fungine diffuse in atmosfera. Si può arrivare a concentrazioni superiori a 200.000 sp/m³. Di giorno prevalgono le spore "secche" come *Cladosporium*, *Alternaria*, *Drechslera*, *Curvularia*, *Phytomyces*. Di notte le basidiospore e le ascospore. Quando piove prevalgono le ascospore.

Miller e coll. (2), catalogarono, nel 1988, un'ampia lista di spore fungine presenti nella polvere di casa e in atmosfera. Le più rappresentative di queste specie sono *Penicillium*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Alternaria*, and *Aspergillus*. Takahashi (2) svolse un'analogica indagine, nel 1997, in Giappone, a Yokohama documentando che le specie predominanti erano *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus*.



Foto Cladosporium

Siccome la fonte primaria per i funghi aerotrasportati sono i vegetali, è evidente che ogni significativa variazione nell'ambiente vegetale può mutare conseguentemente anche le conte di spore fungine in atmosfera. Inoltre, come avviene anche per le fonti polliniche, le variazioni dell'atmosfera della terra possono cambiare le presenze fungine sui substrati. Il riscaldamento globale e l'incremento dei livelli di CO₂ atmosferico sono esempi classici di tali variazioni. Uno di questi esempi è fornito dalla dimostrazione che, a seguito del fenomeno del Nino, si sono verificate, nelle zone interessate, significative variazioni delle concentrazioni di spore fungine, in atmosfera, correlate a esacerbazioni di patologia allergorespiratoria (4).

In uno studio sperimentale la concentrazione di funghi aerotrasportati, soprattutto le spore, risulta aumentata di 5 volte in depositi di fogliame sottoposti a concentrazioni di CO₂ due volte superiori a quelle originarie (5). Ancora l'impiego dei funghi come agenti di biocontrollo, ovvero per il controllo e la limitazione dei patogeni di alcune piante, può contribuire a mutare le loro concentrazioni atmosferiche; esempi a tal proposito sono forniti dall'*Epicoccum nigrum*, utilizzato per combattere i parassiti dei girasoli e dalla *Beauveria bassiana*, un fungo di entomofilo utilizzato per combattere la mosca della frutta, in Messico, e gli scarafaggi (6). Anche il *Metarrhizium anisopliae* è stato impiegato per la lotta contro gli scarafaggi. Recentemente alcune specie fungine sono utilizzate, in Africa, per la lotta alla malaria da Anofeli (7).



Torula

MICETI INDOOR

Le spore dei miceti presenti outdoor si possono disperdere in atmosfera e possono anche penetrare all'interno delle abitazioni. Alcuni di questi miceti si sviluppano soprattutto nelle zone più umide delle abitazioni, come le cucine, i bagni e le docce. I funghi sono trasportati nell'ambiente indoor tramite la circolazione di aria o sono trasportati da fuori da animali, da esseri umani o perché adesi alle superfici di mobili o vari oggetti. La maggior parte di studi mostrano una costante presenza di spore fungine negli ambienti indoor, ed è dimostrato che, nella maggior parte dei casi, le concentrazioni fungine indoor sono correlate alle concentrazioni all'aperto. Esistono circa 100.000 specie diverse di funghi (incluse le muffe e i lieviti). Generalmente provengono dall'esterno, per cui si nota una sostanziale dipendenza stagionale (maggiore presenza durante l'estate e l'autunno), tuttavia l'ambiente indoor, anche se scrupolosamente pulito, offre innumerevoli occasioni e substrati di crescita. La maggior parte si sviluppano in condizioni di temperature comprese tra 10 e 35 C°, ma il contenuto di acqua è il fattore critico per la crescita. La combinazione tra fenomeni di condensa (spesso in luoghi inaccessibili), la presenza di sostanze organiche morte (necessario nutrimento), e l'instaurarsi delle opportune condizioni microclimatiche, favorisce la crescita di colonie. Presenza di umidità o fenomeni di condensa possono verificarsi per cattive tecniche costruttive anche all'interno dei muri o su alcune superfici interne. Spesso gli impianti di filtrazione dell'aria, che trattengono i funghi, sono luoghi ideali per la loro proliferazione che avviene nei filtri stessi.

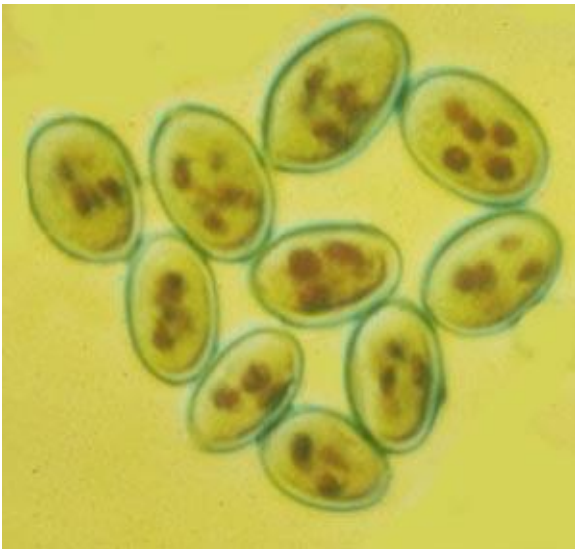
Nell'aria la concentrazione di funghi è espressa in CFU/m³ (Colony Forming Units). Negli ambienti indoor si sono registrate concentrazioni generalmente comprese tra 10 e 20.000 CFU/m³ con picchi fino a 400.000 CFU/m³. Il rapporto tra concentrazione indoor e outdoor è molto variabile e dipende dalla specie.



Alternaria

L'umidità è il fattore critico più importante nel determinare la crescita di funghi indoor. Fonti di umidità nelle abitazioni sono costituite dalle infiltrazioni d'acqua nelle pareti, soffitto, pavimenti. Sovente accade che i mobili della cucina nascondono macchie d'umidità per cui l'identificazione

della fonte allergenica è difficoltosa. Si considerano come livelli critici di umidità relativa il 30% ed il 70%. Sotto il 30% le muffe non crescono mentre sopra il 70% trovano un ritmo di crescita ottimale. Nelle abitazioni l'umidità si viene a determinare in particolari condizioni come: condense sopra superfici fredde, finestre e davanzali d'inverno. pavimenti freddi d'inverno, condizionatori d'aria d'estate, pareti in cartongesso, materiali in cellulosa, finestre anodizzate. Si considera inoltre tra le cause dell'incremento dell'umidità delle abitazioni, negli ultimi 30 anni, il cresciuto impiego di lava stoviglie e di lavatrici, così come quello di vaporizzatori ed umidificatori, infine i sempre più numerosi edifici "sigillati" per conservare il calore. Qualcuno ha voluto definire questi edifici vere e proprie "Trappole d'umidità". I funghi maggiormente isolati in ambiente indoor, secondo alcuni lavori di campionamento, sono abitualmente appartenenti alle seguenti specie: Penicillium (96%), Cladosporium (89%), Ulocladium (62%), il Geomyces (57%), ed Sistroneura (51%) (9).



Botrytis

DIMENSIONI DELLE SPORE

Le dimensioni delle spore vanno dai 2 μm a 10 μm di diametro e possono così penetrare nelle vie aeree più profonde. La concentrazione delle spore fungine nell'atmosfera decresce con l'altitudine; ad un'altitudine di 45 m dal suolo le aerospore fungine sono ancora presenti in maniera continua a concentrazioni variabili che possono andare da 10.000 a 20.000 spore per metro cubo.

EFFETTI NOCIVI SULLA SALUTE A CAUSA DI ESPOSIZIONE FUNGINA

Esistono tre meccanismi patogenetici alla base delle malattie indotte da funghi: le infezioni, l'allergia e la tossicità.

INFEZIONI: infezioni fungine della pelle sono comuni nella popolazione, a causa di alterazioni della barriera mucosale. Solo un numero limitato di funghi sono patogeni aggressivi per l'uomo, in situazioni di esposizione massiva (ad esempio: coccidiomicosi, histoplasmosi, blastomicosi). Un aumento del rischio di infezioni fungine si presenta soprattutto in individui con deficit immunologico primario o secondario. Esistono difatti micosi endogene dovute a funghi saprofiti, soprattutto dell'apparato gastrointestinale, che si sviluppano per un indebolimento delle difese immunologiche (micosi opportunistiche), a seguito di altre malattie (diabete, neoplasie, alcolismo. Dopo terapie prolungate con steroidi o antibiotici). Generi comuni in questo caso sono Candida, Criptococcus, Aspergillus, Mucor.



Penicillium

ALLERGIA: il primo ad identificare i funghi come causa di allergia fu Blackley nel 1873 (9). Da allora si sono aggiunte numerose evidenze che dimostrano casi di asma indotti dall'inalazione di spore fungine. Più difficile è la dimostrazione di una rinite allergica causata da funghi, in quanto non disponiamo ancora di evidenze che dimostrino il rapporto causale tra funghi e rinite, anche se il documento ARIA ha ormai chiarito gli stretti rapporti ed interdipendenza che esistono tra asma bronchiale e rinite allergica. Inoltre non vi sono evidenze neppure per un rapporto tra esposizione ad allergeni fungini ed insorgenza di dermatite atopica, orticaria, angioedema o anafilassi.

Tuttavia anche il ruolo delle muffe nella patologia respiratoria non è ancora del tutto definito a causa dei problemi diagnostici legati alla carenza degli estratti attualmente disponibili). E' probabile che vi sia una sottostima del problema. Sono state individuate circa 40 proteine fungine allergeniche diverse. Esiste peraltro un'ampia cross reattività tra le diverse specie (10, 11).

E' stato valutato che circa il 10% della popolazione presenta IgE specifiche nei confronti delle comuni muffe inalanti. Circa la metà di questi individui (ovvero il 5% della popolazione) presenterà, nel corso della propria vita, sintomatologia allergica, a seguito dell'esposizione a questi allergeni fungini. Parecchi pazienti allergici spesso mostrano reattività IgE a numerosi funghi, anche senza precedente esposizione a certe specie fungine. Questo avviene per l'ampia presenza di epitopi comuni. Sarebbe importante identificare questi epitopi comuni per ridurre il numero di estratti richiesti per la diagnosi e la terapia. La prevalenza dell'allergia ai funghi varia molto a seconda dei vari studi con variazioni dall'1 al 25% nella popolazione atopica (12, 13, 14, 15). In regioni dal clima umido è stata segnalata addirittura una prevalenza del 70% (16).

Il valore soglia per evocare una sintomatologia clinica e' stato calcolato in: 100 spore/m³ per *Alternaria*, 3000 spore/m³ per *Cladosporium*. La RAST-inibizione dimostra che micelio e spore condividono epitopi comuni. Tuttavia gli estratti allergenici presentano diversa potenza a seconda se sono preparati a partire dal micelio o dalle spore. Gli estratti prodotti dal micelio sono più potenti sia esaminati con il prick che con il RAST e con i tests di provocazione nasale. In genere si incontrano grandi difficoltà a standardizzare un allergene fungino. Non solo perché esistono grandi variazioni tra gli estratti di diverse specie ma anche perché lo stesso estratto può presentare supernatanti con composizioni molto diverse, a seconda delle condizioni della cultura. Inoltre, di solito, è difficile reperire un numero sufficiente di pazienti sensibili per effettuare la standardizzazione biologica. Purtroppo nella diagnostica per i miceti esiste una non omogeneità degli estratti per cui l'attuale diagnostica e immunoterapia sono effettuate con estratti che contengono miscelati tra loro componenti allergenici e non allergenici. Solo l'utilizzo di allergeni purificati (o ricombinanti) potrà ridurre le variazioni da lotto a lotto.

Un'altra patologia allergologica è la Polmonite da ipersensibilità (nota anche come alveolite allergica estrinseca) malattia allergica delle vie aeree e dell'interstizio causate dall'inalazione di allergeni veicolati da particelle organiche aerotrasportate. Questa malattia può progredire sino a produrre una fibrosi polmonare. L'inalazione di spore fungine può essere in causa solo in una minoranza di casi, normalmente come parte di una flora mista con altri microrganismi. La fase acuta della malattia è caratterizzata da una polmonite a cellule mononucleate, la fase subacuta dalla formazione di un granuloma interstiziale e la fase cronica da una infiammazione granulomatosa che sbocca poi in una fibrosi interstiziale. Si verifica una produzione particolarmente intensa di immunoglobuline IgG con precipitine specifiche, che sono utili per la diagnosi.

Un'altra patologia fungina allergologica è l'Aspergillosi broncopolmonare allergica che si verifica come complicazione in pazienti con asma allergica o fibrosi cistica. Questa malattia dipende dall'*Aspergillus fumigatus* che intrappolato nel muco bronchiale determina una sensibilizzazione con produzione di anticorpi IgE ed IgG. L'allergene più comune in questo caso è Asp f 1. La malattia è caratterizzata da tosse, dispnea, espettorato, febbre, perdita di peso, progressivo deterioramento della funzionalità respiratoria. Infine esiste la Rinosinusite Fungina Allergica, descritta per la prima volta nel 1976 da Safirstein (17), ma i criteri diagnostici e la definizione di questa malattia rimangono controversi. Agenti causali sono *Aspergillus fumigatus* e *Bipolaris spicifera*. I sintomi consistono in sinusite ipertrofica ricorrente in pazienti atopici. Normalmente si riesce a selezionare la specie fungina grazie alle culture su capsule di Petri. La malattia recidiva facilmente anche dopo interventi chirurgici o prolungata terapia steroidea per via sistemica.

EFFETTI TOSSICI : Come tutti gli altri microrganismi anche i funghi generano prodotti chimici necessari alla loro nutrizione e sopravvivenza. Questi prodotti possono risultare tossici per gli esseri umani a seconda della loro dose e della via di esposizione. Queste sostanze sono rappresentate da l'Ergosterolo, dai Glucani, dalle Micotossine e dai VOC (prodotti organici volatili). L'Ergosterolo si trova sulla membrana della maggioranza dei funghi, ma non in quella di altri microrganismi. E' un metabolita fungino sulla cui tossicità non vi sono prove sicure. Il Beta-1,3-D Glucano è un polimero con catene glucidiche presente sulle membrane di funghi e batteri. Svolge attività di attivatore cellulare di macrofagi e neutrofili.

TABELLA n. 1

LIVELLI INDOOR DI GLUCANI IN RELAZIONE ALL'ESTENSIONE DEI SINTOMI (tratto da *Environ Health Perspect* 1999; 107 -Suppl 3- :501-3)

	Controlli	Lavoro	Scuola
N° soggetti	405	19	20
Glucani ng/m ³	< 0,1	1,3	5,2
PERCENTUALE DI SOGGETTI CON SINTOMI			
Nasali	16	37	50
Mal di gola	11	37	45
Tosse secca	6	5	35
Cefalea	2	5	30
Astenia	21	56	75

Altri prodotti del metabolismo dei funghi, sospettati di tossicità per la razza umana, sono le Micotossine. Queste hanno lo scopo di inibire la crescita di altri organismi competitivi. La lista delle micotossine è molto lunga e può comprendere da molecole relativamente semplici come la limonina (un sesquiterpene) a strutture eterocicliche complesse (come la ciclosporina). Numerose specie fungine producono le medesime micotossine, o comunque con strutture molto simili tra loro, tali da essere difficile la differenziazione.

TABELLA n. 2

Micotossine prodotte da alcune specie fungine (Modificato da Nielsen e coll.) (18)

Specie fungina	Tossine
<i>Penicillium chrysogenum</i>	Meleagrina (antibiotico)
<i>Penicillium polonicum</i>	3-Metossi-viridicatina, verrucosidina, e verrucofortina
<i>Penicillium brevicompactum</i>	Acido micofenolico
<i>Chaetomium</i> specie	Chetoglobosine A and C
<i>Aspergillus ustus</i>	Nessuna tossina
<i>Aspergillus niger</i>	Composti nafto-γ-pironi and tetraciclici
<i>Ulocladium</i> specie	Nessuna tossina
<i>Alternaria</i> specie	Etere alternariolo ed etere monometil alternariolo
<i>Paecilomyces</i> specie	Nessuna tossina
<i>Aspergillus versicolor</i>	Sterigmatocistin, 5-metossisterigmatocistina

Infine i funghi producono anche i VOC (composti organici volatili) che conferiscono il caratteristico odore alle muffe. Ne sono stati isolati, sino ad oggi, più di 500. Sono miscele di alcoli, aldeidi, amine, idrocarburi aromatici, chetoni, composti solforati, terpeni. Agiscono come sostanze irritanti e la loro determinazione può essere utile per identificare fonti nascoste di contaminazione. Recenti studi epidemiologici hanno associato sintomi respiratori in bambini e adulti alla presenza di umidità e muffe negli ambienti domestici. Funghi e muffe producono anche alcune tossine che si trovano nelle spore e nei filamenti. Nonostante i dati siano ancora incompleti queste tossine rappresentano un potenziale fattore di pericolo. Effetti certi di queste tossine sono di tipo respiratorio ed oculari, con congiuntiviti. Effetti incerti descritti sono invece costituiti da cefalea, astenia, perdita di memoria, nausea, rash cutanei e crampi muscolari. In numerosi studi è stata dimostrata l'esistenza di una relazione fra sintomi respiratori e presenza di muffe negli ambienti. I sintomi alle vie respiratorie specialmente gli attacchi asmatici e la tosse nei bambini vengono utilizzati quali indici per gli effetti sulla salute umana indotti dalle muffe negli edifici con problemi di umidità (19). Se da un lato gli studi scientifici hanno dimostrato l'esistenza di una relazione fra esposizione alle muffe ed effetti sulla salute umana dall'altro lato non è stato ancora stabilito il livello al quale la contaminazione diventa un rischio per la salute umana (20). Alcuni studi suggerirono che le case che presentano infiltrazioni d'acqua, con macchie di umidità, siano un elemento predittivo importante di varie disturbi, incluso

quelli respiratori. I bambini che vivono in case con infiltrazioni di umidità si lagnarono di mal di testa, congiuntiviti, epistassi, sinusiti, tosse, rinite ed anche sintomi gastrointestinali (21). Maggiore incidenza di asma fu riscontrata nelle scuole con problemi di infiltrazioni di umidità (22).



Fusarium

Inoltre, le spore dei generi *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Diplodia*, *Rhizopus* e *Mucor*, che sono spesso associati a colture di cereali, sono ritenute i probabili responsabili della Sindrome da poveri organiche tossiche (ODTS) molto comune in agricoltori e in individui esposti all'inalazione di polveri di cereali, fieno, funghi, batteri.

La sindrome è molto affine all'alveolite allergica estrinseca ed è caratterizzata da febbre, malessere, mialgie e infiammazione bronchiale. È stato utilizzato il termine "micotossicosi polmonare" per sottolineare, dal punto di vista eziologico, non tanto la componente micotossinica, quanto gli altri componenti aerotrasportati, come i componenti della parete fungina e d'altri microorganismi, le esotossine. In effetti le spore fungine e molti altri loro componenti, come β 1,3-glucani e mannoproteine, hanno dimostrato di avere elevata attività infiammatoria.

Nell'OTDS sembrano giocare un ruolo importante generi come *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*. Tuttavia sul ruolo tossico dei funghi sulla patologia umana esistono ancora molte controversie. Una ampia rassegna sull'argomento è stata svolta da Fung e coll. nel 2003 (23). Questo articolo analizzava tutti i lavori scientifici sull'argomento pubblicati dal 1966 al 2002. Sono stati selezionati 29 articoli. L'analisi delle evidenze raggiunte confermava che l'aumento della prevalenza delle patologie indoor da funghi è direttamente correlata all'incremento dell'umidità relativa. Tuttavia la tossicità specifica da micotossine fungine non sembra ancora stabilita in maniera inoppugnabile. Inoltre i metodi di campionamento non sono standardizzati e non si possono spesso confrontare studi diversi. A causa della mancata standardizzazione non è ancora stata definita una dose risposta. Analoghe considerazioni ha espresso Terr, in un più recente lavoro del 2004 (24). Il Position Paper dell'AAAI (25) conclude che la micotossicità da esposizione a micotossine inalate non è supportata da evidenze scientifiche e che è da considerare un evento improbabile. Si tiene invece possibile l'evenienza di reazioni irritative transitorie a carico degli occhi e delle vie aeree, ma non in altri organi o in maniera sistemica.



Foto di Epicoccum

FUNGHI PIU' IMPORTANTI DAL PUNTO DI VISTA ALLERGOLOGICO

I generi più spesso individuati come agenti causali di diverse forme di allergia sono i seguenti: *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Penicillium*, *Botrytis*, *Mucor*. Sono specie maggiormente presenti in atmosfera, a carattere ubiquitario. Esse costituiscono da sole circa il 50% di tutte le spore fungine identificabili dal campionamento dell'aria ambiente. Gli ambienti indoor, come quelli delle abitazioni, sono meno ricchi di spore rispetto all'atmosfera esterna. In quest'ultima la concentrazione di spore è assai correlata alla vegetazione in quanto la maggior parte delle spore aerodisperse ha un'origine fitoparassitaria, con un apporto non trascurabile anche di basidiospore di macromiceti. Le concentrazioni aree delle spore presentano fluttuazioni periodiche, con predominanza dei ritmi circadiani e stagionali, inoltre presentano variazioni legate alle condizioni meteorologiche.

Alternaria alternata è una specie comune e cosmopolita che si sviluppa su molte piante e su altri substrati come il suolo e alimenti, come i pomodori. Sembra essere uno dei generi più allergizzanti, in tutte le parti del mondo (26). In Italia rappresenta circa il 15% del totale delle spore presenti in atmosfera. Numerosi studi ne documentano il ruolo etiologico in vari casi di asma bronchiale (27). È considerato un micete dell'ambiente esterno e le sue presenze si incrementano quando il clima è caldo e umido. La dispersione delle spore di *Alternaria* si verifica durante i periodi di tempo asciutto ed i picchi più elevati si riscontrano a fine estate ed in autunno. Questi sono accompagnati da più elevata velocità del vento e più bassa umidità relativa con picchi di presenza durante il pomeriggio, nei giorni di sole. I livelli più alti di *Alternaria* si riscontrano in aree coltivate a grano e cereali. In uno studio, negli U.S.A., che coinvolse più di 17.000 persone gli skin prick tests positivi ad *Alternaria* raggiunsero la percentuale del 3.6% della popolazione (28). Più del 70% dei pazienti con allergia ai miceti presenta sensibilità alla *Alternaria*. In uno studio su larga scala su soggetti in età pediatrica, abitanti nelle periferie delle grandi città U.S.A., il 38.3% su 12,086 bambini asmatici presentavano positività nei confronti dell' *Alternaria* (29). In Europa 3% di pazienti in Portogallo e 20% di pazienti in Spagna, con allergopatie respiratoria presentavano positività per *Alternaria* o *Cladosporium* (30). Esistono numerose evidenze che dimostrano come la sensibilizzazione ad *Alternaria* sia sovente associata a crisi d'asma (27). Questa relazione fu scoperta addirittura nel 1745 in soggetti che erano stati esposti al fungo in una cantina (31) a cui seguirono, nel corso degli anni numerose altre segnalazioni, anche ben documentate. Purtroppo i diversi studi non sono perfettamente confrontabili tra loro in quanto la non standardizzazione degli estratti determina una scarsa omogeneità di risultati. Bruce e coll. (32) dimostrarono, nel 1977, che 50% di soggetti con sensibilità cutanea ad *Alternaria* avevano sintomi di asmatici correlati con il livello delle spore di *Alternaria* nell'aria. Henderson e coll. (33) ha dimostrato, nel 1995, che la sensibilizzazione ad *Alternaria* in bambini in età scolastica nel Nord Carolina è associata con asma ricorrente.



Alternaria spp.

Un studio a San Diego, California, dimostrò nei bambini allergici che l'aumento delle concentrazioni di spora in atmosfera erano associati con uso aumentato consumo di broncodilatatori (34). Paradossalmente esisteva una migliore correlazione con l'incremento di spore di quelle spore fungine di cui non si disponeva di un estratto da testare. Questo studio dimostra, se ce ne fosse ancora bisogno, degli attuali grandi limiti della diagnostica fungina. indica la nostra impossibilità a valutare con accuratezza lo stato dell'esposizione allergenica fungina e dei nostri limiti nella possibilità di effettuare tests per sforzi attinenti. Dales e coll. (35) hanno poi dimostrato anche l'influenza di spore di *Alternaria* sulle esacerbazioni asmatiche in bambini ricoverati in reparti d'emergenza. Lo stesso autore, in un altro studio, svoltosi nell'arco di 6 anni, ha documentato che, durante i giorni di temporale le visite per asma aumentano di 10 volte, correlandosi con il raddoppio delle concentrazioni delle spore fungine, mentre si verificano scarse variazioni nelle conte polliniche, e senza variazioni nelle concentrazioni di fattori inquinanti atmosferici (36). Diversi studi hanno riscontrato un'associazione tra la sensibilizzazione nei confronti dell'allergene *Alternaria* e la gravità di asma. Inoltre soggetti sensibilizzati ad allergeni fungini in generale, e ad *Alternaria* in particolare, sembrerebbero essere più a rischio per sviluppare asma severo rispetto a quelli con altre sensibilizzazioni allergeniche (37-40). Addirittura il rischio di asma mortale è stato direttamente correlato anche con la presenza di spore fungine nell'atmosfera (41). Un ulteriore fattore di rischio per le gravi crisi d'asma da *Alternaria* è stato individuato nei temporali. Nell'imminenza degli stessi si verificherebbero un maggior numero di crisi d'asma nei soggetti allergici all'*Alternaria* (42,43). Infine, non solo l'*Alternaria*, ma anche altre specie (come *Penicillium*, *Aspergillus*, *Candida* e *Cladosporium*) sarebbero incriminati come agenti etiologici di asma grave con ricovero ospedaliero (44).

La caratterizzazione degli allergeni dell'*Alternaria*

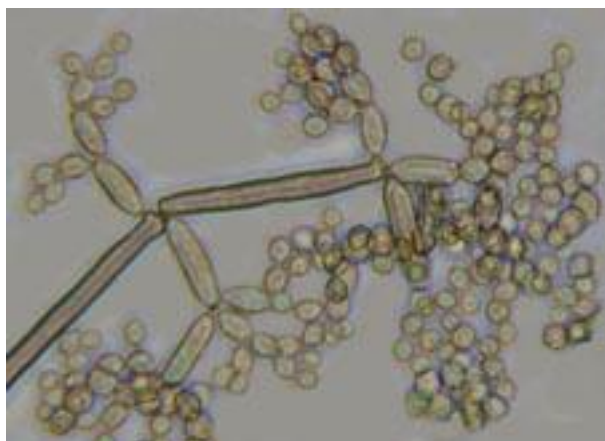
Gli studi sull'asma da *Alternaria* sono stati limitati a causa del fatto che non abbiamo a disposizione, nella pratica corrente, estratti allergenici standardizzati. Molti allergeni dell'*Alternaria* sono stati identificati e caratterizzati (45, 46). Alt a 1 è l'allergene maggiore, con un peso molecolare da 29 a 30 kd. Il 90% dei soggetti allergici all'*Alternaria* presentano anticorpi di IgE verso questa proteina. Alt a 2 è un altro allergene maggiore di *Alternaria* la cui molecola è stata clonata. Ha un peso molecolare di 25 kd. Circa il 60% dei soggetti allergici all'*Alternaria* presentano IgE specifiche verso questa proteina.

