



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

**Monitoraggio spore fungine in ambienti agricoli**



ARPAT

## **Relazione progetto : “ Monitoraggio spore fungine in ambienti agricoli”.**

### Premessa

Il territorio provinciale di Pistoia è caratterizzato da diffuse produzioni agricole, sia tradizionali che specializzate, che fanno di Pistoia uno dei distretti più importanti a livello nazionale per la produzione di piante ornamentali.

Questo tipo di coltura è quella che meno si presta all'applicazione di pratiche di agricoltura biologica e biodinamica, tuttavia, al fine di contenere l'uso di antiparassitari e diserbanti, sta crescendo l'interesse verso sistemi di lotta integrata.

La Provincia di Pistoia opera, da diversi anni, per la riconversione biologica di alcune aziende e per una generale riduzione di fitofarmaci, favorendo l'introduzione di metodi di agricoltura integrata, secondo le priorità contenute nel Piano di Sviluppo Rurale.

D'altra parte ARPAT ha posto la riduzione degli impatti in Agricoltura a salvaguardia dell'Ambiente e della salute umana tra le priorità della sua azione, in accordo con il Piano Regionale di Azione Ambientale Disciplinare di Piano 2004 – 2006, che al punto 1.1.3 “Ambiente e Salute” prevede fra i macro obiettivi, la riduzione degli impatti dei pesticidi e delle sostanze chimiche pericolose sulla salute umana e l'ambiente.

Anche il Piano Regionale di Azione Ambientale PRAA 2007-2010 riprende i 4 macro obiettivi del 6° programma di azione per l'Ambiente della Comunità Europea “ Il nostro futuro, la nostra scelta” :

- **Contrastare il cambiamento climatico**
- **Proteggere la natura, la flora e la fauna**
- **Affrontare i legami fra ambiente e salute**
- **Preservare le risorse naturali e migliorare la gestione dei rifiuti**

In particolare il PRAA al punto 3 del terzo macro obiettivo si propone di : “Ridurre gli impatti dei prodotti fitosanitari e delle sostanze chimiche pericolose sulla salute umana e sull'ambiente”.

Le spore fungine sono diffusissime nell'ambiente vegetale e possiedono una straordinaria capacità di sopravvivenza , rimanendo a lungo allo stato quiescente, per riprendere a moltiplicarsi non appena le condizioni ambientali di umidità e di temperatura mite, unite a scarsa aerazione, sono favorevoli. Posatesi sui tessuti vegetali suscettibili, vi si “sviluppano” ramificandosi all'interno e all'esterno e provocando i sintomi della malattia.

Poiché tra i fitofarmaci maggiormente usati rientrano quelli impiegati per combattere le infestazioni fungine, interessanti prospettive sono date dai sistemi capaci di individuare precocemente la presenza di spore fungine fitopatogene aerodisperse, così da indicare i momenti più adatti per eseguire i trattamenti antiparassitari, uscendo dalla prassi dei trattamenti

“a calendario”, che mantengono costantemente protetta la coltura, avviando i trattamenti all’inizio della stagione e ripetendoli, ad intervalli regolari, fino alla raccolta, senza tenere conto del reale andamento delle avversità, risultando così aspecifici e per questo numerosi, costosi e non sempre efficaci.

**Da diversi anni ARPAT ha attivato una Rete *REGIONALE* di *MONITORAGGIO AEROBIOLOGICO DI POLLINI E SPORE FUNGINE* di interesse sanitario ed ambientale.**



I campionatori volumetrici di particelle aerodisperse (VPPS2000) tipo Hirst (raccomandati nel 1972 dall’International Biological Program), collocati nella città di Firenze, Pistoia, Montecatini e Lido di Camaiore, sono posizionati ad una altezza di circa 18/20 metri da terra e coprono in tal modo un’area di 20Km diametro. Ogni settimana i dati relativi ai pollini e alle spore fungine aerodisperse vengono diffusi sul sito dell’ Agenzia [www.arpat.toscana.it](http://www.arpat.toscana.it). □

**In questo contesto, presso l’Articolazione Funzionale Regionale di Aerobiologia del Dipartimento Provinciale ARPAT di Pistoia si sono sviluppate delle competenze nel campo del riconoscimento delle spore fungine di interesse sia allergologico che fitopatologico.**

### **Descrizione del progetto**

Il progetto denominato “Monitoraggio spore fungine in ambienti agricoli” è finanziato dalla Regione Toscana, legge regionale n°41/98, nell’ambito dell’incentivazione dei programmi locali di sviluppo sostenibile e dalla Provincia di Pistoia, che ha concesso un contributo con il Decreto Presidenziale n. 349 del 02/11/06. Lo scopo è quello di sviluppare strumenti che consentano di ridurre l’uso dei fitofarmaci per la disinfestazione delle coltivazioni sia specializzate che tradizionali. Confrontando il monitoraggio delle spore fungine aerodisperse con le variabili ambientali (meteo climatiche) si possono elaborare modelli previsionali sulla possibilità che si verifichino malattie crittogamiche epidemiche, in modo da orientare in maniera specifica i trattamenti, ottenendo così una migliore salvaguardia dell’ambiente (aria, terreni e falde acquifere), della salute degli addetti (D.Lgs 626/94) e dei consumatori.

**Obiettivi prioritari del progetto sono :**

- **verificare la corrispondenza fra i risultati ottenuti da campionatori volumetrici (VPPS2000 Lanzoni) di spore fungine e pollini aerodispersi posizionati in campo con quelli forniti da campionatore fisso, posizionato a quote elevate e rappresentativo di aree estese.**
- **valutare la relazione fra la quantità di spore fungine fitopatogene aerodisperse, parametri meteo climatici e lo sviluppo delle relative malattie su un gruppo ristretto di patogeni e di ospiti.**

**Materiali e metodi**

Tutte le stazioni di campionamento di ARPAT effettuano il monitoraggio dei granuli pollinici e delle spore fungine disperse in atmosfera mediante catturatori volumetrici tipo Hirst (1952), denominati Pollen Trap (VPPS 2000 della ditta Lanzoni, Bologna) ed operano secondo **NORMA UNI 11108:2004**, che descrive il procedimento per **“La misurazione della concentrazione dei granuli pollinici e delle spore fungine disperse in atmosfera, applicabile per indagini in atmosfera libera o in ambienti confinati, a concentrazioni minori di  $10^4$  particelle al metro cubo d'aria “**

**Principio del metodo**

I campionatori, che sono provvisti di un orifizio dal quale entra l'aria ed il materiale da campionare, per mezzo della depressione provocata da una pompa aspirante, sono classificati come campionatori volumetrici. I campionatori volumetrici sono comunemente usati nel campionamento di particelle molto piccole che hanno una efficienza di ingresso molto elevata. Per particelle di grandi dimensioni, come i pollini e le spore fungine, vengono usati campionatori isocinetici, in modo che la velocità dell'aria all'ingresso del campionatore venga mantenuta costantemente uguale alla velocità dell'aria ambiente, ossia alla velocità delle particelle in prossimità del campionatore. In questo modo vengono evitate alle particelle brusche accelerazioni o decelerazioni e quindi deviazioni dalla traiettoria del flusso in ingresso nel campionatore per effetto del momento di inerzia. Diversi sono i metodi usati per raccogliere materiale aerodiffuso con questo sistema di campionamento.

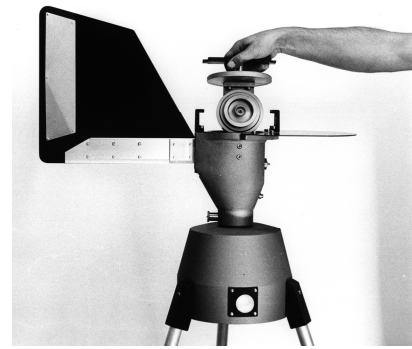
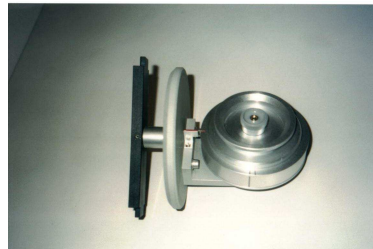
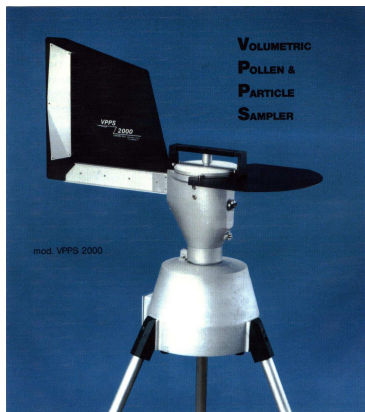
Il campionatore Hirst (Hirst, 1952) è stato progettato per misurare l'andamento nel tempo della concentrazione atmosferica di granuli pollinici, spore ed altre particelle biologiche mediante riconoscimento morfologico. Esso consiste essenzialmente in un impattore monostadio con fenditura di 2x14mm attraverso la quale l'aria campionata investe una superficie di impatto che si muove ad una velocità di 2 mm ogni ora. Una caratteristica di questo strumento è, oltre ad avere una portata di aspirazione di 10 litri al minuto, paragonabile alla capacità media respiratoria umana, di essere montato su un sistema munito di coda che gli permette di orientarsi continuamente contro vento. L'efficienza di campionamento è ragionevolmente alta anche se soggetta a variazioni dipendenti dal diametro delle particelle e dal vento.

L'aria da analizzare viene prelevata dalla pompa aspirante=attraverso una fenditura, viene diretta su di una superficie di campionamento opportunamente trattata sulla quale le particelle contenute nel volume d'aria terminano la loro traiettoria depositandosi per impatto. Le immagini successive riproducono particolari del campionatore.





**Figura 1 - Campionatore volumetrico tipo Hirst della stazione di Pistoia**



**Figura 2 - Dettagli del campionatore VPPS 2000**

Gli apparecchi, se installati al centro di terrazzi posti alla sommità di edifici con altezza compresa tra i 15 e i 20 metri dal suolo, lontano da muri e protezioni ed in cui la circolazione atmosferica locale non risente della presenza di ostacoli vicini, monitorano un'area di 20 Km di diametro. Se installati in campo, possono monitorare l'area immediatamente circostante. Lo strumento è costituito da una sorta di grosso cilindro cavo collegato con l'esterno solo da una piccola fessura. La pompa fa in modo che per 24 ore per sette giorni attraverso la fessura venga aspirato all'interno un volume noto d'aria (10 litri al minuto, controllato settimanalmente con un flussimetro applicato alla fessura). Quest'aria, e tutto ciò che in essa si trova disperso, impatta contro un nastro di materiale plastico trasparente, cosparso di un sottile film di fluido al silicone (operazione da effettuare sotto cappa) che trattiene le particelle. Tale nastro è fissato ad un tamburo rotante, posto in corrispondenza della fessura, che compie una rotazione completa in una settimana (il tamburo ruota alla velocità di 2 mm/l'ora). Al termine di questo periodo il nastro viene trasportato in laboratorio, separato dal suo supporto, misurato e tagliato con un bisturi in otto segmenti (Fig. 3 sn).

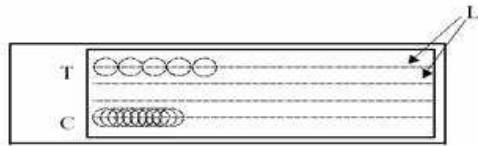


***Figura3 – Preparazione del materiale campionato in laboratorio***

I segmenti di nastro così ottenuti vengono, montati su vetrini, colorati sotto cappa chimica con alcune gocce di fucsina glicerinata che vengono poste sia sul vetrino portaoggetti che fra il nastro ed il vetrino coprioggetti. Questa operazione si effettua a temperatura elevata, circa 50 °C, su piastra termostatica (Fig.3 dx) in modo da sciogliere la fucsina basica. Le immagini precedenti illustrano in dettaglio alcune delle operazioni da effettuate.

La lettura del vetrino viene fatta al microscopio ottico utilizzando l'ingrandimento 400X.

Il conteggio dei granuli non è totale su tutta la superficie di campionamento, ma è statistico: viene effettuato osservando cinque linee orizzontali (per strisciata continua), distanti 3 mm l'una dall'altra, scelte in modo da evitare i margini superiori ed inferiori, solitamente più poveri di particelle. La superficie di lettura deve corrispondere a circa il 20% della superficie campionata. Nel nostro studio, per raggiungere questo valore è stato necessario leggere 5 linee orizzontali, utilizzando il metodo di lettura per strisciata continua (Fig. 4).



