

UN WEBGIS PER IL MONITORAGGIO E LA GESTIONE FITOSANITARIA DEI COMPENSORI FORESTALI DEL PARCO NAZIONALE D'ASPROMONTE

Francesco MANTI (*), Carmelo MONSIGNORE (*), Vincenzo VACANTE (*)

(*) Regione Calabria, Settore Protezione Civile, Via Sbarre Superiori 42, I-89100 Reggio Calabria
tel +39 0965 622542 fax +39 0965 622544 e-mail: f.manti@protezionecivilecalabria.it

(**) Dipartimento di Scienze Ambientali e Territoriali, Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria
tel +39 0965 809555 fax +39 0965 809542 e-mail: cbonignore@unirc.it, vvacante@unirc.it

Riassunto

Il monitoraggio degli ambienti forestali per il controllo delle fitopatie ha ricevuto un notevole impulso grazie allo sviluppo e alla diffusione dei *Geographical Information Systems* (GIS) che rendono possibile la gestione e l'analisi di elevate quantità di dati sulla variazione spazio-temporale dell'abbondanza di popolazione di parassiti nocivi alla economia e alla salute umana assumendo un ruolo sempre più importante come strumenti a supporto della gestione dei boschi e delle foreste.

Nel presente lavoro sono presentati i contenuti metodologici ed i primi risultati della creazione di un WebGIS per il monitoraggio e la gestione fitosanitaria dei boschi del Parco Nazionale d'Aspromonte.

Abstract

The monitoring of the forest environments for the control of the phytopathy has been greatly stimulated thanks to the development and diffusion of the Geographical Information Systems (GIS). that make possible the management and the analysis of a great deal of data on the spatio-temporal variation of the abundance of parasite populations, harmful to economy and human health. The GIS have so become essential instruments in support of the management of woods and forests. In the present study there are shown the methodological contents and the first outcomes of the creation of a WebGis for the monitoring and the phyto-sanitary management of the woods in the National Park of Aspromonte, Calabria, Italy.

Introduzione

Generalmente gli insetti hanno ruoli benefici negli ecosistemi forestali. Ricerche a livello di ecosistema hanno identificato un numero di ruoli significativi degli insetti forestali, nell'influenzare, per esempio, la struttura e la funzione dell'ecosistema forestale in quanto essi regolano certi aspetti di produzione primaria, il ciclo di importanti sostanze nutrienti, la via per lo sviluppo ordinato delle foreste attraverso la successione ecologica e la grandezza, la distribuzione e l'abbondanza di alberi ospiti. Alcune specie di insetti diventano, però periodicamente, così abbondanti da minacciare i valori ecologici, economici o estetici delle foreste. Questi insetti sono denominati specie epidemiche (*outbreak*) o infestanti (*pest*) (Maron *et al.*, 1998). Queste esplosioni sono legate alla modificazione degli ecosistemi forestali con presenza di essenze non spontanee oppure legate alla raccolta delle biomasse o anche da attività di antropizzazione. Possono essere altresì legate anche ai cambiamenti climatici.

Il monitoraggio degli ambienti forestali ha ricevuto un notevole impulso grazie allo sviluppo e alla diffusione dei *Geographical Information Systems* (GIS) che rendono possibile la gestione e l'analisi di elevate quantità di dati sulla variazione spazio-temporale dell'abbondanza di popolazione assumendo un ruolo sempre più importante come strumenti a supporto della gestione delle popolazioni di insetti nocivi alla economia e alla salute umana (Liebhold *et al.*, 1998). L'utilizzo dei

GIS rappresenta pertanto un ausilio fondamentale specialmente nel caso di popolamenti di insetti dannosi alle essenze forestali vista l'importanza di gestire informazioni spazializzate in ambienti di notevole estensione caratterizzati da un'esposizione al rischio d'attacco fortemente eterogeneo (Barry Lyons *et al.*, 2001). Esperienze compiute in tal senso su principalmente su lepidotteri sono comuni in alcune Nazioni tra cui gli USA e il Canada (Barry Lyons *et al.*, 2001), mentre molto poco risulta realizzato nel nostro Paese.

