

La moria del Nocciolo nel Viterbese: procedure di indagine epidemiologica mediante tecniche GIS

ALFREDO FABI E LEONARDO VARVARO

Dipartimento di Protezione delle Piante, Università degli Studi della Tuscia di Viterbo e Centro Studi e Ricerche sul Nocciolo e Castagno – CeFAS

Parole chiave: Moria del Nocciolo, GIS, malattie batteriche delle piante, epidemiologia, parametri climatici

Keywords: Dieback of hazelnut, GIS, plant bacterial diseases, epidemiology, climatic parameters

Abstract

La Moria del nocciolo è una malattia batterica che affligge fin dagli inizi degli anni '80 la coltura nel Viterbese e che si manifesta nel deperimento di una o più branche, fino alla morte della pianta, nella maggioranza dei casi. Il patogeno responsabile della malattia è di natura batterica e differenti studi hanno associato la patologia a due distinti batteri fitopatogeni: *Erwinia* gruppo *amylovora* e *Pseudomonas avellanae*. L'andamento spazio-temporale sembra molto legato ad aspetti di tipo climatico-territoriale. Allo scopo di chiarire alcuni aspetti epidemiologici si è voluto definire la distribuzione della moria del nocciolo nel territorio del Viterbese e studiare il legame tra essa e determinati parametri climatici, principalmente la temperatura e la piovosità, mediante i sistemi geografico informatizzati (GIS e GPS). In particolare, i dati climatici ottenuti dalla banca dati Regionale e in collaborazione con le Associazioni dei Produttori operanti sul territorio sono stati confrontati con i dati storici sull'incidenza della moria sul territorio, in un periodo che va dal 1998 al 2004, mediante analisi cartografiche. Sono state così ottenute mappe digitali le cui elaborazioni statistiche hanno dimostrato una stretta correlazione tra l'incidenza della moria e alcuni parametri ambientali, come la piovosità e, soprattutto, i valori di temperatura invernali, suggerendo l'eventualità che la malattia possa essere ad eziologia complessa.

The dieback of the hazelnut is a bacterial disease which has been affecting hazelnut plants since the '80s in the province of Viterbo and whose symptomatology consists in shrivelling and withering of branches followed, in most cases, by the death of the plant. Different studies showed that bacterial strains of the "True Erwiniae" group or Pseudomonas avellanae are involved in the disease. In order to make some epidemiological aspects clear, a Global Positioning System (GPS) and a Geographic Information System (GIS) has been set up to record the diseased plants in province of Viterbo and to study the relationship between the

dieback and particular climatic parameters, such as the temperature and rainfall. In particular, climatic data, supplied by the Latium Region and local Farmer's Associations, have been correlated with historical data of the incidence of dieback, over the years from 1998 to 2004, by means of specific GIS software. Digital maps have then been drawn whose statistical analysis showed a strong correlation between the disease and winter temperatures or average rainfall. The epidemiology of the disease looks like to be related to particular climatic conditions, suggesting that the dieback of hazelnut could be of complex origin.

1. INTRODUZIONE

La coltivazione del nocciolo (*Corylus avellana* L.) nella regione Lazio è concentrata prevalentemente nel territorio dei Colli Cimini in provincia di Viterbo, dove rappresenta la più importante coltura agricola (Carbone *et al.*, 2004). In questa area, fin dall'inizio degli anni '80, è presente un grave deperimento ("moria") (Aloj *et al.*, 1987, 1994) che, con recrudescenze periodiche, ha portato a morte decine di migliaia di piante in centinaia di ettari di nocciolo. La sintomatologia consiste nell'indebolimento, in primavera o all'inizio dell'estate, di una o più branche la cui vegetazione presenta un rapido viraggio del colore verso il verde sempre più pallido. Nel corso dei mesi estivi, in concomitanza con le ore più calde della giornata, le foglie tendono all'appassimento. Nel giro di circa una settimana l'intera branca va incontro a morte; il tutto si verifica così repentinamente che le foglie e i frutti rimangono ad essa attaccati. Lungo le branche possono essere inoltre presenti macchie brune, più o meno estese, evidenziando zone di tessuto legnoso idropiche. Scortecciando, si osserva l'imbrunimento dei tessuti interni (Fig. 1). Fin dalla metà degli anni '80 sono stati effettuati isolamenti per determinare l'eziologia della malattia. Alcuni Autori (Aloj *et al.*, 1994; Varvaro *et al.*, 1990; Varvaro, 1993, 1994) dimostrarono il legame della malattia con la presenza di ceppi di *Erwinia* gruppo *amylovora* (*sensu* Schroth and Hildebrand, 1980). Successivamente è stato ipotizzato il coinvolgimento di *Pseudomonas avellanae*, agente causale del cancro batterico del nocciolo, nel Lazio Centrale (Scortichini, 1992) e, successivamente, anche sui Colli Cimini, sebbene fu sospettato che la malattia potesse avere un'eziologia più complessa (Scortichini e Tropiano, 1994). Da allora si sono susseguiti i tentativi di controllare l'epidemia mediante interventi fitoiatrici con prodotti rameici e con induttori di resistenza come acibenzolar-S-methyl (Cirica e Trucca, 2005), ottenendo però risultati non risolutivi. Negli ultimi anni è emerso chiaramente che la malattia è circoscritta a ben determinati areali sul territorio corilicolo provinciale (Fabi *et al.*, 2003). Restano ancora alcuni dubbi su questa malattia il cui andamento spazio-temporale sembra molto legata a aspetti di tipo climatico-territoriale e agronomico-culturale (Fabi *et al.*, 2005) e che sembra essere ad eziologia complessa (Mansion, 2003).