## METODI DI LETTURA SU LINEE

### ORIZZONTALI

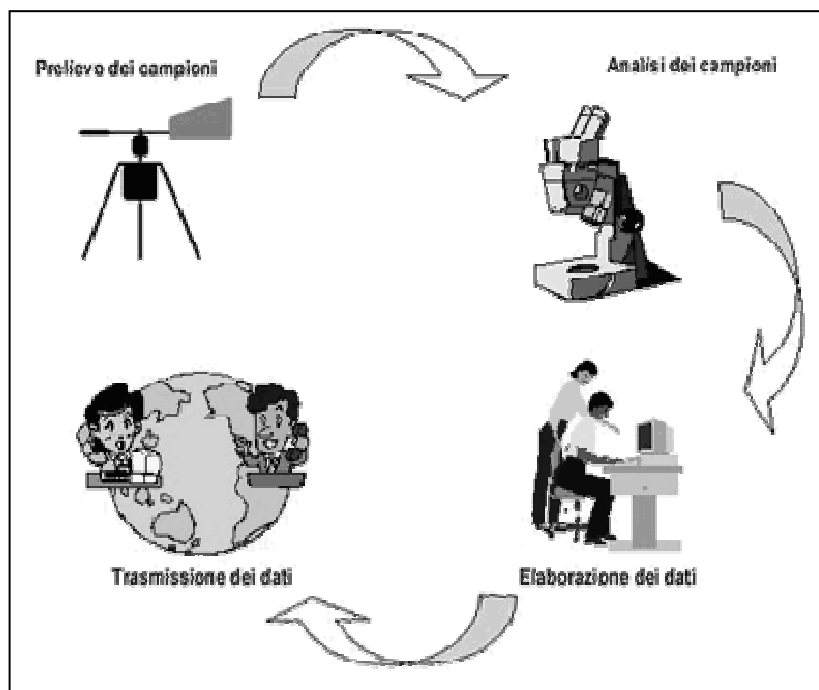
**T** = lettura su campi di microscopio tangenti

**C** = lettura su strisciata continua

**L** = linee di lettura lunghe 48 mm (1 giorno di campionamento)

**Figura 4 – Modalità di lettura del vetrino per linee orizzontali**

I valori di conta delle spore fungine relativi alla superficie esaminata, vengono rapportati all'intera superficie di campionamento. Per effettuare questo calcolo occorre conoscere il diametro del campo microscopico utilizzato per le letture, valore che dipende dall'ingrandimento utilizzato; quindi i dati necessari per il calcolo sono il diametro di campo, il numero delle linee orizzontali di lettura, il numero dei granuli contati per tipo di spora fungina, la modalità di lettura (per campi tangenti o per striscia continua), l'area di campionamento, il volume d'aria campionata in un giorno. Il dato finale viene espresso come concentrazione della spora fungina per metro cubo di aria.



**Figura 5 – Fasi del monitoraggio aerobiologico**

### Analisi dei dati

**Nel corso del 2007** sono state ricercate le seguenti spore Alternaria, Epicoccum, Uredinospore, Torula, Botrytis, Cladosporium, Stemphylium, Pithomyces, Oidium, Peronospora, Helminthosporium, Albugo, Pleospora, Periconia, Polytruncum nei campioni ottenuti dai campionatori volumetrici situati:

- *in quota, presso l'Istituto Geometri di Pistoia (PT1)*
- *in campo presso CE.SPE.VI (PT3) e l'Istituto Professionale per l'Agricoltura e l'Ambiente di Pistoia (PT4).*

**Nel corso del 2008** lo studio è continuato con il monitoraggio delle spore fungine di Oidium (responsabile del Mal Bianco in numerose specie vegetali) e Peronospora, (responsabile di Peronospora Sparsa sulle rose) presso i siti di campionamento posti:

- *in quota, presso l'Istituto Geometri di Pistoia (PT1)*
- *in campo presso CE.SPE.VI (PT3) e Rose Barni (PT5).*

I dati ottenuti dai campionamenti in quota ed in campo sono stati confrontati mediante il test di correlazione, calcolato come rapporto tra la covarianza delle due variabili ed il prodotto delle loro deviazioni standard, per fare questo abbiamo applicato il test R di Pearson.

Il coefficiente di correlazione (r) tra 2 variabili statistiche x e y, viene mostrato in una matrice di output ed indica quanto le due variabili sono collegate tra di loro.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Questo test statistico non vuole mostrare se x influenza y o viceversa, ma se i due valori sono associati, pertanto il valore calcolato riassume la forza della relazione lineare fra le variabili e verificare l'ipotesi che r sia zero, cioè se l'apparente associazione fra le variabili possa essere dovuta al caso.

Coefficiente di correlazione di Pearson è una quantità a-dimensionale e non è influenzato dalle unità di misura, varia da -1 a 1 (r=1 o r=-1: correlazione lineare esatta), è positivo quando i valori delle variabili crescono insieme, è negativo quando i valori di una variabile crescono al decrescere dei valori dell'altra.

Più il valore di r si avvicina ad 1 maggiore è la relazione tra le due variabili, pertanto basandoci sulla letteratura scientifica nel settore dell'aerobiologia si è convenuto, nello studio in esame, di individuare la buona correlazione per valori di r maggiori di 0.6.



## Stato di avanzamento dei lavori

Nel corso del 2006 è iniziata la collaborazione del DIP. Provinciale ARPAT di Pistoia con la Provincia di Pistoia, Servizio Agricoltura, per il progetto **“Monitoraggio spore fungine in ambienti agricoli”**.

Per attivare il progetto sono stati individuati, in collaborazione con la Dott.ssa M.Guastini, del Servizio Agricoltura della Provincia di Pistoia, i soggetti partecipanti alla sperimentazione che hanno dato la disponibilità ad alloggiare presso le loro strutture i Campionatori Volumetrici:

- Il CE.SPE.VI con il Dott. Paolo Marzialetti , per rilevazione di fitopatie su alcune specie di piante da vivaio comunemente coltivate nelle aziende del territorio pistoiese, poste in prossimità del campionatore volumetrico posizionato in campo.
- L'Istituto Professionale per l'Agricoltura e l'Ambiente “De Franceschi” di Pistoia con il Dott. Carlo Vezzosi

Nei primi mesi di attivazione del progetto si è provveduto ad installare presso il CE.SPE.VI un campionatore volumetrico VPPS2000 (Figura 1).



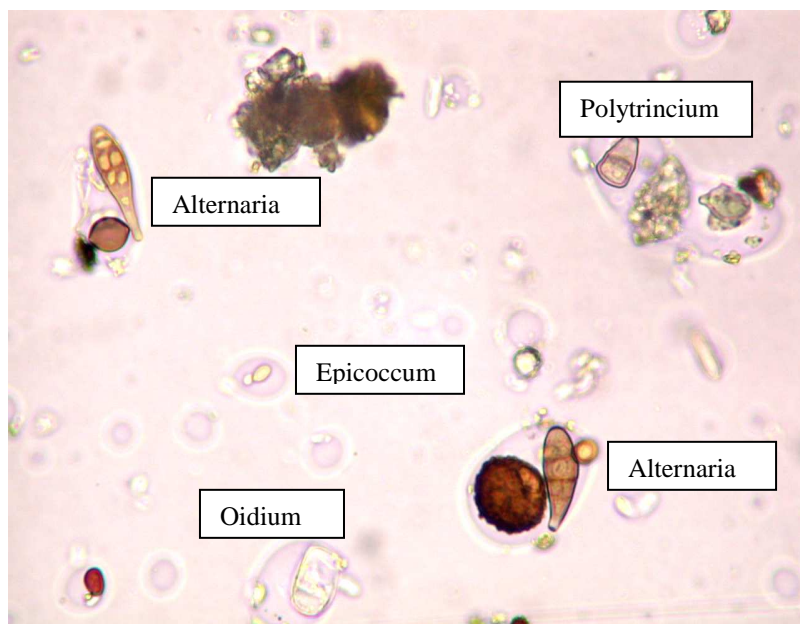
**Figura 3**

- Campionatore Volumetrico VPPS2000 installato presso il CE.SPE.VI, di lato centralina meteo

Ne è stata valutata la funzionalità in base ai requisiti previsti dalla **NORMA UNI 11108:2004**, che descrive il procedimento per **“La misurazione della concentrazione dei granuli pollinici e delle spore fungine disperse in atmosfera, applicabile per indagini in atmosfera libera o in ambienti confinati, a concentrazioni minori di  $10^4$  particelle al metro cubo d'aria** “. Sono stati effettuati 7 campionamenti settimanali per un totale di 50 vetrini che sono stati trattati sempre secondo la UNI 11108:2004.

Dopo colorazione i vetrini sono stati osservati al microscopio ottico da personale specializzato per una valutazione delle specie fungine riconoscibili e maggiormente rappresentate nei diversi campionamenti giornalieri.

Sono state individuate le seguenti specie fungine (figure 2-16):



- Alternaria
- Polytrincium
- Epicoccum,
- Oidium

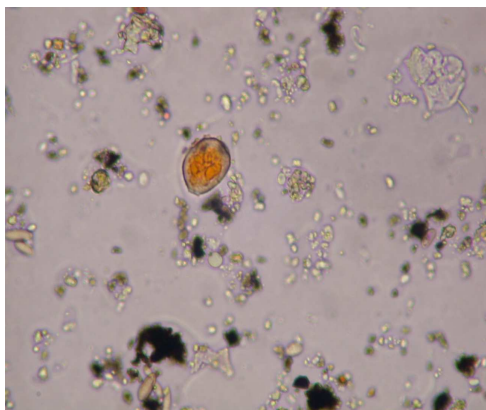
**Osservazione al  
microscopio ottico di  
spore fungine  
aerodisperse da  
campionamento  
volumetrico  
(catturatore VPPS 2000)**

**Figura 4**



- Catena di Oidium

**Figura 5**



- Uredinospore

**Figura 6**

Osservazione  
al  
microscopio  
ottico di spore  
di

- Torula
- Botrytis



Figura 7



Figura 8



Figura 9



Figura 10

- Pithomyces
- Albugo

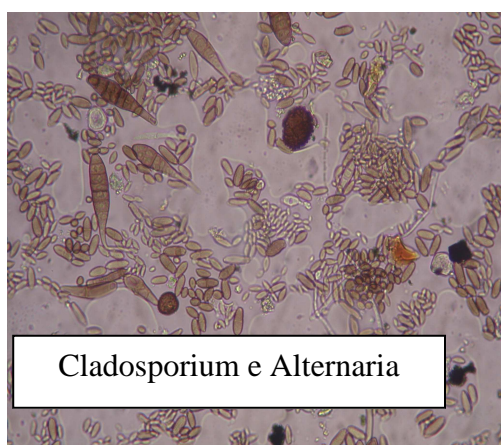


Figura 11



Figura 12



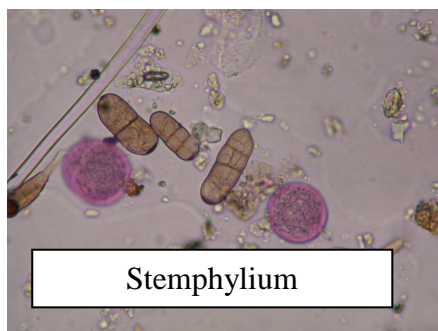


Figura 13



Figura 12

- Stemphylium
- Periconia

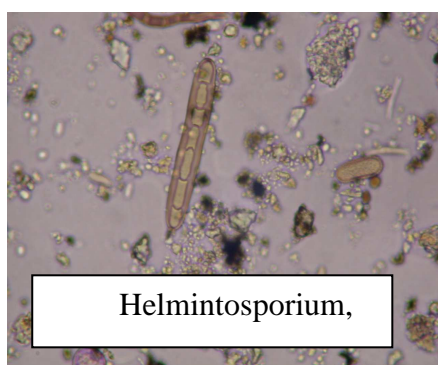


Figura 14



Figura 15

- Helmintosporium
- Pleospora

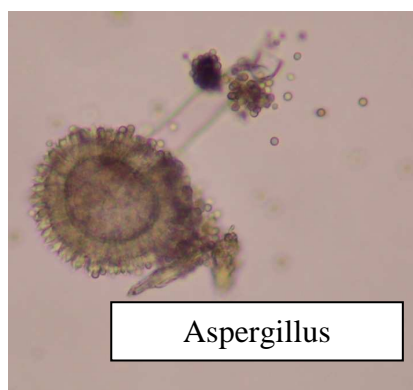


Figura 16

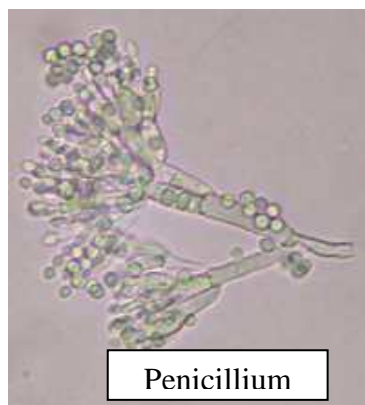
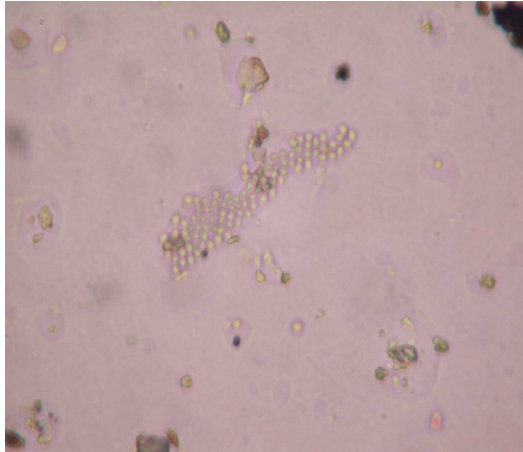


Figura 17

Osservazione al  
microscopio ottico da  
coltura di

- Aspergillus
- Penicillium



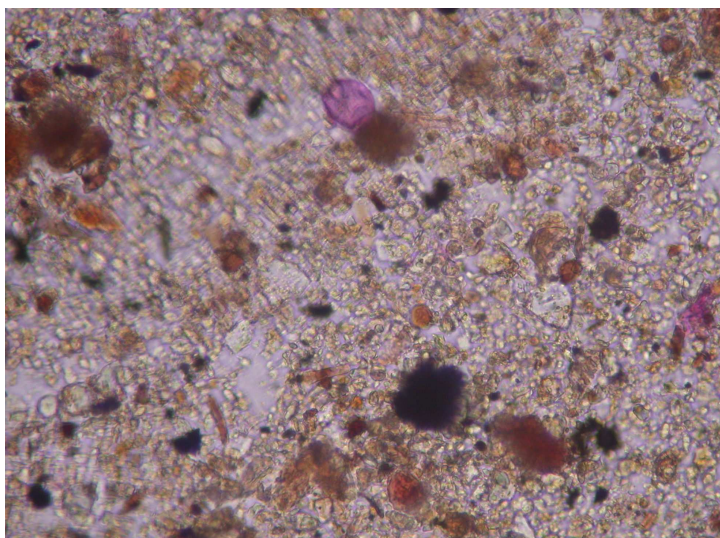


Osservazione al MO  
di spore simil  
Aspegillus e  
Penicillium da  
campionamento con  
VPPS 2000

**Figura 18**

Non è possibile distinguere le spore di *Aspergillus* e *Penicillium* al microscopio ottico in campioni da campionamento volumetrico in quanto risultano molto simili, è necessario per questo mettere in coltura il bioaerosol, far sviluppare le colonie e solo successivamente esaminarle al microscopio ottico.