L'insetto che in Calabria rappresenta il principale fitofago defogliatore delle foreste è senz'altro la processionaria del pino (*Traumatocampa pityocampa* (Denis & Schiffermüller)). Essa è una farfalla che vive e si riproduce a spese di alcune specie appartenenti al genere *Pinus* e, in misura minore, a spese di altre conifere in generale. Le sue infestazioni costituiscono un annoso problema non solo per la pineta e per l'economia forestale in genere, ma anche per i fruitori di questo particolare ambiente o per chi contrae rapporto con singole piante infestate dell'arredo urbano, a causa delle setole urticanti che alcuni stadi giovanili dell'insetto liberano nell'ambiente, provocando patologie allergiche a carico dell'uomo e di vari animali.

Gli aspetti della biologia, in relazione alle variabili forzanti ambientali, condizionano la dinamica di popolazione della processionaria del pino e in particolare la distribuzione nel tempo degli eventi fenologici. La specie è biologicamente poco nota e l'approccio scientifico si è solo sporadicamente rivolto all'acquisizione di quelle nozioni necessarie alla comprensione delle strategie vitali del fitofago. La facilità con cui questo patogeno aggredisce i boschi dipende principalmente da situazioni di stress ambientale cui sono sottoposte numerose aree forestali, e, più in generale, dall'assenza di corrette tecniche di gestione selvicolturale. Conseguenza di ciò è l'alterazione degli equilibri ecologici dell'ecosistema – bosco, che determina ripercussioni negative sui servizi che esso fornisce in termini di produzione legnosa, di protezione idrogeologica, di stabilità dei versanti, di funzione paesaggistica e turistico – ricreativa (Manti, 2001).

Nel presente lavoro sono presentati i contenuti metodologici ed i primi risultati della creazione di un WebGIS per il monitoraggio e la gestione fitosanitaria dei boschi del Parco Nazionale d'Aspromonte basato su una metodologia di studio della processionaria del pino nello spazio e nel tempo, attuata a micro ed a macro-scala, finalizzata alla possibilità di migliorare la conoscenza della distribuzione reale e potenziale di *T. pityocampa* sul territorio del Parco e delle caratteristiche dei soprassuoli più soggetti all'azione del parassita. L'utilizzo di questo strumento permette altresì di sviluppare mappe di distribuzione spaziale dell'entoma che tengano conto sia delle peculiarità ecologiche del fitofago, sia di quelle selvicolturali dei popolamenti interessati dalla sua presenza, al fine di razionalizzare un protocollo per il controllo e il monitoraggio di questo fitofago defogliatore delle pinete.

Metodologia

È stata progettata una applicazione per il monitoraggio e la gestione fitosanitaria dei boschi del Parco Nazionale d'Aspromonte di tipo Webgis. L'architettura del Sistema è stata finalizzata alla condivisione di servizi orientati alla pianificazione fitosanitaria sostenibile, alla programmazione degli interventi per la difesa degli ambiti forestali dalla processionaria del pino e, in futuro, da altri organismi dannosi, al monitoraggio e all'analisi di eventi biotici in grado di arrecare danno al patrimonio forestale e ambientale dell'Ente Parco Nazionale d'Aspromonte.

Il progetto esecutivo ha previsto come principale obiettivo quello di costituire un efficace sistema di supporto alle decisioni (DSS – Decision Support System), atto alla gestione unitaria e centralizzata di tutte le informazioni e le procedure che concorrono alla definizione delle strategie di controllo, prevenzione e monitoraggio dei boschi del Parco Nazionale d'Aspromonte.

Le principali linee progettuali del sistema hanno previsto la realizzazione:

- di un portale web informativo sul monitoraggio della processionaria del pino dei boschi dell'Aspromonte;
- di una gestione centralizzata delle attività di rilievo e campionamento fitosanitario;
- della storicizzazione e consultazione dei dati e delle soglie di valori;

- della ricerca e consultazione, mediante sovrapposizione GIS, di mappe e dati, di interesse, e precaricati nel sistema, relativi alle attività di monitoraggio in oggetto;
- della gestione utenti e permessi di accesso ai singoli dati e strati informativi del sistema.