Fig. 1 Moria del nocciolo: sintomatologia.

nimento dei tessuti interni (Fig. 1). Fin dalla metà degli anni '80 sono stati effettuati isolamenti per determinare l'eziologia della malattia. Alcuni Autori (Aloj *et al.*, 1994; Varvaro *et al.*, 1990; Varvaro, 1993, 1994) dimostrarono il legame della malattia con la presenza di ceppi di *Erwinia* gruppo *amylovora* (*sensu* Schroth and Hildebrand, 1980). Successivamente è stato ipotizzato il coinvolgimento di *Pseudomonas avellanae*, agente causale del cancro batterico del nocciolo, nel Lazio Centrale (Scortichini, 1992) e, successivamente, anche sui Colli Cimini, sebbene fu sospettato che la malattia potesse avere un'eziologia più complessa (Scortichini e Tropiano, 1994). Da allora si sono susseguiti i tentativi di controllare l'epidemia mediante interventi fitoiatrici con prodotti rameici e con induttori di resistenza come acibenzolar-S-methyl (Cirica e Trucca, 2005), ottenendo però risultati non risolutivi. Negli ultimi anni è emerso chiaramente che la malattia è circoscritta a ben determinati areali sul territorio corilicolo provinciale (Fabi *et al.*, 2003). Restano ancora alcuni dubbi su questa malattia il cui andamento spazio-temporale sembra molto legata a aspetti di tipo climatico-territoriale e agronomico-culturale (Fabi *et al.*, 2005) e che sembra essere ad eziologia complessa (Mansion, 2003).

Allo scopo di avere migliori conoscenze per poter successivamente indagare in questa direzione si è voluto definire la distribuzione spazio-temporale della moria del nocciolo nel territorio del viterbese e il legame tra la malattia e determinati parametri climatici, principalmente la temperatura e la piovosità, mediante i sistemi geografico informatizzati (GIS) (Servadio e Blasi, 2003).

2. MATERIALI E METODI

La ricerca è stata condotta nel periodo 1998-2004 in tutta la provincia di Viterbo, in particolare nelle zone corilicole dei Colli Cimini, dove l'incidenza della moria è particolarmente elevata. L'area di studio ha coperto approssimativamente una superficie di circa 25 km in lunghezza e altrettanti in larghezza, interessando una superficie coltivata a nocciolo di circa 170 km². Sono stati considerati tutti i noccioli presenti nel database aggiornato delle tre locali Associazioni dei Produttori (ASSOFRUTTI, A.Pro.N.Vit. e A.P.N.A.L.) focalizzando l'attenzione su determinate zone dell'areale dei Colli Cimini, dove la malattia mostra un'incidenza particolarmente alta. I Colli Cimini si estendono approssimativamente a Sud-Est della provincia di Viterbo, intorno alla caldera del lago di Vico. Tutta l'area giace a una altitudine tra 250 e 1000 metri sul livello del mare e la coltivazione del nocciolo è presente nella quasi totalità al di sopra dei 400-450 metri di altitudine.