Il riconoscimento morfologico del materiale prelevato attraverso i campionatori in campo è stato talvolta difficile in quanto, oltre alle spore fungine ed ai pollini normalmente presenti, in giorni con particolari situazioni meteorologiche, era presente nei vetrini molto materiale terrigeno che rendeva difficile il riconoscimento di spore fungine al Microscopio Ottico (vedi figura 17).



Osservazione al microscopio ottico di particolato terrigeno che rende difficile il riconoscimento di pollini e spore fungine se presenti

**Figura 19**

Si è deciso di ricercare le seguenti spore fungine nei campionamenti a terra presso CE.SPE.VI

- Alternaria, Epicoccum, Uredinospore, Torula, Botrytis, Cladosporium, Stemphylium, Pithomyces, Oidium, Peronospora, Helmintosporium, Albugo, Pleospora, Periconia, Polytrincium

Le stesse spore fungine sono state rilevate nei campionamenti effettuati in quota con il campionatore volumetrico VPPS 2000 (PT1) situato sulla terrazza dell'Istituto Geometri di Pistoia in Viale Adua (Figura 18).



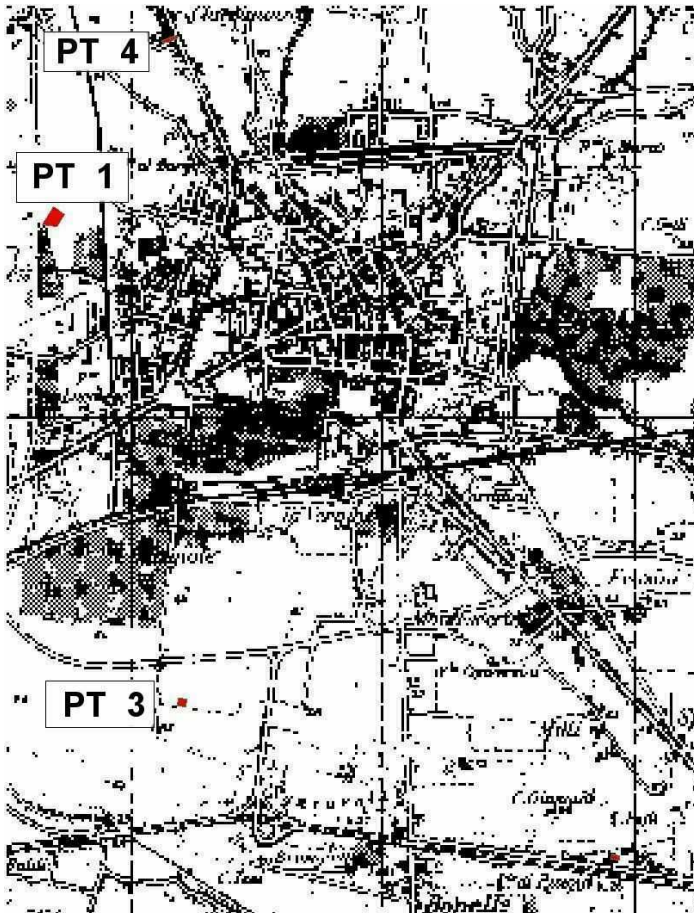
**Figura 20**

Campionatore Volumetrico VPPS 2000 installato a circa 18-20 metri dal suolo presso l'Istituto Geometri di Pistoia.

Nel corso del 2007 è stato posizionato anche un campionatore volumetrico VPPS 2000 presso l'Istituto Professionale di Stato per l'Agricoltura e l'Ambiente di Pistoia.

Il campionamento è stato effettuato in maniera pressoché continua presso il CE.SPE.VI. (PT3) dal 12.03.2007 al 18.11.2007 e presso l'Istituto Agrario (PT4) dal 30/03/2007 al 18/11/2007.

### Posizionamento Catturatori a Pistoia.



**PT1**  
Campionatore volumetrico in  
quota presso Istituto Geometri

**PT3**  
Campionatori in campo presso  
CE.SPE.VI

**PT4**  
Campionatore in campo presso  
Istituto Professionale per  
l'Agricoltura e l'Ambiente

**Distanze:**  
PT1-PT4 circa 1 km  
PT1-PT3 circa 1,5 km  
PT4-PT3 circa 2,5 km

Sono stati prelevati ed esaminati un numero totale di 643 vetrini di campionamento (PT1: 222, PT: 230 e PT4: 191)

Ci sono state delle brevi interruzioni per mancanza di energia elettrica o perché il campionatore non ha rispettato i requisiti previsti dalla NORMA UNI 11108:2004.

I vetrini di campionamento sono stati analizzati secondo la NORMA UNI 11108:2004 ed i dati delle conte giornaliere delle spore sono state convertite, attraverso l'uso di uno specifico software, in concentrazione per metro cubo d'aria per poter confrontare i vari punti di campionamento.

Nella precedente relazione abbiamo allegato i prospetti relativi alle concentrazioni delle 15 spore fungine ricercate per la stazione di campionamento, posizionata presso CESPEVI /PT3 e per la stazione di monitoraggio collocata presso l'Istituto Agrario /PT4

Presso CE.SPE.VI è posizionata una centralina meteo (Figura 19) che rileva numerosi parametri: (T, UR, PR, VV, Direz., Calma, VFdiu, R.S.G., Piog., Evap.)

**Figura 21**



Centralina  
Meteo  
installata  
presso  
CE.SPE.VI

Relativamente ai dati campionati nel 2007 sono state analizzate le concentrazioni giornaliere delle spore fungine riconoscibili morfologicamente al MO. I dati disponibili sono relativi al campionamento in campo presso il Ce.Spe.Vi. - Centro Sperimentale per il Vivaismo di Pistoia (PT3) e l'Istituto Professionale di Stato per l'Agricoltura e l'Ambiente "De Franceschi" (PT4) e in quota (18-20m) presso l'Istituto Geometri (PT1).



Per singola spora fungina si è analizzata la correlazione esistente tra due punti di campionamento, per valutare la relazione cioè tra le due variabili, tali che a ciascun valore della prima variabile corrisponda con una certa regolarità un valore della seconda. Il valore numerico esprime la tendenza di una variabile a variare in funzione di un'altra. Di seguito la tabella riporta le matrici di correlazione, con gli indici calcolati sui dati delle singole spore fungine: la presenza di correlazione lineare positiva è indicata direttamente dal numero compreso tra 0 e 1, si sottintende cioè +n, il segno – indica correlazione indiretta o inversa, il **grassetto evidenzia una buona correlazione se il valore è superiore allo 0.6**.

<i>Albugo</i>	<i>PT1</i>	<i>PT3</i>	<i>PT4</i>
PT1	1,00		
PT3	-0,12	1,00	
PT4	-0,10	0,19	1,00

<i>Alternaria</i>	<i>PT1</i>	<i>PT3</i>	<i>PT4</i>
PT1	1,00		
PT3	0,59	1,00	
PT4	<b>0,73</b>	<b>0,81</b>	1,00

<i>Botrytis</i>	<i>PT1</i>	<i>PT3</i>	<i>PT4</i>
PT1	1,00		
PT3	0,26	1,00	
PT4	0,30	<b>0,65</b>	1,00

<i>Cladosporium</i>	<i>PT1</i>	<i>PT3</i>	<i>PT4</i>
PT1	1,00		
PT3	<b>0,60</b>	1,00	
PT4	<b>0,64</b>	<b>0,63</b>	1,00

<i>Helminthosporium</i>	<i>PT1</i>	<i>PT3</i>	<i>PT4</i>
PT1	1,00		
PT3	0,39	1,00	
PT4	0,36	0,21	1,00

<i>Oidium</i>	<i>PT1</i>	<i>PT3</i>	<i>PT4</i>
PT1	1,00		
PT3	0,16	1,00	
PT4	0,25	<b>0,71</b>	1,00

<i>Epicoccum</i>	<i>PT1</i>	<i>PT3</i>	<i>PT4</i>
PT1	1,00		
PT3	0,37	1,00	
PT4	0,35	0,37	1,00

<i>Peronospora</i>	<i>PT1</i>	<i>PT3</i>	<i>PT4</i>
PT1	1,00		
PT3	0,45	1,00	
PT4	<b>0,64</b>	0,43	1

<i>Pithomyces</i>	<i>PT1</i>	<i>PT3</i>	<i>PT4</i>
PT1	1,00		
PT3	0,30	1,00	
PT4	0,11	0,47	1

<i>Puccinia</i>	<i>PT1</i>	<i>PT3</i>	<i>PT4</i>
PT1	1,00		
PT3	0,44	1,00	
PT4	0,35	0,28	1

<i>Stemphylium</i>	<i>PT1</i>	<i>PT3</i>	<i>PT4</i>
PT1	1,00		
PT3	<b>0,68</b>	1,00	
PT4	<b>0,68</b>	<b>0,74</b>	1

<i>Torula</i>	<i>PT1</i>	<i>PT3</i>	<i>PT4</i>
PT1	1,00		
PT3	0,48	1,00	
PT4	0,47	0,45	1

**Tabella 1**

Matrici di correlazione delle concentrazioni giornaliere delle singole spore fungine rilevate nel 2007 in quota (PT1) ed in campo (PT3 e PT4). In grassetto gli indici con buona correlazione > 0,6.

Pur essendo i campionamenti a terra distanti circa due Km e mezzo, gli indici di correlazioni tra i punti PT3 e PT4 non risultano sempre significativi, l'intera città risulta infatti interposta tra loro e le caratteristiche vegetazionali sono leggermente diverse (presso l'Istituto Agrario sono presenti molti alberi da frutto).

Risultano molto buoni tra gli indici per l'*Alternaria* (0,73 fra il campionario posizionato a 18 metri PT1 e quello presso l'Istituto Agrario PT4; 0,81 tra i due campioni in campo), ma anche per *Stemphylium* (0,68 tra il campionario in quota e quelli in campo; 0,74 tra i due campioni in campo), *Oidium* (0,71 fra i due campioni posizionati in campo), *Peronospora* (0,64 tra il campionario in quota e quello presso l'Istituto Agrario) e *Botrytis* (0,65 tra i campioni in campo PT3 PT4). I valori elaborati per *Cladosporium* confermano l'ubiquitarità del fungo, gli indici risultano infatti molto simili tra loro.

I campioni in campo PT3 e PT4 descrivono situazioni molto locali caratterizzate dalla presenza delle essenze ospitate dal Centro Sperimentale per il Vivaismo e da quelle dell'Istituto Professionale di Stato per l'Agricoltura e l'Ambiente "De Franceschi".

Le spore fungine rilevate presentano concentrazioni in PT3 generalmente più elevate.

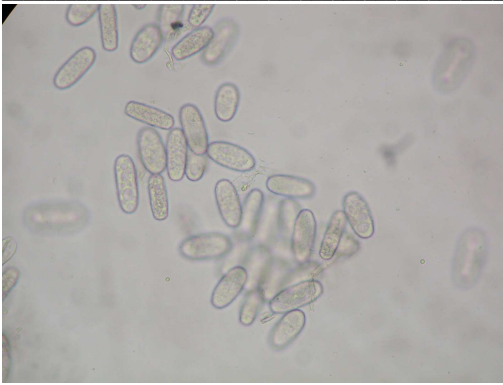
Caratteristica comune degli *Oidium* è quella di produrre ife conidiofore terminanti con catene di conidiospore, dette appunto *oidiospore*. La malattia delle piante causata da questi funghi nella fase asessuata del ciclo è l'**Oidio** o **mal bianco** (Figure 20-23). Le condizioni ambientali favorevoli alla moltiplicazione sono le temperature moderate, con *optimum* a 20-22 °C, minimi termici a 3-4 °C e massimi a 32-34 °C, e a seconda delle specie, una moderata umidità relativa. Tutte queste condizioni si verificano nel periodo di campionamento a Pistoia. I mal bianchi si sviluppano generalmente in primavera e all'inizio dell'estate, soprattutto in relazione all'intensa attività vegetativa delle piante ospiti.



Oidium in Lagerstroemia  
Figura 22



Oidium in Prunus Laurucerasus  
Figura 21



**Figura 22**

Oidium prelevato da foglie infestate ed osservato a MO



**Figura 23**

Oidium ,osservazione al MO da campionamento con campionatore volumetrico Vpps 2000

La diffusione delle spore è favorita dal vento, mentre le piogge abbondanti hanno un effetto contrastante in quanto provocano il dilavamento dei miceli dalle foglie. In particolar modo dai dati elaborati si evidenzia intorno al 2-5 maggio un abbattimento anche della quantità di spore rilevate in campo (117- 7 spore m<sup>3</sup>), a causa di piogge abbondanti.

Le zone calde e asciutte soprattutto in primavera, come le aree collinari o quelle con buona ventilazione, dove le piogge asciugano velocemente, sono molto favorevoli agli attacchi di oidio, mentre quelle più fredde e piovose, come ad esempio le zone di fondovalle, risultano poco soggette alla malattia. Questi funghi sono patogeni non solo per molte piante coltivate (bietola, spinacio, radicchio, orzo, frumento, grano saraceno, finocchio, carciofo, melone, cetriolo, cocomero, zucche, zucchine, melo, pesco, rosa, vite ...) ma anche per querce e nocciolo, pertanto sorgenti di spore funginee di oidium possono essere presenti anche nelle aree collinari e montane che circondano Pistoia O-N-E:SE.