TABELLA N. 3

ALLERGENI DELL' ALTERNARIA IDENTIFICATI

Nome dell'allergene	Peso Molec. (kd)	Caratteristiche
Alt a 1	29–31	Allergene maggiore
Alt a 2	25	2 α -chinasi. Allergene maggiore
Alt a 3	20	Proteina dello shock
Alt a 4	>57	Isomerasi
Alt a 6	11	Proteina P ₂ ribosomale
Alt a 7	22	1,4-benzochinina reductasi
Alt a 10	53	Alcol deidrogenasi
Alt a 11	46–48	Enolasi presente anche in diverse altre specie fungine
Alt a 12	12	Proteina P ₁ ribosomale
GP70	70	Allergene maggiore

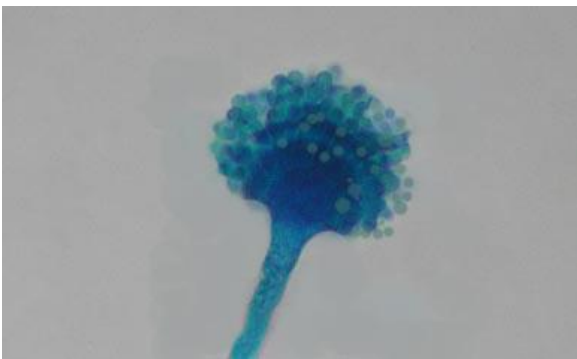
Il *Cladosporium herbarum* è il più frequente micete che si riscontra nei campionamenti aerobiologico, sia indoor che outdoor. Le spore di questo micete sono ben trasportate in atmosfera e possono affrontare lunghi percorsi. E' più abbondante outdoor con diffusione in tutto il mondo. In Italia le sue spore raggiungono spesso il 50% del numero totale delle spore in atmosfera. Normalmente è saprofita o patogeno delle piante. Le spore sono ben note come allergeniche. A seconda delle condizioni climatiche queste spore possono iniziare ad apparire nell'atmosfera nella primavera e presentare a un picco di presenza in tarda estate. Il *Cladosporium* è uno dei colonizzatori più comuni di piante malate o in degradazione e si presenta anche su diversi tipi di suolo e su diversi alimenti. Questo micete si trova frequentemente nei frigoriferi sporchi, cibi, in case con scarsa ventilazione, in aree umide. È stato isolato da serbatoi di carburante, prodotti estetici e tessuti. Il *Cladosporium* è uno dei miceti più ampiamente studiati, che produce molto spesso prick tests positivi in individui allergici. In uno studio di 1300 bambini asmatici dalla Finlandia, il 7.1% ha avuto reazioni positive SPT a *Cladosporium*, che risulta, in questo studio, il micete più comune.



Spore di *Cladosporium*

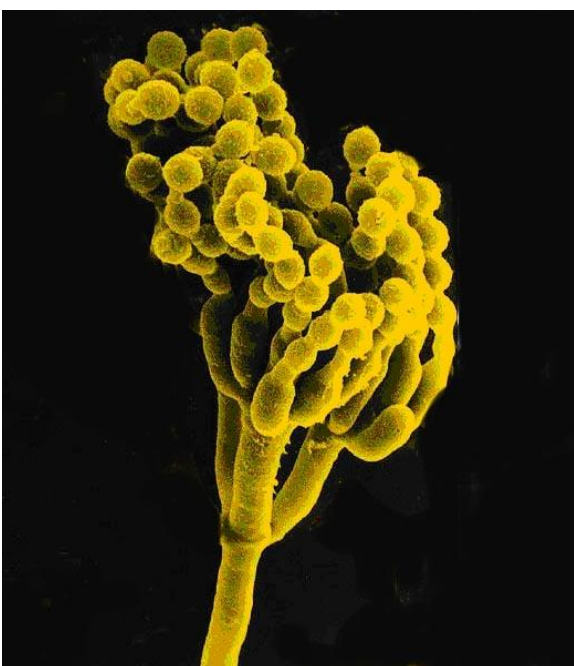
I pazienti che sono sottoposti ad una raddoppiata esposizione alle spore di *Cladosporium* raddoppiata presentano un rischio di asma aumentato del 52% (47).

L'Aspergillosi è una malattia causata da una specie di miceti (*Aspergillus fumigatus*) presenti dovunque in tutto il mondo, specialmente nell'autunno e nell'inverno, nell'emisfero settentrionale. Questi miceti crescono sul grano cereale, si trovano nei granai e anche all'interno in case umide, specialmente nel bagno. Solo alcuni di questi miceti possono causare malattia in esseri umani e in animali. La maggior parte della popolazione è naturalmente immune e non sviluppa malattia causata da *Aspergillus*. Tuttavia quando si verifica la malattia può assumere diverse forme. La gravità dell'aspergillosi è determinata da diversi fattori ma uno dei più importanti è rappresentato dalle resistenze immunologiche individuali. L'Aspergillosi broncopolmonare allergica è una patologia causata da allergia nei confronti delle spore dell'*Aspergillus*. È abbastanza comune in asmatici, fino al 2% . E' pure nei pazienti affetti da fibrosi cistica. I sintomi sono simili a quelli d'asma: episodi intermittenti di sentirsi malessere, con tosse e broncospasmo. Nell'aspergillosi protratta si può produrre fibrosi polmonare. Il trattamento è con steroidi per aerosol o per via orale. L' Itraconazolo è utile nel ridurre la quantità dello steroide.



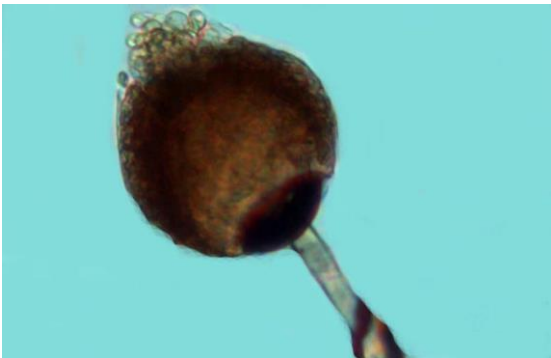
Aspergillus spp.

Il Penicillium è un micete assai comune su alimenti deteriorati e nelle cantine. Produce meno allergia degli altri miceti. È la "muffa" verde che si nota di solito negli ambienti umidi e poco luminosi. I miceti dei magazzini, come *Aspergillus* e *Penicillium* possono crescere in aree con umidità inferiore di 15% o più. I vaporizzatori e gli umidificatori possono contaminarsi con questi funghi e diventare una sorgente di spore di micete aerosolizzate. Il *Penicillium crissogenum* ha dimostrato di possedere proprietà asmogene dose dipendente negli animali da laboratorio (48).



Penicillium

La diagnosi specifica d'allergia ai miceti può essere stabilita solo da un insieme d'elementi quali l'anamnesi, prick tests, RAST. Sebbene sovente i prick tests risultino positivi la correlazione con la clinica di queste positività è spesso incerta, a causa della disponibilità di estratti non del tutto attendibili. Per la maggior parte dei funghi l'elemento inalato è la spora. Nonostante questo, la maggior parte delle preparazioni allergeniche commerciali utilizzano il micelio, prodotti metabolici ed un imprecisato e disomogeneo numero di spore. Numerosi ricercatori hanno dimostrato differenze nel contenuto proteico ed allergenico fra spore, micelio e prodotti metabolici. Le preparazioni allergeniche fornite dall'industria farmaceutica variano ampiamente per i seguenti motivi: diversità tra spore e micelio con riferimento al contenuto dell'antigene; mutazioni somatiche che causano variazioni del contenuto allergenico all'interno delle singole culture; variabilità interspecifica. La conseguenza di questi limiti intrinseci che determinano una povera qualità degli estratti diagnostici commerciali è che la prevalenza dell'allergia ai miceti risulta assai variabile da paese a paese. È per questa ragione sono necessari ulteriori studi sull'argomento. Fino a nuove conoscenze, quindi, è probabile che finora la diagnosi d'allergia ai miceti sia assai sottostimata.



Mucor

Prevenzione:

Gli individui sensibili alle muffe dovrebbero evitare l'esposizione alle zone "a rischio" per la crescita di muffe. In ambiente outdoor gli impianti di riciclaggio, le pile di concime, l'accumulo di foglie cadute, l'erba tagliata, i granai, i recipienti d'acqua. In ambiente indoor è importante evitare alti livelli d'umidità. Gli indumenti umidi, come le scarpe, dovrebbero essere collocati all'aperto. Evitare di conservare la frutta a temperatura ambiente per più di 72 ore, specialmente se conservata in contenitori di plastica. Il livello d'umidità relativa in casa dovrebbe essere mantenuto sotto il 50%. A tale scopo possono essere molto utili degli apparecchi deumidificatori. È importante mantenere una buona ventilazione della casa, aprendo periodicamente le finestre, soprattutto in quelle abitazioni dove esistono infissi anodizzati. Inoltre i miceti che crescono in alcuni ambienti della casa (bagno, doccia, cucina) possono essere eliminati con diversi prodotti fungicidi. Nella camera da bagno bisogna rimuovere tempestivamente eventuali tappetini bagnati e sostituirli con altri bene asciutti. Infine bisognerebbe evitare di impiegare tappezzeria sulle pareti, in quanto può essere ricettacolo di umidità e di muffe.

TABELLA N. 4

MEZZI DI PREVENZIONE PER LE ALLERGIE FUNGINE

Indoors

Tenere le finestre chiuse nei mesi caldi; usare condizionatori d'aria

Mantenere l'umidità relativa a <50%

Pulire le superfici lavabili con varicchina al 5% e soluzioni detergenti

Outdoors

Evitare di avvicinarsi a piante con presenza di muffa

Usare maschere apposite quando si lavora con materiale fungino

Usare auto con filtri d'aria anti spore ed antipolline

La bonifica degli ambienti invasi dalle muffe è un argomento complesso che esula dalla nostra trattazione. Si rimanda ad un approfondito documento dell'Occupational Health and Safety Administration (49). Purtroppo i recenti eventi legati all'evento dell'uragano Katrina, nel Nord America, hanno contribuito tristemente a fornire numerosi studi riguardanti le misure di ripristino e di bonifica (50, 51).

Terapia:

La terapia delle manifestazioni allergiche da spore fungine non differisce da quella delle altre forme di allergopatie, causate da altri allergeni. Occorre tuttavia sottolineare come la immunoterapia specifica, malgrado la mancata standardizzazione degli estratti, trovi una sua precisa collocazione. Viene infatti espressamente citata nel Posizion Paper del WHO del 1998 (52), che recita esattamente:

“ Per l'allergia alle muffe il trattamento di prima scelta è la bonifica ambientale. Gli studi disponibili hanno dimostrato l'efficacia clinica di vaccini standardizzati per *Cladosporium* o *Alternaria*. I pazienti con sintomi e positività ai tests diagnostici per queste muffe possono essere trattati con immunoterapia specifica.”

Numerosi studi hanno confermato, anche recentemente, l'efficacia e la sicurezza di questa forma di immunoterapia (53- 58).

BIBLIOGRAFIA

1. Nilsson HR, Kristiansson E, Ryberg M, Larsson KH. Approaching the taxonomic affiliation of unidentified sequences in public databases - an example from the mycorrhizal fungi. *BMC Bioinformatics*. 2005 Jul 18;6(1):178
2. Miller JD, Laflamme AM, Sobol Y, Lafontaine P, Greenalgh R. Fungi and fungal products in some Canadian houses. *International Biodeterioration and Biodegradation* 1988;24:103-120.
3. Takahashi T. Airborne fungal colony-forming units in outdoor and indoor environments in Yokohama, Japan. *Mycopathologia* 1997;139:23-33.
4. Freye HB, King J., Litwin CM. 47Variation of pollen and mold concentrations in 1998 during the strong El Nino event of 1997-1998 and their impact on clinical exacerbations of allergic rhinitis, asthma and sinusitis. *Allergy Asthma Proc*. 2001 , 22: 239-
5. Hameed AA, Khodr MI. Suspended particulates and bioaerosols emitted from an agricultural non-point source. *J Environ Monit* 2001;3:206-9.
6. De RW, Lopez FL, Liedo P. *Beauveria bassiana* as a pathogen of the Mexican fruit fly (*Diptera: Tephritidae*) under laboratory conditions. *J Econ Entomol* 2002;95:36-43.
7. Scholte EJ, Ng'habi K, Kihonda J, Takken W, Paaijmans K, Abdulla S, Killeen GF, Knols BG. An entomopathogenic fungus for control of adult African malaria mosquitoes. *Science*. 2005 Jun 10;308(5728):1641-2.
8. Grant C, Hunter CA, Flannigan B, Bravery AF. The moisture requirements of molds isolated from domestic buildings. *International Biodeterioration and Biodegradation* 1989;25:259-284.
9. Blackley C. *Experimental researches on the causes of catarrhus aestivus (hay fever or hay asthma)*, Bailliere Tindal & Cox, London 1873.
10. Birgit Simon-Nobbe, JACI 2000 Cross-reactivity between peptide 9 and full-length enolases of *C herbarum* and *A alternate*
11. Gupta R, Singh BP, Sridhara S, Gaur SN, Kumar R, Chaudhary VK, Arora N. Identification of cross-reactive proteins amongst different *Curvularia* species. *Int Arch Allergy Immunol*. 2002 Jan 127(1):38-46.
12. Linna O. Environmental and social influences on skin test results in children. *Allergy*. 1983 Oct;38(7):513-6.
13. Sastre J, Ibanez MD, Lombardero M, Laso MT, Lehrer S. Allergy to cockroaches in patients with asthma and rhinitis in an urban area (Madrid). *Allergy*. 1996 Aug;51(8):582-6.
14. Boulet LP, Turcotte H, Laprise C, Lavertu C, Bedard PM, Lavoie A, Hebert J Comparative degree and type of sensitization to common indoor and outdoor allergens in subjects with allergic rhinitis and/or asthma. *Clin Exp Allergy*. 1997 Jan;27(1):52-9.
15. Akcakaya N, Cokugras H, Camcioglu Y, Ozdemir M. Skin test hypersensitivity for childhood asthma in Istanbul during a period of 16 years. *Allergol Immunopathol (Madr)*. 2005 Jan-Feb;33(1):15-9.
16. Aukrust L. Mold allergy. *Introduction Clin Rev Allergy*. 1992 Fall;10(3):147-51.
17. Safirstein BH. Allergic bronchopulmonary aspergillosis with obstruction of the upperrespiratory tract. *Chest*. 1976 Dec;70(6):788-90.
18. Nielsen KF, Gravesen S, Nielsen PA, Andersen B, Thrane U, Frisvad JC. Production of mycotoxins on artificially and naturally infested building materials. *Mycopathologia* 1999;145:43-56.
19. Nakai S. A review of epidemiologic studies on the health effects of indoor environments. *Nippon Kosshu Eisei Zasshi*. 1996 Mar 43(3):183-95.
20. Robbins CA, Swenson LJ, Nealley ML, Gots RE, Kelman BJ. Health effects of mycotoxins in indoor air: a critical review. *Appl Occup Environ Hyg*. 2000 Oct 15(10):773-84.

21. Mahmoudi M, Gershwin ME. Sick building syndrome. III. *Stachybotrys chartarum*. *J Asthma*. 2000 Apr;37(2):191-8.
22. Taskinen T, Hyvarinen A, Meklin T. Asthma and respiratory infections in school children with special reference to moisture and mold problems in the school. *Acta Paediatr* 1999;88:1373-1379.
23. Fung F, Hugson WG Health effects of indoor fungal bioaerosol exposure. *Appl Occup Environ Hyg* 2003 Jul;18(7):535-44
24. Terr AI. Are indoor molds causing a new disease?. *J Allergy Clin Immunol* 2004;113:221-226.
25. Bush R.K., Portnoy J.M., Saxon A., Abba I.T., Wood R.A The medical effects of mold exposure. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2006; 117:326-33.
26. Bush RK, Prochnau JJ. *Alternaria*-induced asthma. *J Allergy Clin Immunol.* 2004 Feb;113(2):227-34.
27. Lopez M, Salvaggio JE. Mold-sensitive asthma. *Clin Rev Allergy* 1985; 3:183-196.
28. Gergen PJ, Turkeltaub PC, Kovar MG. The prevalence of allergic skin test reactivity to eight common aeroallergens in the US population: results from the second National Health and Nutrition Examination Survey. *J Allergy Clin Immunol* 1987; 80:669-679.
29. Eggleston PA, Rosenstreich D, Lynn H, Gergen P, Baker D, Kattan M, et al. Relationship of indoor allergen exposure to skin test sensitivity in inner-city children with asthma. *J Allergy Clin Immunol* 1998; 102:563-570.
30. D'Amato G, Chatzigeorgiou G, Corsico R, Gioulekas D, Jager L, Jager S, et al. Evaluation of the prevalence of skin prick test positivity to *Alternaria* and *Cladosporium* in patients with suspected respiratory allergy: a European multicenter study promoted by the Subcommittee on Aerobiology and Environmental Aspects of Inhalant Allergens of the European Academy of Allergology and Clinical Immunology. *Allergy* 1997; 52:711-716.
31. Floyer J. Violent asthma after visiting a wine cellar: a treatise on asthma, Innys and Parker, London 1745.
32. Bruce CA, Norman PS, Rosenthal RR, Lichtenstein LM. The role of ragweed pollen in autumnal asthma. *J Allergy Clin Immunol* 1977, 59:449-459.
33. Henderson FW, Henry MM, Ivins SS, Morris R, Neebe EC, Leu SY, et al. Correlates of recurrent wheezing in school-age children: the physicians of Raleigh Pediatric Associates. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 151:1786-1793.
34. Delfino RJ, Coate BD, Zeiger RS, Seltzer JM, Street DH, Koutrakis P. Daily asthma severity in relation to personal ozone exposure and outdoor fungal spores. *Am J Respir Crit Care Med* 1996, 154:633-641.
35. Dales RE, Cakmak S, Burnett RT, Judek S, Coates F, Brook JR. Influence of ambient fungal spores on emergency visits for asthma to a regional children's hospital. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162:2087-2090.
36. Dales et al. The role of fungal spores in thunderstorm asthma" *Chest* 2003; 123 (3): 745-50
37. O'Hollaren MT, Yunginger JW, Offord KP, Somers MJ, O'Connell EJ, Ballard DJ, et al. Exposure to an aeroallergen as a possible precipitating factor in respiratory arrest in young patients with asthma. *N Engl J Med* 1991;324:359-363.
38. Neukirch C, Henry C, Leynaert B, Liard R, Bousquet J, Neukirch F. Is sensitization to *Alternaria alternata* a risk factor for severe asthma? a population-based study. *J Allergy Clin Immunol* 199, 103:709-711.
39. Black PN, Udy AA, Brodie SM. Sensitivity to fungal allergens is a risk factor for life-threatening asthma. *Allergy* 2000, 55:501-504.
40. Downs SH, Mitakakis TZ, Marks GB, Car NG, Belousova EG, Leuppi JD, et al. Clinical importance of *Alternaria* exposure in children. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164:455-459.

41. Targonski PV, Persky VW, Ramekrishnan V. Effect of environmental molds on risk of death from asthma during the pollen season. *J Allergy Clin Immunol* 1995, 95:955-961.
42. Davidson AC, Emberlin J, Cook AD, Venables KM. A major outbreak of asthma associated with a thunderstorm: experience of accident and emergency departments and patients' characteristics. Thames Regions Accident and Emergency Trainees Association. *BMJ* 1996;312:601-4.
43. Marks GB, Colquhoun JR, Girgis ST, Koski MH, Treloar AB, Hansen P, et al. Thunderstorm outflows preceding epidemics of asthma during spring and summer. *Thorax* 2001 56:468-71.
44. O'Driscoll BR, Hopkinson LC, Denning DW. Mold sensitization is common amongst patients with severe asthma requiring multiple hospital admissions. *BMC Pulm Med.* 2005 Feb 18;5(1):4.
45. Achatz G, Oberkofler H, Lechenauer E, Simon B, Unger A, Kandler D, Ebner C, Prillinger H, Kraft D, Breitenbach M Molecular cloning of major and minor allergens of *Alternaria alternata* and *Cladosporium herbarum*. *Mol Immunol* 1995 Feb 32(3):213-27
46. Bush K R, Prochnau J J *Alternaria*-induced asthma. *JACI* 2004, 113: 227-234
47. Matheson MC, Abramson MJ, Dharmage SC, Forbes AB, Raven JM, Thien FC, Walters EH. Changes in indoor allergen and fungal levels predict changes in asthma activity among young adults. *Clin Exp Allergy.* 2005 Jul;35(7):907-13.
48. Chung YJ, Coates NH, Viana ME, Copeland L, Vesper SJ, Selgrade MK, Ward MD. Dose-dependent allergic responses to an extract of *Penicillium chrysogenum* in BALB/c mice. *Toxicology.* 2005 Apr 1;209(1):77-89. Epub 2005 Jan 21.
49. U.S. Department of Labor, OSHA. A brief guide to mold in the work place. Disponible su: <http://www.osha.gov./dts/shib101003.html>. Accessed December 12, 2005.
50. Surveillance for illness and injury after hurricane Katrina – New Orleans, Louisiana, September 8-25, 2005 *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2005; 54: 1018-21
51. Science after Katrina. *Nature* 2005; 437:452.
52. Bousquet J., Lockey R. , Malling H.J., Allergen immunotherapy : Therapeutic vaccines for allergic diseases - A WHO position paper - *JACI* 1998,102, 4
53. Cantani A, Businco E, Maglio A. *Alternaria* allergy: a three-year controlled study in children treated with immunotherapy. *Allergol Immunopathol (Madr)* 1988; 16:1-4.
54. Horst M, Hejjaoui A, Horst V, Michel FB, Bousquet J. Double-blind, placebo-controlled rush immunotherapy with a standardized *Alternaria* extract. *J Allergy Clin Immunol* 1990; 85:460-472.
55. Bernardis P, Agnoletto M, Puccinelli P, Parmiani S, Pozzan M. Injective versus sublingual immunotherapy in *Alternaria tenuis* allergic patients. *J Investig Allergol Clin Immunol* 1996, 6:55-62.
56. Helbling A, Reimers A. Immunotherapy in fungal allergy. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2003 Sep 3(5):447-53.
57. Serrano P, Algorta J, Martinez A, Gonzalez-Quevedo T, Velazquez E, Diaz M. Prospective safety study of immunotherapy administered in a cluster schedule. *J Investig Allergol Clin Immunol.* 2004 14(4):312-9.
58. Di Rienzo VD, Minelli M, Musarra A, Sambugaro R, Pecora S, Canonica WG, Passalacqua G. Post-marketing survey on the safety of sublingual immunotherapy in children below the age of 5 years. *Clin Exp Allergy.* 2005 May;35(5):560-4.

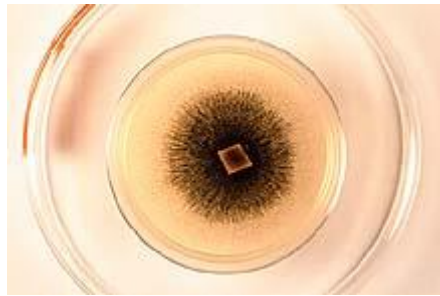
CAPITOLO 12

UN FUNGO EMERGENTE: LO *STACHYBOTRYS CARTHARUM*

Renato Ariano

**Unità Operativa Complessa di Medicina Interna
A.S.L. n. 1 Imperiese – Ospedale “Saint Charles” di Bordighera**

Lo *Stachybotrys cartharum* è un fungo che, in questi ultimi anni, ha acquistato molta notorietà, sia negli ambienti scientifici che sui mass media, poiché è stato incriminato di arrecare danni alla salute. Difatti, negli ultimi 15 anni, negli USA, numerosi ricercatori hanno cominciato ad ipotizzare che questo fungo possa costituire un serio problema indoor, provocando anche la "sindrome dell'edificio ammalato.". Più recentemente è iniziata una vera e propria campagna di stampa sulla tossicità dei funghi. Addirittura il New York Time, il 12 agosto 2001, dedicò una prima pagina alla tossicità fungina.



Sviluppo di *Stachybotrys cartharum* in cultura. (Foto di B.D. Nelson, fornita cortesemente dalla American Phytopathological Society)

Lo *Stachybotrys cartharum* fu descritto per la prima volta come *Stachybotrys atra* da Corda nel 1837 (1), isolato da carta da parati in una casa in Praga. Fa parte dei Deuteromiceti, ordine Monilia, famiglia Dematiaceae, ed appartiene al gruppo dei funghi imperfetti. Questo fungo cresce bene su terreni di coltura come patata, oppure su agar, e sporula abbondantemente formando masse scure di conidi con un colore nero luccicante. Il fungo è relativamente facile identificare. Diversamente dalle spore della specie d'*Aspergillus*, le spore del *S. chartarum* non sono molto diffuse in atmosfera. Le spore di *S.* sono diffuse, in ambiente outdoor, sulle piante e nel terreno e, in ambiente indoor, sono presenti in quelle zone dove si riscontrano macchie di umidità ed infiltrazione delle pareti. Questo perché queste spore di solito sono aggregate tra di loro. Possono essere aerotrasportate quando il clima è particolarmente secco e i venti le sollevano. Anche la loro rimozione con lo spazzolamento può facilitarne la dispersione in atmosfera. L'umidità richiesta per la crescita di *Stachybotrys* è circa del 93% a 25°C, livello più alto di quello che è richiesto per la crescita d'altri funghi (2) mentre per produrre quantità significative di micotossine occorre un'umidità del 95%. (3). Tuttavia, alte temperature e una ricchezza di sostanze nutritive possono permettergli di crescere anche con più bassi livelli d'umidità.

Questo fungo può sopravvivere anche al periodo invernale; e le sue spore possono rimanere vitali anche per dieci anni (4). Lo *Stachybotrys* si riscontra più facilmente in quelle aree ricche in cellulosa (fieno, paglia grano, canapa, cotone stoffe, carta, colla, di legatoria di libro). Studi che usano tecniche di campionamento con cellulosa riscontrano lo *Stachybotrys* presente nel 30% delle case alluvionate o con tracce d'umidità. (5). A volte però lo *Stachybotrys* può essere isolato da altri substrati, come tessuto isolante, gesso, carta da parati, fibra di vetro (6). Nell'ambiente al coperto, la

frequenza d'isolamento di *Stachybotrys* è approssimativamente 13% d'abitazioni e 5% di esemplari, come stimato da molti studi (6,7). Lo *Stachybotrys*, come molti altri funghi, cresce bene anche alla presenza di un altro fungo (6,8). Il fungo prolifera piuttosto lentamente, e questo facilita la crescita degli altri funghi coesistenti, a meno che vi siano presenti substrati a lui più adatti, come la cellulosa.