L'unità di studio della superficie agraria è stata il foglio catastale, all'interno del quale sono state individuate delle sottozone omogenee in tutti i fogli catastali in cui è stata riscontrata una maggiore incidenza della moria. È stato così ottenuto un reticolo a trama variabile di punti corrispondenti ai centroidi dei fogli catastali o delle sottozone omogenee ottenuti mediante operazioni di georeferenziazione mediante l'ausilio del sistema GPS. Tutti i punti sono stati proiettati nel sistema di riferimento UTM 32N, European datum 50 (ED50). I dati sono stati raccolti dal 1998 al 2004 in stretta collaborazione con le Associazioni dei Produttori. Essi sono basati sul catasto rurale e consistono nel numero di ettari coltivati a nocciolo e nel numero di piante morte, a causa della moria, per particella catastale. I dati sono stati opportunamente aggregati per fogli catastali o per sottozone omogenee nelle aree particolarmente colpite dalla malattia. Al termine di queste operazioni sono stati catalogate 699 zone significative dell'areale corilicolo interessato dalla malattia da sottoporre ad analisi statistica.

Parallelamente, sono stati raccolti i dati orari di temperatura e piovosità dall'autunno del 1997 alla primavera

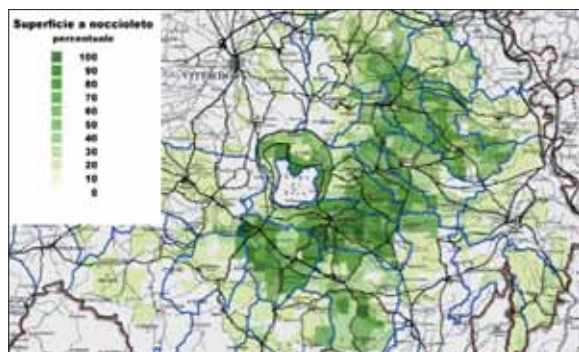
del 2004 di 11 stazioni meteorologiche dislocate uniformemente sul territorio corilicolo e gestite direttamente dalla cooperativa di produttori Assofrutti. Questi dati sono stati opportunamente elaborati individuando la temperatura massima e minima diurna e la piovosità media. Sono state quindi tracciate mappe tematiche relative alla diffusione della coltura in tutto l'areale di coltivazione. Inoltre, dividendo il numero di piante morte per il numero totale di piante di nocciolo presenti in una stessa area, stimato sulla base della superficie catastale coltivata a nocciolo e di un investimento medio di 400 piante/ha, si è ottenuto un indice epidemiologico di incidenza della malattia in termini di percentuale delle piante morte (PM) sulle totali (PT). Questa operazione è stata condotta per ogni anno, dal 1998 al 2004, facendo attenzione a non computare tra le piante sane quelle morte nell'anno o negli anni precedenti. Infine, tutti i dati cumulati di malattia per tutti gli anni oggetto di indagine sono stati messi a confronto con i parametri meteorologici relativi a quegli stessi anni. In particolare, i parametri in questione sono stati: la media delle temperature minime mensili, gli sbalzi termici medi associati alle gelate e il numero medio di ore annue al di sotto di 0°C. Anche la piovosità media annua è stata una variabile oggetto di indagine. Sono stati scelti questi parametri in quanto, da nostri studi (Fabi *et al.*, 2005) è parso evidente che gli abbassamenti termici invernali e soprattutto primaverili erano associati alla presenza della moria. Sono state quindi tracciate una mappa di incidenza della malattia per singolo anno e una mappa della malattia cumulata. Inoltre, sono state tracciate varie mappe relative ai dati termo-pluviometrici ed è stata poi effettuata una analisi statistica sulla frequenza della moria in funzione dei vari parametri climatici.

3. RISULTATI

In Fig. 2 è illustrata la mappa tematica ottenuta analizzando i dati catastali relativi alla percentuale di SAU (Superficie Agraria Utilizzata) coltivata a nocciolo aggiornata al 2004.

Nella mappa risultano evidenti le differenze a livello di foglio catastale; in particolare esistono zone nel comune

Fig. 2 Percentuale della SAU coltivata a nocciolo nel distretto corilicolo della Provincia di Viterbo (dati 2004).