Le sorgenti locali di bioaerosol sono generalmente abbondanti al suolo e basse in quota, contrariamente sorgenti remote risultano più abbondanti in quota che al suolo.

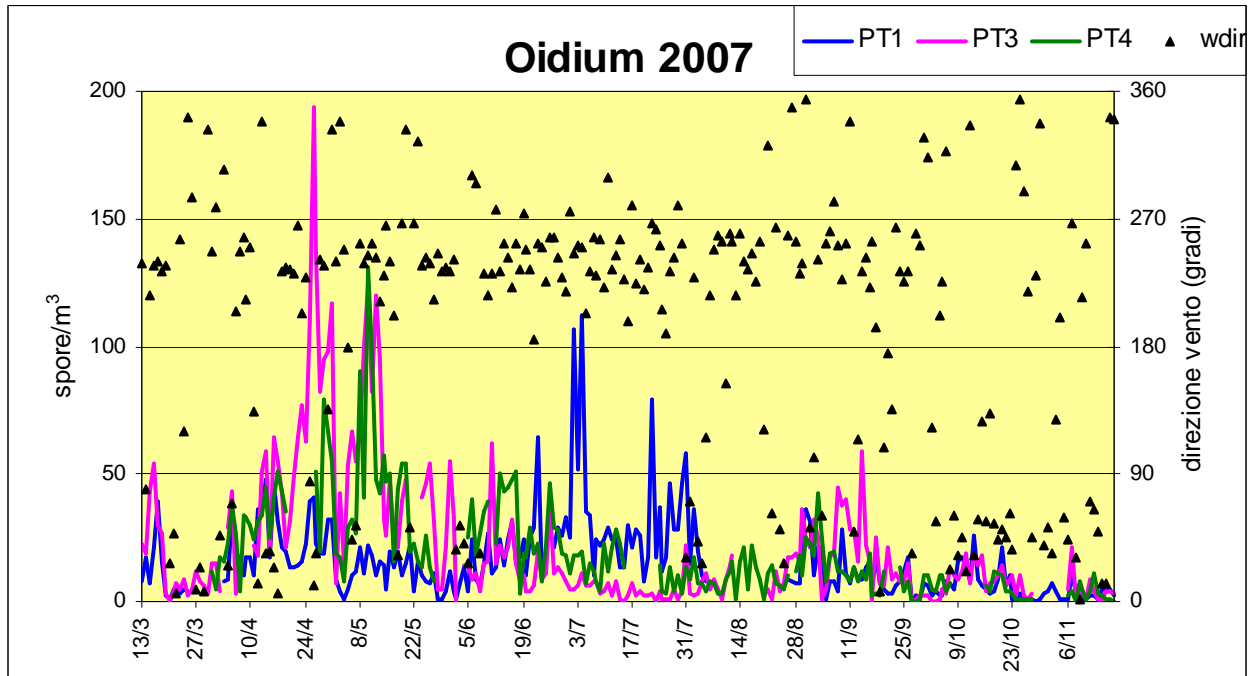


grafico 1

Andamento della concentrazione di *Oidium* nel 2007 rilevata a PT1, PT3 e PT4 e direzione del vento

I picchi che si verificano alla fine di Aprile inizio Maggio di PT3 e PT4 (Grafico 1-2) potrebbero indicare una sorgente locale di *Oidium*, confermata dall'analisi in campo di varie specie vegetali (Figura 23) (rose ,quercus sp, laurocerasio ecc....) e dal vento molto variabile.



Quercus spp. appena colpita da oidio

Figura 23



Il picco di PT1 (campionatore in quota) invece in presenza di vento da O-SO fa registrare valori superiori di un ordine di grandezza rispetto ai dati campionati al suolo (112 versus 18-6 spore/m<sup>3</sup>), forse derivanti da una sorgente non locale (remota).

In climi mediterranei, nelle primavere calde ed estati poco piovose, prevale l'oidio, mentre nelle zone più fresche e piovose durante l'estate viene favorito lo sviluppo della peronospora.

Le infezioni sono favorite dal verificarsi di specifiche condizioni climatiche:

- periodi privi di piogge per più di 6-7 giorni;
- assenza di piogge consistenti (> 25mm)
- temperature medie variabili tra 20 e 30°C.

Condizioni quelle sopra menzionate riscontrate il 13 maggio e il 12 giugno 2007.

Gli attacchi di oidio avvengono in estate con una temperatura ottimale di 25-26°C e con un tasso di umidità media atmosferica superiore al 40-50% (Cozzolino, 2004).

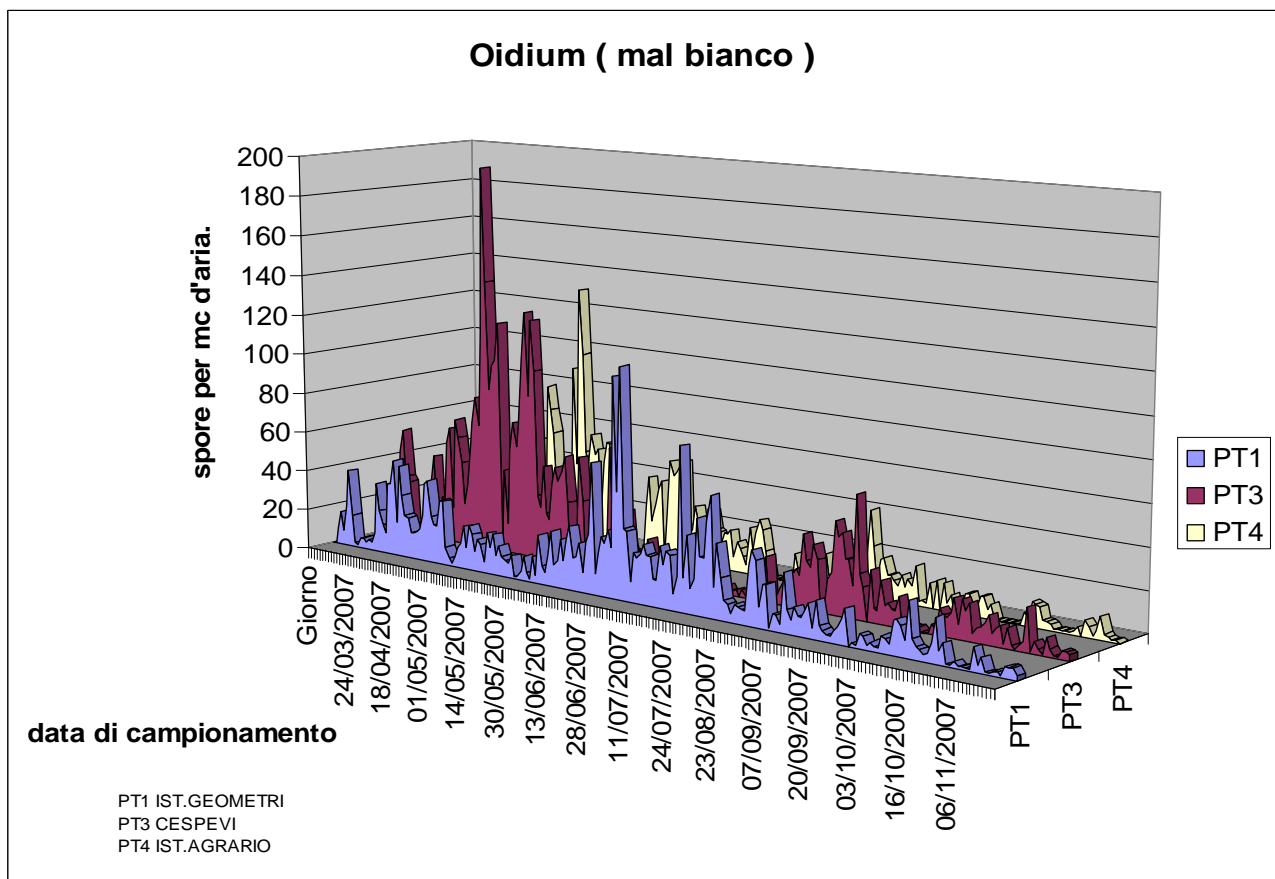


grafico 2

L'*Alternaria* causa un tipo di muffa, particolarmente diffusa in Italia, sia in ambienti indoor che outdoor. Cresce in ambienti con temperatura che varia tra i 18° e i 32°, particolarmente umidi, UR superiore al 65%, causata anche da piogge, rugiade prolungate e irrigazioni. Rilascia le sue spore soprattutto su carta da parati, tappeti e terriccio, su frutta e verdura in decomposizione. È una delle principali cause di reazioni allergiche quali asma, congiuntivite, rinite e dermatiti. La massima concentrazione di spore nell'aria si ha tra la fine dell'estate e l'inizio dell'inverno.

Causa gravi danni anche a piante orticole quali, vite, patata, granturco, e frutticole, pesco, albicocco, mandorlo, susino, ciliegio, ma soprattutto melo e pero, nonché a specie ornamentali quali Ortensia. (Fig. 24-25)



Figura 24

Alternariosi in pomodoro



Figura 25

Alternariosi in foglie di ciliegio

Dall'elaborazione dei dati delle concentrazioni delle spore di *Alternaria* si nota una buona correlazione tra PT3 e PT4 (**0.81**), ma una buona correlazione(**0.73**) anche tra PT4 al suolo e PT1 in quota. Questi ultimi due distano circa 1 km, ma non è comune trovare una correlazione così buona tra le altre spore, infatti l'*Alternaria* è la sola ad avere un indice superiore allo 0.70. Lo conferma l'andamento piuttosto simile delle curve di concentrazione nei tre siti di campionamento

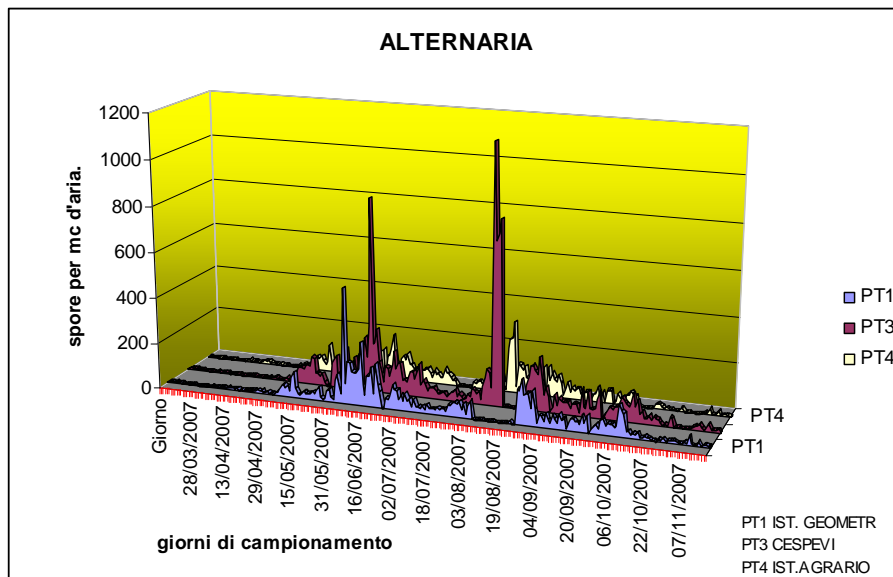


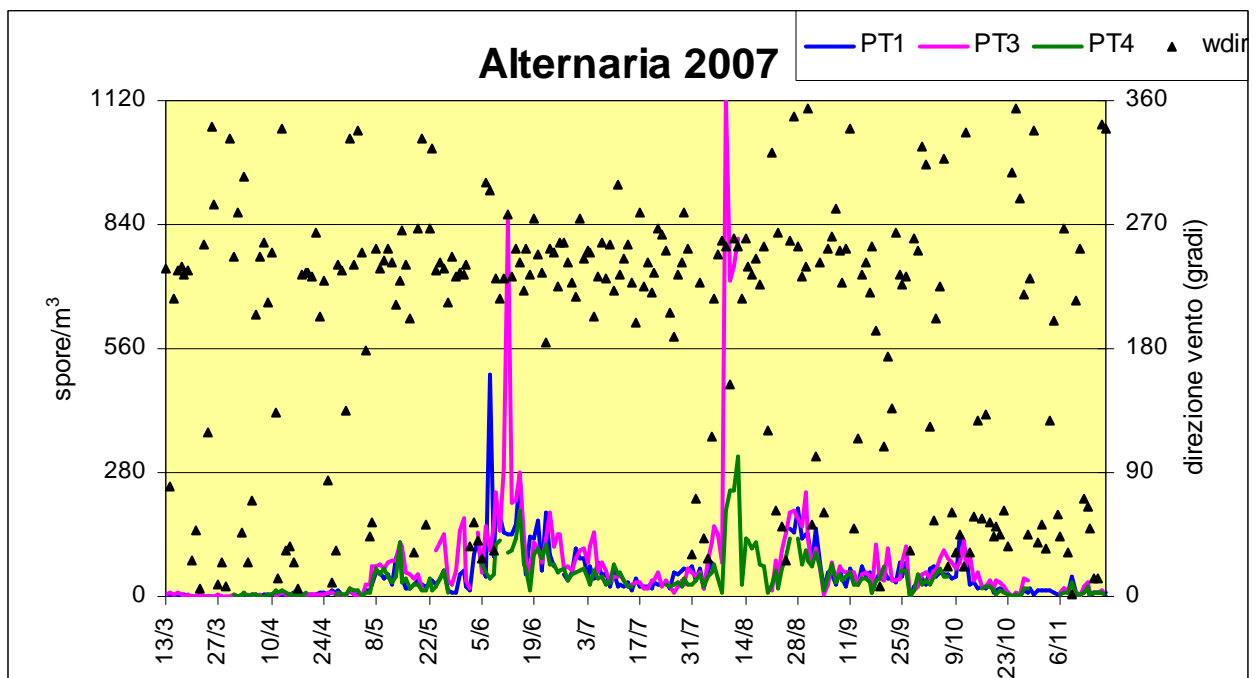
grafico 3



Figura 26

Gruppo di Spore di Alternaria da vetrini di campionamento con VPPS2000

L'analisi dell'andamento delle concentrazioni (Grafico 3-4) mostra valori decisamente alti soprattutto registrati nella stazione di PT3, a metà agosto si raggiungono 1127spore/m<sup>3</sup>. L'evento è riferibile a sorgenti locali.