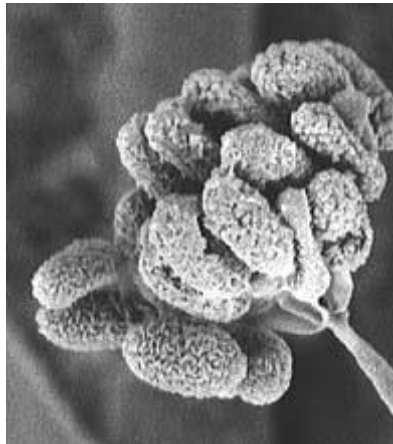


Immagine dello *Stachybotrys chartarum* al microscopio elettronico. (Foto di B.D. Nelson, fornita cortesemente dalla American Phytopathological Society)

TABELLA n. 1 - STACHYBOTRYS CHARTARUM STORY

Scoperto nel 1837 da Corda, in una carta da parati.
1930 patologia equina, con emorragie e morte.
1940 primi rapporti di malattia umana, in lavoratori agricoli.
1977 epidemia in agricoltori in Ungheria.
1986 micotossicosi a Chicago (famiglia con malesseri generali).
1993 a Cleveland 10 casi di emottisi ed emosiderosi polmonare in bambini
1996 a New York (impiegati di un ufficio).
1998 U.S.A. impiegati del palazzo di Giustizia.
1999 Isolamento dello *Stachybotrys* nel lavaggio broncoalveolare di un bambino con emosiderosi.
2000 Revisione critica dei dati di Cleveland.
2001 New York Time 12.08.01 pubblica in prima pagina la notizia dei funghi tossici.

Lo *Stachybotrys*, inizialmente considerato una volta un saprofito, sarebbe in seguito divenuto patogeno per gli animali e per gli esseri umani. Nell'Ucraina e le altre parti dell'Europa orientale, durante gli anni trenta, si manifestò una nuova malattia equina caratterizzata da emorragie, turbe nervose e morte. Nel 1938, scienziati russi scoprirono che questa malattia era associata alla presenza dello *Stachybotrys chartarum*. Il fungo cresceva sulla paglia di cui gli animali si alimentavano. I russi coniarono il termine "Stachybotryosi equina" per questa nuova malattia (9). Da allora poi, furono riferiti casi di questa malattia in varie parti del mondo, specialmente in Europa orientale. A seguito di questa epidemia di stachybotriosi equina, negli anni quaranta, negli esseri umani si manifestarono una sindrome dermatologica ed una respiratoria, specialmente negli allevatori e gli stallieri. I sintomi comuni erano: dermatite, flogosi delle vie aeree, congiuntivite, dispnea, tosse, febbre, mal di testa, e astenia. I soggetti sviluppavano i sintomi dopo due a tre giorni di esposizione al fungo. Più recentemente nel 1977 fu descritta un'epidemia di stachibotriotossicosi fra lavoratori di una fattoria in Ungheria (10). I sintomi erano simili a quelli descritti in Russia e cominciarono ad apparire approssimativamente 24 ore dopo esposizione al fungo. Tra gli anni cinquanta e gli anni ottanta vi furono ancora pubblicazioni su *S.* ma nessuno indicò lo *Stachybotrys* come problema potenziale nelle abitazioni. Nel 1986, Croft. (11) riportò un episodio di tossicosi in

una casa Chicago. Nel giro di cinque anni un'intera famiglia lamentò di mal di testa, mal di gola, raffreddori recidivanti, diarrea, astenia, dermatite e malessere generale. Un campionamento ambientale nella casa rivelò la presenza di spore dello *S. chartarum*. Il fungo cresceva in un condotto dell'aria e sopra delle travi di legno sul soffitto. La casa aveva problemi d'infiltrazioni d'acqua perciò l'umidità aveva favorito la crescita del fungo. Una volta rimosso il fungo tutti i sintomi della famiglia scomparvero.



Immagine dello *Stachybotrys chartarum* al microscopio elettronico. (Foto di B.D. Nelson, fornita cortesemente dalla American Phytopathological Society)

Nel 1993-1994, vi fu un'epidemia di emosiderosi in bambini nel Cleveland, Ohio. Questi bambini presentavano gravi disturbi respiratori che richiesero il ricovero in unità di terapia intensiva. Campionamenti nelle case di abitazione dei pazienti permisero di determinare elevati livelli di funghi ed in particolare la presenza *Stachybotrys chartarum* e *Memnoniella chinata* (12). Tutte queste case erano state in precedenza alluvionate. L'analisi delle tossine della *Memnoniella echinata* ha rivelato la presenza dei tricoteceni (tricodermolo e tricodermina) e di diverse griseofulvine. Delle griseofulvine le principali sono risultate la diclorogriseofulvina e la epidiclorogriseofulvina. Da questo evento di Cleveland iniziò la fama dello *Stachybotrys*. Un importante contributo alla comprensione del problema fu dato dall'isolamento del fungo dal liquido di lavaggio bronchiale di un ragazzo di sette anni. Il bambino aveva tosse cronica, astenia, febbre intermittente, ed infezioni polmonari ricorrenti. La sua casa era stata danneggiata da un'inondazione ed in una zona vicino alla camera da letto lo *S.* fu isolato dalla carta da parati. Gli investigatori conclusero che gli infanti erano stati esposti allo *S. chartarum* presente nelle case alluvionate (13). Lo stesso gruppo di ricerca giudicò che l'esposizione fungina allo *Stachybotrys*, per via inalatoria, era un fattore di rischio per emosiderosi polmonare ed idiopatica (14). In una revisione successiva (15) gli stessi ricercatori affermarono che i polmoni infantili sembrano essere più vulnerabili nei confronti dei funghi tossigenici. Considerarono inoltre il fumo di tabacco ambientale come possibile agente scatenante per emorragia polmonare. La patologia attribuita allo *Stachybotrys* presenta sintomi respiratori che possono essere lievi, come rinite, tosse, faringodinia, a sintomi più gravi come febbre, dispnea, emottisi. Sono state inoltre riportate numerose patologie che variano da asma a polmoniti da ipersensibilità, enfisema, fibrosi polmonare, e emosiderosi polmonare idiopatica (16,17). Non tutti sono tuttavia d'accordo sul ruolo dello *S. chartarum* nelle emosiderosi polmonare a Cleveland. Alcuni studiosi pensano che non vi siano evidenze sufficienti per provare una relazione causale e solida tra lo *S.* e questi problemi di salute. Difatti, rilevando nei lavori sopraccitati notevoli difetti metodologici, nel 2000, il Centro per la Prevenzione e Controllo delle Malattie dell'Ohio (18) pubblicò un ulteriore rapporto sul caso di Cleveland, affermando che, in quella situazione, l'associazione tra *Stachybotrys cartharum* ed emosiderosi polmonare idiopatica non poteva essere provata adeguatamente, perché i metodi usati negli studi summenzionati non distinguevano tra la contaminazione e esposizione. Tuttavia, nonostante l'associazione di

Stachybotrys con animale e malattia umana, i ricercatori non trovarono evidenze tali da definire lo Stachybotrys come un fungo infettivo, i sintomi sono attribuiti piuttosto alla tossina piuttosto che alla crescita fungina o invasione di tessuto.



Crescita dello *Stachybotrys chartarum* su di una paratia di cartongesso, in una scuola, negli U.S.A. (Foto di B.D. Nelson, fornita cortesemente dalla American Phytopathological Society)

L'azione patogena dello *Stachybotrys* è dovuta soprattutto alle tossine. Il meccanismo infettivo e quello allergico sono considerati suoi effetti minori. Viana e coll. (19), con studi sui BAL (lavaggi broncoalveolari) hanno dimostrato che l'esposizione ad un estratto grezzo di *Stachybotrys* può causare risposte tipiche delle malattie allergiche respiratorie. Barnes e coll. (20) dimostrò, in soggetti sani, l'esistenza di anticorpi specifici verso lo *Stachybotrys*. Inoltre non sono stati dimostrate, negli umani, la possibilità di infezioni sistemiche o locali, da esposizione diretta alla *Stachybotrys*. Più importante è il ruolo delle micotossine. Le micotossine sono prodotti metabolici dei funghi che rappresentano un gruppo chimicamente diverso di composti organici, non volatili, a basso peso molecolare. Sono stati associati con gli avvelenamenti alimentari fin dai tempi antichi. Lo *Stachybotrys* produce numerose tossine: roridina E e L-2; satratozina F, G, and H; isosatratossina F, G, e H; verrucarina B e J; i tricoverroidi, tricoverrolo A e B e tricoverrina A and B. Inoltre, il fungo produce altre sostanze tipo la ciclosporina che hanno un'azione immunosoppressiva. Le Micotossine non hanno un ruolo diretto e noto nel processo di crescita fungina e di solito sono prodotti quando le condizioni favoriscono la crescita fungina. La produzione di micotossine dipende dall'umidità, dal ph, dal terreno in cui si sviluppa, dalla temperatura; inoltre, la loro presenza nell'ambiente non è stata quantificata.

TABELLA n. 2 - Micotossine maggiori e patologie procurate

CLASSE DI MICOTOSSINE	FUNGHI PRODUTTORI	PATOLOGIE CORRELATE
Aflatossina	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus parasiticus</i>	Epatiti, cancro epatico, cirrosi epatica, immunodeficienza (?)
Ocratossina	<i>Aspergillus ochraceous</i> , altre specie di <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium verrucosum</i>	Nefrotossicità, epatotossicità, effetti teratogeni.
Fumonisinina	<i>Fusarium moniliforme</i> , altre specie di <i>Fusarium</i>	Sintomi gastrointestinali
Tricotecene	<i>Fusarium spp</i> , <i>S chartarum</i>	Sintomi gastrointestinali, dermatiti, convulsioni, emorragie, immunodeficienza
Zearalenone	<i>Fusarium graminearum</i> , altre specie di <i>Fusarium</i>	Ginecomastia nei ragazzi (?), pubertà precoce, tumori

L'azione patogenetica dello *Stachybotrys*, durante l'epidemia equina in Russia, negli anni quaranta, è stata attribuita alle tossine della classe dei tricoteceni (21). I Tricoteceni sono metaboliti tossici di

alcuni funghi imperfetti del genere *Fusarium*, come *Fusarium trichoides*, *Fusarium solani*, *Fusarium toxicum*, *Fusarium tricinctum*, e *Fusarium graminearum*, e *Stachybotrys chartarum*. I Tricotriceni (T-2 tossina e trichodermina) e tricotriceni macrociclici (roridina) producono numerose situazioni cliniche, incluse orticaria, anoressia, vomito, diarrea, immunosoppressione, emorragia, convulsione, e morte. La specie di *Stachybotrys* può produrre un ciclosporina come agente immunosoppressivo (22). Anche i tricotriceni avrebbero un'azione immunosoppressiva (23). Inoltre, anche se alcuni tricotriceni sarebbero potenzialmente cancerogeni, non vi è nessuna evidenza per sostenere che i soggetti esposti a *Stachybotrys* sono a rischio, a lungo termine, di patologia neoplastica o richiedono un follow up in proposito (24).



Crescita dello *Stachybotrys chartarum* alla base di paratie di carton gesso, in una scuola, negli U.S.A. (Foto di B.D. Nelson, fornita cortesemente dalla American Phytopathological Society)

Sono certo importanti le micotossine ma la presenza, tra i prodotti derivati dal fungo, di composti immunosoppressori e di una emolisina potrebbero giocare un ruolo non secondario, nella produzione di sintomi, soprattutto in età pediatrica (25). Questi diversi fattori patogenetici potrebbero anche agire distintamente, in contemporanea (12). Anche se ci sono molte domande senza risposte sui reali effetti della presenza dello *S. chartarum* sulla salute umana, il notevole corpo di osservazioni accumulatosi, nell'arco di 65 anni, ci suggerisce che in ogni modo la presenza di questo micete nell'ambiente indoor ci deve indurre a notevole prudenza ed all'adozione di misure procedure preventive. Ulteriori studi dovranno meglio chiarirci il ruolo di questo fungo.

Negli ultimi anni si è verificato un numero crescente di segnalazioni di pazienti con disturbi vaghi e molteplici associati all'ambiente. Si così definita una nuova sindrome legata all'ambiente di lavoro denominata **SICK BUILDING SYNDROME (SINDROME DA EDIFICIO MALATO)**. Recentemente è stata focalizzata, a questo proposito, l'attenzione appunto sulla presenza dello *Stachybotrys chartarum*. In effetti, molti autori hanno riportato effetti tipo **Sindrome Da Edificio Malato** in edifici alluvionati in relazione alla presenza, in questi ambienti indoor, dello *Stachybotrys*. Gli edifici in cui gli occupanti lamentano disturbi correlati all'ambiente frequentemente manifestano anche alte concentrazioni nell'aria della muffa *Penicillium* spp. mentre gli edifici in cui non si manifestano disturbi negli occupanti hanno un'ecologia fungina dell'aria interna simile a quella dell'aria esterna in cui la muffa *Cladosporium* risulta predominante. In alcuni studi si è confrontato il campionamento atmosferico indoor delle spore fungine (campionate continuamente per un periodo di 6 ore) in un edificio con una Sick Building Syndrome documentata con quelli le conte outdoor. Si è visto conclude che le conte nell'atmosfera esterna sono variabili nel tempo, sia per quantità che per qualità delle spore campionate e presenti) mentre le conte delle spore in ambiente indoor tendono a rimanere invariate nel tempo e con prevalenza, in genere, della muffa *Penicillium* spp. Miller e coll., in Canada (26) esaminarono gli abitanti di 50 case canadesi che lamentavano di sintomi respiratori o allergici apparentemente inspiegabili; in 6 di

queste case fu accertato un rapporto tra i sintomi e le caratteristiche dell'edificio. Tuttavia in nessuno di questi casi si poteva stabilire un rapporto tra funghi e sintomi. In un studio Platt si segnalò che gli occupanti di edifici bagnati, ammuffiti avevano un aumento in lamentele di vari sintomi soggettivi (27). Anche Johanning e coll. (28) ipotizzarono alcune micotossine come causa di problemi respiratori ed immuni in occupanti di "edifici ammalati." Un altro studio Hodgson (29) descrisse una strana epidemia di malesseri in un palazzo di giustizia contaminato da muffe. I sintomi dei soggetti che lavoravano nello stabile erano rappresentati da astenia, mal di testa, senso di costrizione toracica, tosse. Nell'edificio in questione furono individuati ambienti contaminati da diverse specie fungine, tra cui lo *Stachybotrys*. I ricercatori conclusero che la sintomatologia riferita era dovuta all'inalazione di micotossine. Cooley (30) riportò sulla correlazione tra la generalità di funghi e sindrome di edificio ammalato dopo un studio lungo in scuole dove c'erano preoccupazioni su qualità di aria al coperto. La ricerca concluse che le specie *Penicillium* e di *Stachybotrys* possono essere più frequentemente associate ad una sindrome di edificio ammalato. Negli ultimi anni negli U.S.A. molte scuole sono state chiuse, a causa di infiltrazioni d'acqua e presenza di funghi. Meno del 50% di queste scuole presentavano conte fungine indoor più elevate di quelle outdoor. Tuomi e coll. (31), in Finlandia, esaminarono alcuni edifici con infiltrazioni d'acqua e riscontrarono nell'ambiente sia funghi che micotossine. Anche in questo caso la relazione tra le tossine e le patologie era poco chiara. La determinazione di un rapporto preciso tra presenze fungine e Malattia dell'edificio malato è resa più difficile da due altri fattori. In primo luogo il fatto che gli Acari della polvere, ben noti come agenti di allergia respiratoria, siano coesistenti con i funghi, in ambienti indoor, rende più difficile dimostrare un'associazione causale l'esposizione ai funghi e sintomi riferiti all'edificio "malato" (32). Un altro fattore che complica le cose è il fatto che batteri gram-negativi e micobatteri, assieme ai loro prodotti metabolici (come le endotossine), siano spesso campionati negli edifici alluvionati in associazione con le muffe (33,34).



Microfotografia di *Stachybotrys* (Foto M. Cavalla)

La conclusione che, malgrado che, negli ultimi anni, il problema sia stato molto discusso e molto studiato, a tutt'oggi non è ancora dimostrata con evidenza il rapporto tra presenza di funghi e "sindrome da edificio malato" (35, 36). E' legittimo chiedersi anche se questo crescere di studi sia dovuto soltanto ad una maggiore sensibilità ecologica della popolazione o anche a motivazioni medico-legali, attinenti a risarcimenti assicurativi. Indubbiamente lo studio delle micotossine e del loro rapporto con la patologia umana è molto interessante ed andrà proseguito con maggiore rigore scientifico. Al di là dei risultati a venire è chiaro che una riflessione su questi temi non può che comportare che una maggiore consapevolezza del rapporto uomo-ambiente e dei suoi risvolti sulla salute pubblica.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Corda, A. C. 1837. *Icones fungorum hucusque cognitorum I*. Prague.
- 2) Grant C, Hunter CA, Flannigan B, Bravery AF. The moisture requirements of molds isolated from domestic buildings. *International Biodeterioration and Biodegradation* 1989;25:259-284.
- 3) Fog Nielsen K. Mycotoxin production by indoor molds. *Fungal Genet Biol* 2003;39:103-117.
- 4) Forgacs J. Stachybotryotoxicosis. *Microbial toxins*, eds Kadsı S and Ajl SJ. Academic Press, New York 1972, 95-128.
- 5) Etzel R, Rylander R. Indoor mold and children's health. *Environ Health Perspect* 1999;107:463.
- 6) Gravesen S, Nielsen PA, Iversen R, Nielsen KF. Microfungal contamination of damp buildings—examples of risk constructions and risk materials. *Environ Health Perspect* 1999;107:505-508.
- 7) Tuomi T, Reijula K, Johnsson T, Hemminki K, Hintikka EL, Lindroos O, et al. Mycotoxins in crude building materials from water-damaged buildings. *Appl Environ Microbiol* 2000;66:1899-1904.
- 8) Hodgson MJ, Morey P, Leung WY, Morrow L, Miller D, Jarvis B, et al. Building-associated pulmonary disease from exposure to *Stachybotrys chartarum* and *Aspergillus versicolor*. *J Occup Environ Med* 1998;40:241-249.
- 9) Drobotko, V. G. 1945. Stachybotryotoxicosis: A new disease of horses and humans. *Amer. Rev. of Soviet Med.* 2 (3):238-242.
- 10) Andrassy, K., Horvath, I., Lakos, T., and Toke, Z. 1980. Mass incidence of mycotoxicoses in Hajdu-Bihar county. *Mykosen* 23:130-133.
- 11) Croft, W. A., Jarvis B. C., and Yatawara, C. S. 1986. Airborne outbreak of trichothecene toxicosis. *Atmospheric Environment* 20:549-552.
- 12) Jarvis, B., Sorenson, W. G., Hintikka, E., Nikulin, M., Zhou, Y., Jiang, J., Wang, S., Hinkley, S., Etzel, R., and Dearborn, D. 1998. Study of toxin production by isolates of *Stachybotrys chartarum* and *Memnoniella echinata* isolated during a study of pulmonary hemosiderosis in infants. *Appl. Environ. Microbiol.* 64:3620-3625.
- 13) Montana E, Etzel RA, Allan T, Horgan TE, Dearborn DG. Environmental risk factors associated with pediatric idiopathic pulmonary hemorrhage and hemosiderosis in a Cleveland community. *Pediatrics* 1997;99:E1-E8.
- 14) Etzel RA, Montana E, Sorenson WG, Kullman GJ, Allan TM, Dearborn DG, et al. Acute pulmonary hemorrhage in infants associated with exposure to *Stachybotrys atra* and other fungi. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1998;152:757-762.
- 15) Dearborn DG, Yike I, Sorenson WG, Miller MJ, Etzel RA. Overview of investigations into pulmonary hemorrhage among infants in Cleveland, Ohio. *Environ Health Perspect* 1999;107:495-499.
- 16) Cooper JAJ. Occupational asthma, byssinosis, and industrial bronchitis. In *Fishman's pulmonary diseases and disorders*, ed Fishman AP. McGraw-Hill, New York 1998, 915-924.
- 17) Hardin BD, Kelman BJ, Saxon A. Adverse human health effects associated with molds in the indoor environment. *J Occup Environ Med* 2003;45:470-478.
- 18) Centers for Disease Control and Prevention. Update: pulmonary hemorrhage/hemosiderosis among infants—Cleveland, Ohio, 1993-1996. *MMWR Morb Mort Wkly Rep* 2000;49:180-184.
- 19) Viana ME, Coates NH, Gavett SH, Selgrade MK, Vesper SJ, Ward MD. An extract of *Stachybotrys chartarum* causes allergic asthma-like responses in a BALB/c mouse model. *Toxicol Sci* 2002;70:98-109.
- 20) Barnes C, Buckley S, Pacheco F, Portnoy J. IgE-reactive proteins from *Stachybotrys chartarum*. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2002;89:29-33.
- 21) Forgacs J. Stachybotryotoxicosis. *Microbial toxins*, eds Kadsı S and Ajl SJ. Academic Press, New York 1972, 95-128.
- 22) Sakamoto K, Tsujii E, Miyauchi M, Nakanishi T, Yamashita M, Shigematsu N, et al. FR901459, a novel immunosuppressant isolated from *Stachybotrys chartarum* no. 19392.

- Taxonomy of the producing organism, fermentation, isolation, physico-chemical properties and biological activities. *J Antibiot (Tokyo)* 1993;46:1788-1798.
- 23) Lee, M.-G., Li, S., Jarvis, B. B., and Pestka, J. J. 1999. Effects of satratoxins and other macrocyclic trichothecenes on IL-2 production and viability of EL-4 thymoma cells. *J. Toxicol. Environ. Health* 57:459-474.
- 24) Wang JS, Groopman JD. DNA damage by mycotoxins. *Mutat Res* 1999;424:167-181.
- 25) Vesper SJ, Dearborn DG, Elidemir O, Haugland RA. Quantification of siderophore and hemolysin from *Stachybotrys chartarum* strains, including a strain isolated from the lung of a child with pulmonary hemorrhage and hemosiderosis. *Appl Environ Microbiol* 2000;66:2678-2681.
- 26) Miller JD, Rand TG, Jarvis BB. *Stachybotrys chartarum*: cause of human disease or media darling?. *Med Mycol* 2003;41:271-291.
- 27) Platt SD, Martin CJ, Hunt SM, Lewis CW. Damp housing, mold growth, and symptomatic health state. *Br Med J* 1989;298:1673-1678.
- 28) Johanning E, Biagini R, Hull D, Morey P, Jarvis B, Landsbergis P. Health and immunology study following exposure to toxigenic fungi (*Stachybotrys chartarum*) in a water-damaged office environment. *Int Arch Occup Environ Health* 1996;68:207-218.
- 29) Hodgson, M. J., Morey, P., Leung, W., Morrow, L., Miller, D., Jarvis, B. B., Robbins, H., Halsey, J. F., and Storey, E. 1998. Building-associated pulmonary disease from exposure to *Stachybotrys chartarum* and *Aspergillus versicolor*. *J Occup. Environ. Med.* 40:241-249.
- 30) Cooley, J. D., Wong, W. C., Jumper, C. A., and Straus, D. C. 1998. Correlation between the prevalence of certain fungi and sick building syndrome. *Occup Environ Med* 55:579-584.
- 31) Tuomi T, Reijula K, Johnsson T, Hemminki K, Hintikka EL, Lindroos O, et al. Mycotoxins in crude building materials from water-damaged buildings. *Appl Environ Microbiol* 2000;66:1899-1904.
- 32) Menzies D, Comtois P, Pasztor J, Nunes F, Hanley JA. Aeroallergens and work-related respiratory symptoms among office workers. *J Allergy Clin Immunol* 1998;101:38-44.
- 33) Andersson MA, Nikulin M, Koljalg U, Andersson MC, Rainey F, Reijula K, et al. Bacteria, molds, and toxins in water-damaged building materials. *Appl Environ Microbiol* 1997;63:387-393.
- 34) Dales RE, Miller D. Residential fungal contamination and health: microbial cohabitants as covariants. *Environ Health Perspect* 1999;107:481-483.
- 35) Fung F, Hugson WG Health effects of indoor fungal bioaerosol exposure. *Appl Occup Environ Hyg* 2003 Jul; 18(7):535-44
- 36) Hossain M. A., Ahmed M.S., Ghannoun M.A. Attributes of *Stachybotrys chartarum* and its association with human disease. *J.Allergy Clin. Immunol.* 2004; 113, 200-208

LINEE GUIDA A.A.I.I.T.O. PER LA SELEZIONE DI PIANTE E SPECIE ERBACEE NELLA PROGETTAZIONE DEL VERDE URBANO

La città nella quale viviamo può definirsi come un ecosistema, in altre parole un complesso dinamico formato da una componente biotica (animali, piante, batteri, alghe, funghi) e da una componente abiotica (formata da elementi non viventi). L'ecosistema città è derivato dalle modificazioni antropiche all'ambiente naturale. Come tutti gli ecosistemi si tratta di un sistema aperto interconnesso con altri ecosistemi e suscettibile di variazioni e squilibri che si possono ripercuotere su tutti i suoi elementi interni. Una delle più importanti interconnessioni dell'ecosistema "città" è quella tra umani ed elementi vegetali. Per questo dovrebbe sempre essere posta grande attenzione all'introduzione e all'eliminazione di ogni specie vegetale al suo interno. Ogni nuovo ingresso o scomparsa potrebbe arrecare rilevanti disequilibri nell'ecosistema.

Le piante svolgono un ruolo importante sulla Terra perché da loro dipendono compiti particolari e specifici. In primo luogo garantiscono la fotosintesi clorofilliana, processo biologico di ossidoriduzione che produce l'ossigeno indispensabile per la respirazione di tutti gli organismi multicellulari e di gran parte degli unicellulari. Nel caso delle piante la fotosintesi è ossigenica, cioè libera ossigeno in quanto la sostanza riducente che serve nella reazione come donatore di elettroni è, appunto, l'acqua. Inoltre, garantiscono il ricambio di anidride carbonica e di ossigeno in atmosfera, Svolgono un'azione di regolazione della temperatura atmosferica e quindi sul microclima. Sono produttori di sostanze organiche, utili anche per la nutrizione animale. Garantiscono, con la loro presenza, la protezione del suolo. Fungono anche da habitat per animali. Infine forniscono la caratterizzazione del paesaggio; questa è una delle caratteristiche più evidenti per gli umani, che le utilizzano per abbellire il proprio habitat cittadino.