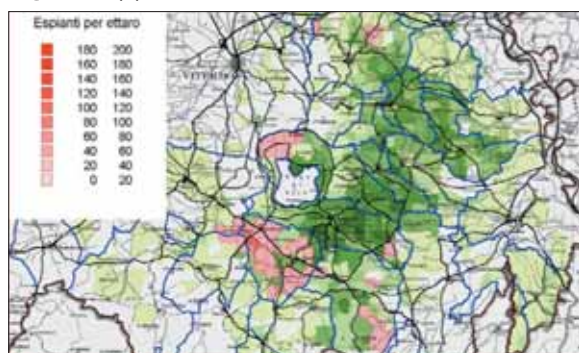


di Capranica, a Sud-Ovest del lago di Vico, che sono coltivate a nocciolo nella pressoché totalità. Alte percentuali, superiori al 50% sono comunque presenti in tutta la zona meridionale e orientale dei Colli Cimini. Nel complesso risulta agevole individuare anche le minime differenze che, localmente, descrivono in maniera molto accurata la realtà corilicola del distretto.

A partire da questa mappa di base sono state tracciate le mappe relative all'incidenza della moria, come precedentemente descritto. L'incidenza della moria nei vari anni è riportata nelle Figg. 3-6 (per brevità vengono riportate solo le mappe relative agli anni pari).

I dati rilevati hanno messo in evidenza una maggior presenza della moria in due zone ben distinte dell'areale di coltivazione, uno sulle pendici meridionali esterne della caldera vulcanica del Lago di Vico e l'altro all'interno della caldera stessa, nella parte settentriona-

Fig. 3 Mappa dell'incidenza della moria nel 1998.



le. I dati mostrano come, in alcuni fogli catastali, si siano raggiunti valori di mortalità drammaticamente pari o superiori alla metà dell'investimento medio per

Fig. 4 Mappa dell'incidenza della moria nel 2000 (dati cumulati, per la legenda vedi Fig. 3).

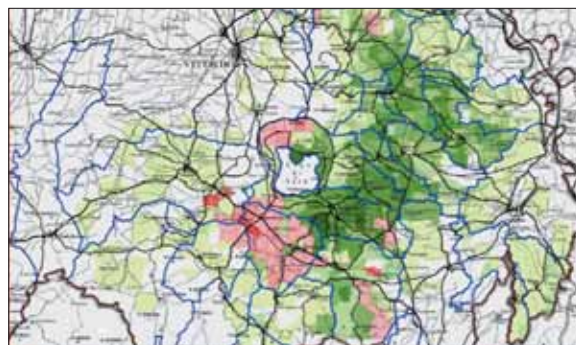


Fig. 5 Mappa dell'incidenza della moria nel 2002 (dati cumulati, per la legenda vedi Fig. 3).

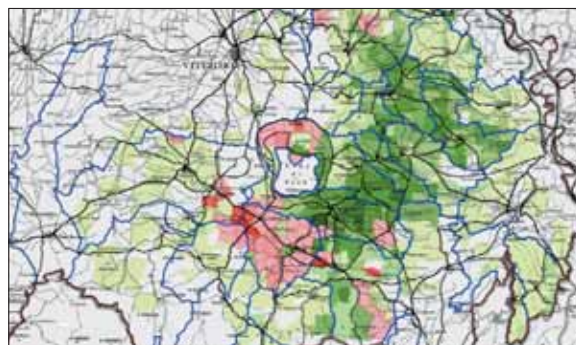
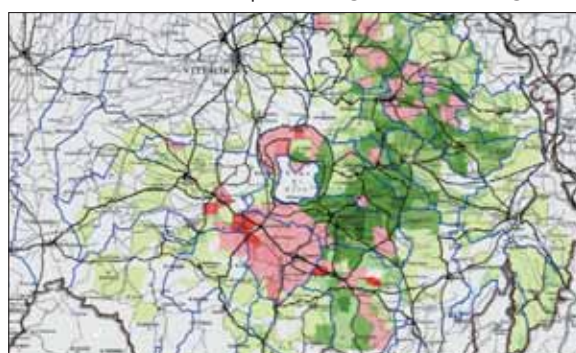


Fig. 6 Mappa dell'incidenza della moria nel 2004 (dati cumulati, per la legenda vedi Fig. 3).



ettaro a nocciolo. La progressione della malattia mostra una diffusione costante nelle aree già originariamente interessate dalla moria, fin dal suo primo apparire e la sua incidenza differisce da un anno all'altro ma senza sostanziali modifiche che, comunque, non riguardano nuovi importanti focolai di infezione.