Andamento della concentrazione di *Alternaria* nel 2007 rilevata a PT1, PT3 e PT4 e direzione dei venti

grafico 4

Lo sviluppo e la diffusione del fungo sono condizionati dalla presenza di bagnatura fogliare, tanto che è sufficiente la bagnatura di una notte o poco più per dare origine ad una infezione; entro 24-48 ore dal termine della pioggia compaiono i sintomi. Dalla stazione meteo del Cespevi viene rilevato un valore di 52,3 mm di pioggia esattamente l'8 agosto, 24 ore dopo il picco di concentrazione mostra l'avvio dell'infezione e la relativa presenza di spore in atmosfera.

Durante i mesi estivi, e in presenza di macchie di *Alternaria* in pianta, è importante porre attenzione qualora si verificassero periodi di bagnatura lunghi e precipitazioni abbondanti. L'adozione di un sistema di irrigazione alternativo a quello a pioggia può diminuire il rischio di infezioni. Trattandosi di attacchi tardivi su piante mature, la produzione non viene compromessa se non minimamente; un ritardo nella raccolta causa comunque un aumento dell'infezione.

Lo *Stemphylium* è responsabile di malattia su diverse colture (aglio, cipolla, asparago, mango, pero), ma soprattutto causa la Maculatura bruna, considerata una delle più pericolose avversità del pero in grado di causare danni economici rilevanti. Interessa tutti gli organi verdi della pianta, con danno soprattutto per i frutti che vanno soggetti a processi di marcescenza. Nelle aree maggiormente colpite dalla malattia, vengono effettuati dalla fioritura alla raccolta da 15 a 25 trattamenti anticrittogamici. Le infezioni prendono avvio sulle foglie dopo la fioritura (maggio-giugno) e aumentano in condizioni climatiche favorevoli, fino ad interessare alla raccolta anche oltre il 90% della produzione. Il fungo si accresce e si moltiplica anche saprofiticamente su residui vegetali ed altro materiale organico. Durante i mesi primaverili ed estivi, le spore di *Stemphylium* si sviluppano e si diffondono nell'ambiente anche a grande distanza dando avvio a più cicli di infezione.

Lo sviluppo della malattia è strettamente influenzato da alcune condizioni ambientali, oltre che dalla suscettibilità varietale, dalla fase fenologica e dalla diversa recettività dei vari organi della pianta. Più colpite sono le piante poco arieggiate e gli impianti localizzati in zone umide, in terreni compatti e asfittici. Anche le frequenti irrigazioni e la mancanza di lavorazioni del terreno sono fattori che creano un ambiente più favorevole alla sua sopravvivenza e sviluppo.

Perché si sviluppi l'infezione è indispensabile una quantità sufficiente di inoculo del patogeno e la presenza contemporanea di bagnatura degli organi vegetali e di temperature adeguate, che esercitano un'azione diretta su tutte le fasi del suo ciclo biologico. La gravità della malattia su foglie e frutti è fortemente correlata alla durata delle ore di bagnatura e alla temperatura media durante tale periodo (optimum T media 21-23°C). Con elevato potenziale di inoculo le macchie necrotiche sugli organi contaminati possono comparire dopo appena 48 ore dall'inizio della bagnatura. Dall'elaborazione dei dati delle concentrazioni di spore di *Stemphylium* nel 2007 si nota una buona correlazione (**0,68**) tra i due campionatori posizionati in campo e quello in quota e (**0,74**) tra i campionatori in campo.



Il *Botrytis* è un fungo parassita che attacca molte varietà di piante, quella economicamente più rilevante è la vite, provocando il "*marciume grigio*" o "*muffa grigia*" (Fig. 27). Le condizioni che determinano l'attacco sono terreno imbibito o un elevato grado di umidità atmosferica, anche l'alternanza di condizioni umide per effetto della rugiada mattutina o di episodi piovosi che innalzano il grado di umidità e favoriscono una diffusione del fungo. La stessa spora può anche provocare allergie.

Dall'elaborazione dei dati delle concentrazioni di spore di *Botrytis* si nota una buona correlazione **0,65** tra i campionatori posizionati in campo.



muffa grigia dell'uva

**Figura 27**

Il *Cladosporium*, è tra i funghi il più abbondante nell'atmosfera, in Italia le sue spore costituiscono 45-95% del totale delle spore aerodiffuse. È ubiquitario, generalmente saprofita o parassita di molti tipi di piante. La presenza delle spore in aria è nel periodo maggio - ottobre, con massimi di sporulazione nel periodo estivo.

Il genere *Torula* cresce su numerosi substrati tra cui l'erba in decomposizione e il legno. La massima concentrazione di spore aerodisperse si ha tra le ore 10 e le ore 16.

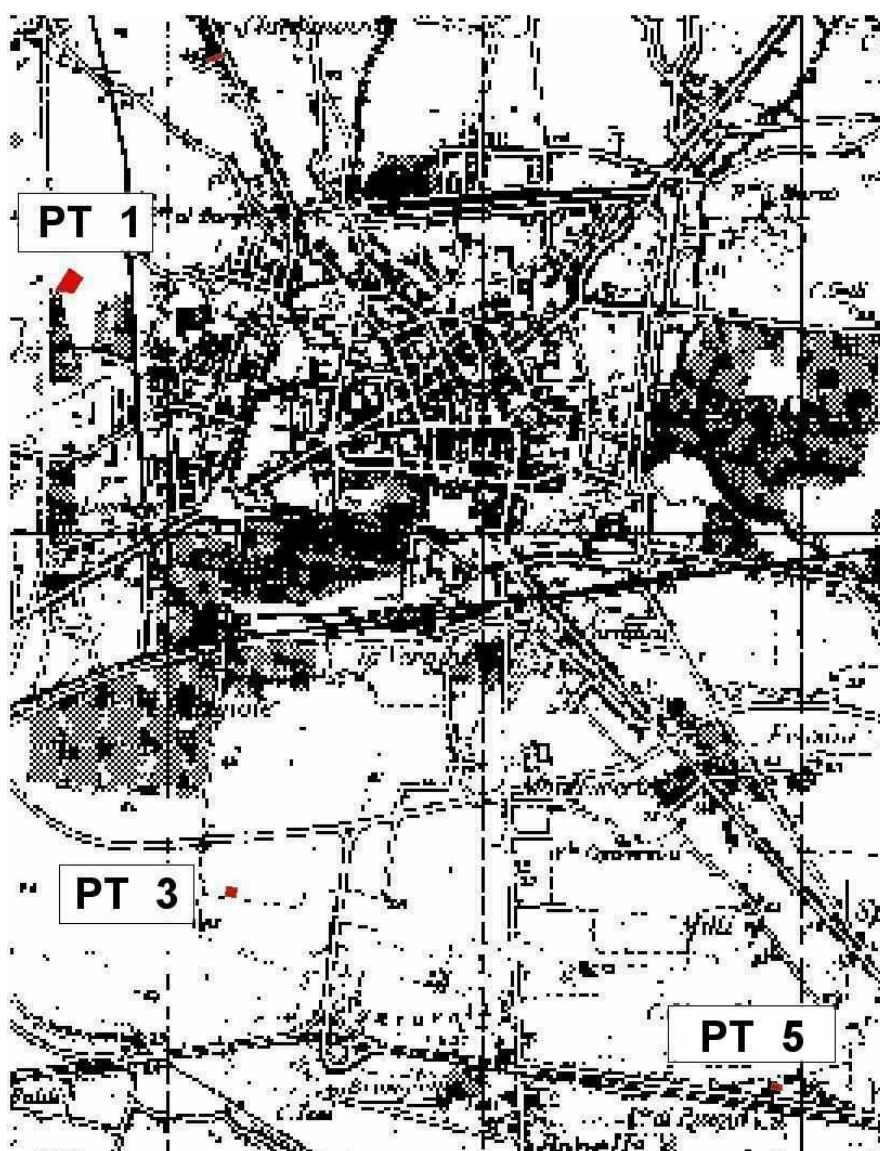
Nel 2008 lo studio è continuato effettuando i campionamenti presso l'Istituto geometri di Pistoia (in quota, Fig. 30), CE.SPE.VI (Fig. 31) e Rose Barni (in campo, Fig 28; Fig.32.) . Avendo provveduto in questo anno ad acquisire il Campionatore Volumetrico VPPS 2010 , tipo Hirst, dotato di pannello fotovoltaico, abbiamo collocato tale apparecchio presso il vivaio Rose Barni di Pistoia. Il campionamento è stato effettuato in maniera pressoché continua presso i tre siti di campionamento dal 14/4/2008 al 13/9/2008. In questo periodo si sono verificate interruzioni nel campionamento per mancanza di energia elettrica, problemi tecnici al campionatore o perché il campionamento non ha rispettato i requisiti previsti dalla Norma UNI 11108/2004 per quanto riguarda il flusso di aspirazione previsto ( 10 l/minuto). Si inviano in allegato(allegato 1 ) le concentrazioni delle spore fungine monitorate nei campionamenti effettuati.



**Figura 28**

VPPS2010 dotato di pannello solare presso Vivaio Rose Barni

Nel 2008 abbiamo monitorato le spore di *Oidium* e *Peronospora* presso questi tre siti di campionamento, così dislocati (Fig.29).



PT1 campionatore in quota presso l'Istituto per Geometri (18-20 metri)

PT3 campionatore presso CESPEVI

PT5 campionatore presso ROSE BARNI

Distano tra loro circa un chilometro.

Figura 29





**Figura 30**

Campionatore VPPS2000 situato sulla terrazza dell' Istituto Geometri di PISTOIA ad una altezza di circa 18-20 m dal suolo



Campionatore volumetrico VPPS 2000  
presso CESPEVI

**Figura 31**



Campionatore volumetrico VPPS 2010  
posizionato presso vivaio Rose Barni

**Figura 32**



L'analisi delle correlazione delle concentrazioni rilevate nel corso del 2008, aprile-settembre, (Tab.2) mostra valori interessanti per quanto riguarda le spore di *Peronospora* evidenzia infatti un indice di **0,60** nel confronto tra PT3 -CESPEVI (campionatore posizionato in campo) ed PT1 Istituto Geometri(campionatore in quota). Anche nel 2007 si era avuta una discreta correlazione, **0,64**, fra il campionamento in campo (Istituto Agrario/PT4 ) e quello in quota (PT1). Indici inferiori allo 0.60 si osservano fra i campionatori in campo PT3 e PT5.

Indici inferiori allo 0,60 si osservano anche per le spore di *Oidium* sia nel confronto fra i campionatori posizionati a terra che con quello in quota. Questo suggerisce che siano molto importanti le fonti locali, per i campionatori posizionati in campo e le fonti remote, per i campionamenti in quota.

<i>Peronospora</i>	<i>PT5</i>	<i>PT3</i>	<i>PT1</i>
PT5	1,00		
PT3	0,58	1,00	
PT1	0,44	0,60	1,00

<i>Oidium</i>	<i>PT5</i>	<i>PT3</i>	<i>PT1</i>
PT5	1,00		
PT3	0,56	1,00	
PT1	0,07	0,06	1,00

Tabella 2

Tab.2 – Matrici di correlazione della concentrazione giornaliera delle spore fungine di e *Peronospora* ed *Oidium* rilevate nel 2008 in quota (PT1) ed in campo (PT3 e PT5).