La riduzione del numero di piante nell'ecosistema città è causata dall'eccessiva cementificazione e insufficiente programmazione, da parte dei piani regolatori, delle aree verdi adeguate alle esigenze della popolazione. La legge 765 del 1967 (GU 97 del 16/04/1968) deliberava che ogni cittadino dovrebbe avere a disposizione almeno 9 m² di verde a testa. Purtroppo questa legge è ampiamente disattesa. Alcune Regioni hanno a loro volta emanato leggi al fine della realizzazione di parchi urbani.

Purtroppo le scelte delle specie vegetali da destinare alle aree verdi pubbliche non dovrebbero seguire solo criteri decorativi ed estetici, ma dovrebbero precedere di evitare l'immissione di quelle specie che possono potenzialmente costituire un rischio per la salute umana.

Nell'immissione di piante in aree pubbliche occorre seguire dei criteri generali di sicurezza. Le piante dovrebbero essere di facile manutenzione, con tronco e rami solidi, senza spine, senza foglie urticanti, prive di frutti potenzialmente velenosi. Tuttavia un nuovo criterio emergente in questi ultimi anni, consiste nella crescente allergenicità dei pollini, inserita nell'aumento di tutte le malattie allergiche nel mondo. Per dar spiegazione di questo sono state considerate molte cause, tra la quali la **"teoria igienica"** che ipotizza un ruolo determinante nello stile di vita civilizzato dei paesi maggiormente sviluppati.

Un secondo motivo è rappresentato **dall'inquinamento atmosferico antropico**, soprattutto da gas di scarico dei motori diesel che incrementerebbero l'induzione di sensibilizzazioni allergiche negli umani e ne favorirebbero lo scatenamento di sintomi.

Anche il **cambiamento climatico**, cui stiamo assistendo, svolge un ruolo importante nell'anticipo delle stagionalità e nell'aumento del numero di pollini prodotti da una pianta nel corso dell'anno. Occorre ricordare anche come l'aumento della CO2 determina un aumento della produzione di pollini delle piante maggiormente esposte. L'introduzione di **nuove specie esotiche**, incrementata negli ultimi anni a causa di maggiori scambi commerciali tra paesi molto lontani tra di loro, determina l'immissione di nuove specie allergeniche nell'ecosistema e nuove sensibilizzazioni, un tempo impensabili.

QUADRO LEGISLATIVO NAZIONALE

Nella Repubblica Italiana lo sviluppo del verde urbano è disciplinato dalla Legge 14 gennaio 2013, n. 10 ***“Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani.”***

Questa legge istituiva, presso il Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare, un **Comitato per lo sviluppo del verde pubblico** formato da esponenti del mondo della cultura, delle professioni e delle istituzioni, in modo da integrare competenze ed esperienze differenti. Questo Comitato provvede ad azioni di monitoraggio volte a incrementare il verde pubblico e privato, promuove le attività degli enti locali, predispone un piano nazionale per la realizzazione di aree verdi, verifica le azioni attuate dagli enti locali, predispone una relazione annuale, recante i risultati del monitoraggio e la prospettazione degli interventi necessari a garantire la piena attuazione della normativa di settore, monitora la Giornata nazionale degli alberi, promuove gli interventi volti a favorire i giardini storici.

Ogni Regione italiana ha emanato proprie leggi in materia. Ne presentiamo un elenco sintetico.

REGIONE ABRUZZO

Legge Regionale 4 gennaio 2014 n. 3: *“Legge organica in materia di tutela e valorizzazione*

delle foreste, dei pascoli e del patrimonio arboreo della regione Abruzzo.”

art. 49 *Tutela delle formazioni arboree in aree urbane e periurbane*

La Regione promuove la tutela ed il potenziamento delle aree verdi urbane e periurbane, costituite da parchi, giardini o altre superfici non classificate bosco e caratterizzate da vegetazione arborea e arbustiva.

REGIONE BASILICATA

Legge Regionale 28 giugno 1994, n. 28 – *“Individuazione, classificazione, istituzione, tutela e gestione delle aree naturali protette in Basilicata ”.*

PROVINCIA DI BOLZANO

Legge provinciale 19 luglio 2013, n. 10 *“Modifiche di leggi provinciali in materia di urbanistica, tutela paesaggio foreste, aree per insediamenti produttivi, miglioramento fondiario, attività ricettiva, espropriazioni, associazioni agrarie, alimenti geneticamente non modificati, protezione degli animali, commercio e inquinamento acustico.”* Non affronta la tematica del verde urbano né degli alberi monumentali.

Legge provinciale 11 agosto 1997, n. 13 *“Legge urbanistica Provinciale.”*

Parla esclusivamente di verde agricolo o verde alpino. L'unico accenno al verde urbano è fatto all’**art. 25** – tutela degli insiemi

1. Insiemi di elementi (Ensemble), in particolare vedute di strade, piazze e parti edificate, come pure i parchi e giardini con edifici, compresi i singoli elementi di tali impianti costituiti dal verde, da spazi liberi e specchi d'acqua, sono sottoposti nel piano urbanistico a particolare tutela, se il loro mantenimento è dettato da motivi di ordine scientifico, artistico o di cultura locale.

REGIONE CALABRIA

Legge Regionale 16 aprile 2002, n. 19 – “Norme per la tutela, governo ed uso del territorio”. **art. 20** – Piano strutturale comunale (PSC). Definisce quale strumento di pianificazione il Piano strutturale comunale (PSC) che *al comma 3 lettera l)* individua gli ambiti di tutela del verde urbano e periurbano valutando il rinvio a specifici piani delle politiche di riqualificazione, gestione e manutenzione.

REGIONE CAMPANIA

Legge Regionale 7 ottobre 2003, n. 17 ISTITUZIONE DEL SISTEMA PARCHI URBANI DI INTERESSE REGIONALE. All’istituzione dei parchi urbani si procede come per l’istituzione di Aree naturali protette (art 6 LR 33/1993).

REGIONE EMILIA ROMAGNA

Legge Regionale 24 marzo 2000, n. 20 “Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio” (*integrata dalla L.R. 23/2009 “Norme in materia di tutela e valorizzazione del paesaggio”*). *Modifica della legge regionale 24 Marzo 2000, n. 20 (disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio) e norme transitorie in Merito alla legge regionale 30 ottobre 2008, n. 19 (norme per la riduzione del rischio sismico).*

REGIONE EMILIA ROMAGNA

Legge Regionale 24 marzo 2000, n. 20 “Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio” (*integrata dalla L.R. 23/2009 “Norme in materia di tutela e valorizzazione del paesaggio”*). *Modifica della legge regionale 24 Marzo 2000, n. 20 (disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio) e norme transitorie in Merito alla legge regionale 30 ottobre 2008, n. 19 (norme per la riduzione del rischio sismico).*

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

Legge regionale 23 febbraio 2007, n. 5 e ss.mm.ii “Riforma dell’urbanistica e disciplina dell’attività edilizia e del paesaggio” . Non affronta specificamente le tematiche del verde urbano o degli alberi monumentali, mostrando quali sono gli strumenti pianificatori ai vari livelli (Piano Territoriale Regionale, Piano Strategico Comunale, Piano Operativo Comunale).

REGIONE LAZIO

Legge Regionale 22 dicembre 1999, n. 38 e ss.mm.ii “Norme sul governo del territorio” . Definizione dei livelli di pianificazione (Piano Territoriale Regionale Generale, Piano Territoriale Provinciale Generale, Piano Urbanistico Comunale Generale, e Piano Urbanistico Operativo Comunale).

REGIONE LIGURIA

Legge Regionale 4 settembre 1997, n. 368 e ss.mm.ii “Legge urbanistica regionale” **art. 20** – Struttura del piano (Territoriale Provinciale) comma 1 lettera e) individua le preminenti caratteristiche dimensionali e tipologiche, nonché i principali livelli di prestazione funzionale da attribuire alla struttura insediativa in generale e alle strutture urbane ad alta densità abitativa in particolare, con riferimento ad ambiti territoriali omogenei di livello sovracomunale stabilendo in tale contesto l’organizzazione complessiva.

REGIONE LOMBARDIA

Legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 e ss.mm.ii “Legge per il governo del territorio”, così come modificata dalla l.r. 12/2010.

REGIONE MARCHE

Legge Regionale 27 luglio 1998, n. 26 “*Interventi regionali per l’istituzione dei parchi urbani*” (Bollettino Ufficiale della regione Marche n. 66 del 4 agosto 1998).

Legge regionale 18 marzo 2014, n. 3 concernente: Modifiche alla legge regionale 23 febbraio 2005, n. 6 “Legge forestale regionale”.

REGIONE MOLISE

Legge Regionale 18 gennaio 2000, n. 6 e ss.mm.ii “Legge forestale della Regione Molise” (Modificato art. 4 dalla legge n. 19/2011 art. 1 Modificato art. 16 dalla legge n. 19/2011 art. 2 . Modificato art. aggiunti articoli 16-bis 16-ter 16-quater e 16-quinquies dalla legge n. 19/2011 art. 3. Modificato art. 4 dalla legge n. 2/2012 art. 24 Modificato art. 18 dalla legge n. 2/2014 art. 1).

REGIONE PIEMONTE

Legge Regionale 5 dicembre 1977, n. 56 e ss.mm.ii “Tutela ed uso del territorio”.

REGIONE PUGLIA

Legge Regionale 27 luglio 2001, n. 20 “Norme generali di governo e uso del territorio”. Introduce il Documento regionale di assetto generale (DRAG) in coerenza con i programmi, gli obiettivi e le suscettività socio-economiche del territorio.

REGIONE SARDEGNA

Legge regionale 22 dicembre 1989 n. 45 e ss.mm.ii “Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale”.

REGIONE SICILIA

Legge Regionale 27 dicembre 1978 n. 71 e ss.mm.ii “Norme integrative e modificative della legislazione vigente nel territorio della regione siciliana in materia urbanistica”.

REGIONE TOSCANA

Legge Regionale 13 agosto 1998 n. 60 *“Tutela e valorizzazione degli alberi monumentali e modifica dell’ art. 3 della legge regionale 11 aprile 1995, n. 49 .”*
Legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 e ss.mm.ii “Norme per il governo del territorio”

REGIONE UMBRIA

Legge Regionale 22 febbraio 2005 n. 11 e ss.mm.ii “Norme in materia di governo del territorio: Pianificazione urbanistica comunale”. Il verde è considerato come un servizio pubblico. **Legge Regionale 19 novembre 2001 n. 28 e ss.mm.ii** “Testo unico regionale per le foreste”.

REGIONE VALLE D'AOSTA

Legge Regionale 6 Aprile 1998, N. 11 “Normativa Urbanistica e di Pianificazione Territoriale Della Valle d’Aosta”.

REGIONE VENETO

Legge Regionale 23 aprile 2004, n. 11 “Norme per il governo del territorio”.

Il **Comitato per lo sviluppo del verde pubblico**, nella sua relazione annuale 2015, al capitolo 5, descrive una Prima impostazione di linee guida di carattere tecnico-progettuale per gli Enti Locali in cui, alla voce **“Il progetto del verde”** afferma che *il progetto del verde deve essere redatto da professionisti abilitati e deve contenere almeno i seguenti elementi:*

- *Scelta della specie*
- *Scelta degli alberi in vivaio*
- *Caratteristiche delle piante all'impianto*
- *Epoca e modalità d'impianto*
- *Distanze d'impianto*
- *Distanze e modalità d'impianto per i nuovi impianti e sostituzioni*
- *Verde pensile*
- *Il verde per parcheggi*
- *Viali alberati*
- *Allestimento di parchi e aree gioco*
- *Impianto di irrigazione*

- *Identità paesaggistica*

Il Comitato sottolinea (a pagina 113 della Relazione annuale) che: *“ il Piano del verde è uno strumento di pianificazione di settore, volontario ma integrativo della pianificazione urbanistica locale, contenente una visione strategica sullo sviluppo del sistema del verde urbano e peri-urbano di un Comune. Al 2013 il Piano del Verde risulta essere uno strumento relativamente “giovane” (la maggior parte è stata approvata nei primi anni del 2000), ma è anche –forse per questo – **ancora fondamentalmente assente dalla prassi pianificatoria dei maggiori Comuni italiani**, anche se in continua crescita: sono infatti solo 6 i Comuni che lo hanno definitivamente approvato tra gli strumenti di governo del proprio patrimonio naturale (Savona, Reggio Emilia, Bologna, Ravenna, Forlì e Taranto). Si concentrano nel Nord i Comuni che si sono dotati di un Piano del verde, lasciando ipotizzare una maggiore sensibilità da parte delle amministrazioni comunali di questa area geografica del Paese verso il proprio sistema verde e, al tempo stesso, una maggiore difficoltà da parte dei Comuni del Sud e delle Isole a definire una visione di medio-lungo periodo del proprio patrimonio verde.”*

Viene inoltre affermato che il monitoraggio aerobiologico è un'attività di estrema importanza per una corretta progettazione, manutenzione, gestione del verde urbano.

METODOLOGIA GENERALE PER LA SCELTA DELLE SPECIE ARBOREE DA PIANTUMARE.

Riteniamo che possa sempre essere utile, come strumento di valutazione, nella fase di progettazione di spazi per il verde pubblico, l'utilizzo dei seguenti elenchi sistematici di piante ed erbe allergeniche. Questo elenco era già stato proposto e pubblicato nel 2006, sul trattato "Aerobiologia e Allergeni stagionali" . Alla luce dell'aumentata attenzione, negli ultimi anni, dagli organi decisori nazionali (ci riferiamo all'istituzione di un Comitato ministeriale per lo sviluppo del verde pubblico), riteniamo che siano maturati i tempi per una progettazione dell'allestimento del verde pubblico che tenga conto non solo di aspetti decorativi e urbanistici, ma degli aspetti potenzialmente allergenici delle piante che sceglieremo di immettere in questi spazi destinati alla pubblica utilità, utilizzando la competenza e l'esperienza degli specialisti allergologi che lavorano sul medesimo territorio. Purtroppo, fino a oggi, nonostante le numerose pubblicazioni scientifiche sull'argomento, pubblicate in Italia su questo tema, col fine pratico di facilitare una più accurata programmazione degli Enti pubblici sull'allestimento di verde pubblico non hanno ricevuto eccessiva attenzione, forse per la loro scarsa diffusione alle autorità decisorie di competenza e forse per la complessa e non sempre agevole applicazione di alcuni di questi consigli. Mi riferisco ai testi di Feliziani (1986), Corsico, D'Amato e Frenguelli (1999), a quelli di Lorenzoni, Chiesura e Marcer (2000), Frenguelli e Passaleva (2003), Frenguelli, Romizi e Montagna (2010), Ortolani e Collaboratori (2015).

La difficoltà della materia è evidente, giacché la potenzialità di una sensibilizzazione a una specie vegetale è sempre presente e varia secondo la posizione geografica e dei cambiamenti climatici e ambientali che possono, anche nel giro di pochi anni, determinare un aumento di sensibilizzazioni da parte di specie prima considerate a rischio non evidente. Per questi motivi pensiamo che nessuna specie possa ritenersi, in assoluto, sopra di ogni sospetto e che questa materia debba essere costantemente monitorata dagli specialisti del settore. Quello che conta non è solo la potenziale allergenicità, ma la durata e l'intensità dell'esposizione, accanto alle caratteristiche biologiche del soggetto esposto. Ci riferiamo, per esempio all'*Aesculus hippocastanum* e all'*Ailanthus*, da taluni studiosi ritenuti inizialmente specie senza rischio e che invece, poi, in realtà, hanno anch'esse causato casi di sensibilizzazioni. Per portare un altro esempio paradigmatico, si può citare la non infrequente possibilità che alcune specie entomofile (che in teoria dovrebbero essere meno allergizzanti) come le *Tiliaceae* o le *Fabaceae*, poste in prossimità di panchine nei parchi, possano causare pollinosi da vicinanza nei soggetti atopici che ivi sostano. Per questo è importante il controllo costante del territorio, con la consulenza sia degli allergologi sia dei botanici. A tale scopo proponiamo questa classificazione delle specie arboree ed erbacee elencate in base al grado di allergenicità, suddiviso in Pollinosi Maggiori e Pollinosi Maggiori segnalando per

ognuna specie l'allergenicità elevata, moderata e minima, con dati aggiornati in base alla Letteratura più recente.

CRITERI METODOLOGICI

- 1) Il primo criterio da seguire sarà, pertanto, un criterio di **esclusione**. A questo scopo ci sembra che la classificazione da noi proposta possa essere la più pratica per un utilizzo della stessa da parte di chi voglia programmare l'allestimento del verde urbano, al fine di limitare (in quanto, come dicevamo prima, escludere del tutto la possibilità di sensibilizzazioni polliniche nei soggetti atopici ci sembra utopistico) il più possibile il rischio di sensibilizzazioni nei soggetti atopici, i quali vengano a trovarsi in condizione di esposizione ai pollini delle piante previste per l'arredo urbano di parchi e giardini pubblici. Ovviamente saranno da evitare prioritariamente le specie catalogate tra le "Pollinosi maggiori" e considerate a elevato rischio e selezionare invece, in maniera inversamente diretta al loro grado potenziale di allergenicità, quelle appartenenti alle "Pollinosi minori", elencate a parte.
- 2) Un secondo criterio dovrà poi essere quello della durata della fioritura, andando ad escludere le specie a fioritura più prolungata. Le relative durate di fioritura sono indicate in ogni tabella.
- 3) Un terzo criterio utile sarà costituito dall'adottare, nella scelta delle specie da piantumare, una certa biodiversità, evitando di concentrare troppe piante della stessa famiglia o specie, al fine da ridurre l'intensità dell'esposizione a una singola specie pollinica che potrebbe indubbiamente favorire sia la sensibilizzazione sia la stimolazione all'insorgenza di sintomi.
- 4) Un quarto criterio utile sarà quello, con la collaborazione dei botanici, di favorire la piantumazione di specie dioiche, in cui la produzione di fiori maschili e femminili avviene su piante diverse.
- 5) Un quinto criterio generale, di cui abbiamo già accennato, consisterà nella scelta non solo di piante anemofile ma di piante entomofile, per le quali la dispersione del polline è limitata a pochi metri dalla sorgente, ma per le quali, come dicevamo sopra, occorrerà individuare aree non di sosta e preferibilmente sullo sfondo del giardino.

ELENCHI DELLE SPECIE ARBOREE ED ERBACEE SECONDO IL GRADO DI ALLERGENICITA'.

TABELLA DELLE POLLINOSI "MAGGIORI" IN ITALIA

POLLINE	NORD % prevalenza	CENTRO % prevalenza	SUD, ISOLE,LIGURIA % prevalenza	PERIODO DI FIORITURA
BETULLA	33	13	5	Febbraio-maggio
ONTANO	36	8	7	Febbraio-aprile
CARPINO	34	26	4	Aprile-maggio
NOCCIOLO	34	16	4	Gennaio-marzo
GRAMINACEAE	75	60	40	Aprile-settembre
PARIETARIA	30	40	60	Marzo-giugno Settembre-ottobre
OLEA	5	10	25	Marzo (Frassino) Aprile- giugno (Ligustro) Maggio- giugno (Olivo)
FAGACEAE	7	15	5	Aprile-maggio
CUPRESSACEAE	9	28	20	Gennaio-aprile
ARTEMISIA	25	15	10	Agosto-settembre
AMBROSIA	30	7	2	Agosto-settembre
CHENOPODIACEAE	1	2	14	Giugno-settembre
PLANTAGO	4	4	9	Aprile-settembre

CLASSIFICAZIONE POLLINOSI MINORI – PIANTE ARBOREE

FAMIGLIA	SPECIE oppure GENERE	NOME COMUNE	ALLER- GENICITA'	PERIODO DI FIORITURA
ACERACEAE	<i>Acer negundo</i>	Acero americano	Minima	Aprile- Giugno
	<i>Acer platanoides</i>	Acero riccio	Minima	Aprile - Maggio
ARECACEAE o PALMACEAE	<i>Chamaerops humilis</i>	Palma di S. Pietro	Minima	Maggio-Giugno
	<i>Phoenix dactilifera</i>	Palma da datteri	Minima	Luglio-Ottobre
	<i>Washintonia philifera</i>	Palma Washingtonia	Minima	Aprile-Maggio
BIGNONACEAE	<i>Bignonia spp</i>	Bignonia	Minima	Maggio-Settembre
	<i>Catalpa spp</i>	Albero dei sigari	Minima	Giugno-Luglio
CASUARINACEAE	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Minima	Aprile-Giugno
GARRYACEAE	<i>Garrya elliptica</i>	Garrya	Minima	Febbraio-Aprile
HAMAMELIDACEAE	<i>Liquidambar orientalis</i>	Liquidambar	Minima	Maggio-Giugno
JUNGLANDACEAE	<i>Carya alba</i>	Carya	Minima	Marzo-Maggio
	<i>Juglans regia</i>	Noce comune	Minima	Aprile-Maggio
LEGUMINOSAE o FABACEAE	<i>Albizia spp</i>	Albizia	Minima	Giugno-Settembre
	<i>Prosopis spp</i>	Prosopis	Minima	Maggio-Luglio
	<i>Acacia spp</i>	Mimosa	Minima	Febbraio-Marzo
	<i>Cercis spp</i>	Albero di Giuda	Minima	Marzo-Aprile
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinia	Minima	Maggio
MORACEAE	<i>Morus alba</i>	Gelso bianco	Moderata	Aprile-Maggio
	<i>Maclura pomifera</i>	Maclura	Moderata	Maggio-Giugno
	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	Moderata	Maggio-Giugno
MIRYACEAE	<i>Myrica cerifera</i>	Palma della cera	Minima	Febbraio-Aprile

MYRTACEAE	<i>Myrtus spp</i>	Mirto	Moderata	Marzo-Giugno
	<i>Melaleuca spp</i>	Melaleuca	Moderata	Giugno-Luglio
	<i>Comptonia spp</i>	Comptonia	Moderata	Marzo-Aprile
	<i>Eucalyptus spp</i>	Eucalipto	Moderata	Maggio-Luglio
PINACEAE	<i>Pinus pinea</i>	Pino	Minima	Maggio-Giugno
PLATANACEAE	<i>Platanus spp</i>	Platano	Moderata	Aprile-Maggio
SALICACEAE	<i>Salix spp</i>	Salice	Moderata	Marzo-Aprile
	<i>Populus spp</i>	Pioppo		
SAPINDACEAE	<i>Aesculus hippocastanum</i>	Ippocastano	Moderata	Aprile-Maggio
SIMABURACEAE	<i>Alianthus spp</i>	Alianto	Minima	Maggio-Giugno
TAMARICACEAE	<i>Tamarix spp</i>	Tamerice	Minima	Maggio-Luglio
TILIACEAE	<i>Tilia spp</i>	Tiglio	Minima (da vicinato)	Giugno-Agosto
ULMACEAE	<i>Ulmus spp</i>	Olmo	Moderata	Marzo-Aprile

CLASSIFICAZIONE POLLINOSI MINORI – PIANTE ERBACEAE

FAMIGLIA	SPECIE oppure GENERE	NOME COMUNE	ALLER- GENICITA'	PERIODO DI FIORITURA
AMARANTACEAE	<i>Amaranthus spp</i>	Amaranto	Moderata	Giugno-Settembre
AMARYLLIDACEAE	<i>Alstroemeria spp</i>	Alstroemeria	Minima	Giugno-Settembre
	<i>Narcissus spp</i>	Narciso	Minima	Marzo-Maggio
ARACEAE	<i>Spathiphyllum spp</i>	Pianta cuchiaio	Minima	Maggio-Giugno
ARALIACEAE	<i>Hedera helix</i>	Edera	Minima	Agosto-Ottobre
BORRACINACEAE	<i>Echium spp</i>	Viperina azzurra	Minima	Maggio-Settembre
CANNABACEAE	<i>Cannabis sativa</i>	Canapa	Mimima	Giugno-Settembre
	<i>Humulus lupulus</i>	Luppolo	Minima	Giugno-Settembre
CAPRIFOLIACEAE	<i>Sambucus spp</i>	Sambuco	Minima	Maggio-Giugno
	<i>Viburnum spp</i>	Lentaggine	Minima	Luglio-Settembre
CAROFILLACEAE	<i>Dianthus caryophyllus</i>	Garofano	Minima	Maggio-Luglio
COMPOSITEAE	<i>Matricaria spp</i>	Camomilla	Minima	Maggio-Giugno
	<i>Solidago spp</i>	Verga d'oro	Minima	Luglio-Settembre
	<i>Cynara scolymus</i>	Carciofo	Minima	Maggio-Luglio
CRUCIFEREAE	<i>Diplotaxis eruroides</i>	Ruchetta violacea	Minima	Dicembre-Giugno
CYPERACEAE JUNCACEAE	<i>Cyperus spp</i>	Papiro	Minima	Luglio-Settembre
TYPHACEAE	<i>Juncus spp</i>	Giunco	Minima	Aprile-Luglio
	<i>Thypha spp</i>	Tifa	Minima	Agosto-Settembre

EUPHORBIACEAE	<i>Hevea brasiliensis</i>	Albero gomma	Moderata	Marzo-Giugno
	<i>Ricinus communis</i>	Ricino	Moderata	Maggio-Luglio
	<i>Mercurialis annua</i>	Mercurella	Moderata	Gennaio-Dicembre
FABACEAE o LEGUMINOSEAE	<i>Medicago sativa</i>	Erba medica	Minima	Maggio-Luglio
	<i>Spartium juncheum</i>	Ginestra	Minima	Maggio-Settembre
	<i>Trifolium pratense</i>	Trifoglio	Minima	Maggio-Settembre
LILACEAE	<i>Lilium spp</i>	Giglio	Minima	Maggio-Giugno
	<i>Tulipa spp</i>	Tulipano	Minima	Aprile-Maggio
	<i>Hyacinthus spp</i>	Giacinto	Minima	Luglio-Agosto
MAGNOLIACEAE	<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolia	Minima	Giugno-Luglio
PAPAVERACEAE	<i>Papaver spp</i>	Papavero	Minima	Marzo-Giugno
POLYGONACEAE	<i>Rumex spp</i>	Romice	Moderata	Aprile-Settembre
PRIMULACEAE	<i>Cyclamen spp</i>	Ciclamino	Minima	Febbraio-Marzo
	<i>Primula spp</i>	Primula	Minima	Gennaio-Giugno
PTERIDOFITE	<i>Nephrodium filix</i>	Felce	Minima	Febbraio-Aprile
	<i>Polipodium vulgaris</i>	Polipodio	Minima	Aprile-Giugno
RANUNCOLACEAE	<i>Ranunculus ficaria</i>	Ranuncolo	Minima	Maggio-Luglio
	<i>Thalictrum spp</i>	Pigamo comune	Sospetta	Maggio-Luglio
ROSACEAE	<i>Rosa spp</i>	Rosa	Minima	Giugno-Settembre
	<i>Crataegus spp</i>	Biancospino	Minima	Aprile-Maggio
TROPAEOLACEAE	<i>Tropaeolum spp</i>	Tropeolo	Minima	Giugno-Luglio
URTICACEAE	<i>Urtica dioica</i>	Ortica	Moderata	Marzo-Ottobre
UMBRELLIFEREAE	<i>Pimpinella anisum</i>	Anice verde	Minima	Luglio-Agosto

BIBLIOGRAFIA:

- 1) Feliziani V., "Pollinosi di interesse allergologico" ed. Masson, Italia, Milano 1986
- 2) Corsico, G. D'Amato, G. Frenguelli. "Le piante come fonte di Allergia" "Testo Atlante. Supplemento al n.1-Gennaio 1999 di "Aria, Ambiente e Salute" Grafiche Moretti-Segrate- Milano Febbraio 1999.
- 3) F. Lorenzoni – Chiesura, M. Giorato e G. Marcer Allergy to pollen of urban cultivated plants *Aerobiologia* 16: 313 – 316, 2000
- 4) Ariano R Pollinosi "maggiori" e "minori" in Ariano R, Bonifazi F *Aerobiologia e allergeni stagionali*, Cap 8 Ed. ECIG, 2006.
- 5) G.Frenguelli, A Passaleva La scelta delle piante destinate al verde ornamentale *Giorn It Allergol Immunol Clin* 2003; 13:177-19115.
- 6) M.Manfredi, G.Moscato, P.Luzzi, S. Variale Guida alle specie allergeniche degli orti botanici italiani: il giardino dei semplici l'orto botanico di Firenze Editors:2008
- 7) Frenguelli G., Romizi R., Montagna M.P. Verde pubblico e prevenzione pollinosi: quali specie consigliabili? *It J Allergy Clin Immunol* 2010; 20: 117 – 145

ANALISI DELLE PIU' IMPORTANTI SPECIE VEGETALI IN ITALIA SECONDO IL LORO GRADO DI ALLERGENICITA'

La presenza dei diversi pollini allergenici è influenzata dal clima e dalla vegetazione del territorio in cui il paziente allergico soggiorna. A questo proposito la situazione in Italia è alquanto complessa, perché caratterizzata da un'estrema varietà di scenari geografici. Difatti, accanto alla presenza di alberi sempreverdi, arbusti ed erbe perenni rizomatose, tipiche dell'area del Mediterraneo e che possono resistere a stagioni estive assai calde ed alla siccità, sono anche presenti, soprattutto al Nord, specie non termofile, tipiche piuttosto del centro Europa (come Betulla e Corylaceae). Per questi motivi esistono differenze significative tra le aree del Nord, del Centro, e del Sud ed Isole. Una particolarità è poi rappresentata dal territorio della Liguria che, pur trovandosi geograficamente al Nord, grazie alla protezione offerta dagli Appennini e dalle Alpi e all'esposizione a sud del mare gode di un clima, e conseguentemente di una vegetazione, molto più simile a quello del meridione d'Italia (1,2). Per questo, nelle valutazioni relative ai calendari pollinici ed alle previsioni sporo-palinologiche è assimilata al Sud ed alle Isole.