Analizzando i dati statistici riferiti alle distribuzioni dei parametri climatici e al loro legame con l'incidenza della moria, sia in termini assoluti che relativi, è stata confermata una significativa relazione con le temperature minime verificatesi negli anni oggetto di osservazione. In Fig. 7 è mostrata una mappa relativa alle precipitazioni medie annue nel distretto corilicolo. Ad essa è stata sovrapposta (Fig. 8) quella della moria cumulata già riportata in Fig. 6. Correlando la frequenza della moria con quella della piovosità media si è visto (Fig. 9) come tutte le zone in cui la malattia è presente diffe-

Fig. 7 Mappa delle precipitazioni medie annue nel distretto corilicolo della provincia di Viterbo.

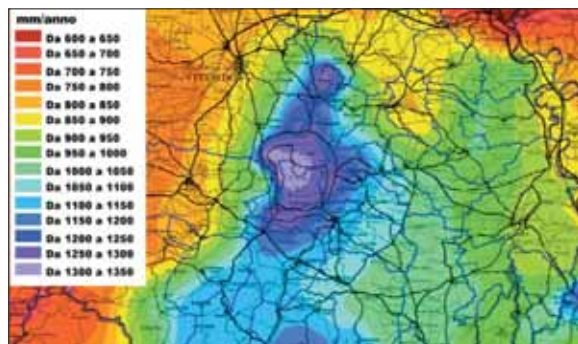


Fig. 8 Incidenza della moria e precipitazioni medie annue (per la legenda vedi Fig. 3 e 7).

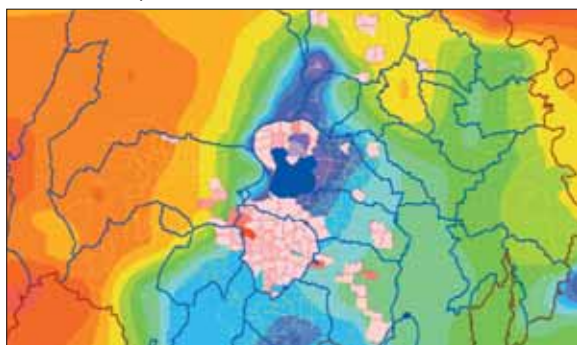


Fig. 9 Piovosità media annua: confronto fra zone con e senza presenza di malattia.

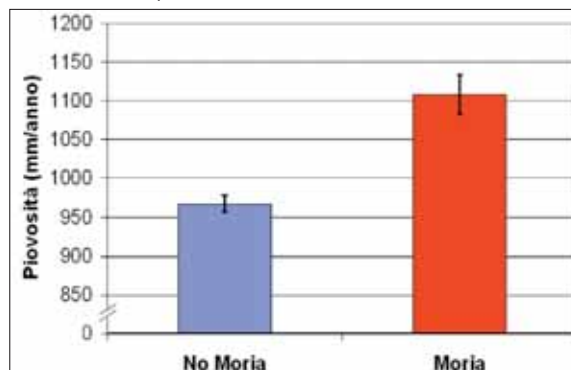
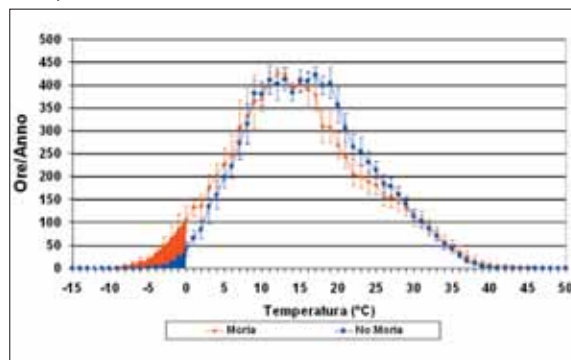
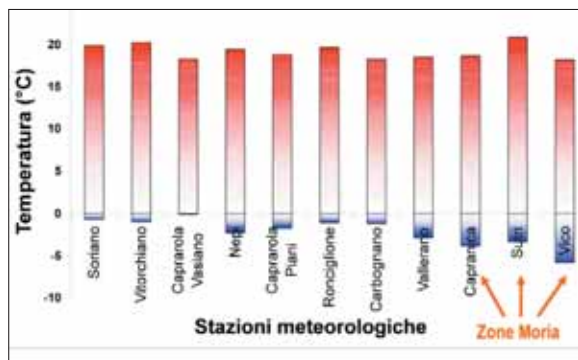


Fig. 10 Media delle frequenze cumulate delle temperature medie orarie.