Il fulcro del sistema è costituito da una base dati centralizzata o geodatabase (Geographic Database) in grado di registrare ogni tipo di dato mediante un sistema RDBMS (Relational DataBase Management System) robusto ed efficiente, ed archiviare efficacemente anche le informazioni di carattere cartografico attraverso tool e componenti specializzate. Tale insieme di dati è stato organizzato in layer ossia strati informativi, in linea con la modalità di rappresentazione delle informazioni tipica dei sistemi GIS, visualizzabili a pieno schermo da un PC collegato alla rete Internet attraverso un comune browser. Ogni layer rappresenta una tipologia di dato: i boschi, le strade, i fiumi, i dati di monitoraggio, etc. e è stato possibile sovrapporre i vari layer cartografici.

Il sistema integra in un unico ambiente tutte le funzioni fitoiatriche con le funzionalità cartografiche offerte da un sistema GIS. Tale ambiente integrato è costituito da un sistema web dotato di funzionalità differenti a seconda dell'utenza che vi accede, con una vestizione grafica omogenea all'interno dei diversi moduli, in grado di offrire i seguenti vantaggi:

- avere uno strumento completo di lavoro per tutti gli utenti che devono operare, con mansioni e procedure operative ben determinate;
- avere una struttura per centralizzare i dati per ottenere una istantanea disponibilità dell'informazione aggiornata a tutti gli utenti del sistema;
- avere bassi costi di manutenzione e aggiornamento;
- avere grandi capacità di adeguamenti e modifiche;
- avere bassi impatti sulla dotazione infrastrutturale esistente.

Il sistema è orientato alla integrazione con gli standard OPEN GIS. Questa struttura infatti potrà garantire la compatibilità in futuro con gli altri sistemi che adottano come riferimento gli standard Open GIS favorendo lo scambio di dati cartografici su piattaforme differenti e permettendo a qualsiasi client che ne faccia richiesta, interrogazioni verso il sistema, che siano conformi a tale standard. La soluzione presenta infatti una architettura moderna che abbraccia gli standard attualmente più diffusi nel mondo dell'Information Technology (IT); include infatti standard per Metadati geografici (Federal Geographic Data Commission, FGDC), standard per il Web (Extensible Markup Language, XML), standard per le comunicazioni in rete (TCP/IP), ed una notazione standard per la modellazione di oggetti del mondo reale (Unified Modeling Language, UML). L'architettura supporta un grande varietà di formati, inclusi quelli emessi da organismi quali l'OpenGIS Consortium (OGC) e l'International Organization for Standardization (ISO), prevedendo anche formati di altri fornitori quali Oracle Spatial, Informix Spatial DataBlade, ed IBM Spatial Extender. L'ambiente di programmazione è aperto e permette una possibile personalizzazione mediante un qualunque linguaggio COM come Visual Basic, Visual C++ Delphi.

Il sistema è composto da un Modulo database Microsoft Access per lo storage dei dati alfanumerici; un modulo Internet Information Service che svolge tutte le mansioni di webserver ed application server per la comunicazione del sistema su Web e il Modulo MapServer Open Source sviluppato dall'University of Minnesota (UMN). Il core del sistema è costituito dall'applicazione Cart@net®, opportunamente personalizzata, la quale fornisce le funzionalità del sistema proposto, insieme a tutte le informazioni e gli strumenti di analisi dei dati cartografici ed alfanumerici. Il Sistema è inoltre strutturato con moduli indipendenti ed ampliabili in modo da poter avere una architettura flessibile con caratteristiche di scalabilità verso future esigenze di ampliamento e di integrazione con altri sistemi (ad esempio altre reti di monitoraggio tipo idropluviometrico o di raccolta dati ambientali, sistemi di tracking GPS, ecc.).

Le informazioni e le funzionalità del sistema di tipo GIS, sono interamente accessibili via web attraverso interfacce semplificate e intuitive. Tutti i dati sono gestiti in una banca dati centralizzata che contiene dati alfanumerici e cartografici accessibili attraverso le funzionalità del sistema da tutti gli utenti attraverso login di accesso (username e password) e secondo profili che regolano permessi di accesso a singole mappe o gruppi di dati. Tali profili vengono gestiti in un ambiente di

amministrare accessibili da utenti dotati di opportune login. Le entità territoriali e le loro relazioni, strutturate in file organizzati ed archiviati in un sistema che ne garantisce la gestione hanno costituito il database geografico o geodatabase. Il modello applicato in questa applicazione è quello relazionale. La caratteristica di questo modello consiste nel fatto che qualsiasi campo può essere usato come chiave di ricerca o di relazione; i dati sono archiviati in tabelle bidimensionali (dette "relation"), ciascuna delle quali è un file; ogni riga è un record (detto anche "tuple") e ciascuna colonna è un attributo; le ricerche possono essere eseguite su ogni singola tabella usando uno o più campi contemporaneamente come chiavi.