Negli ultimi decenni si è verificata in Italia una modificazione dell'assetto vegetazionale, per motivi legati a interventi di produzione agraria, di rimboschimento e di tipo ornamentale. Di conseguenza sono mutate anche le sensibilizzazioni da pollini. In particolare si sono accresciute le pollinosi da specie arboree come Betulla, Carpini, Nocciolo, Ontano, Cipressi (3, 4, 5) e nuove specie, di recente introduzione, si sono inserite prepotentemente nello scenario delle pollinosi, come ad esempio l'Ambrosia (4, 6).

Per facilitare la trattazione separeremo le piante arboree dalle erbacee, perché, a parte poche eccezioni, le prime fioriscono dal fine inverno alla primavera inoltrata e le seconde nei periodi più caldi, dalla primavera all'autunno. Inoltre tratteremo separatamente le piante ad elevata allergenicità, responsabili delle pollinosi maggiori, dalle piante a moderata o bassa allergenicità, responsabili delle cosiddette pollinosi "minori".

POLLINOSI MAGGIORI

I granuli pollinici che più frequentemente provocano pollinosi, in Italia, sono: Graminacee, Composite (Artemisia ed Ambrosia), Urticaceae (Parietaria), Betulla, Olea, Fagaceae, Cupressaceae (1-10).

PIANTE ARBOREE

Tra le specie arboree quelle tradizionalmente più importanti in Italia erano quelle delle Oleaceae e delle Betulaceae.

OLEACEAE: L' *Olea europea* è quello maggiormente responsabile di sensibilizzazioni soprattutto al Centro ed al Sud e Isole oltre che in Liguria. La prevalenza della pollinosi da Olea al Sud è intorno al 30-40% fra tutti i soggetti sensibilizzati ai pollini. Scarse sono le monosensibilizzazioni.

Tutti i pazienti presentano sintomi di rinite e/o congiuntivite. Le forme asmatiche sono particolarmente severe (11,12).

Il polline d'olivo è tricolporato, sublocato, isopolare, di diametro tra i 16 e i 20 millimicron, fioritura concentrata nell'arco di 40 giorni tra maggio e giugno, con andamento "esplosivo".

Le concentrazioni polliniche possono raggiungere livelli assai elevati (anche 2000 granuli per metro cubo). Il fenomeno dell'alternanza della produzione (caratterizzato dall'alternarsi di stagioni a bassa produzione pollinica con altre ad alta produzione) condiziona la gravità delle manifestazioni cliniche, anno per anno, e costituisce un primo criterio (anche se approssimativo) per prevedere l'andamento della stagione futura. Esiste una cross reattività con *Ligustrum vulgare*, arbusto presente in siepi e boschi, a fioritura in aprile maggio, e con il *Fraxinus excelsior*, albero molto diffuso in Italia al Nord con fioritura in aprile (8).

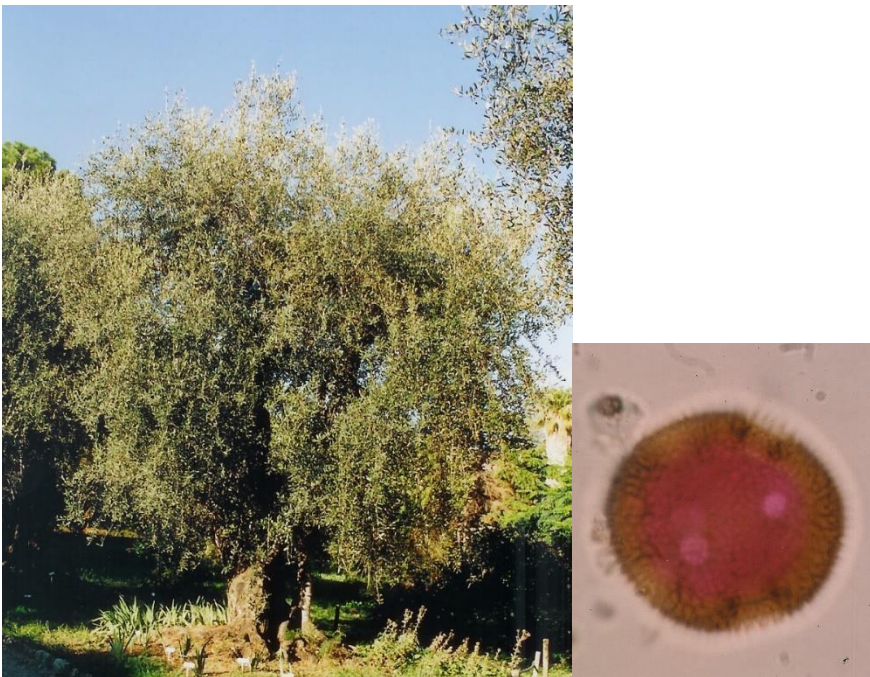


Fig. 1 - Olea europea con granulo pollinico.

Le **BETULACEAE:** negli ultimi anni si è segnalato in Italia un notevole incremento delle pollinosi da queste piante, in quanto queste specie arboree sono sempre più piantate per scopo industriale (cellulosa) anche a scopo ornamentale, nel settentrione (1, 2, 4). Comprende circa 150 specie d'alberi e arbusti diffusi nelle regioni temperate e boreali, soprattutto nell'emisfero nord. Comprende le sottofamiglie Betuloideae e Coryloideae, secondo alcuni da considerare come famiglie distinte.

Specie: betulle (gen. *Betula*); ontani (*Alnus*), in grado di crescere su terreni perennemente saturi d'acqua; nocciolo (*Corylus*), con varietà coltivate per il frutto; carpini (gen. *Carpinus* e gen. *Ostrya*), con legname molto duro e resistente. Polline isopolare, oblato e sublocato con 4-5 pori sporgenti in posizione equatoriale. Presenta, sotto i pori, degli onci che sono un carattere di riconoscimento. Gli allergeni della

Betulle sono molto aggressive. La sua fioritura è limitata a tre settimane (in marzo) ma con elevata intensità. Esiste un'ampia cross reattività tra tutte le specie che vi appartengono ed anche una cross reattività con gli allergeni d'alcuni generi vegetali commestibili.



Fig. 2 - *Betula alba* : pianta e polline.

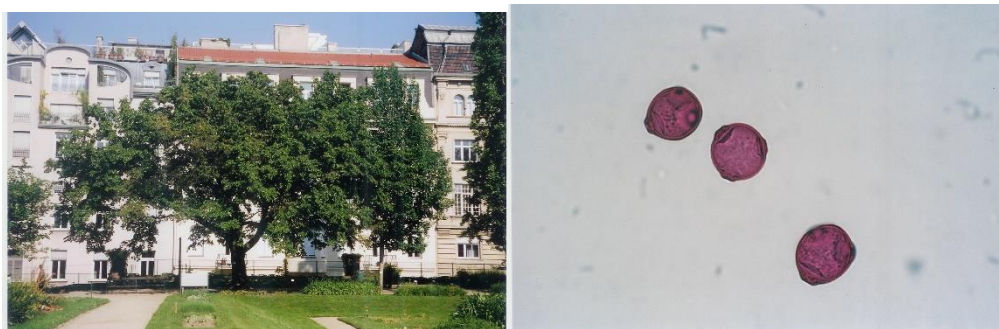


Fig. 3 - *Ostrya*: pianta e polline

Le **FAGACEAE**: generi *Castanea*, *Quercus*, *Fagus* e *Nothofagus*. Comprende alcuni tra i principali alberi dei nostri boschi. *Fagus sylvatica*, *Castanea sativa*, *Quercus ilex*, *Quercus cerris*.

Il Faggio (*Fagus sylvatica*) è una tipica latifoglia di montagna, alta fino a 30-40 metri, di tronco dritto e cilindrico, con una chioma prima conica, poi ampia e densa, più o meno tondeggiante. Cresce nella zona superiore a quella delle querce e del castagno, vale a dire tra i 900 e i 1600 metri.

Il polline è un granulo isopolare, tricolpato e in visione polare ha profilo subtriangolare con solchi longitudinali. L'esina è con superficie verrucata e spessa, l'intina è di spessore medio. Le dimensioni sono medie-piccole intorno a 25-27 micron.

I pollini di *Fagus* e *Quercus* compaiono solitamente fin dalla prima settimana d'aprile ed hanno un andamento crescente per tutto il mese. Il Castagno comincia invece a comparire fin dalla prima decade di

giugno sino a metà luglio. Queste specie determinano forme allergiche soprattutto in Italia centrale, con una prevalenza del 15%, ma sono presenti anche nel resto del territorio (2, 11).

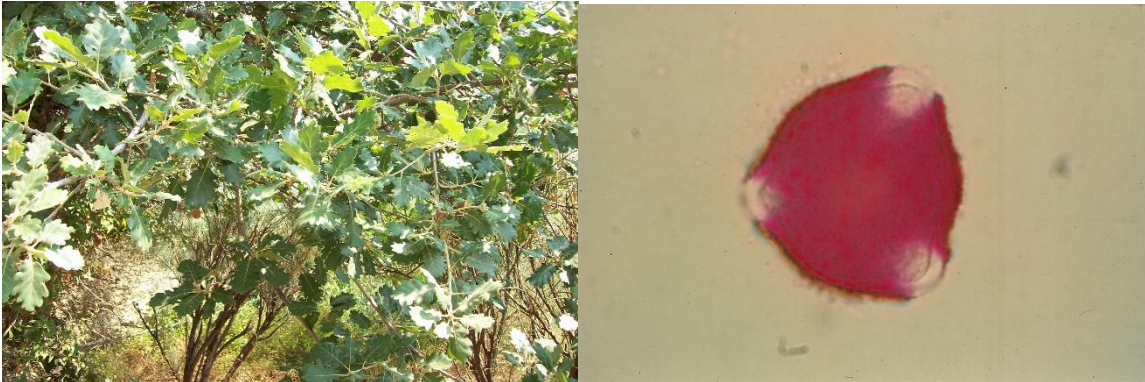


Fig. 4 - Quercus ilex : foto della pianta e del polline

I pollini delle **CUPRESSACEAE** hanno acquisito notevole importanza allergologica, negli ultimi vent'anni, con numerosi studi di autori italiani sia riguardo all'epidemiologia che l'immunoterapia specifica (4, 5, 13-18). Anche questo è dovuto ad una politica di rimboschimento intensivo ed a motivi ornamentali per parchi e giardini. Non si deve dimenticare che questi alberi crescono abbastanza in fretta e costituiscono un utile mezzo per riparare dal vento, nelle regioni costiere sia le colture sia gli abitanti di villette isolate.



Fig. 5 - Presenze di Cipressi in Liguria: Mortola.

I generi rappresentati sono il *Cupressus sempervirens*, *Cupressus arizonica*, *Juniperus oxicedrus*, *Thuja occidentalis* e *Thuja orientalis*. Esiste anche una cross reattività con una famiglia delle Taxodiaceae (*Cryptomeria japonica*), genere diverso ma correlato allergologicamente. Questa è responsabile di un elevato numero di pollinosi in Giappone. Il periodo di fioritura è piuttosto esteso e va da ottobre ad aprile ed è causato dalla diversa fioritura delle varie specie che, come le Graminacee presentano un'ampia cross-reattività. Il granulo pollinico è sferico, apolare di dimensioni tra i 20 e i 25 millimicron, apparentemente con uno pseudoporo circolare. I granuli hanno la tendenza a rompersi lungo questo taglio circolare

aprendosi completamente “a bocca spalancata” e lasciando fuoriuscire così gli allergeni. Sulla superficie presentano numerosi corpuscoli d’amido gli orbicoli o “corpi di Ubish” (delle dimensioni di 0,6 millimicron) derivati del tapetum, che hanno in primis una funzione nutritiva ed in seguito fungono come da microsferi di scorrimento, per permettere la fuoriuscita del granulo dall’antera. Il numero di granuli emesso durante la stagione è notevole (anche 2000-3000 granuli per metro cubo). E’ stata ipotizzata una loro funzione allergenica, peraltro mai dimostrata. I sintomi della pollinosi da Cupressaceae sono rappresentati soprattutto da congiuntiviti isolate, nel periodo febbraio–marzo, ma possono comparire anche riniti, asma e dermatiti (5).

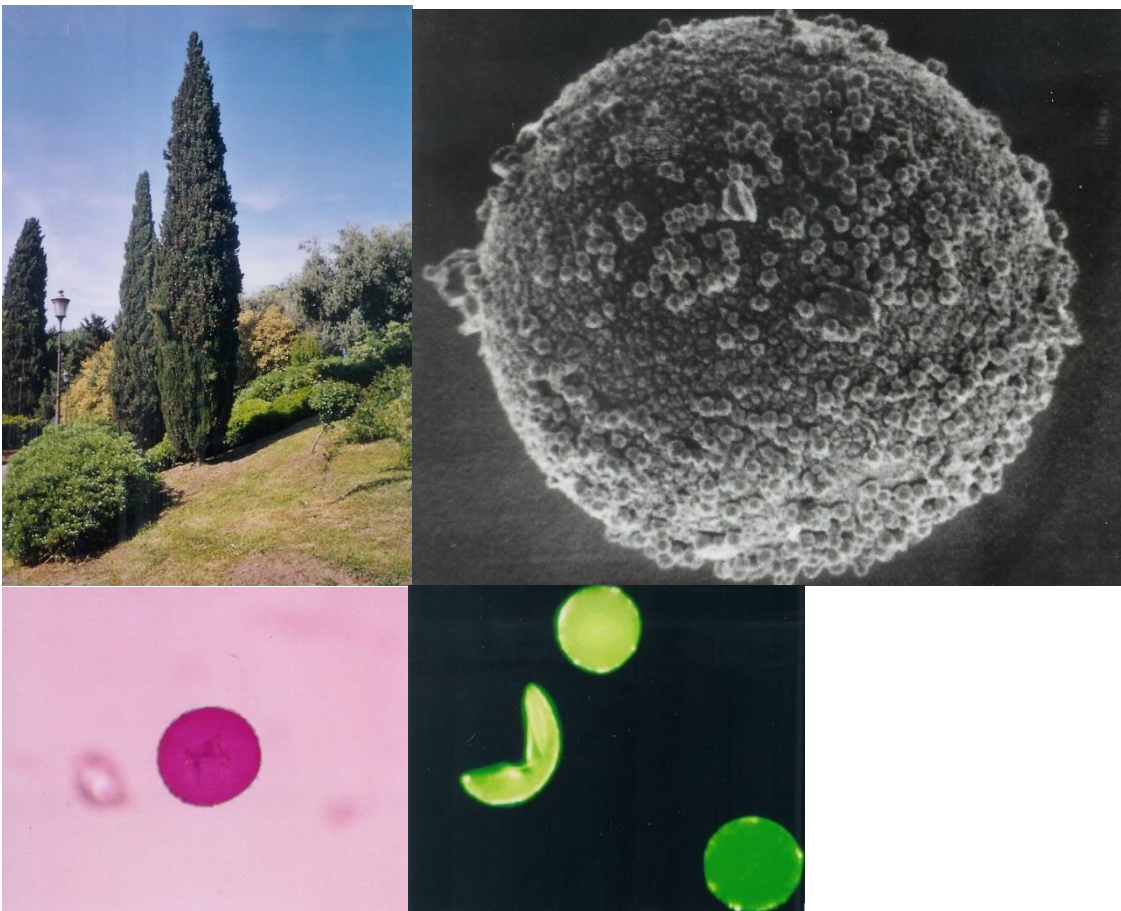


Fig. 6 -Pianta di *Cupressus sempervirens*. A fianco microfotografie dei pollini al microscopio elettronico, al microscopio ottico (con colorazione con fucsina ed infine al microscopio a fluorescenza).

A differenza di altri pollini (come Betulla, Composite, Graminacee) i cui allergeni presentano reattività crociata con alimenti vegetali botanicamente non correlati, e questo a causa di strutture simili dotate di siti di legame omologhi presenti nei pollini e in alcuni vegetali, il polline di Cipresso non presenta mai questo fenomeno. Questa affermazione si basa su di uno studio (Ariano e Panzani, in press) nel quale abbiamo verificato su di un numero cospicuo di pollinosi alle cupressacee, in vivo ed in vitro, la reattività crociata dell’estratto di *Cupressus sempervirens* con diversi alimenti vegetali senza verificare, in nessun caso, cross reattività.

Inoltre l'attività allergenica del polline di cipresso si può prolungare per anni, dopo la liberazione dalla pianta di origine. Anche questo è stato dimostrato dal nostro gruppo (Ariano e Panzani, in press) con uno studio in cui abbiamo evidenziato che un polline di cipresso "vecchio" di sei anni, pur perdendo caratteristiche di vitalità e di capacità germinativa manteneva quasi inalterata, nel tempo, la propria potenza allergenica, rispetto ad un estratto "fresco". Questo è stato dimostrato, sia in vivo, con prick tests, che in vitro con esperimenti di RAST inibizione.

PIANTE ERBACEE

GRAMINACEE : ancora oggi la principale causa di pollinosi in Italia, ma soprattutto al Nord, dove raggiungono circa il 75% di prevalenza, meno al Centro (60 % di prevalenza) e ancor meno al Sud ed Isole (40% di prevalenza) (12). Le Graminacee sono rappresentate in Italia da almeno centoventi specie, tra cui diversi generi di cereali, i cui granuli pollinici sono morfologicamente indistinguibili e cross-reagiscono tra loro. I granuli sono abbastanza grandi (25-60 millimicron), ovoidali e monoporati e la loro fioritura va da aprile a settembre. Si distinguono specie coltivate (tipo *Zea mays* ovvero granturco) e specie spontanee o infestanti. Esiste un'ampia cross reattività tra le diverse specie. La pollinazione più abbondante si verifica nei giorni estivi più caldi (19).



Fig. 7 -Piante di Graminacee e granulo pollinico.

URTICACEAE: La *Parietaria* (dai numerosi appellativi volgari come "erba muraiola" perché cresce sui muri oppure "erba vetriola" perché usata un tempo per pulire l'interno delle bottiglie) è tradizionalmente la pianta di maggior interesse allergologico nell'ambito di questa famiglia, nell'area mediterranea (20, 21). Si dispongono varie specie: *P. officinalis*, diffusa soprattutto al Nord; *P. judaica* diffusa in tutta la penisola ma soprattutto al Sud, Isole e Liguria; *P. cretica* presente solo in Sicilia ed in Puglia; *P. mauritanica*: presente solo in Sicilia; *P. lusitanica*: presente lungo le coste tirreniche. Esiste cross reattività tra le diverse specie di cui le più importanti a livello allergologico sono le prime due. La *Parietaria* non cresce sopra i 1000 metri di altitudine. Il granulo pollinico di *Parietaria* è isopolare, sferoidale e presenta 3-4 pori in posizione equatoriale; ha dimensioni di 12-15 millimicron di diametro ed induce soprattutto manifestazioni asmatiche, anche severe. Un tempo si pensava che le crisi asmatiche dipendessero dal fatto che il polline così piccolo potesse penetrare più facilmente nelle vie aeree più profonde, al di sotto della glottide. Oggi si sa che il polline raramente riesce a varcare queste "colonne d'Ercole" ma che è la rapida liberazione dei suoi potenti allergeni tramite i pori a produrre le crisi asmatiche.

La sua fioritura è pressoché perenne nell'Italia meridionale e nelle Isole, con massima intensità a maggio e giugno. Negli ultimi anni i campionamenti aerobiologici hanno messo in rilievo un incremento dei pollini di

Parietaria anche al Nord, con conseguente aumento anche dei casi di pollinosi. Caratteristiche della pollinosi da Parietaria, rispetto alle altre, sono quelle di fornire assai più frequentemente crisi asmatiche, di avere un periodo di manifestazioni cliniche assai elevato, tanto da considerarla quasi una pollinosi perenne, almeno al Sud, infine di avere più facilmente casi di monosensibilizzazione. Quest'ultima caratteristica tuttavia pare ridursi negli ultimi anni, anche a causa del maggiore incremento, nella popolazione degli allergici, dei casi di polisensibilizzazioni in generale. La Parietaria non presenta cross reattività con l'*Urtica dioica* (22) malgrado possa invece presentare cross reattività con altra specie della stessa famiglia (23).



Fig. 8- Pianta di Parietaria e granuli pollinici a diversi ingrandimenti.

Le **COMPOSITE** sono piante erbacee o con arbusto con fiori sessili riuniti in infiorescenza a capolino. Quelle di maggior interesse allergologico sono il genere *Artemisia*, *Heliantus*, *Solidago*, *Rarasaxum*, *Xantium*, più recentemente in Italia, l'*Ambrosia*. La monosensibilizzazione è rara. Presentano un polline isopolare, di dimensioni tra 120 e i 240 micrometri, con tre solchi ed un poro centrale. L'*Artemisia* è una pianta infestante lungo le strade e nei luoghi incolti. Presenta cross reattività verso le altre specie della stessa famiglia.



Fig. 9 - Artemisia vulgaris e suo polline.

Una specie coltivata a scopo ornamentale e che può dare notevoli sensibilizzazioni è il *Crysanthemum*. Sensibilizzazioni si sono anche riscontrate, nei floricoltori con il polline di *Helianthus annuus* (Girasole).



Fig. 10 - Helianthus annuus e suo polline

L'**Ambrosia** è una specie che ha raggiunto un notevole ruolo allergenico in Italia , solo negli ultimi anni. Il territorio più infestato è in Lombardia, si ritiene per la presenza dell'aeroporto internazionale della Malpensa, dove sarebbero giunti i semi, come inquinanti di sementi di cereali importati. L'incremento della pollinosi da Ambrosia, in Lombardia, ha raggiunto punte elevate con frequenti crisi asmatiche (6, 24, 25). Il genere *Artemisia* compare a metà luglio e si protrae sino a inizio settembre con concentrazioni polliniche non rilevanti, l'Ambrosia ha un periodo di pollinazione esteso da fine luglio sino ad ottobre inoltrato, con picchi elevati a fine Agosto ed inizio di settembre. Nel Gennaio 1997 la Regione Lombardia ha costituito (delibera N.24264) un Gruppo di Studio per la prevenzione delle allergopatie da Ambrosia. Successivi decreti regionali, dal 1999, hanno disposto, per i Comuni coinvolti in questo problema, il mappaggio delle aree interessate dall'infestazione, di predisporre relazioni annuali e, ai proprietari di aree interessate, di provvedere a sfalci nei periodi di giugno, luglio e agosto . Malgrado questi provvedimenti la situazione allergologica non è ancora migliorata, anzi pare che, negli ultimi anni, si verifichi un aumento della durata del periodo di pollinazione dell'*Ambrosia*, che persiste sino a fine Ottobre.



Fig. 11 - Ambrosia trifida e suo polline.

CHENOPODIACEAE ED AMARANTACEAE

Queste due famiglie sono molto affini dal punto di vista morfologico ed allergologico ed ad esse appartengono piante erbacee annuali o perenni.

Le **CHENOPODIACEAE**, un tempo inserite tra le “pollinosi minori”, sono ora salite al rango di “maggiori”, almeno al Sud (10, 11). Le Chenopodiaceae sono piante assai adatte a crescere in ambienti salati, lungo le spiagge e sui terreni secchi e salini. Appartengono alla famiglia la *Salsola kali*, il *Chenopodium album* (Farinaccio selvatico), la *Kokia scoparia*, il *Sarcobatus spp.*, l'*Atriplex halimus*, (porcellana di mare). Il *Chenopodium album* è un'erba molto comune in Italia e malgrado produca scarse quantità di granuli la concentrazione di molte piante nella stessa zona può provocare crisi allergiche (26).

Fa parte di questa famiglia anche lo spinacio (*Spinacia oleracea*) usato per uso commestibile. Queste piante sono tipiche delle zone costiere, soprattutto al Sud, con fioritura da giugno a settembre. Il granulo pollinico è apolare, sferoidale, periporato con numerosi pori (da 40 a 70) sparsi su tutta la superficie e con aspetto “a palla da golf”. Esiste un'ampia cross reattività all'interno della famiglia. In Sicilia è stata riferita un'elevata sensibilizzazione alla *Salsola kali* (27). Questa pianta, frequente sulle spiagge, produce quantità più abbondanti di granuli pollinici ed è considerata la specie allergologicamente più importante. Sono segnalate pollinosi in Iran (28), U.S.A. (29), Europa (27).