## Oidium 2008

Le spore di *Oidium* sono responsabili del “Mal Bianco” in numerose specie vegetali, anche nel corso di questo anno sono state numerose le specie vegetali infettate da questa spora.(Fig. 33-34)



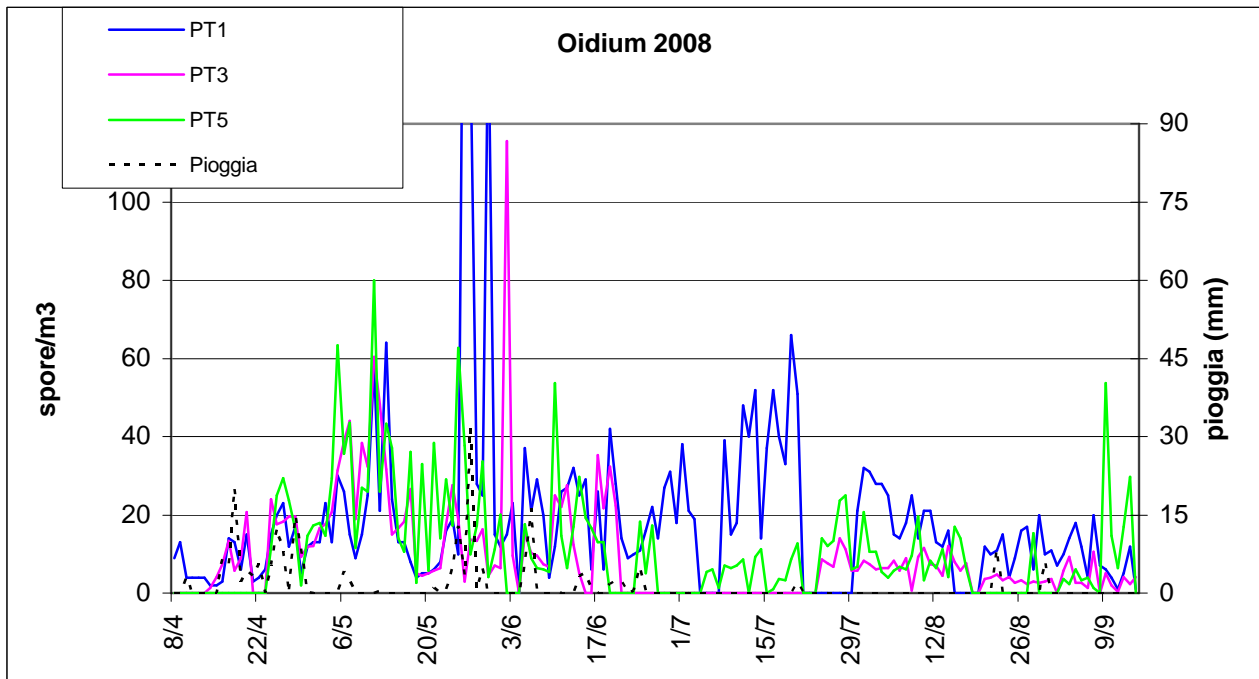
Figura 33



Figura 34

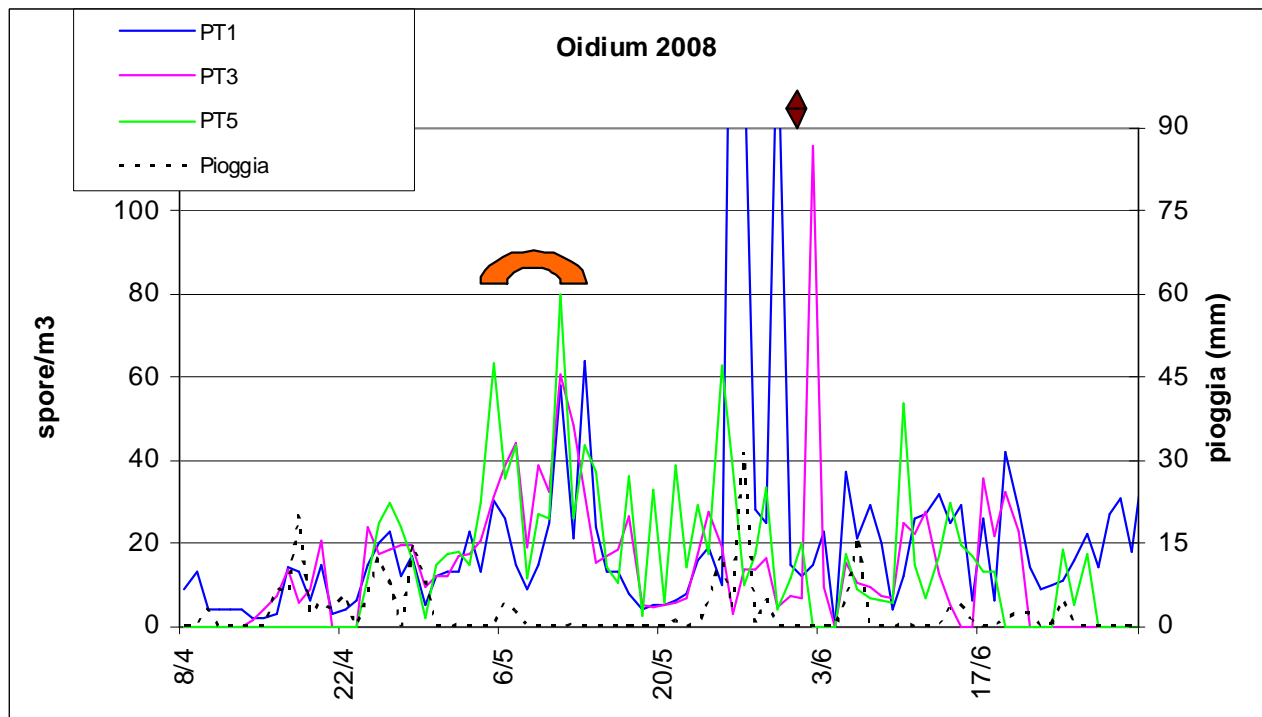
Oidium in foglie di rosa

Oidium in lagestronemia



**grGrafico 5** Andamento della concentrazione di *Oidium* nel 2008 rilevata nella stazione in quota PT1 e nelle stazioni in campo PT3 e PT5.

Il Grafico 5 mostra l'andamento della concentrazione di *Oidium* nei 3 siti di campionamento nel 2008. La linea tratteggiata mostra l'andamento della pioggia relativo alla stazione agrometeorologica di Pistoia c/o il Centro Sperimentale per il Vivaismo.



**grafico 6** Dettaglio dell'andamento della concentrazione di *Oidium* rilevata nella stazione di PT1, PT3 e PT5 da aprile a giugno 2008.

Il Grafico 6 mostra un dettaglio del grafico precedente relativo al periodo aprile-giugno 2008.

Dal 5 maggio in poi si registrano una serie di picchi presso PT5- “Rose Barni”, l’alta concentrazione di spore aerodisperse è confermata anche dall’indagine in campo, che mostra la presenza del mal bianco in fase avanzata il 15 maggio 2008 sulle foglie di *Prunus lauroceraso*, *Quercus* sp, *Lagerstroemia indica* ecc....



Foglie di *P.Laurocerasio* con sintomi tipici da attacco da *Oidium* (rilievo del 15 maggio 2008) malattia in stadio avanzato

**Figura 35**



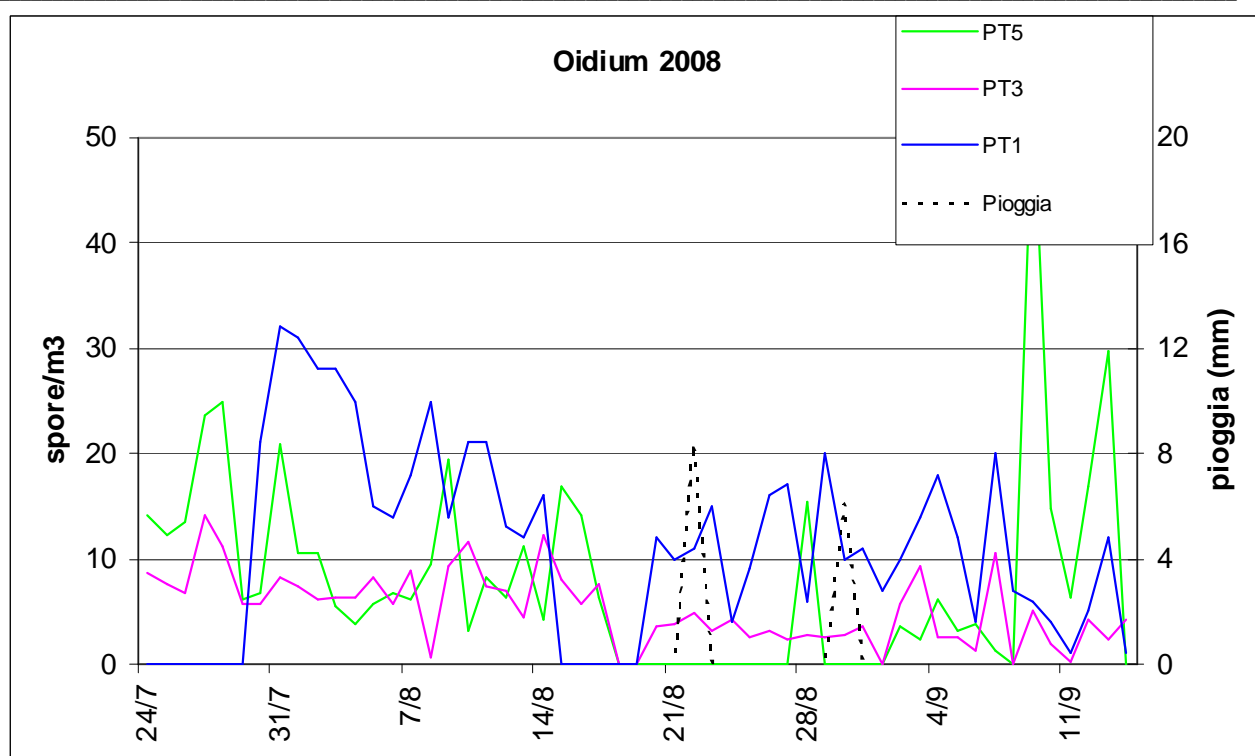
Photinia fraseri appena colpita da oidium

Figura 36

Va segnalato che i dati meteorologici forniti, ed in particolar modo la direzione del vento dominante non permette una visualizzazione grafica contemporanea del vento e della concentrazione, come nel 2007. Dal 10 al 13 maggio si registra un'alta concentrazione di *Oidium* anche nell'altra stazione al suolo di PT3 e in quella in quota di PT1. La segnalazione di vento dominante da NE per più giorni consecutivi conferma la presenza di una sorgente non solo locale, probabilmente localizzata nelle montagne tra Pistoia e Firenze, con vegetazione di quercia e nocciolo, piante ospiti dell'*Oidium*. Il 12 maggio viene segnalato vento proveniente da W, probabile causa del repentino abbassamento di concentrazione della spora monitorata. La mancanza di pioggia per 6 giorni consecutivi, verso i primi di giugno, determina il picco di *Oidium* registrato in PT3 (116 spore/m<sup>3</sup>). Va segnalato però che il campionatore presso Rose Barni è stato posizionato in un'area soggetta a trattamenti

Il dettaglio del periodo successivo, da luglio a settembre, mostra nel Grafico 7 che a PT1 in quota si registrano valori di concentrazione sempre più abbondanti rispetto agli altri due siti di campionamento, forse per la presenza di una sorgente legata alla vegetazione della montagna. Solo sporadicamente si verificano picchi alle Rose Barni (PT5), sempre a distanza almeno di 6-7 giorni da un evento piovoso (22 e 30 agosto). Da segnalare un brusco abbassamento delle concentrazioni in tutti e tre i siti di campionamento verificatosi l'11 settembre con condizioni meteo climatiche invariate rispetto ai giorni precedenti e successivi: temperatura (24-25°C), umidità relativa (40-60%), vento filato (80-100km), direzione prevalente del vento (S-O O), radiazione solare globale (4-5 kWh/m<sup>2</sup>), evaporato (5mm) e pioggia assente.





**grafico 7** Dettaglio dell'andamento della concentrazione di *Oidium* rilevata nella stazione di PT1, PT3 e PT5 da luglio a settembre 2008.

## ***Peronospora 2008***

Può dare una grave malattia della rosa (*Peronospora* sparsa), nota in Italia fin dalla fine del XIX secolo, ma che ha assunto notorietà in seguito ai pesanti attacchi verificatisi negli anni 70 del secolo scorso. Rispetto all'oidio, la peronospora è molto più esigente in fatto di condizioni ambientali: la germinazione dei conidi (organi di moltiplicazione del fungo) avviene con temperature comprese tra 1° e 25°C (l'ottimo è sui 18°C), ma occorre che la vegetazione rimanga bagnata per alcune ore (circa 3). - La penetrazione del fungo avviene attraverso gli stomi e la fruttificazione (muffetta bianca), compare in genere con temperature tra i 10-25 °C ed umidità relativa (U.R.) attorno al 100%, per almeno 10 ore dopo 8 giorni dall'inoculazione. I conidi hanno una vitalità molto limitata: soltanto 48 ore.

Gli organi di conservazione del fungo (oospore), cui è affidato il compito di trasmettere l'infezione da un anno all'altro o da un ciclo colturale all'altro, si rinvergono nei tessuti delle foglie e dei rami colpiti. (Fig. 37-39)

L'infezione primaria avviene solo in determinate condizioni, definite dalla cosiddetta "regola dei tre dieci":

- 10°C di temperatura minima (misurata al mattino).
- 10 mm di pioggia caduta nell'arco di 24-48 ore.
- 10 cm di lunghezza del germoglio (corrisponde a 5-6 cm<sup>2</sup> di superficie fogliare).