riscano statisticamente in maniera significativa da quelle in cui essa non è stata mai ufficialmente riscontrata. In particolare, in queste ultime la piovosità è risultata essere inferiore a 1000 mm di pioggia caduta, mentre nelle prime la piovosità è superiore di quasi 150 mm medi annui. Analogamente, analizzando la frequenza media cumulata delle temperature medie annue verificatesi nei sei anni oggetto di osservazione nelle zone con o senza presenza di malattia (Fig. 10), si è visto chiaramente come la moria sia presente in zone in cui si sono riscontrate più di 440 ore annue al di sotto dello zero, mentre nel resto del territorio esse sono state meno di 100 (aree sottese dalle due curve rispettive, al di sotto di 0°C). Confrontando invece le me-

Fig. 11 Medie delle temperature massime e minime (Novembre - Febbraio) nelle 11 stazioni meteorologiche nei 6 anni oggetto di indagine.



die delle temperature minime assolute verificatesi in inverno (Fig. 11), si è osservato come le tre stazioni meteo che insistono sul territorio maggiormente interessato dalla malattia (Capranica, Sutri e Lago di Vico) hanno rilevato i valori di temperatura più bassi in assoluto, molto vicini a -5°C , valore di temperatura che alcuni autori descrivono come spartiacque di un'iniziale condizione di stress (Botu e Turcu, 2001). Se si analizza lo stesso fenomeno, ma nel mese di Aprile (Fig. 12), si nota come, sempre nelle stesse tre stazioni meteo in questione, si siano verificati minimi di temperatura inferiori o pari allo zero. È così dimostrato come le gelate tardive siano presenti pressoché tutti gli anni

Fig. 12 Medie delle temperature massime e minime in Aprile nelle 11 stazioni meteorologiche nei 6 anni oggetto di indagine.

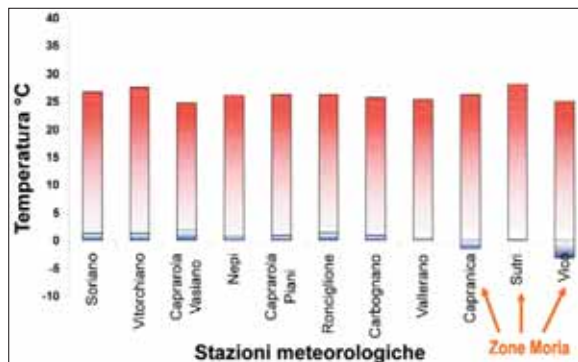
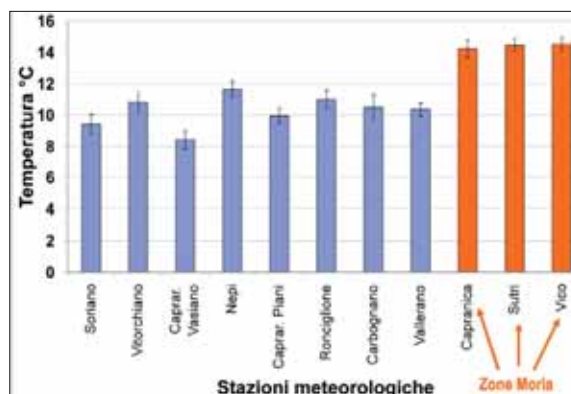


Fig. 13 Sbalzo termico medio associato a ogni gelata.



solo nelle zone malate e mai nelle altre zone sane. Infine, continuando a indagare nella direzione dello stress da freddo, se si va ad analizzare l'entità dello sbalzo termico che si verifica in concomitanza a un evento di gelo notturno (Fig. 13), si nota come quelle stesse tre stazioni meteo registrino in media più di 14°C di sbalzo termico, mentre le altre solo intorno a 10°C . In conclusione, alla luce dei dati in nostro possesso, sembra che l'incidenza della malattia nei singoli anni sia in relazione con le basse temperature e una maggiore piovosità verificatesi nell'anno stesso o negli anni immediatamente precedenti.