Risultati

La applicazione Webgis fornisce le seguenti funzionalità:

1. Gestione degli utenti e dei loro profili di accesso. Attraverso questa funzionalità l'amministratore del sistema autorizza l'accesso di nuovi utenti, definendo il loro profilo e concedendo in tal modo le autorizzazioni necessarie per utilizzare le funzionalità del sistema, e limitando così sia il "cosa" che il "dove" delle operazioni permesse ad un utente. Le informazioni alfanumeriche e cartografiche archiviate in un Geodatabase centralizzato sono accessibili da diversi operatori mediante opportuna procedura di autenticazione al fine di controllare e disciplinare la visibilità dei dati alle aree di specifica competenza di ciascun utente. In riferimento ai permessi di accesso un aspetto da sottolineare è la possibilità, in fase di attribuzione dei permessi ad un utente censito nel sistema, porre dei vincoli e delle restrizioni sui dati, ossia:
 - limitare la consultazione solo a delle aree delimitate;
 - limitare le funzionalità attivabili sui dati a cui si è avuto accesso, ad esempio permettendo la sola consultazione, disabilitando il download o le interrogazioni spaziali oppure permettendo la sola modifica alfanumerica o cartografica.Ai dati del Geodatabase centralizzato possono accedere gli operatori dei diversi enti preposti alla gestione del servizio oltre che a semplici cittadini.
2. Gestione dei dati alfanumerici. Il sistema riporta quindi tutte le informazioni utili alla gestione fitosanitaria e selvicolturale del bosco, come ad esempio: condizione fitosanitaria del bosco, modalità di gestione selvicolturale ed assestamentale, presenza di organismi dannosi all'uomo e