**Figura 37**

Rose con foglie infettate da Peronospora

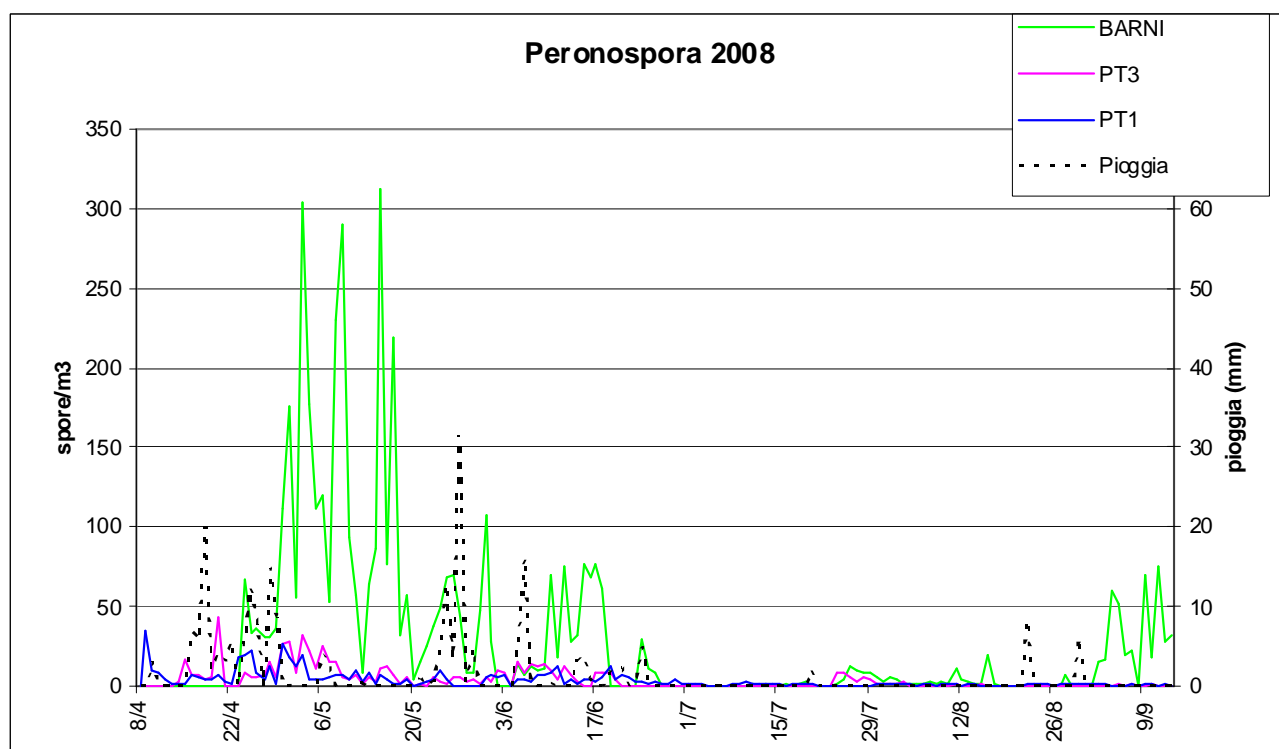


**Figura 38**

Peronospora osservata al microscopio  
ottico da vetrino di campionamento da  
VPPS2000



**Figura 39**



**grafico 8** Andamento della concentrazione di *Peronospora* nel 2008 rilevata nella stazione di PT1, PT3 e PT5i.

Nel grafico 8 viene riportato l'andamento della concentrazione delle spore di *Peronospora* aerodisperse rilevate in campo presso CE.SPE.VI/PT3, Rose Barni/PT5 e PT1 in quota. Si evidenzia immediatamente l'andamento presso Barni(PT5), che risulta per tutto il periodo di campionamento sempre più abbondante sia di PT3 che di PT1.

Il Grafico 9 mostra il dettaglio del primo trimestre, dove si evidenzia un picco ampio ed esteso registrato a Barni(PT5) nell'intero mese di maggio, certamente dovuto a una sorgente locale, questo sembra confermato anche dalle basse concentrazioni rilevate presso PT1 (sorgente locale = basse concentrazioni in quota e alta concentrazione al suolo), oltre che dalle segnalazioni in campo(Fig.40)



**Figura 40**

Rosa affetta da peronospora in stadio avanzato(foto del 15 maggio 2008)

*Peronospora* sparsa colpisce tutte le parti verdi della rosa, steli e bottoni fiorali compresi. Le manifestazioni più frequenti e gravi si hanno però a carico delle foglie con una sintomatologia quanto mai varia.

La forma più tipica è costituita da macchiette di secco, più o meno ampie ed angolose, contornate sovente da un ben netto alone violaceo. Normalmente l'infezione e quindi anche la caduta - inizia dalle foglie situate verso la metà dello stelo.

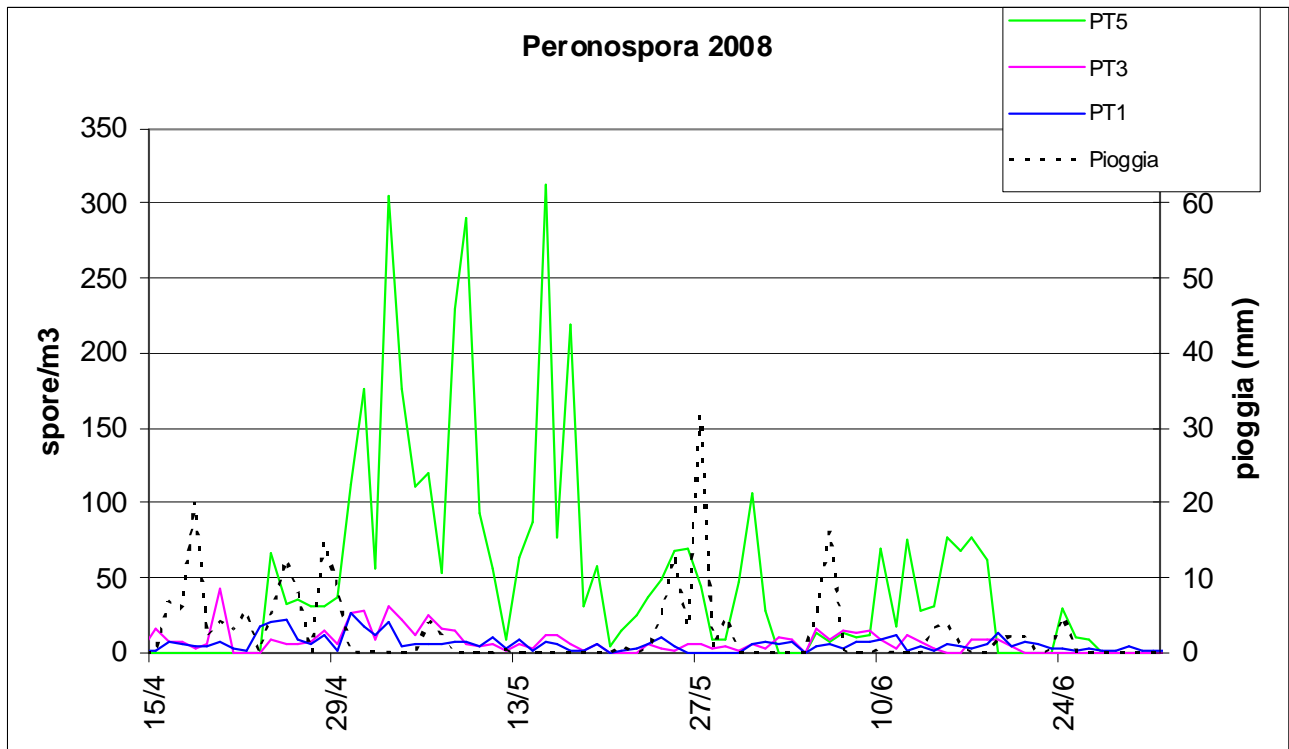


grafico 9

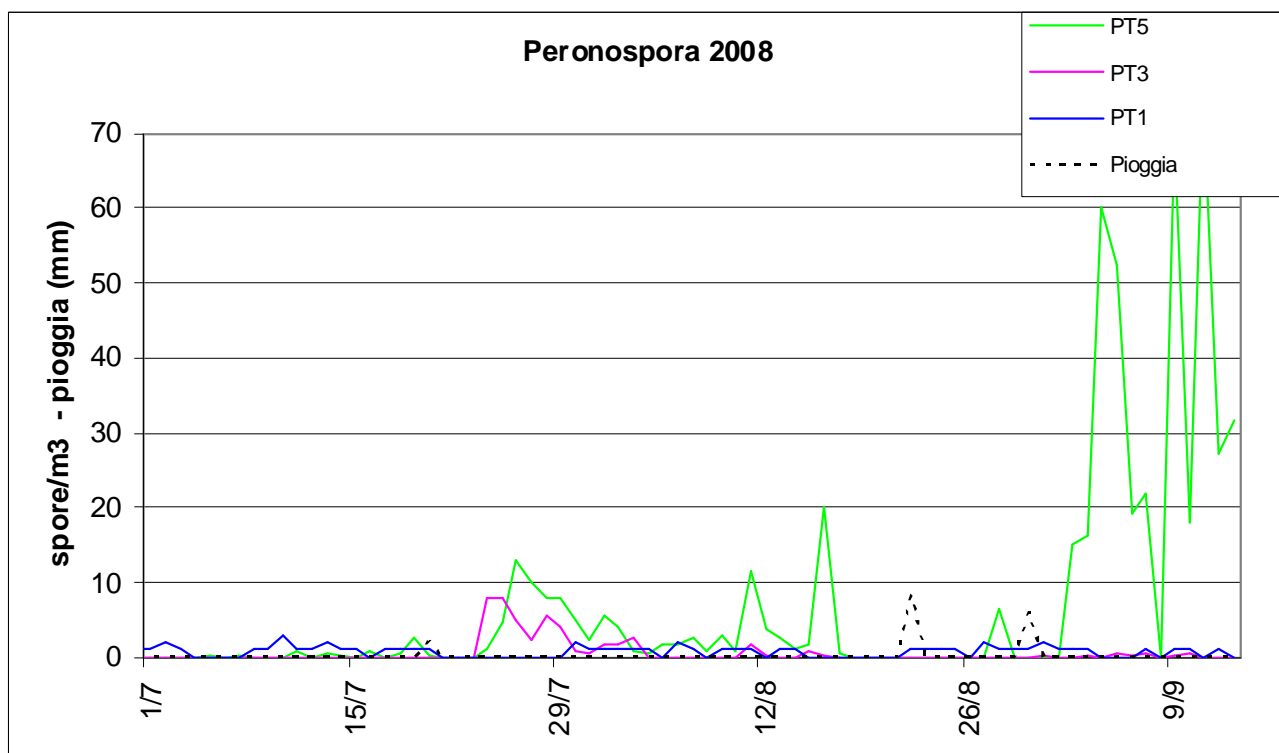
Dettaglio dell'andamento della concentrazione di *Peronospora* rilevata nella stazione di PT1, PT3 e PT5 da aprile a giugno 2008.

I dati disponibili possono essere messi in relazione con la quantità di pioggia ed in effetti il primo evento di PT5-Rose Barni registrato il 24 aprile si verifica a 24-48 ore di distanza dalla precipitazione.

Per tutta la prima metà del mese di maggio si verificano inoltre picchi in corrispondenza di vento da S-O O, con valori molto elevati registrati a Barni(PT5). La differenza di concentrazione tra i siti di campionamento è veramente elevata, circa un ordine di grandezza. . La pioggia del 7-8-9 e 12-14 giugno invece abbatta i valori di PT5/Barni.



Il Grafico 10 mostra il dettaglio del periodo estivo luglio-settembre 2008. Anche in questo caso i valori di concentrazione di spore di *Peronospora* monitorati presso Rose Barni (PT5) risultano decisamente maggiori di quelli degli altri due siti. All'inizio di settembre a Barni si verifica un evento che dura 5 giorni, ma che libera una gran quantità di spore in atmosfera.



**grafico 10**

Dettaglio dell'andamento della concentrazione di *Peronospora* rilevata nella stazione di PT1, PT3 e PT5 da luglio a settembre 2008

Per rappresentare meglio il confronto tra i siti di campionamento i dati sono stati elaborati come segue.

Il grafico 11 conferma la prevalenza di *Peronospora* rilevata presso Rose Barni rispetto agli altri siti di campionamento. Le spore di peronospora sono responsabili della **Peronospora della rosa** (*Peronospora sparsa*) e trovano presso Rose Barni un substrato vegetale idoneo

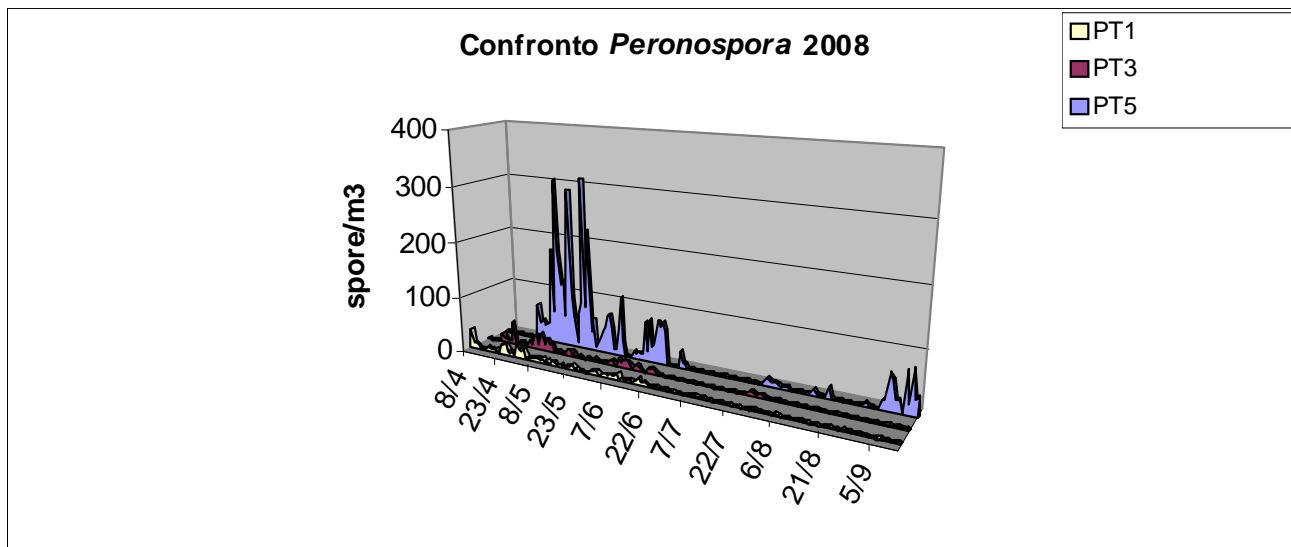


grafico 11

Confronto dell'andamento della concentrazione delle spore di *Peronospora* rilevate nel 2008 nei tre siti di campionamento

Il grafico 12 evidenzia l'andamento delle spore di *Oidium* mostrandoci una partenza lenta per il sito di campionamento in quota ma che raggiunge concentrazioni elevate che rimangono più a lungo nella stagione estiva, forse è rilevante la fonte remota