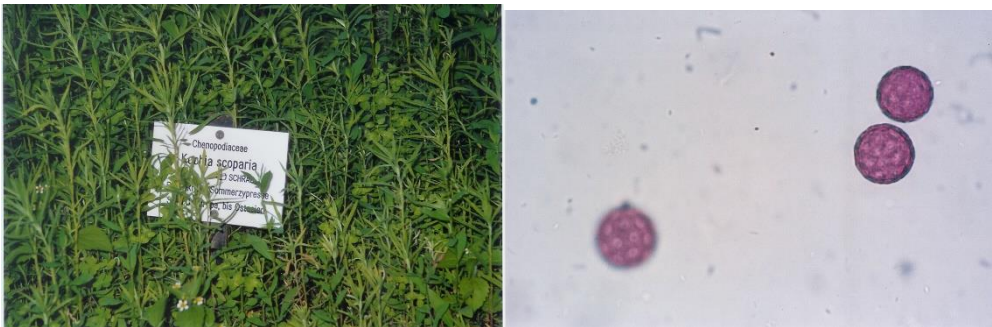


Fig. 12 –Chenopodiacee: pianta e suo polline.

La famiglia affine delle **AMARANTACEAE** (*Amaranthus palmeri*) è formata da specie erbacee ed arbustive spontanee, ma anche coltivate, che sono pure presenti sulle coste mediterranee e con lo stesso periodo di fioritura, ma che saranno inserite nelle pollinosi “minori”. I pollini delle due famiglie sono molto simili e spesso inconfondibili tra loro. Hanno forma sferoidale, apolari, periporati, con diametro di 20-30 millimicron. Esiste ampia cross reattività tra le due famiglie (30).

PLANTAGINACEAE : Famiglia costituita da erbacee annue o perenni, alte circa 10-30 cm, con foglie a rosetta. Impollinazione mista anemofila ed entomofila. Vi appartengono tre generi : *Plantago* (la più diffusa in Italia), *Bougueria* e *Littorella* (piante acquatiche). Nel genere *Plantago* si distinguono : *Plantago lanceolata* (ovvero piantaggine o lanciola), *Plantago psyllium*, *Plantago indica*. La Lanciola è una pianta perenne, infestante, alta da 10 a 40 cm, con foglie lanceolate a margine intero. Le infiorescenze compaiono da aprile ad ottobre, sono erette e formano una spiga marrone; le antere sono giallo pallido e molto sporgenti. La Lanciola si trova, in Italia, in tutte le regioni dove vegeta sulle coste marine, dune sabbiose,

campi e incolti da 0 a 800 m. I semi contengono sino al 30% di mucillagine (*Psyllium*) che gonfiandosi nell'intestino, agisce da lassativo. La fioritura inizia ad aprile fino a settembre. Presenta granuli pollinici sferoidali, periporati con 15 pori e diametro tra i 20 e i 25 millimicron. La sua prevalenza varia, in Italia, secondo le regioni dal 4% al 9%. E' tuttavia difficile stabilire quale sia il suo reale ruolo nella provocazione dei sintomi dei pollinosici perché raramente si riscontrano monosensibilizzazioni ed il periodo di fioritura si sovrappone a quello delle Graminaceae.

Può provocare crisi asmatiche (31, 32, 33). Nei soggetti sensibilizzati lo *psyllium* può provocare crisi d'asma a seguito d'ingestione (34).

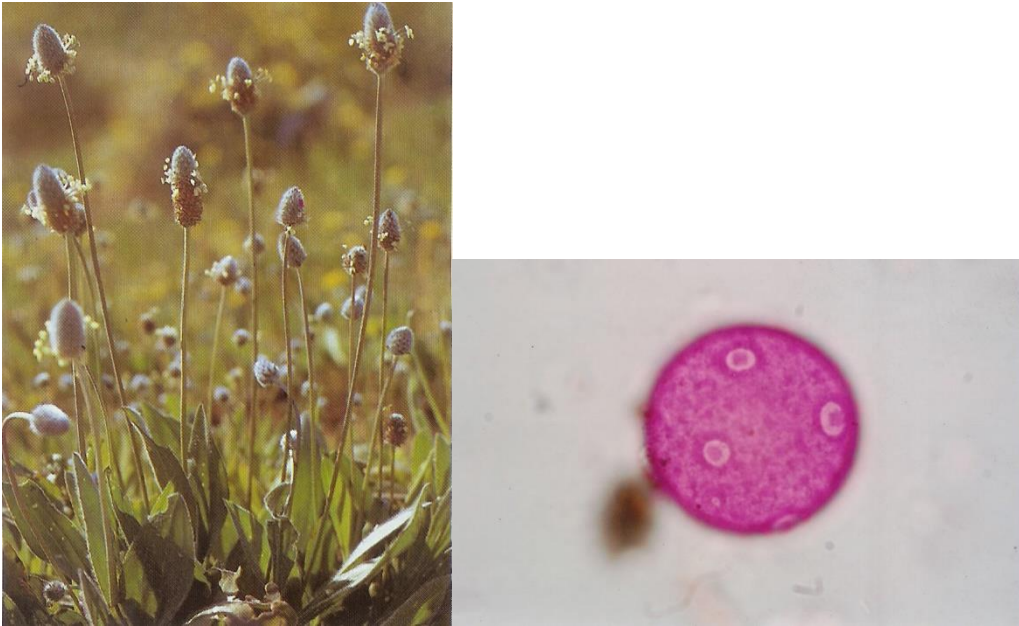


Fig. 13 - Plantago lanceolata e suo polline.

LE POLLINOSI “MINORI”

Le pollinosi “minori” sono forme di manifestazioni cliniche stagionali (rinite, congiuntivite, asma) causate da granuli pollinici di determinate famiglie di piante meno consuete sotto il profilo allergologico o perché a ridotta diffusione atmosferica o perché a basso potere allergenico. Se questa definizione, nata nel 1991 in un Congresso Italiano di Allergologia, tenutosi a Roma (35), ha riscosso in seguito un discreto consenso (25) ed ancora oggi è ancora valida, molto è cambiato da allora all’interno di questo capitolo dell’Allergologia. Difatti alcune forme che allora si definivano ancora “minori”, come quella da Cupressaceae, sono passate di categoria in quanto assunte al rango di pollinosi “maggiori” ed ogni anno altre nuove specie continuano ad aggiungersi a questo gruppo.

Negli ultimi anni sono inoltre aumentate le segnalazioni di nuove sensibilizzazioni, soprattutto legate a cause professionali. Per questo motivo ci sembra utile un aggiornamento di questo capitolo. Si differenzieranno le pollinosi “minori”, da quelle “maggiori” già trattate in precedenza, mantenendo il criterio già adottato in passato di considerare minori quelle pollinosi in cui la prevalenza documentata è inferiore al 3%.

Nell’ambito di queste potremo ancora distinguere pollini ad allergenicità moderata, minima e sospetta (vedi tabelle) sottolineando quelle la cui presenza è stata segnalata in Italia. Anche in questo caso separeremo la trattazione delle specie arboree da quella delle specie erbacee.

PIANTE ARBOREE

GYMNOSPERMAE: Gruppo di piante vascolari senza fiori. Il nome deriva dal greco *spermos* = seme e *gymnós* = nudo. Le gimnosperme sono piante legnose, di aspetto arbustivo o arboreo, raramente rampicante. Si distinguono dal grande gruppo delle angiosperme o piante con fiori, poiché i semi non sono racchiusi nel carpello, ma esposti fra le scaglie di strutture fiorifere chiamate coni o pigne.

PINACEAE O ABIETACEAE

Rappresentate da *Pinus pinea*, *Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, *Pinus abies*. Malgrado queste piante diffondano numerosissimi granuli pollinici producono sensibilizzazioni allergiche solo nel 1,5- 3 % dei casi secondo studi di autori americani e francesi (36, 37). L’interesse su questo allergene è stato sollevato di recente da autori spagnoli (38) che riferiscono casi di monosensibilizzazione con sintomi di rinocongiuntivite, nel periodo da febbraio ad aprile, e come pollinosi “da vicinato”. Secondo Dvorin esisterebbe una cross reattività tra *Pinus radiata* e *Pinus strobes* (39).



Fig. 14 - *Pinus maritima* e suo polline.

ANGIOSPERME: Gruppo di piante con fiori .

ACERACEAE : piante ad impollinazione anemofila (*Acer negundo*) ed entomofila (*Acer platanoides*), fioriscono in aprile-maggio e sono inserite tra le forme “minime” in quanto sono di rado causa di allergia (19, 40, 41).

ARECEAE o Palmae: piante tropicali monocotiledoni, presenti in tutto il bacino del mediterraneo, con numerosissimi generi e specie. In Italia vi è una sola specie spontanea la *Chamaerops humilis* (o Palma di San Pietro o palma nana), tutte le altre sono di importazione (*Phoenix canariensis*, *Phoenix dactylifera*, *Washintonia philifera*). L’impollinazione è anemofila. Sono state descritte pollinosi da queste specie, in particolare da *Phoenix dactylifera* nel Nord Africa (42) e negli Stati Uniti d’America – Haway, Florida e California (43) e in India (44). In Italia sono state rilevate sensibilizzazioni nei confronti della *Chamaerops humilis* ma anche nei confronti di *Phoenix canariensis* con una prevalenza inferiore all’1% (45-48). Personalmente abbiamo anche riscontrato una sensibilizzazione professionale, in un giardiniere, con crisi d’asma se esposto al polline di *Washintonia philifera*.



Fig. 15 - Piante di Palma a Bordighera con i loro granuli pollinici.

BIGNONACEE : piante importate dalle regioni tropicali, generi Bignonia e Catalpa, spesso lianose, coltivate a scopo ornamentale. Possono dare pollinosi da vicinato (19).

CASUARINACEAE: specie arboree di origine australiana. In quei paesi in cui sono state introdotte, tra cui anche l’Italia, hanno provocato, sporadicamente sensibilizzazione ai loro pollini. La pianta in questione è la *Casuarina equisetifolia*, dall’ottimo legno molto duro ed impiegata anche per il rimboschimento (49, 50).

FABACEAE o LEGUMINOSEAE: l’allergia respiratoria nei confronti dei pollini di alcune specie di mimosaceae (*Albizia*, *Propopis* o *Mesquite*, *Acacia floribunda*, *Acacia farnesiana*) è evenienza non frequente ed è stata descritta in India (52, 53), U.S.A. (43, 53, 54), Francia (55), Australia (56). In Italia la Mimosa (*Acacia spp.*) è stata identificata come agente allergenico in floricoltori

sovraesposti, e può essere inquadrata sia tra le malattie da “vicinato” che tra le malattie professionali (57, 58, 59).



Fig. 16 - Acacia floribunda: pianta e granulo pollinico.

Pollinosi sospette ma non ancora dimostrate sono quelle delle altre famiglie delle Leguminose : le Cesalpinoiidae (*Cercis siliquastrum*) e Papinoiidae (*Robinia pseudoacacia*).

La *Prosopis juliflora* (Mesquite), detto anche *albero dei legumi*, appartiene alla famiglia delle Leguminose. Sia i frutti sia i baccelli sono talvolta edibili. La pianta è originaria del Messico dove è presente in zone desertiche, nell’ambito delle quali rappresenta uno dei principali aeroallergeni (60). Uno studio recente suggerisce che ci sono almeno tredici allergeni umani nel polline di albero di mesquite (61). E’ stata ipotizzata una cross-reattività con la Mimosa, appartenente alla stessa famiglia vegetale delle Leguminose (62). In alcuni pazienti questo estratto sembra causare una degranolazione mastocitaria non IgE mediata (63).

Un’altra Leguminosa recentemente dimostratasi allergenica è rappresentata dalla Cicerchia, pianta annua del genere Lathyrus (*Lathyrus sativus*), diffusa in tutta l’area mediterranea, con semi commestibili ma contenenti piccole quantità di un principio velenoso che provoca disturbi neurologici (neurolatirismo). L’esposizione al fiore di questa pianta può provocare crisi asmatiche da “vicinato” o per cause professionali (64, 65). Sono anche stati caratterizzati gli allergeni responsabili (66).



Fig. 17 - Lathyrus sativus: pianta e polline.

Di recente è stata descritto un caso di pollinosi da *Broussonetia papyrifera* (gelso da carta), albero assai diffuso in Italia, a impollinazione anemofila e che può provocare riniti (67).

GARRYACEAE: piante sempreverdi con foglie opposte e fiori dioici, importate dalle Americhe (*Garrya elliptica*). Polline sospetto di allergenicità occasionale (19).

HAMAMELIDACEAE: *Liquidambar orientalis* (ovvero storace), albero che può raggiungere i 15 metri di altezza, originario dell'Asia Minore. Contiene nel tronco, sotto la corteccia un liquido che è impiegato in erboristeria come balsamico e come profumo e che, negli atopici, può produrre dermatiti da contatto(68, 69), probabilmente dovute ai loro composti aromatici presenti nel tronco (stirene), può provocare anche asma occupazionale (70) , e verosimilmente pollinosi primaverili

(19). In questa famiglia anche *l'Hamamelis virginiana* è sospetta generatrice di dermatiti da contatto.

JUNGLANDACEAE: piante dicoletiledoni, originarie dal Nord America (*Carya alba*, *Carya glabra*, *Carya cinerea*) determinano pollinosi anche gravi mentre la *Junglans regia* (noce comune) determina raramente pollinosi (19, 41, 53).

MORACEAE : Questa famiglia comprende specie laticifere, per lo più legnose, distribuite soprattutto nei paesi tropicali. Tra le sue specie il gelso bianco (*Morus alba*), anemofilo, può causare solo di rado severe pollinosi in maggio-giugno (37, 71). La *Maclura pomifera* può provocare dermatiti da contatto e riniti primaverili (19). *Ficus beniamina*, è una specie recentemente balzata alla ribalta allergologica (72, 73). E' una pianta ornamentale assai diffusa nelle abitazioni e negli uffici. Proviene dall'Asia sud-orientale dove può raggiungere i 25-30 m d'altezza; anche in appartamento ha un notevole sviluppo, arrivando anche a 5 m. Possiede una chioma caratteristica perché i suoi rami si sviluppano in forma disordinata, a pennacchi; sopporta però bene le potature per questo si presta molto come pianta ornamentale. Le foglie sono piccole, ovate, appuntite all'estremità, di colore verde intenso, esistono anche delle varietà con foglie striate. I fioristi e floricoltori che se ne occupano corrono un forte rischio potenziato di sviluppare sia allergie da contatto e da inalazione . Il lattice di questa pianta tende a diffondersi negli ambienti chiusi dove diviene allergene inalabile (74). Il rischio di sviluppare sensibilizzazione allergica è calcolato nel 2- 6% dei soggetti atopici ad essa esposti. La presenza di cross-reattività con *l'Hevea brasiliensis* fa sì che circa un quinto dei soggetti allergici al lattice divenga poi anche allergico al *Ficus beniamina* (75, 76). La sensibilizzazione al lattice di *Ficus beniamina* si verifica però anche indipendentemente dall'allergia di lattice di Hevea. Questa sensibilizzazione è associata comunemente con sindromi orali allergiche ai fichi ed ad altri frutti tropicali (sindrome di Ficus-frutta). Questa cross-reattività è dovuta almeno in parte a delle tioproteasi (77).



Fig. 18 - Ficus beniamina: pianta e pollini.

MYRYCACEAE: sono stati descritti casi di severe reazioni allergiche da *Myrica cerifera* nel sud deli U.S.A. (78) e da *Myrica gale* in maggio (79).

MYRTACEAE: pollini sospetti di allergia negli U.S.A. (19), Nord Africa (39), Italia (80). I generi più incriminati sono *Myrtus*, *Melaleuca*, *Comptonia*, *Eucalyptus*.



Fig. 19 - Eucalyptus cinerea: pianta e suo polline.

PLATANACEAE: un tempo considerato tra le pollinosi maggiori, oggi rientra tra i casi di moderata allergenicità (5, 81), soprattutto si è ridotto il numero di piante a causa di malattie insorte in quest'ultimo decennio (*Ceratocystis fimbriata*), che ne hanno ridotto notevolmente il numero di piante, almeno in Italia. E' stato addirittura emanato un decreto ministeriale per la protezione di questa specie: D.M. n. 412 del 3/09/1987 . Fiorisce in Aprile-Maggio. In Spagna è ancora citato tra le pollinosi più significative (82). E' descritta anche una cross reattività con alcuni frutti, con possibilità di sindromi orali allergiche (83).

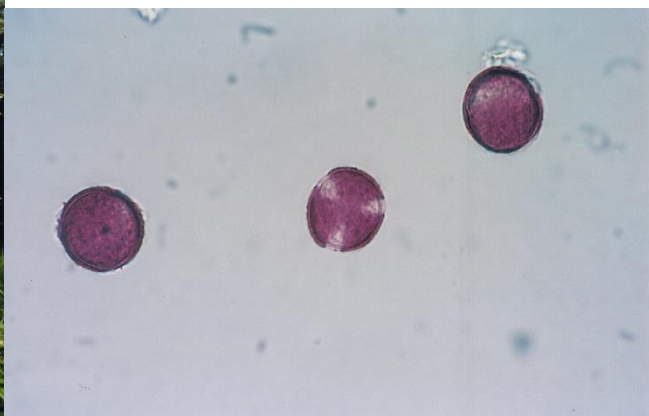


Fig. 20 - Platanus hybridus: foglia e pollini.

SALICACEAE: la famiglia delle Salicacee comprende alberi e arbusti prevalentemente di clima temperato. Contengono delle sostanze utilizzate in farmacia, fra cui la salicina (da cui deriva l'aspirina). Fra le 400 specie di salicacee dal punto di vista allergologico interessano Salici e i Pioppi. *Salix* e *Populus*, a cui appartengono per lo più piante legnose per questa famiglia rappresentata da *Populus alba*, *Populus deltoides*, *Populus nigra*, *Salix alba* considerate tradizionalmente a non elevata allergenicità. La sua velocità d'accrescimento e il suo tronco, diritto e cilindrico lo rendono molto ricercato a fini industriali. Inoltre è sempre più usato come fonte energetica alternativa per alimentare le centrali d'energia termica ed elettrica. La fioritura delle salicaceae è in marzo-aprile.



Fig. 21 - Pianta di salice e polline.

Il pioppo possiede impollinazione anemofila mentre il salice entomofila. I pollini sono sferoidali ed inaperturati, di dimensioni tra 25 e 30 millimicron. Esiste un'ampia cross reattività tra i generi di questa famiglia. Possono provocare asma, riniti, congiuntiviti e dermatiti da contatto (84, 85,86). Un recente progetto di ricerca, condotto dalle Università di Milano e Bologna, su iniziativa della Fondazione Bussolera Branca, ha l'obiettivo di produrre piante sterili, prive di polline. La pollinosi da salicaceae è diffusa in tutto il mondo in Iran, Turchia, in Grecia, in Polonia, in Ungheria, in Svizzera, negli U.S.A., in Corea. (87-95) I sintomi respiratori da pollinosi da Pioppo non sono mai molto gravi, ma molto diffusi. La prevalenza di questa pollinosi è descritta intorno al 8% in Grecia (95), in Ungheria del 6,8% (91). Per l'Italia non abbiamo segnalazioni precise. S'ipotizza che la contemporanea presenza delle Graminaceae, durante il suo periodo di fioritura, ne faccia sopravvalutare la responsabilità allergologica. Probabilmente il ruolo di questa pollinosi in Italia, alla luce delle numerose segnalazioni internazionali, andrebbe meglio valutato.



Fig. 22 - Populus nigra:piante, foglia e pollini.

SAPINDACEAE famiglia che comprende l' *Aesculus hippocastanum* (Ippocastano) che fiorisce in aprile-maggio . In Austria la sensibilizzazione sarebbe più frequente (nel 5% dei sensibilizzati) nei bambini che vivono in città (96).

SIMAROUBACEAE : genere *Alianthus* (originario della Cina) a fioritura in maggio-luglio, malgrado sia citato spesso come non allergenico, presenta invece sensibilizzazioni occasionali (97).

TAMARICACEAE: la tamerice o tamarisco (*Tamarix gallica e Tamarix africana*) è pianta comune lungo le nostre coste, ornamentale e frangivento; presenta impollinazione prevalentemente entomofila, tuttavia può provocare pollinosi da esposizione ravvicinata (19).

TILIACEAE: il tiglio (*Tilia aeropea*) è diffuso nei parchi e nei giardini, ha un'impollinazione entomofila, ma nel periodo di fioritura (giugno-agosto) può procurare severe pollinosi da vicinato (10, 37, 98).

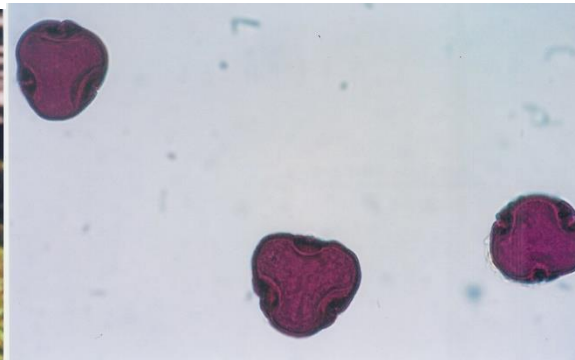


Fig. 23 Tiglio: pianta e polline

ULMACEAE: l'*Ulmus campestris* fiorisce in marzo-aprile ed è coltivato a scopo ornamentale (99). Può provocare sporadiche riniti e/o crisi d'asma severe in primavera, ma nell'area mediterranea non sembra superare la soglia del 3% di prevalenza (100, 101, 102).

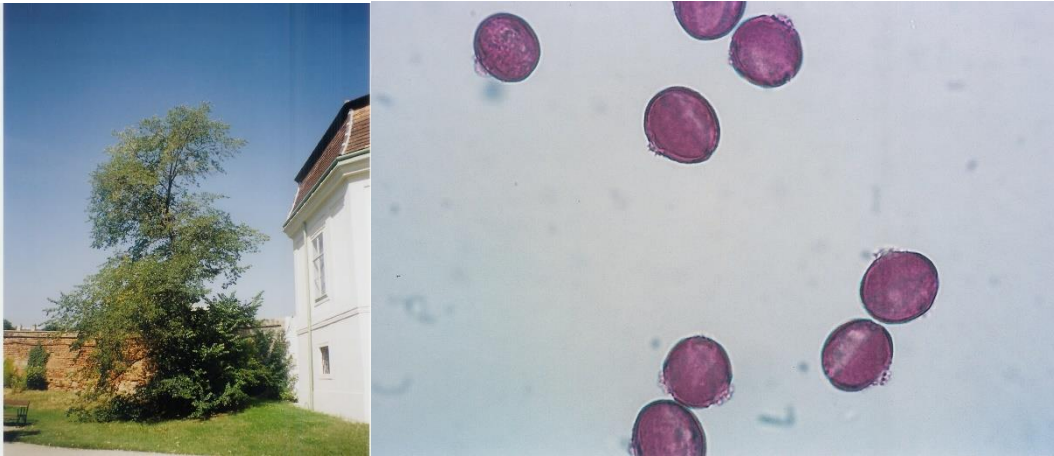


Fig. 24 – *Ulmus*: pianta e polline

PIANTE ERBACEE

AMARANTACEAE: il genere *Amaranthus* (*A. albus*, *A. retroflexus*) cresce spontaneamente nei terreni secchi e ai bordi delle strade e fiorisce da luglio a settembre. Le Amarantaceae comprendono *Amaranthus*, *Alternanthera*, *Ptilotus*, *Gomphrena*, *Celosia*, fioriscono da giugno a settembre, sono anemofile e producono numerosi granuli pollinici. Come abbiamo già detto sopra questa famiglia presenta molte affinità con quella delle Chenopodiaceae, con le quali cross-reagisce, ma di per sé possiede grado d'allergenicità minimo (103).

AMARYLLIDACEAE: famiglia che comprende *Alstroemeria* e *Narciso*. L'*Alstroemeria* può provocare sia dermatiti da contatto che sintomi respiratori a causa di allergeni presenti anche nelle parti non polliniche. Suoi antigeni sono il tuliposide e la tulipanina. Le specie di questa famiglia presentano cross reattività con quelle delle Compositae (104).

ARACEAE: a questa famiglia appartiene lo *Sparthiphyllum spp.*, genere composto da 36 specie tropicali, è una pianta decorativa che può causare allergia inalatoria (105, 106).

ARALIACEAE: l'*Hedera helix*, pianta rampicante, che possiede un allergene che è il falcarinolo, può anche dare dermatiti da contatto (107, 108).

BORRACCINACEAE: *Echium plantagineum*, pianta entomofila d'origine australiana, può provocare occasionalmente allergie non solo respiratorie ma anche dermatologiche (109).

BRASSICACEAE o CRUCIFERE: piante annuali, biennali e perenni, entomofile, spontanee o coltivate. La specie più importante è la *Brassica oleifera* (colza) la quale può provocare sensibilizzazioni nei soggetti atopici abitanti in prossimità di campi di colza (110, 112).

CANNABACEAE: *Humulus lupulus*, *Cannabis sativa*, *Cannabis indica*. Piante originarie dall'Asia, a fioritura in luglio-agosto ed impollinazione entomofila. Più tristemente note per motivi tossicologici possono tuttavia produrre un'allergenicità minima con dermatiti da contatto e pollinosi da "vicinato" nei lavoratori delle piantagioni e presentano cross-reattività tra tutte le specie della stessa famiglia (111, 113, 114).

CAPRIFOLIACEAE: piante spontanee, ma anche coltivate come ornamentali, entomofile. Presentano fioritura nel periodo aprile-giugno. Sono rappresentate, in Italia, dal *Sambucus nigra* e da *Viburnum tinus*. Possono causare pollinosi occasionalmente (115).

CAROFILLACEAE : Il garofano (*Dianthus caryophyllus*) può provocare allergia respiratoria IgE mediata, quale malattia occupazionale nei floricoltori (116).

COMPOSITE: oltre alle specie a maggiore prevalenza (*Artemisia e Ambrosia*) sono state segnalate descritte delle pollinosi “minori” anche in questa famiglia , *Matricaria chamomilla, Solidago spp*, con cross reattività con l’*Artemisia* e con *Parietaria*(117, 118, 119). In particolare è stata recentemente descritta l’insorgenza di rinite dopo esposizione a carciofo, in floricoltori (120).

CRUCIFERE: La Ruchetta violacea (*Diplotaxis eruroides*) è una pianta di Crucifera comune che cresce in Europa e in America tra i vigneti e gli olivi. Ruchetta violacea che è un’erbacea annua alta 20-80 cm e che fiorisce in gennaio-giugno. Il suo habitat è rappresentato da terreni incolti. E’ assai presente nell’area Mediterranea. Sono stati descritti i casi di due coltivatori con rinocongiuntiviti ed asma in viticoltori durante impollinazione di *Diplotaxis eruroides*, in marzo-aprile (121).