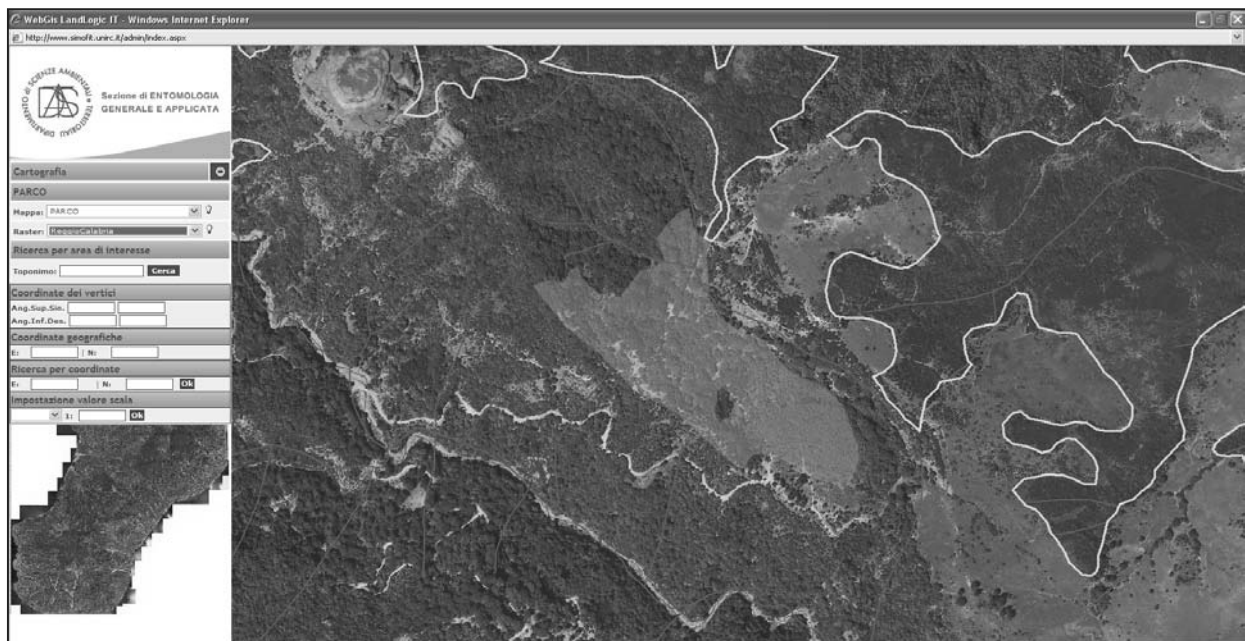


Fig. 1.- Sezione di navigazione del portale Webgis: www.simofit.unirc.it

alla risorsa forestale, notizie sui focolai di infestazione e sui comportamenti da assumere in seguito ad avvistamento di nuovi focolai, ecc. Per rispondere a queste esigenze di natura

diversa, il Sistema è dotato di una architettura flessibile con caratteristiche di scalabilità verso future esigenze di ampliamento e di integrazione con altri sistemi (ad esempio altre reti di monitoraggio tipo idropluviometrico o di raccolta dati ambientali, sistemi di track GPS, ecc.).

3. Una sezione riguarda lo sviluppo di mappe a partire dai parametri meteorologici: temperatura superficiale; precipitazione accumulata nelle ultime 6 h; umidità relativa; radiazione solare e vento superficiale.

È possibile la sovrapposizione di più strati informativi di tipo meteorologico agli strati cartografici sopra evidenziati mediante tematizzazione. L'uscita degli strati informativi, nel caso particolare di quelli meteorologici, è implementata con frequenza di sei ore per la precipitazione e con frequenza di tre ore per tutte le altre informazioni. L'utente infatti ha la possibilità di scegliere una data ed un'ora qualunque per le quali siano a disposizione i campi meteorologici e visualizzarli sullo schermo in modalità cartografica. I dati meteorologici forniti dal CRATI s.c.r.l., Consorzio per la Ricerca e le Applicazioni di Tecnologie Innovative, iniziano dal 1 Gennaio 2003 ed arrivano fino alla data corrente, con possibilità future di aggiornamento, sono disponibili su un grigliato longitudine-latitudine in formato binario.

4. Un'altra sezione, le cui funzionalità sono state oggetto di sviluppo, hanno riguardato la creazione di strati informativi di tipo puntuale e/o areale riguardante la raccolta in campo di dati sulla presenza o assenza del parassita, sulla dinamica di popolazione e il loro incremento o decremento nel punto o nell'area considerata nell'arco di un periodo temporale. Le tipologie di schede di monitoraggio per i rilievi in campo (dati di tipo puntuale) hanno previsto l'inserimento del dato in "tempo reale", la visualizzazione del dato storico e la possibilità di diversificare la tipologia di scheda a seconda dell'evento di tipo biotico considerato. Le schede sviluppate sono state due.

- **scheda di rilevamento fitosanitaria:** essa comprende 5 sezioni: la Sezione 1 è relativa ai riferimenti (localizzazione) in UTM-WGS84 e prevede l'inserimento delle coordinate GPS l'indicazione del Comune e della località; la Sezione 2 - Dati stazione comprende la scelta della Specie arborea, il diametro della pianta, l'altezza, l'età, la densità e la forma di governo del bosco; la Sezione 3 - Descrizione generale dei sintomi comprende le tipologie di sintomi sugli aghi, sulle foglie su gemme, germogli, rami secondari, tronco, corteccia, sotto corteccia e sui rami principali; la Sezione 4 - Stima dei danni comprende le indicazioni sulla Superficie totale con danni alla chioma, sul numero piante attaccate, sul grado del danno, oltre a note e osservazioni, possibile cause e documentazione allegata (testo o immagini); la Sezione 5 - Dati Rilevatore, comprende il Cognome, il Nome, l'Ente di appartenenza, la data di compilazione della scheda e gli scopi del rilievo effettuato.

- **scheda di monitoraggio:** essa comprende 4 sezioni: la Sezione 1, così come la scheda fitosanitaria è relativa ai riferimenti (localizzazione) in UTM-WGS84 e prevede l'inserimento delle coordinate GPS l'indicazione del Comune e della località; la Sezione 2 - Dati stazione, comprende l'indicazione della specie ospite, dell'Insetto target e dello Stadio di sviluppo monitorato; la Sezione 3 - monitoraggio, comprende il tipo e la tipologia del campionamento, la data di inizio e fine del monitoraggio e il dato numerico sul campione; la Sezione 4 - Dati Rilevatore, comprende il Cognome, il Nome, l'Ente di appartenenza, la data di compilazione della scheda e gli scopi del rilievo effettuato.