4. DISCUSSIONE

È chiaro come i Comuni che presentano la superficie agricola maggiormente investita a nocciolo siano quelli corrispondenti alla zona centrale del distretto dei Monti Cimini (Franco e Pancino, 2010). La mappa della percentuale della SAU corilicola è un primo tentativo di descrivere in dettaglio la distribuzione della coltivazione del nocciolo nella provincia di Viterbo. Essa è un'istantanea che rende eccezionalmente chiara questa realtà e che testimonia la bontà della metodologia messa in atto per seguire, in tempo reale, fenomeni spazializzati, che possono essere di vario tipo. Nel nostro caso siamo stati in grado di individuare con chiarezza la distribuzione spazio-temporale della moria del nocciolo. Questa malattia non si è mai sostanzialmente diffusa

fuori del suo areale limitato, né particolari linee preferenziali di diffusione sono stati riscontrati durante l'elaborazione dei dati. Analizzando le mappe è stata chiaramente osservata una particolare correlazione della moria del nocciolo con specifiche zone del territorio.

È stata statisticamente confermata una diretta correlazione della malattia con particolari valori di temperature invernali, presenza di gelate tardive, maggiori sbalzi termici diurni e di piovosità media. È noto che i fattori di stress sono chiare concause nell'instaurarsi della malattia ed è evidente che i loro meccanismi di interferenza con essa devono essere attentamente studiati e valutati. Del resto sembra che esista per i diversi anni una diretta correlazione tra l'incidenza della malattia e le condizioni climatiche, avvalorando l'ipotesi che lo stress incida sulla moria in maniera cumulativa e variabile.


I dati reperiti e in nostro possesso si riferiscono a un lasso di tempo di ben sei anni, periodo che ci ha permesso chiarire ulteriormente questa malattia. Nonostante ciò, essa tuttora presenta taluni lati oscuri, come la scarsissima diffusione al di fuori di certi specifici areali, anche dopo decenni, o come la lenta ma spesso inesorabile diffusione a "contatto" da pianta a pianta, come a macchia d'olio (Fabi e Varvaro, 2009b). Lo studio dell'eventuale correlazione tra la moria ed altri parametri, come quelli pedologico-chimici (pH, fertilità, sostanza organica) o, soprattutto, quelli relativi alla giacitura e alla esposizione, potrebbe essere di grande aiuto. Tutti questi dati sono validi candidati per un'analisi di tipo geostatistico, una modalità di investigazione che potrebbe chiarire profondamente alcuni meccanismi riguardanti le fasi della malattia. Dati ottenuti da studi già iniziati in questi ultimi anni stanno confermando questa ipotesi (Fabi e Varvaro, 2009a). Un'indagine riguardante i parametri termopluviometrici è già stata ultimata e sarà oggetto di una successiva comunicazione. Va detto, inoltre, che sopralluoghi effettuati in questi ultimi anni nelle zone maggiormente affette da moria hanno sostanzialmente confermato che la malattia ha continuato, talora in maniera più sporadica, talora con maggiore intensità, ad essere presente nelle stesse zone corilicole.

Tutti questi risultati suggeriscono che, probabilmente, la moria possa essere una malattia ad eziologia complessa. Alla luce delle attuali conoscenze è comunque opportuno suggerire agli agricoltori di mettere in atto tutte quelle pratiche agricole e gestionali che tendono a minimizzare gli effetti dei fattori di stress. Queste, in linea di massima, prevedono il ritorno a tecniche più "classiche", come la scarificazione, l'erpicoltura, la concimazione organica, la spollonatura manuale, ecc... Alcune di esse, evitando ad esempio la compattazione del terreno, possono tamponare gli effetti diretti sulla pianta dello stress termico, oltre ad evitare altri inconvenienti come il ristagno idrico. Altre, come ad esempio l'apporto di sostanza organica al terreno, migliorerebbero lo stato di salute delle piante, rendendole meno recettive all'attacco dei patogeni (Balestra *et al.*, 2004), diminuendo, inoltre, nel tempo, l'inoculo potenziale. È chiaro che tali suggerimenti possono incontrare gravi difficoltà, una volta calati nelle realtà aziendali, viste e considerate le complicate situazioni che si sono venute a creare in questi ultimi anni nel mercato corilicolo.

Gli interessanti risultati fin qui ottenuti richiedono, comunque, ulteriori approfondimenti, quindi è opportuno continuare a reperire dati più precisi e dettagliati, ottenendo così parametri da sottoporre ad analisi geostatistica affetti da minori errori di previsione, al fine di migliorare le conoscenze epidemiologiche della malattia, che sembra essere meglio descritta come ad "eziologia di tipo complesso".

5. RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziano le tre Associazioni dei Produttori (ASSOFRUTTI, A.Pro.N.Vit. e A.P.N.A.L.) per i dati forniti e per la loro fattiva collaborazione.