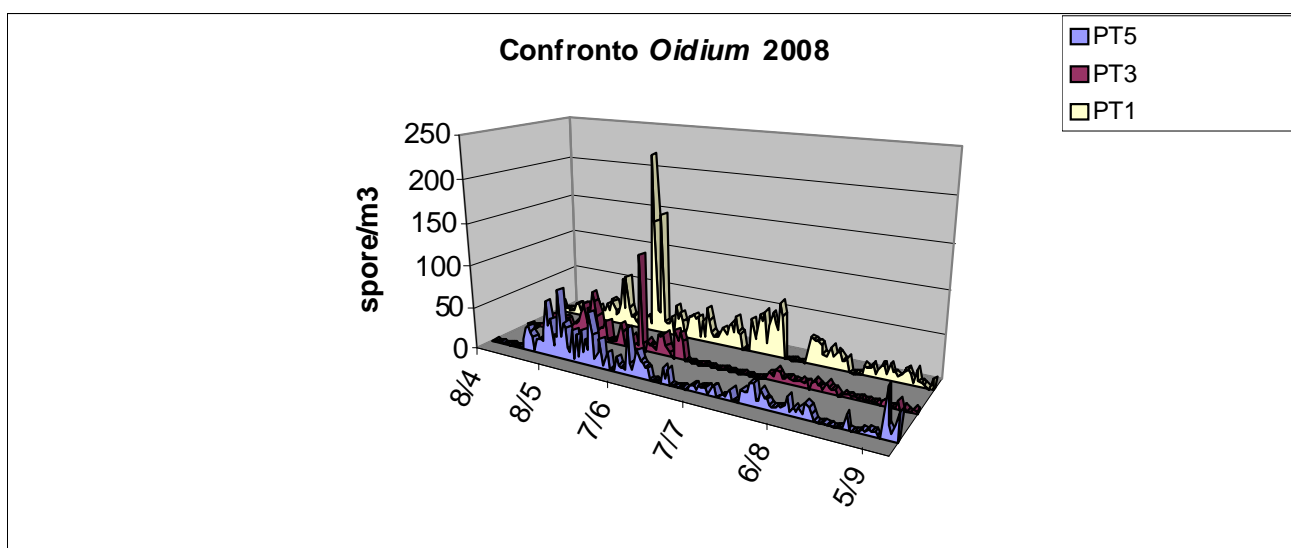


grafico 12

Confronto dell'andamento della concentrazione delle spore di *Oidium* rilevate nel 2008 nei tre siti di campionamento

Per sito di campionamento sono poi stati elaborati i seguenti tre grafici per analizzare la stagionalità delle singole spore fungine.

In PT1 (Grafico 13) in quota l'*Oidium* è decisamente più abbondante e presente per più tempo dalla primavera all'estate, *Peronospora* si trova in quota soprattutto nei mesi primaverili, ma a concentrazioni inferiori rispetto all'*Oidium*.

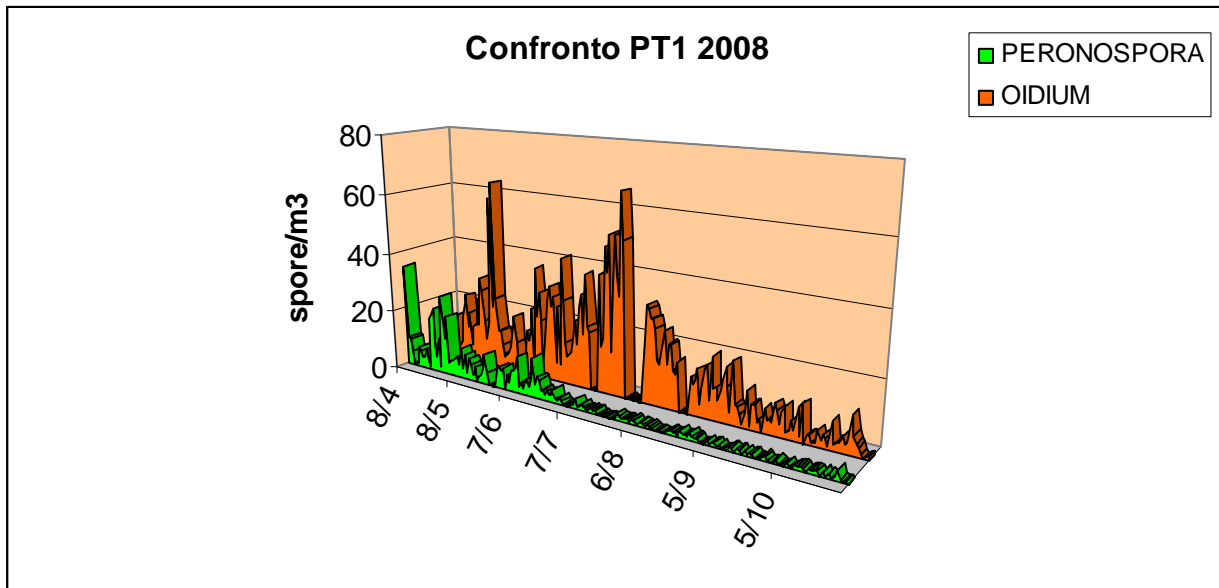


grafico 13

Confronto dell'andamento della concentrazione delle spore di *Peronospora* e *Oidium* rilevate nel 2008 presso PT1

Anche presso CE.SPE.VI -PT3 l'*Oidium* è più abbondante e presente per un tempo leggermente superiore rispetto alle spore di *Peronospora*. (Grafico 14)

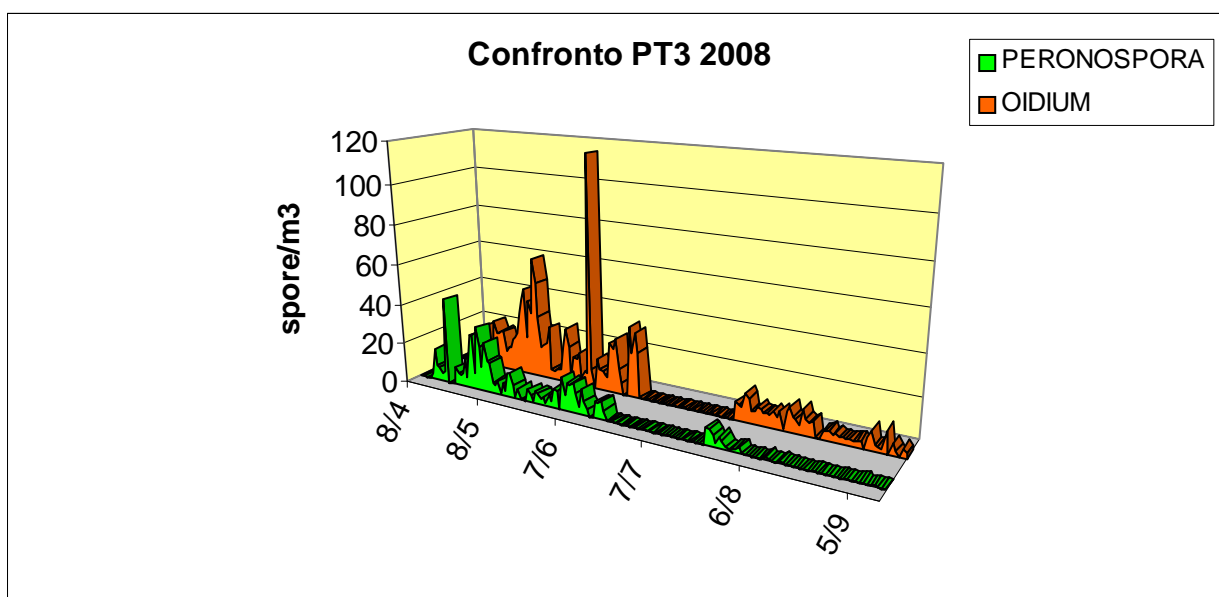
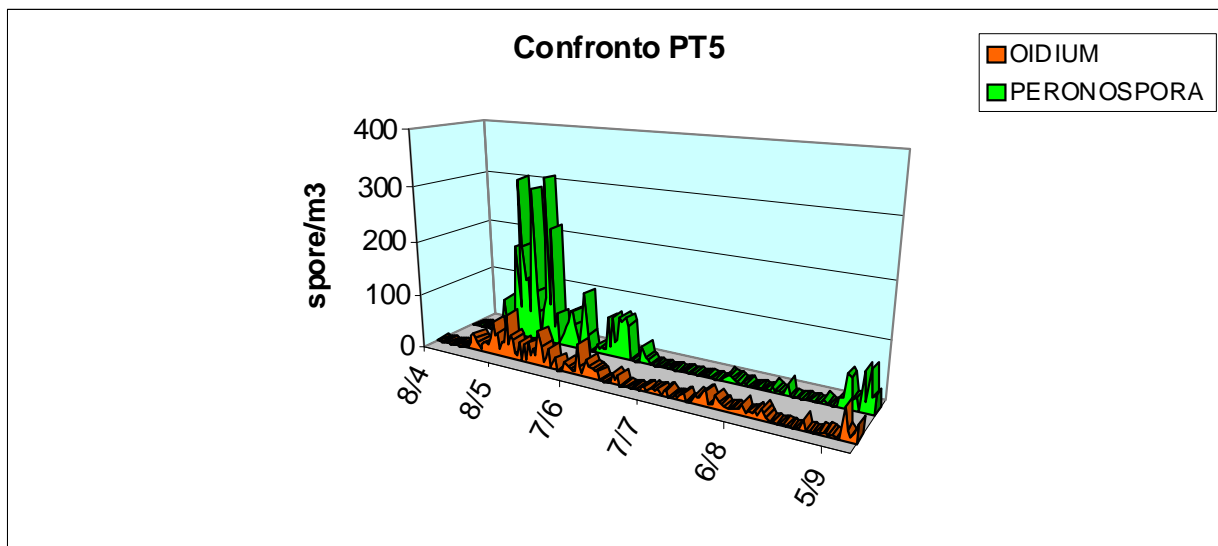


grafico 14

Presso Rose Barni (PT5) (Grafico 15) la situazione si capovolge e la *Peronospora* è più abbondante dell'*Oidium*. Per quel che riguarda i tempi di permanenza in atmosfera delle spore fungine, queste si equiparano.



**grafico 15**

Confronto dell'andamento della concentrazione delle spore di *Peronospora* e *Oidium* rilevate nel 2008 presso Rose Barni (PT5)

## Conclusioni

La sperimentazione svolta nell'ambito del progetto: Monitoraggio spore fungine in ambienti agricoli **dal 2006 al 2008** è stata estremamente interessante. Sono diverse le spore fungine aerodisperse riconoscibili al microscopio ottico dopo cattura del bioaerosol mediante campionatore volumetrico. Dall'analisi delle concentrazioni delle spore nei diversi siti di campionamento si è evidenziato nel corso del **2007** una buona correlazione tra campionamenti in campo ed in quota per *Alternaria*, *Cladosporium*, *Peronospora*, *Stemphylium* che mostrano una correlazione maggiore di 0.60. Per spore quali *Torula*, *Pithomyces*, *Epicocco*, *Helmintosporium*, *Uredinales-Puccinia*, *Albugo* non si ha una buona correlazione, non solo con il campionatore in quota, ma anche tra quelli posizionati in campo presso il Centro Sperimentale per il Vivaismo e l'Istituto Professionale di Stato per l'Agricoltura e l'Ambiente di Pistoia. I campionatori in campo sono distanti circa 2.5 Km e sono circondati da una vegetazione diversa. Solo la spora di *Oidium* mostra un buon indice di correlazione fra i due campionatori posizionati in campo.

Nel corso del **2008** sono state invece rilevate le spore di *Oidium*, responsabile del "Mal Bianco" in numerose specie vegetali e *Peronospora*, responsabile su piante di rosa di "Peronospora Sparsa". Il rilevamento è stato effettuato con campionatore in quota presso l'Istituto Geometri di Pistoia ed in campo presso CESPEVI ed il vivaio "Rose Barni". Esiste un certo grado di correlazione, 0.60, fra le concentrazioni di spore di *Peronospora* rilevate presso PT3 -CESPEVI (campionatore posizionato in campo) e PT1 Istituto Geometri (campionatore in quota). Anche nel 2007 si era avuta una discreta correlazione fra il campionamento in campo (Istituto



Agrario/PT4) e quello in quota (0,64 PT1/PT4) . Indici inferiori allo 0.6, si osservano invece nel confronto fra i campionatori in campo.

Per quanto riguarda le spore di *Oidium*, l'indice di correlazione è stato sempre minore di 0.60, sia nei confronti fra campionatori in campo, sia fra quelli in campo con quello in quota. Nel 2007 invece era stato registrato un buon indice di correlazione, 0.71, fra i campionatori posizionati in campo. Nel 2008, le concentrazioni di questa spora rilevate con il campionario posizionato in quota sono molto più alte rispetto a quelle rilevate con i campionatori posizionati in campo. Questa situazione suggerisce l'esistenza di una fonte remota di spore come potrebbe essere la vegetazione collinare e/o montana infettata da questa spora.

Nei due anni di sperimentazione si sono raccolte informazioni sullo sviluppo delle malattie, sulla situazione meteo e sulla concentrazione delle spore fungine, ma non è stato possibile stabilire con certezza, a causa dell'esiguo numero di anni di sperimentazione, se i campionatori volumetrici in quota possano fornire indicazioni che servano per orientare i trattamenti anticrittogamici o se sia necessario ricorrere a campionatori posizionati in campo. Dato il numero di variabili che intervengono su questi fenomeni quali il substrato vegetazionale, la direzione e l'intensità dei venti, la pioggia, la temperatura e l'umidità, sarebbe auspicabile ripetere questa sperimentazione per più anni ed estenderla a spore fungine quali *Botrytis*, che ha un impatto sulla coltura della vite.