CYPERACEAE- JUNCACEAE-THYPHACEAE : le piante di queste tre famiglie (rispettivamente rappresentate da *Cyperus aesculentus, Juncus maritimus, Thipha latifolia*) sono spesso confuse dai non botanici con le Poaceae, sia morfologicamente sia per il periodo di fioritura. Crescono in zone umide e paludose e lontano dalle aree urbane. Producono scarso numero di pollinosi e solo da “vicinato”. Non esistono cross reattività tra Cyperaceae, Thyfaceae e Poaceae (19, 122).

EUPHORBIACEAE: questa famiglia ha attirato, negli ultimi anni l’interesse degli allergologi poiché tra i membri di questa famiglia vi sono le fonti di potenti allergeni. Un discorso a parte si deve fare per il lattice, derivato dall’*Hevea brasiliensis*, il caa-o-chu, detto anche albero che piange. Originario del Brasile si è diffuso fino al Medio Oriente in particolare in Malesia e Nuova Guinea. In questo caso non si tratta però di una pollinosi ma dal tronco inciso di questo albero d’alto fusto fuoriesce un’abbondante linfa resinosa. Questa linfa, detta caucciù, una volta estratta dalla pianta, si solidifica rapidamente e diviene gommosa ed elastica. E’ molto impiegato per confezionare materiale sanitario e molti oggetti d’uso comune. Può provocare manifestazioni allergiche per contatto con la pelle, con le mucose (mucosa orale, vaginale, rettale), per inalazione. In generale la sensibilizzazione è di poco inferiore al 3% nella popolazione generale ma molto più elevata nella popolazione a rischio, come il personale sanitario (sino al 30%). Difatti l’allergia al lattice rappresenta un problema sanitario emergente, in particolare tra gli operatori sanitari per i quali è diventata una malattia professionale a causa dell’alto rischio d’esposizione negli ambienti di lavoro (123, 124). In questa famiglia anche il *Ricinus communis* (125, 126) è responsabile di forme d’asma epidemica causate dai suoi semi ed una nuova pollinosi, descritta abbastanza recentemente è determinata dalla *Mercurialis annua* (127, 128, 129) pianta infestante diffusa in tutto il Mediterraneo, ed anche ben rappresentata in Gran Bretagna (130), con un periodo di fioritura che copre tutto l’arco dell’anno. Si manifesta sia con riniti sia con asma grave. In Italia non supera il 3% di prevalenza. Molto più elevata sembrerebbe la prevalenza in Spagna, con il 46% di prevalenza (131). Esiste un’ampia cross-reattività tra le proteine del latex derivato da *Hevea brasiliensis*, i semi ed i pollini del *Ricinus communis*, e i pollini della *Mercurialis annua* (132).

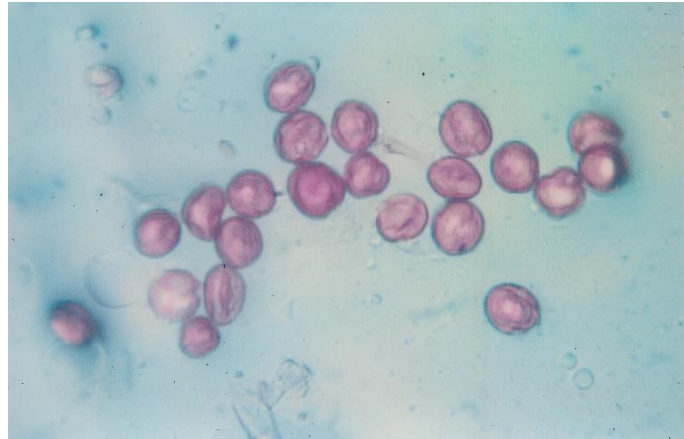


Fig. 25 - *Mercurialis annua*: pianta e polline.

FABACEAE O LEGUMINOSEAE: si ricordano come responsabili di rari casi di pollinosi la *Medicago sativa*, lo *Spartium iunceum* (ginestra) (37) ed il *Trifolium pratense* sulla cui allergenicità esistono però dati contrastanti (133).

LILIACEE: Le piante ad impollinazione entomofila raramente producono fenomeni allergici respiratori, ma piuttosto dermatiti da contatto. Sono stati descritti casi d'asma e rinite allergica da gigli (*Lilium longiflorum*) e tulipani (*Tulipa spp.*) in personale di fiorai (134, 135). La RAST inibizione ha dimostrato una cross-reattività tra queste due piante delle Liliacee. Il Tulipano possiede allergeni presenti soprattutto nel bulbo, la tulipantina e il tulipside-A. Anche il giacinto (*Hyacinthus orientalis*) è sospettato di allergenicità.



Fig. 26 -Liliaceae: fiori e granulo pollinico.

MAGNIOLACEAE : genere delle [Magnoliaceae](#), comprende oltre 80 specie arboree e arbustive a lento accrescimento, ma che in alcune specie come la *M. campbellii* e la *M. officinalis* possono superare i 20 m di

altezza. La *Magnolia grandiflora* (Magnolia) fiorisce in aprile giugno e può provocare dermatiti allergiche (136).

PAPAVERACEAE: Il Papavero (*Papaver fhoetas*), specie spontanea, la più comune in Italia ed in Europa denominata rosolaccio. E' un infestante delle colture erbacee, con fioritura in marzo-luglio. Il *Papaver somniferum*, è invece una papaveracea originaria della Regione Mediterranea, coltivata ormai in quasi tutto il mondo per i frutti, il seme, l'oppio. Il papavero può provocare allergie da contatto ed asma occupazionale nei lavoratori dell'industria farmaceutica (137).

POLYGONACEAE : Famiglia composta prevalentemente da erbe, ma anche da alberi ed arbusti. Ne fanno parte i generi *Rumex* (*R. acetosa*, *R. alpinus*, *R. pulcher*, nome comune : *Romice*), anemofili e il genere *Polygonum*, entomofilo. Sono erbe perenni molto diffuse in Italia, a fioritura estiva. Il *Rumex* fiorisce da aprile ad agosto. I granuli sono oblatti di dimensioni tra 24 e 36 millimicron. L'allergenicità è considerata modesta (19). Sono sicuramente allergeniche la *Rumex acetosa*, la *Rumex acetosella*, la *Rumex obtusifolia*, la *Rumex crispus* (8, 80). E' possibile che il loro ruolo allergenico sia sottostimato a causa della contemporanea fioritura delle Poaceae, con le quali non presenterebbero cross-reattività (138, 139).

PRIMULACEAE: l'allergia al ciclamino (*Cyclamen europeum*) è una malattia professionale dei floricoltori intensamente esposti, sono stati descritti casi in Olanda ed in Italia (140, 141). Inoltre anche per la Primula (*Primula veris* e *P. obconica*) sono descritte allergie da contatto (142, 143).



Fig. 27 - *Cyclamen europeum*: fiori e polline.

PTERIDOFITE: famiglia che presenta il *Nephrodium filix* (felce maschio) e il *Polipodium vulgare*, a fioritura in aprile giugno. Quest'ultimo è stato descritto come causa di allergia professionale, con rinocongiuntiviti e dermatite da contatto (144).

RANUNCOLACEAE: erbe annue o perenni a prevalente impollinazione entomofila e con fioritura nel periodo maggio-giugno. In Italia è presente il *Ranunculus ficaria* che contiene sostanze resinose come l'anemonina e che può provocare raramente pollinosi. Sospetta, ma non ancora accertata, la potenzialità allergogena del *Thalictrum dasycarpum* (71).

ROSACEAE: in passato la Rosa, sottofamiglia Rosoideae (piante arbustacee, spinose, talora rampicanti, entomofile), era citata solo come aneddotica e si riteneva che, come la maggior parte delle piante entomofile, non potesse procurare allergopatie. Più recentemente è stato dimostrato che può, solo occasionalmente, procurare crisi asmatiche causate dai suoi pollini o dai suoi semi (145). E' considerata in ogni modo una rara malattia occupazionale (146, 147).

Un'altra rosacea è il Biancospino dei boschi (*Crataegus oxiacantha*), usato in erboristeria. Può provocare dermatiti da contatto (148).

TROPAEOLACEAE: amiglia rappresentata dalla sola specie Nasturzio (*Tropaeolum maius*) originaria del Sud America, ornamentale. Può essere causa di dermatiti da contatto (149).

URTICACEAE: in questa famiglia, oltre alla *Parietaria spp.*, che è una delle più importanti pollinosi maggiori, in Italia, esistono altri generi e specie di minore frequenza allergenica. Una di queste è l'*Urtica dioica* che, a differenza della Parietaria, con la quale presenta notevoli affinità morfologiche, ma non cross reattività (22) induce assai raramente sensibilizzazioni (10, 19). Invece l'*Holoptelea integrifolia*, che pure produce rare pollinosi, presenta antigeni comuni con la Parietaria (150).

UMBELLIFERAE (o Apiaceae): Il seme di anice (*Pimpinella anisum*) è una spezie usata spesso nella cucina mediterranea e, come altre specie delle Umbelliferae, è responsabile di casi di allergia clinica. E' stata dimostrata la responsabilità degli allergeni dell'anice in casi di rinocongiuntivite professionale (151) .

L'utilizzo di un elenco sistematico di piante ed erbe allergeniche, che avevamo già pubblicato nel 2006, sul trattato "Aerobiologia e Allergeni stagionali" riteniamo possa essere sempre utile, soprattutto nel periodo attuale, in quanto sembra che l'attenzione degli organi decisori sulla programmazione e l'allestimento del verde pubblico sia aumentata e indirizzata anche sugli aspetti allergenici delle piante.

Purtroppo, fino a oggi, malgrado le numerose pubblicazioni scientifiche sull'argomento, pubblicate in Italia su questo tema, col fine pratico di facilitare una più accurata programmazione degli Enti pubblici sull'allestimento di verde pubblico non hanno ricevuto eccessiva attenzione, forse per la loro scarsa diffusione a chi di dovere e forse per la difficile applicazione di alcune di questi consigli. Mi riferisco ai testi di Corsico, D'Amato e Frenguelli (1999), a quelli di Lorenzoni, Chiesura e Marcer (2000), Frenguelli e Passaleva (2003), Frenguelli, Romizi e Montagna (2010), Ortolani e Collaboratori (2015). La difficoltà della materia è evidente in quanto la potenzialità di una sensibilizzazione a una specie vegetale è sempre presente e varia a seconda della posizione geografica e dei cambiamenti climatici e ambientali che possono, anche nel giro di pochi anni, determinare un aumento di sensibilizzazioni da parte di specie prima considerate a rischio non evidente. Per ritengo che nessuna specie possa ritenersi, in assoluto, al di sopra di ogni sospetto. Quello che conta non è solo la potenziale allergenicità, ma la durata e l'intensità dell'esposizione, accanto alle caratteristiche del soggetto esposto. Mi riferisco, per esempio all'*Aesculus hippocastanum* e all'*Ailanthus*, da taluni studiosi ritenuti inizialmente specie senza rischio e che invece, poi, hanno anch'essi presentato possibilità di sensibilizzazioni. Per questo è importante il controllo costante del territorio, con la consulenza sia degli allergologi sia dei botanici e lavori come il presente andrebbero periodicamente aggiornati alla luce delle nuove segnalazioni.

A tale scopo riproponiamo una classificazione delle specie arboree ed erbacee classificate in base al grado di allergenicità, suddiviso in Pollinosi Maggiori e Pollinosi Maggiori segnalando per ognuna specie l'allergenicità elevata, moderata e minima, con dati aggiornati in base alla Letteratura più recente.

Questa classificazione adottata ci sembra la più pratica ai fini di un utilizzo della stessa da parte di chi voglia programmare l'allestimento del verde urbano, al fine di limitare (in quanto, come dicevamo prima, escludere del tutto la possibilità di sensibilizzazioni polliniche nei soggetti atopici ci sembra utopistico) il più possibile il rischio di sensibilizzazioni nei soggetti atopici che vengano a trovarsi in condizione di esposizione ai pollini delle piante previste per l'arredo urbano di parchi e giardini pubblici. Ovviamente saranno da evitare prioritariamente le specie catalogate tra le "Pollinosi maggiori" e considerate a minor rischio e selezionate, in maniera inversamente diretta al loro grado potenziale di allergenicità, quelle appartenenti alle "Pollinosi minori", elencate a parte.

TABELLA DELLE POLLINOSI "MAGGIORI" IN ITALIA

POLLINE	NORD	CENTRO	SUD, ISOLE e LIGURIA
	% PREVALENZA	% PREVALENZA	% PREVALENZA
BETULLA	33	13	5
ONTANO	36	8	7
CARPINO	34	26	4
NOCCIOLO	34	16	4
GRAMINACEAE	75	60	40
PARIETARIA	30	40	60
OLEA	5	10	25
FAGACEAE	7	15	5
CUPRESSACEAE	9	28	20
ARTEMISIA	25	15	10
AMBROSIA	30	7	2
CHENOPODIACEAE	1	2	14
PLANTAGO	4	4	9

CLASSIFICAZIONE POLLINOSI MINORI – PIANTE ARBOREE

FAMIGLIA	SPECIE oppure GENERE	NOME COMUNE	ALLER- GENICITA'	PERIODO DI FIORITURA
ACERACEAE	<i>Acer negundo</i>	Acero americano	Minima	Aprile- Giugno
	<i>Acer platanoides</i>	Acero riccio	Minima	Aprile - Maggio
ARECACEAE o PALMACEAE	<i>Chamaerops humilis</i>	Palma di S. Pietro	Minima	Maggio-Giugno
	<i>Phoenix dactilifera</i>	Palma da datteri	Minima	Luglio-Ottobre
	<i>Washingtonia philifera</i>	Palma Washingtonia	Minima	Aprile-Maggio
BIGNONACEAE	<i>Bignonia spp</i>	Bignonia	Minima	Maggio-Settembre
	<i>Catalpa spp</i>	Albero dei sigari	Minima	Giugno-Luglio
CASUARINACEAE	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Minima	Aprile-Giugno
GARRYACEAE	<i>Garrya elliptica</i>	Garrya	Minima	Febbraio-Aprile
HAMAMELIDACEAE	<i>Liquidambar orientalis</i>	Liquidambar	Minima	Maggio-Giugno
JUNGLANDACEAE	<i>Carya alba</i>	Carya	Minima	Marzo-Maggio
	<i>Juglans regia</i>	Noce comune	Minima	Aprile-Maggio
LEGUMINOSAE o FABACEAE	<i>Albizia spp</i>	Albizia	Minima	Giugno-Settembre
	<i>Prosopis spp</i>	Prosopis	Minima	Maggio-Luglio
	<i>Acacia spp</i>	Mimosa	Minima	Febbraio-Marzo
	<i>Cercis spp</i>	Albero di Giuda	Minima	Marzo-Aprile
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinia	Minima	Maggio
MORACEAE	<i>Morus alba</i>	Gelso bianco	Moderata	Aprile-Maggio
	<i>Maclura pomifera</i>	Maclura	Moderata	Maggio-Giugno
	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	Moderata	Maggio-Giugno

MIRYACEAE	<i>Myrica cerifera</i>	Palma della cera	Minima	Febbraio-Aprile
MYRTACEAE	<i>Myrtus spp</i>	Mirto	Moderata	Marzo-Giugno
	<i>Melaleuca spp</i>	Melaleuca	Moderata	Giugno-Luglio
	<i>Comptonia spp</i>	Comptonia	Moderata	Marzo-Aprile
	<i>Eucalyptus spp</i>	Eucalipto	Moderata	Maggio-Luglio
PINACEAE	<i>Pinus pinea</i>	Pino	Minima	Maggio-Giugno
PLATANACEAE	<i>Platanus spp</i>	Platano	Moderata	Aprile-Maggio
SALICACEAE	<i>Salix spp</i>	Salice	Moderata	Marzo-Aprile
	<i>Populus spp</i>	Pioppo		
SAPINDACEAE	<i>Aesculus hippocastanum</i>	Ippocastano	Moderata	Aprile-Maggio
SIMABURACEAE	<i>Alianthus spp</i>	Alianto	Minima	Maggio-Giugno
TAMARICACEAE	<i>Tamarix spp</i>	Tamerice	Minima	Maggio-Luglio
TILIACEAE	<i>Tilia spp</i>	Tiglio	Minima (da vicinato)	Giugno-Agosto
ULMACEAE	<i>Ulmus spp</i>	Olmo	Moderata	Marzo-Aprile

CLASSIFICAZIONE POLLINOSI MINORI – PIANTE ERBACEAE

FAMIGLIA	SPECIE oppure GENERE	NOME COMUNE	ALLER-GENICITA'	PERIODO DI FIORITURA
AMARANTACEAE	<i>Amaranthus spp</i>	Amaranto	Moderata	Giugno-Settembre
AMARYLLIDACEAE	<i>Alstroemeria spp</i>	Alstroemeria	Minima	Giugno-Settembre
	<i>Narcissus spp</i>	Narciso	Minima	Marzo-Maggio
ARACEAE	<i>Spathiphyllum spp</i>	Pianta cuchiaio	Minima	Maggio-Giugno
ARALIACEAE	<i>Hedera helix</i>	Edera	Minima	Agosto-Ottobre
BORRACINACEAE	<i>Echium spp</i>	Viperina azzurra	Minima	Maggio-Settembre
CANNABACEAE	<i>Cannabis sativa</i>	Canapa	Minima	Giugno-Settembre
	<i>Humulus lupulus</i>	Luppolo	Minima	Giugno-Settembre
CAPRIFOLIACEAE	<i>Sambucus spp</i>	Sambuco	Minima	Maggio-Giugno
	<i>Viburnum spp</i>	Lentaggine	Minima	Luglio-Settembre
CAROFILLACEAE	<i>Dianthus caryophyllus</i>	Garofano	Minima	Maggio-Luglio
COMPOSITEAE	<i>Matricaria spp</i>	Camomilla	Minima	Maggio-Giugno
	<i>Solidago spp</i>	Verga d'oro	Minima	Luglio-Settembre
	<i>Cynara scolymus</i>	Carciofo	Minima	Maggio-Luglio
CRUCIFEREAE	<i>Diplotaxis eruroides</i>	Ruchetta violacea	Minima	Dicembre-Giugno

CYPERACEAE JUNCEAE	<i>Cyperus spp</i>	Papiro	Minima	Luglio-Settembre
TYPHACEAE	<i>Juncus spp</i>	Giunco	Minima	Aprile-Luglio
	<i>Thypha spp</i>	Tifa	Minima	Agosto-Settembre
EUPHORBIACEAE	<i>Hevea brasiliensis</i>	Albero gomma	Moderata	Marzo-Giugno
	<i>Ricinus communis</i>	Ricino	Moderata	Maggio-Luglio
	<i>Mercurialis annua</i>	Mercurella	Moderata	Gennaio-Dicembre
FABACEAE o LEGUMINOSEAE	<i>Medicago sativa</i>	Erba medica	Minima	Maggio-Luglio
	<i>Spartium juncheum</i>	Ginestra	Minima	Maggio-Settembre
	<i>Trifolium pratense</i>	Trifoglio	Minima	Maggio-Settembre
LILACEAE	<i>Lilium spp</i>	Giglio	Minima	Maggio-Giugno
	<i>Tulipa spp</i>	Tulipano	Minima	Aprile-Maggio
	<i>Hyacinthus spp</i>	Giacinto	Minima	Luglio-Agosto
MAGNOLIACEAE	<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolia	Minima	Giugno-Luglio
PAPAVERACEAE	<i>Papaver spp</i>	Papavero	Minima	Marzo-Giugno
POLYGONACEAE	<i>Rumex spp</i>	Romice	Moderata	Aprile-Settembre
PRIMULACEAE	<i>Cyclamen spp</i>	Ciclamino	Minima	Febbraio-Marzo
	<i>Primula spp</i>	Primula	Minima	Gennaio-Giugno
PTERIDOFITE	<i>Nephrodium filix</i>	Felce	Minima	Febbraio-Aprile
	<i>Polipodium vulgaris</i>	Polipodio	Minima	Aprile-Giugno
RANUNCOLACEAE	<i>Ranunculus ficaria</i>	Ranuncolo	Minima	Maggio-Luglio
	<i>Thalictrum spp</i>	Pigamo comune	Sospetta	Maggio-Luglio
ROSACEAE	<i>Rosa spp</i>	Rosa	Minima	Giugno-Settembre
	<i>Crataegus spp</i>	Biancospino	Minima	Aprile-Maggio
TROPAEOLACEAE	<i>Tropaeolum spp</i>	Tropeolo	Minima	Giugno-Luglio

URTICACEAE	<i>Urtica dioica</i>	Ortica	Moderata	Marzo-Ottobre
UMBRELLIFEREAE	<i>Pimpinella anisum</i>	Anice verde	Minima	Luglio-Agosto

BIBLIOGRAFIA

- 1) Ariano R, Panzani RC, Chiapella M, Augeri G. Pollinosis in a Mediterranean area (Riviera Ligure, Italy): ten years of pollen counts, correlation with clinical sensitization and meteorological data. J Investig Allergol Clin Immunol. 1994 Mar-Apr;4(2):81-6.
- 2) Ariano R., Passalacqua G., Panzani R., Scordamaglia A., Venturi S., Zoccali P., Canonica G.W. Airborne pollens and prevalence of pollinosis in western Liguria: a 10-year study. J. Invest. Allergol. Clin. Immunol. 1999; 9(4): 229-34.
- 3) Troise C, Voltolini S, Delbono G, Negrini AC. Allergy to pollens from Betulaceae and Corylaceae in a Mediterranean area (Genoa, Italy)--a ten-year retrospective study. Investig Allergol Clin Immunol. 1992 Nov-Dec;2(6):313-7.
- 4) Corsico R, Falagiani P, Ariano R, Berra D, Biale C, Bonifazi F, Campi P, Feliziani V, Frenguelli G, Galimberti M, Gallesio MT, Liccardi G, Loreti A, Marcer G, Marcucci F, Meriggi A, Minelli M, Nardelli R, Nardi G, Negrini CA, Papa G, Piu G, Pozzan M, D'Ambrosio FP, Riva G. An epidemiological survey on the allergological importance of some emerging pollens in Italy. J Investig Allergol Clin Immunol. 2000;10(3):155-61.
- 5) Ariano R, A. Antico, G. Di Lorenzo, M.C. Artesani, G. Bagnato, P. Bonadonna, A. Bossi, E. Bucher, R. Calabrese, P. Campi, R. Corsico, A. Dama, S. Del Giacco, M.P. Domeneghetti, S. Gangemi, S. Isola, G. Piu, S. Pugliese, F. Purello D'Ambrosio, C. Pronzato, M. Manfredi, G. Moscato, M. Onorari, Romano A., G. Senna, C. Troise, F. Vannucci, F. Vinciguerra, A. Venuti, S. Voltolini. An epidemiological survey of the cupressaceae pollinosis in Italy. Journ. Invest. Allergol. Clin. Immunol., 2002, vol. 12, n. 3
- 6) Zanon P, Chiodini E, Berra D. Allergy to ragweed in northern Italy and prevention strategies. Monaldi Arch Chest Dis. 2002 Apr;57(2):144-6.
- 7) Panzani R., Zerboni R., Ariano R. Allergenic Significance of cupressaceae pollen in some parts of the mediterranean area. In *D'Amato G., Spieksma F.M., Bonini S. Allergenic Pollen and Pollinosis in Europe*. Blackwell Scie. Pubbl. 1991
- 8) D'Amato G. Allergia respiratoria da pollini e da miceti. Lombardo Editore Roma, 1981.
- 9) D'Amato G., Spieksma F.M., Bonini S. Allergenic Pollen and Pollinosis in Europe. Blackwell Scie. Pubbl. 1991
- 10) Spieksma T.M. Allergenic plants in different countries. In Falagiani P. Pollinosis. CRC Press, Boca Raton, Florida 1990
- 11) D'Amato G, Lobefalo G. Allergenic pollens in the southern Mediterranean area. J Allergy Clin Immunol. 1989 Jan;83(1):116-22.
- 12) Negrini A.C. Pollinosis in Italy. Proceedings of Symposium "Pollinosis in the Mediterranean area" Naples, March 16-18; 1989, pag. 39-42
- 13) Ariano R., Allergia al Polline di Cipresso in Liguria. Abstracts XVII Congr.Naz.Soc.It. Allergol. Immunol. Clin., pag.138, Milano 1985.
- 14) Ariano R. Allergia Respiratoria al polline di Cupressaceae. Folia Allergol. Immunol Clin. 1988;35:275-284.