Ricerca parzialmente finanziata dalla Regione Lazio, Assessorato all'Agricoltura. 

BIBLIOGRAFIA

- ALOJ B, F. BARTOLETTI, U. CAPOROSSI, F. D'ERRICO, F. DI DATO, C. GRANDE, M. OLMI, B. PAPANATTI, A. TOMBESI E L. VARVARO, 1987. *Una "moria" del nocciolo di natura ignota nel Viterbese*. L'informatore Agrario, 26, 55-57.
- ALOJ B, F. D'ERRICO, M. OLMI, B. PAPANATTI, A. RAGAZZINO, A. TOMBESI E L. VARVARO, 1994. *"Moria del nocciolo" dei Colli Cimini: Aspetti diagnostici e consigli di profilassi e terapia*. L'informatore Agrario, 10, 65-67.
- BALESTRA G. M., G. VUONO, A. GENTILI, A. FABI E L. VARVARO, 2004. *Importance of agronomical practices on dieback disease of hazelnut in central Italy*. Journal of Plant Pathology, 86 (4, Special Issue), 308.
- BOTU I. e E. TURCU, 2001. *Evaluation of ecological conditions and prospects for growing hazelnuts in Romania*. Acta Horticulturae, 556, 117-124.
- CARBONE A., S. FRANCO, B. PANCINO E S. SENNI, 2004. *Dinamiche territoriali e profili produttivi dell'Agricoltura del Lazio*. Quaderni di Informazione Socioeconomica n.11: pp. 149. Assessorato all'agricoltura. Regione Lazio Ed., Roma.
- CIRICA B. E L. TRUCCA, 2005. *La gestione della "moria" nel viterbese*. Atti Convegno Nazionale su: "Le avversità del nocciolo in Italia". Roma, 8 Novembre 2005.
- FABI A., G. M. BALESTRA, G. VUONO E L. VARVARO, 2003. *The dieback of hazelnut in Province of Viterbo: a study on the correlation among the diffusion of disease, land characteristics and climatic parameters by using GPS/GIS technology*. Journal of Plant Pathology, 85 (4, Special Issue), 282.
- FABI A., C. BELLI, G. VUONO, G. M. BALESTRA E L. VARVARO, 2005. *Innovative strategies in epidemiological studies of hazelnut dieback by using G.P.S./G.I.S. and A.Sp.I.S. technology*. Acta Horticulturae, 686, 427-434.
- FABI A E L. VARVARO (2009a). *Application of Geostatistics in studying epidemiology of hazelnut diseases: a case study*. Acta Horticulturae, 845, 507-514.
- FABI A E L. VARVARO (2009b). *Remote sensing in monitoring the dieback of hazelnut on the "Monti Cimini" district (central Italy)*. Acta Horticulturae, 845, 521-526.
- FRANCO S. E B. PANCINO, 2010. *Corilicoltura e territorio: una lettura distrettuale*. Corylus & Co, 1, 17-26.
- MANION P. D., 2003. *Evolution of concepts in forest pathology*. Phytopathology, 93 (8), 1052-1055.
- SCHROTH M. N. E D. C. HILDEBRAND, 1980. *Erwinia I. E. amylovora or "true erwiniae" group*. In: Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria (Schaad N. W. ed.), pp 26-30. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.
- SCORTICHINI M., 1992. *Moria del nocciolo: grave attacco di Pseudomonas syringae pv. avellanae*. L'Informatore Agrario, 49, 60-63.
- SCORTICHINI M. E F. G. TROPANO, 1994. *Severe outbreak of Pseudomonas syringae pv. avellanae on hazelnut in Italy*. J. Phytopathology, 140, 65-70.
- SERVADIO P. E E. BLASI, 2003. *I GIS e le loro applicazioni nel settore agricolo*. L'informatore Agrario, 49, 51-56.
- VARVARO L., 1993. *Le fitopatie del nocciolo nell'alto lazio: un triennio di osservazioni e di strategie di lotta*. L'Informatore Fitopatologico, 2, 54-58.
- VARVARO L., COSTA A. E G. M. BALESTRA, 1990. *A new bacterial disease of Corylus avellana*. Proceedings 8th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Agadir (Morocco) 28th Oct.-3rd Nov, 469-471.
- VARVARO, L., 1994. *A dieback of hazelnut (Corylus avellana L.) in the north of Latium: etiology and control*. Acta Horticulturae, 351, 559-565.