- 15) Iacovacci P, Afferni C, Barletta B, Tinghino R, Di Felice G, Pini C, Mari A. Juniperus oxycedrus: a new allergenic pollen from the Cupressaceae family. *J Allergy Clin Immunol*. 1998 Jun;101(6 Pt 1):755-61.
- 16) Ariano R, Panzani RC, Saraga J. New clinical data and therapeutic prospects in Cupressaceae pollen allergy. *Allerg Immunol (Paris)*. 2000 Mar;32(3):135-8.
- 17) Iacovacci P, Afferni C, Butteroni C, Pironi L, Puggioni EM, Orlandi A, Barletta B, Tinghino R, Ariano R, Panzani RC, Di Felice G, Pini C. Comparison between the native glycosylated and the recombinant Cup a1 allergen: role of carbohydrates in the histamine release from basophils. *Clin Exp Allergy*. 2002 Nov;32(11):1620-7.
- 18) Ariano R, Panzani RC, Mistrello G. Efficacy of sublingual coseasonal immunotherapy with a monomeric allergoid in Cupressaceae pollen allergy--preliminary data. *Allerg Immunol (Paris)*. 2005 Mar;37(3):103-8.
- 19) Lewis W.H. Pollen allergy. In *Korenblat P.E. and Wedner H.J. (eds) Allergy: theory and practice*. Grune & Stratton Inc., Orlando 1984, 0353.
- 20) Serafini U. Studies on hay fever with special regard to pollinosis due to parietaria officinalis. *Acta Allergol* 1957; 11: 3-27
- 21) Panzani R. L'asthma pollinique a la Parietarie de France. *La Presse Médicale*. 1956;64: 908-12
- 22) Bousquet J, Hewitt B, Guerin B, Dhivert H, Michel FB. Allergy in the Mediterranean area. II: Cross-allergenicity among Urticaceae pollens (Parietaria and Urtica). *Clin Allergy*. 1986 Jan;16(1):57-64.
- 23) Sharma S, Panzani RC, Gaur SN, Ariano R, Singh AB. Evaluation of Cross-Reactivity between *Holoptelea integrifolia* and *Parietaria judaica*. *Int Arch Allergy Immunol*. 2005 Jan 12;136(2):103-112
- 24) Asero R. Birch and ragweed pollinosis north of Milan: a model to investigate the effects of exposure to "new" airborne allergens. *Allergy*. 2002 Nov;57(11):1063-6.
- 25) Errigo E. *Malattie allergiche*. 1990 Lombardo Editore, Roma.
- 26) Homan R.B. Lamb's quarters pollen. *Ann Allergy* 1963;21:647
- 27) Crimi N, Palermo B, Palermo F, Pistorio MP, Rizza S, Mistretta A, De Leonardis W, Longhitano N. On the pollen morphology and frequency of allergic sensitization in Sicily of the genus *Salsola* L. (Chenopodiaceae). *Allergol Immunopathol (Madr)*. 1988 Jul-Aug;16(4):259-62.
- 28) Shafiee A. Studies of atmospheric pollen in Teheran, Iran 1974-75. *Ann. Allergy* 1974;37:133
- 29) Newmark F.M. The hay fever plants of Colorado. *Ann. Allergy* 1978;40:18
- 30) Lombardero M, Duffort O., Sellès J.G., Hernandez J., Carriera J. Cross-reactivity mong Chenopodiaceae and Amaranthaceae. *Ann. Allergy* 1985;54:430
- 31) Granel C, Tapias G, Valencia M, Randazzo L, Olive A. Plantain allergy (*Plantago lanceolata*): assessment of diagnostic tests. *Allergol Immunopathol (Madr)*. 1993 Jul-Aug;21(4):158-60.
- 32) Aleman AM, Quirce S, Bombin C, Sastre J. Asthma related to inhalation of *Plantago ovata* Med Clin (Barc). 2001 Jan 13;116(1):20-2.
- 33) Calabozo B, Duffort O, Carpizo JA, Barber D, Polo F. Monoclonal antibodies against the major allergen of *Plantago lanceolata* pollen, Pla I 1: affinity chromatography purification of the allergen and development of an ELISA method for Pla I 1 measurement. *Allergy*. 2001 May;56(5):429-35.
- 34) Rosenberg S, Landay R, Klotz SD, Fireman P. Serum IgE antibodies to psyllium in individuals allergic to psyllium and English plantain. *Ann Allergy*. 1982 May;48(5):294-8.
- 35) Ariano R., Chiapella M.A., Augeri G. Le pollinosi "minori". *Giorn. It. Allergol. Immunol. Clin*. 1991;1: 499-507
- 36) Freeman GL. Pine pollen allergy in northern Arizona. *Ann Allergy* 1993;
- 37) Bousquet J, Cour P, Guerin B, Michel FB: Allergy in the Mediterranean area, I. Pollen counts and pollinosis of Montpellier. *Clin Allergy* 1984, 14, 249-258
- 38) Marcos C, Rodriguez FJ, Luna I, Jato V, Gonzalez R. Pinus pollen aerobiology and clinical sensitization in northwest Spain. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2001 Jul;87(1):39-42.
- 39) Dvorin DJ, Lee JJ, Belecanech GA, Goldstein MF, Dunskey EH. A comparative, volumetric survey of airborne pollen in Philadelphia, Pennsylvania (1991-1997) and Cherry Hill, New Jersey (1995-1997). *Ann Allergy Asthma Immunol* 2001;87(5):394-404

- 40) Basset I.J, Crompton C.W., Parmelee J. A. An atlas of airborne pollen grains and common fungus spores of Canada. Research Branch Canada Deparrt. Of Agriculture. Monograph n° 18; 1978.
- 41) Lin RY, Clauss AE, Bennett ES. Hypersensitivity to common tree pollens in New York City patients. Allergy Asthma Proc. 2002 Jul-Aug;23(4):253-8.
- 42) Chadli A., Bydzowska O., Hugues J.N. La Pollinose. Etude aéropalynologique de la ville de Tunis. Manifestazioni cliniques. Expolartion et traitmnet. Archives Inst. Pasteur de Tunis 1973;50:291
- 43) Roth A., Shire J. Allergy in Haway. Evaluation of 500 atopie children from the Island of Oahu. Ann. Allergy 1966;24:73
- 44) Karmakar PR, Chatterjee BP. Cocos nucifera pollen inducing allergy: sensitivity test and immunological study. Indian J Exp Biol. 1995 Jul;33(7):489-96.
- 45) Ariano R.,Indagine aerobiologica sui pollini aerodiffusi nella città di Sanremo", Workshop su "Aerobiologia in Allergologia" al XVI Congr. Naz.Soc.It. Allergol. Immunol. Clin., Abstracts, pag.41,Sorrento,1983.
- 46) Ariano R., Sensibilizzazioni cliniche al polline di palmacee (Phoenix Canariensis) in provincia d'Imperia. Dati preliminari." Atracts XVI Congr.Naz.Soc.It. Allergol.Immunol. Clin.,pag.100, Sorrento ,1983.
- 47) Ariano R. Studio aerobiologico dei pollini aerodiffusi nella città di Sanremo.Dati preliminari. in Folia Allergol.Immunol.Clin.,31,45-52,1984.
- 48) Ariano R.,Correlazioni tra allergopatie respiratorie e monitoraggio pollinico in Sanremo", in Bonomo L.,Tonietti G., Tursi A. - Atti del Simposio Internazionale "Recent Advances in Respiratory Allergy" , pag.274-279,L'Aquila, 5-6 luglio 1985.
- 49) Bucholtz GA, Hensel AE 3rd, Lockey RF, Serbousek D, Wunderlin RP. Australian pine (Casuarina equisetifolia) pollen as an aeroallergen. Ann Allergy. 1987 Jul;59(1):52-6.
- 50) Garcia JJ, Trigo MM, Cabezudo B, Recio M, Vega JM, Barber D, Carmona MJ, Cervera JA, Toro FJ, Miranda A. Pollinosis due to Australian pine (Casuarina): an aerobiologic and clinical study in southern Spain. Allergy. 1997 Jan;52(1):11-7.
- 51) Shivpuri D.N. , Prakash D. A study in allergy to Prosopis juliflora. AnnAllergy 1967;25:643
- 52) Thakur I.S. Fractionation and analysis of allergenicity of allergens from prosopis juliflora pollen. Int. Arch. Allergy Appl Immunol. 1989;90:124
- 53) Vaughan A., Blanck J. Practice of allergy. Thrd Edition C.V. Mosby Co., St. Louis 1954, p. 536
- 54) Bieberdorf F.W. Mesquite and related plants in allergy Ann. Allergy 1952;10:720
- 55) Laurent J., Lagrue G. faut il négliger les pollines d voisinage? Revue Fr. Allergologie 1983 ;23 :185
- 56) Kijvanit P., Walls R.S. Wattle as an allergen (Abs) Scientific Meeting Aust. College of Allergy- Asian and Pacific J. Allergy and Immunol. 1986:4;70
- 57) Ariano R.,Indagine sulla pollinosi da Mimosa in provincia d'Imperia. Abstracts XVI Congr.Naz. Soc. It. Allergol.Immunol. Clin.,pag.100, Sorrento,1983.
- 58) Ariano R.,La pollinosi da Mimosa, Atti del II Congresso Nazionale della Ass.It.Aerobiologia,Capri,25-26 aprile 1986.
- 59) Ariano R, Panzani RC, Amedeo J. Pollen allergy to mimosa (Acacia floribunda) in a Mediterranean area: an occupational disease. Ann Allergy. 1991 Mar;66(3):253-6.
- 60) Dowaisan A, Al-Ali S, Khan M, Hijazi Z, Thomson MS, Ezeamuzie CI. Sensitization to aeroallergens among patients with allergic rhinitis in a desert environment. Ann Allergy Asthma Immunol. 2000 Apr;84(4):433-8.
- 61) Killian S, McMichael J. The human allergens of mesquite (Prosopis juliflora). Clin Mol Allergy. 2004 Jul 5;2(1):8.
- 62) Howlett BJ, Hill DJ, Knox RB. Cross-reactivity between Acacia (wattle) and rye grass pollen allergens. Detection of allergens in Acacia (wattle) pollen. Clin Allergy. 1982 May;12(3):259-68.
- 63) Novey HS, Roth M, Wells ID. Mesquite pollen--an aeroallergen in asthma and allergic rhinitis. J Allergy Clin Immunol. 1977 May;59(5):359-63.
- 64) Valdivieso R, Quirce S, Sainz T. Bronchial asthma caused by Lathyrus sativus flour. Allergy. 1988 Oct;43(7):536-9.
- 65) [Porcel S, Leon F, Martin Calderin P, Valero A, Botello A, Alvarez Cuesta E.](#)

Occupational asthma caused by grass pea used in the industrial processing of parquet.
Allergol Immunopathol (Madr). 2001 Sep-Oct;29(5):207-11.

- 66) Porcel S, Leon F, Valero AM, Calderin PM, Cuevas M, Cuesta EA. Occupational rhinitis and asthma by *Lathyrus sativus* flour: characterization of allergens. *J Allergy Clin Immunol*. 2001 Apr;107(4):743-4.
- 67) Zanforlin M, Incorvaia C. A case of pollinosis to *Broussonetia papyrifera*. *Allergy*. 2004 Oct;59(10):1136-7.
- 68) Conde-Salazar L, Gonzalez MA, Guimaraens D, Romero L. Occupational allergic contact dermatitis from styrene. *Contact Dermatitis*. 1989 Aug;21(2):112.
- 69) Weber RW. Liquidambar styraciflua. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2003 Jun;90(6):A6.
- 70) Moscato G, Biscaldi G, Cottica D, Pugliese F, Candura S and Candura F. Occupational asthma due to styrene: two case reports. *J Occup Med* 1987; 29(12):957-960.
- 71) Wodehouse R.P. Hay fever plants. 2° ed. Hafner Publishing Co., New York, 1971.
- 72) Delbourg MF, Moneret-Vautrin DA, Guilloux L, Ville G. Hypersensitivity to latex and *Ficus benjamina* allergens. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 1995 Dec;75(6 Pt 1):496-500.
- 73) Jors E. The prevalence of skin and mucosal symptoms in gardeners handling *Ficus benjamina* (weeping fig) and *Hedera helix* (ivy). A cross-sectional study. *Ugeskr Laeger*. 2003 Sep 8;165(37):3526-9.
- 74) Bircher AJ, Langauer S, Levy F, Wahl R. The allergen of *Ficus benjamina* in house dust. *Clin Exp Allergy*. 1995 Mar;25(3):228-33.
- 75) Chen Z, Duser M, Flagge A, Maryska S, Sander I, Raulf-Heimsoth M, Baur X. Identification and characterization of cross-reactive natural rubber latex and *Ficus benjamina* allergens. *Int Arch Allergy Immunol*. 2000 Dec;123(4):291-8.
- 76) Brehler R, Abrams E, Sedlmayr S. Cross-reactivity between *Ficus benjamina* (weeping fig) and natural rubber latex. *Allergy*. 1998 Apr;53(4):402-6.
- 77) Hemmer W, Focke M, Gotz M, Jarisch R. Sensitization to *Ficus benjamina*: relationship to natural rubber latex allergy and identification of foods implicated in the Ficus-fruit syndrome. *Clin Exp Allergy*. 2004 Aug;34(8):1251-8.
- 78) Prince H.E., Meyer G.H. Hay fever from southern wax-myrtle (*Myrica cerifera*): a case report. *Ann. Allergy* 1977; 38:252
- 79) Galdi E, Perfetti L, Calcagno G, Marcotulli MC, Moscato G. Exacerbation of asthma related to *Eucalyptus pollens* and to herb infusion containing *Eucalyptus*. *Monaldi Arch Chest Dis*. 2003 Jul-Sep;59(3):220-1.
- 80) Ariano R. Incremento delle cosidette pollinosi "minori" in Italia. *Notiziario Allergologico* 1989;8:31
- 81) Anfosso F, Soler M, Mallea M, Charpin J. Isolation and characterization in vitro of an allergen from plane-tree (*Platanus acerifolia*) pollen. *Int Arch Allergy Appl Immunol*. 1977;54(6):481-6.
- 82) Varela S, Subiza J, Subiza JL, Rodriguez R, Garcia B, Jerez M, Jimenez JA, Panzani R. *Platanus* pollen as an important cause of pollinosis. *Platanus pollen as an important cause of pollinosis*.
- 83) Enrique E, Cistero-Bahima A, Bartolome B, Alonso R, San Miguel-Moncin MM, Barra J, Martinez A. *Platanus acerifolia* pollinosis and food allergy. *Allergy*. 2002 Apr;57(4):351-6.
- 84) Pujevic S. Allergic manifestations due to sensitization by pollen of the poplar (*Populus alba*). *Acta Allergol*. 1959;14:180-4.
- 85) Sawhney MP. Patch test with ether extracts in salicaceae allergy. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2002;68:77-77
- 86) Sawhney MPS. Airborne salicaceae allergy in Ladakh. *Indian J Dermatol Venereal Leprol* 1999;65:264-266.
- 87) Shafiee A. Atmospheric pollen counts in Tehran, Iran, 1974. *Pahlavi Med J* 1976;7(3):344-51
- 88) Guner S, Atici A, Cengizler I, Alparslan N. Inhalant allergens: as a cause of respiratory allergy in east Mediterranean area, Turkey. *Allergol Immunopathol* 1996;24(3):116-9
- 89) Celik G, Mungan D, Pinar M, Misirligil Z. Poplar pollen-related allergy in Ankara, Turkey: how important for patients living in a city with high pollen load? *Allergy Asthma Proc*. 2005 Mar-Apr;26(2):113-9.

- 90) Gawel J, Halota A, Kurzawa R, Smieszek J. Phenologic observations of the Rabka health resort in 1990. [Polish] *Pneumonol Alergol Pol* 1992;60(7-8):39-41
- 91) Kadocsa E, Bittera I, Juhasz M. Aeropollinologic and allergologic studies for the clarification of "poplar tree hay fever" [Hungarian] *Orv Hetil* 1993;134(38):2081-3
- 92) Wuthrich B, Annen H. Pollionosis: I. Findings on the clinical aspects and the pollen spectrum in 1565 pollen-sensitive patients. [German] *Schweiz Med Wochenschr* 1979;109(33):1212-8
- 93) Lewis WH, Imber WE. Allergy epidemiology in the St. Louis, Missouri, area. III. Trees. *Ann Allergy* 1975;35(2):113-9
- 94) Park HS, Chung DH, Joo YJ. Survey of airborne pollens in Seoul, Korea. *J Korean Med Sci* 1994;9(1):42-6
- 95) Gioulekas D, Papakosta D, Damialis A, Spieksma F, Giouleka P, Patakas D. Allergenic pollen records (15 years) and sensitization in patients with respiratory allergy in Thessaloniki, Greece. *Allergy*. 2004 Feb;59(2):174-84.
- 96) Popp W, Horak F, Jager S, Reiser K, Wagner C, Zwick H. Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) pollen: a frequent cause of allergic sensitization in urban children *Allergy*. 1992 Aug;47(4 Pt 2):380-3.
- 97) [Ballero M](#), [Ariu A](#), [Falagiani P](#). Allergy to *Ailanthus altissima* (tree of heaven) pollen. *Allergy*. 2003 Jun;58(6):532-3.
- 98) Loureiro G, Rabaca M, Blanco B, Andrade S, Chieira C, Pereira C. Aeroallergens sensitization in an allergic paediatric population of Cova da Beira, Portugal. *Allergol Immunopathol (Madr)*. 2005 Jul-Aug;33(4):192-8.
- 99) Torri P, Accorsi CA, Bandini Mazzanti M, Zagni AM. A study of airborne Ulmaceae pollen in Modena (northern Italy). *J Environ Pathol Toxicol Oncol*. 1997;16(2-3):227-30.
- 100) Ariano R., Chiappella M.A., Augeri G. Pollinosi da alberi in provincia d'Imperia. *Atti del 2° Congr. Reg. Allergol. Saint Vincent*, 26-28 maggio 1988, p.88
- 101) Negrini AC, Arobba D. Allergenic pollens and pollinosis in Italy: recent advances. *Allergy*. 1992 Aug;47(4 Pt 2):371-9.
- 102) Gioulekas D, Papakosta D, Damialis A, Spieksma F, Giouleka P, Patakas D. Allergenic pollen records (15 years) and sensitization in patients with respiratory allergy in Thessaloniki, Greece. *Allergy*. 2004 Feb;59(2):174-84.
- 103) Weber R.W, Mansfield L.E., Nelson H.S. Cross-reactivity among weeds of Amaranth and Chenopod families. *J. Allergy Clin. Immunol*. 1978;61:172 (Abs)
- 104) Bangha E, Elsner P. Occupational contact dermatitis toward sesquiterpene lactones in a florist. *Am J Contact Dermat*. 1996 Sep;7(3):188-90.
- 105) Kanerva L, Makinen-Kiljunen S, Kiistala R, Granlund H. Occupational allergy caused by spathe flower (*Spathiphyllum wallisii*). *Allergy*. 1995 Feb;50(2):174-8.
- 106) Cahen YD, Lundberg M, Wuthrich B. Indoor allergy to spathe flower (*Spathiphyllum floribundum*). *Allergy*. 1997 Jan;52(1):114-5.
- 107) Ozdemir C, Schneider LA, Hinrichs R, Staib G, Weber L, Weiss JM, Scharffetter-Kochanek K. Allergic contact dermatitis to common ivy (*Hedera helix* L.) *Hautarzt*. 2003 Oct;54(10):966-9.
- 108) Yesudian PD, Franks A. Contact dermatitis from *Hedera helix* in a husband and wife. *Contact Dermatitis*. 2002 Feb;46(2):125-6.
- 109) Katelaris C., Baldo B.A., Howden M.E.H., Matthews P.A., Walls R.S. Investigation of the involvement of *Echium plantagineum* (Paterson's curse) in seasonal allergy. *Allergy* 1982;37:21
- 110) Butcher RD, Goodman BA, Deighton N, Smith WH. Evaluation of the allergic/irritant potential of air pollutants: detection of proteins modified by volatile organic compounds from oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) using electrospray ionization-mass spectrometry. *Clin Exp Allergy*. 1995 Oct;25(10):985-92.
- 111) Welch J, Jones MG, Cullinan P, Coates OA, Newman Taylor AJ. Sensitization to oilseed rape is not due to cross-reactivity with grass pollen. *Clin Exp Allergy*. 2000;30(3):370-5.
- 112) [Anibarro B](#), [Fontela JL](#). Allergy to marijuana. *Allergy*. 1996 Mar;51(3):200-1.
- 113) Stokes JR, Hartel R, Ford LB, Casale TB. Cannabis (hemp) positive skin tests and respiratory symptoms. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2000 Sep;85(3):238-40.

- 114) Estrada JL, Gozalo F, Cecchini C, Casquete E. Contact urticaria from hops (*Humulus lupulus*) in a patient with previous urticaria-angioedema from peanut, chestnut and banana. *Contact Dermatitis*. 2002 Feb;46(2):127.
- 115) Forster-Waldl E, Marchetti M, Scholl I, Focke M, Radauer C, Kinaciyan T, Nentwich I, Jager S, Schmid ER, Boltz-Nitulescu G, Scheiner O, Jensen-Jarolim E. Type I allergy to elderberry (*Sambucus nigra*) is elicited by a 33.2 kDa allergen with significant homology to ribosomal inactivating proteins. *Clin Exp Allergy*. 2003 Dec;33(12):1703-10.
- 116) Sanchez-Guerrero IM, Escudero AI, Bartolome B, Palacios R. Occupational allergy caused by carnation (*Dianthus caryophyllus*). *J Allergy Clin Immunol*. 1999 Jul;104(1):181-5.
- 117) Subiza J, Subiza JL, Alonso M, Hinojosa M, Garcia R, Jerez M, Subiza E. Allergic conjunctivitis to chamomile tea. *Ann Allergy*. 1990 Aug;65(2):127-32.
- 118) de la Torre Morin F, Sanchez Machin I, Garcia Robaina JC, Fernandez-Caldas E, Sanchez-Trivino M. Clinical cross-reactivity between *Artemisia vulgaris* and *Matricaria chamomilla* (chamomile). *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2001;11(2):118-22.
- 119) de Jong NW, Vermeulen AM, Gerth van Wijk R, de Groot H. Occupational allergy caused by flowers. *Allergy*. 1998 Feb;53(2):204-9.
- 120) Miralles JC, Garcia-Sells J, Bartolome B, Negro JM. Occupational rhinitis and bronchial asthma due to artichoke (*Cynara scolymus*). *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2003 Jul;91(1):92-5.
- 121) Brito FF, Mur P, Bartolome B, Galindo PA, Gomez E, Borja J, Martinez A. Rhinoconjunctivitis and occupational asthma caused by *Diploaxis erucoides* (wall rocket). *J Allergy Clin Immunol*. 2001 Jul;108(1):125-7.
- 122) Solomon W.R., Burge H.P., Muilenberg M.L. Pollen of grass allies as potential allergens. *J. Allergy Clin. Immunol*. 1981;67 (abst.):56
- 123) Slater JE .Latex allergy. *J. Allergy Clin. Immunol*. 1994;94:139-149
- 124) Garabrant D.H., Schweitzer S. Epidemiology of latex sensitization and allergies in health care workers. *J. Allergy Clin. Immunol*. 2002; 110: Issue 2 (Supplement). Pages S82-S95.
- 125) Panzani R. Respiratory castor bean dust allergy in the South of France with special reference to Marseilles. *Int Arch Allergy Appl Immunol*. 1957;11(3-4):224-36.
- 126) Panzani R, Layton LL. Allergy to the dust of *Ricinus communis* (castor bean): clinical studies upon human beings and passively sensitized monkeys. *Int Arch Allergy Appl Immunol*. 1963;22:350-68.
- 127) Ariano R., Chiapella M., Augeri G., Panzani R. Allergia respiratoria ai pollini di *Mercurialis* : una nuova pollinosi ? Ariano (Abstract) Congresso annuale della Soc. It. Allergol. Immunol. Clin.,Catania,1-2 giugno 1990.
- 128) Ariano R., Chiapella M., Augeri G., Panzani R. An unusual case of respiratory allergy to the pollens *Mercurialis annua*. (Abstract of EAACI 1990 meeting) *Clin. Exper. Allergy*,20,Suppl. 1, pag. 124.
- 129) Ariano R., Panzani R.C. et al. Respiratory allergy to the pollen of *Mercurialis annua* (Euphorbiaceae). *Annals of Allergy*, Volume 70, March,1993, pag.249-254.
- 130) Hyde H.A. Studies in atmospheric pollen. IV. Pollen deposition in Great Britain. 1943 Part II. The composition of the pollen catch. *New Phytol*. 1950; 49: 407
- 131) Garcia-Ortega P, Martinez J, Martinez A, Palacios R, Belmonte J, Richart C. *Mercurialis annua* pollen: a new source of allergic sensitization and respiratory disease. *J Allergy Clin Immunol*. 1992 May;89(5):987-93
- 132) Palosuo T, Panzani RC, Singh AB, Ariano R, Alenius H, Turjanmaa K. Allergen cross-reactivity between proteins of the latex from *Hevea brasiliensis*, seeds and pollen of *Ricinus communis*, and pollen of *Mercurialis annua*, members of the Euphorbiaceae family. *Allergy Asthma Proc*. 2002 Mar-Apr;23(2):141-7.
- 133) Lelong M., Berquin J.I., Bras C. Peut-on parler de pollinose au trèfle ? *revue Fr Allergol* 1988 ;28 :331
- 134) Piirila P, Kanerva L, Alanko K, Estlander T, Keskinen H, Pajari-Backas M, Tuppurainen M. Occupational IgE-mediated asthma, rhinoconjunctivitis, and contact urticaria caused by Easter lily (*Lilium longiflorum*) and tulip. *Allergy*. 1999 Mar;54(3):273-7.

- 135) Vidal C, Polo F. Occupational allergy caused by *Dianthus caryophyllus*, *Gypsophila paniculata*, and *Lilium longiflorum*. *Allergy*. 1998 Oct;53(10):995-8.
- 136) Guin JD, Schosser RH, Rosenberg EW. *Magnolia grandiflora* dermatitis. *Dermatol Clin*. 1990 Jan;8(1):81-4.
- 137) Moneo I, Alday E, Ramos C, Curiel G. Occupational asthma caused by *Papaver somniferum*. *Allergol Immunopathol (Madr)*. 1993 Jul-Aug;21(4):145-8.
- 138) Solomon WR. An appraisal of *Rumex* pollen as an aeroallergen. *J Allergy*. 1969 Jul;44(1):25-36.
- 139) Lewis W.H., Vynay P., Zenger V.E. Airborne and allergenic pollen in North America. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, London 1983
- 140) Bolhaar ST, van Ginkel CJ. Occupational allergy to cyclamen. *Allergy*. 2000 Apr;55(4):411-2.
- 141) Ariano R., Panzani R., Mistrello G. Allergy to cyclamen. (In press)
- 142) Aplin CG, Lovell CR. Contact dermatitis due to hardy *Primula* species and their cultivars. *Contact Dermatitis*. 2001 Jan;44(1):23-9.
- 143) Connolly M, Mc Cune J, Dauncey E, Lovell CR. *Primula obconica*--is contact allergy on the decline? *Contact Dermatitis*. 2004 Oct;51(4):167-71.
- 144) A. Rodríguez , M. De Barrio, C. De Frutos, V. de Benito, M. L. Baeza Occupational allergy to fern. *Allergy* 2001; 56 : 89
- 145) Kwaselow A, Rowe M, Sears-Ewald D, Ownby D. Rose hips: a new occupational allergen. *J Allergy Clin Immunol*. 1990 Apr;85(4):704-8.
- 146) Unlu M, Sahin U, Yariktas M, Demirci M, Akkaya A, Ozturk M, Orman A. Allergic rhinitis in *Rosa domescena* cultivators: a novel type of occupational allergy? *Asian Pac J Allergy Immunol*. 2001 Dec;19(4):231-5.
- 147) Demir AU, Karakaya G, Kalyoncu AF. Allergy symptoms and IgE immune response to rose: an occupational and an environmental disease. *Allergy*. 2002 Oct;57(10):936-9.
- 148) Steinman HK, Lovell CR, Cronin E. Immediate-type hypersensitivity to *Crataegus monogyna* (hawthorn). *Contact Dermatitis*. 1984 Nov;11(5):321.
- 149) Maurice PD. *Tropaeolum majus* and contact dermatitis. *Br J Dermatol*. 1997 Oct;137(4):661.
- 150) Sharma S., Panzani RC, Gaur SN, Ariano R, Singh AB. Evaluation of Cross-Reactivity between *Holoptelea integrifolia* and *Parietaria judaica*. *Int Arch Allergy Immunol*. 2005 Jan 12;136(2):103-112
- 151) Garcia-Gonzalez JJ, Bartolome-Zavala B, Fernandez-Melendez S, Barcelo-Munoz JM, Miranda Paez A, Carmona-Bueno MJ, Vega-Chicote JM, Negro Carrasco MA, Ameal Godoy A, Pamies Espinosa R. Occupational rhinoconjunctivitis and food allergy because of aniseed sensitization. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2002 May;88(5):518-22.

Autore: Dr Renato Ariano – Responsabile della Sezione di Aerobiologia, Ecologia e Prevenzione Ambientale dell'AAIITO (Associazione allergologi italiani)

renato-ariano@libero.it