5. Presentazione limitata dei dati geografici e interrogazione limitata dei dati alfanumerici associati, tramite interfaccia semplificata rivolta agli utenti generici. I limiti a questa funzionalità sono definibili in funzione del profilo dell'utente, in modo molto flessibile, con riferimento alla singola classe ed eventualmente ai singoli attributi, oltre che alla localizzazione geografica dei dati.

6. Presentazione completa dei dati geografici e interrogazione completa dei dati alfanumerici associati destinati agli utenti specialistici. Queste funzioni sono segmentate per classe di utenti e loro ambito territoriale di pertinenza.

7. Realizzazione di ricerche sulla base dati, in base a criteri misti, geografici ed alfanumerici: presentazione dei risultati della ricerca nella triplice orma di grafici, tabelle mappe tematiche; il

risultato di questa ricerca sarà rappresentato o da un grafico bidimensionale o da una tabella con l'elenco dei dati che soddisfano il criterio ed alcuni dati sintetici di caratterizzazione (potenzialmente scelti dall'utente), o una mappa in cui i dati selezionati sono evidenziati rispetto agli altri; in fase di analisi dei requisiti si definirà di concerto tra il contraente ed il committente l'insieme di attributi per ogni classe che potranno essere usati nella formulazioni delle ricerche e quelli che andranno utilizzati nelle presentazioni dei risultati.

8. Modifica dei dati alfanumerici. Tale funzionalità è ristretta agli utenti in base al loro profilo e al loro ambito territoriale di pertinenza; le modifiche includono l'inserimento, l'aggiornamento e l'eliminazione dei dati rispettando i vincoli di integrità della base dati.
9. Presentazione dei metadati associati ai dati geografici;
10. Gestione di documenti di vario tipo (immagini ecc.) associati ai dati: visualizzazione, stampa, modifica dei collegamenti, aggiunta di nuovi documenti.

Conclusioni

L'applicazione, installata presso il Server della Sezione di Entomologia del Dipartimento di Scienze Ambientali e Territoriali dell'Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria, è stata configurata come un portale internet con un applicativo di tipo WebGis in grado di mettere a disposizione di tutti gli attori interessati uno strumento semplice ed efficace finalizzato a fornire risposte a varie esigenze, dalla semplice richiesta di informazioni da parte del cittadino comune, di tecnici fitoiatri, fino alla richiesta da parte di un responsabile di una struttura preordinata alla lotta fitosanitaria, di mappe tematiche dettagliate relative ad uno scenario particolare.

Tra gli obiettivi che si sono intesi conseguire, è emerso per complessità quello relativo alle modalità di aggiornamento dei dati, sia alfanumerici che geometrici, da parte degli utenti periferici del sistema tramite un'interfaccia "web".

Una delle caratteristiche principali che ha costituito uno dei punti di forza del Sistema, è stata la sua capacità di rendere disponibili le informazioni ad un ampio bacino di utenza semplicemente attraverso la rete internet/intranet.

Un altro aspetto focale nello sviluppo del progetto è stato quello degli standard da utilizzare in modo da rendere il sistema interoperabile ed integrabile con altri SIT esistenti.

Le attività di monitoraggio integrate nel WebGIS hanno permesso un miglioramento della conoscenza della distribuzione reale e potenziale di diversi fitofagi nel territorio del Parco e delle caratteristiche dei soprassuoli più soggetti all'azione di parassiti. Lo sviluppo di modelli matematici e statistici finalizzati alla elaborazione di scenari futuri di infestazione, il cui output è gestito dal WebGIS, sono il presupposto per la creazione di Sistemi di Supporto Decisionale (DSS) con i quali procedere alla gestione razionale delle strategie di controllo dei fitofagi considerati. Infatti, i protocolli, le procedure di raccolta e trattamento dei dati, i modelli matematici e statistici, sviluppati nel WebGIS rappresentano un insieme di strumenti e conoscenze necessarie al servizio di una struttura in grado di governare al meglio le attività collegate alla gestione fitosanitaria del bosco e alla valorizzazione del territorio.

Bibliografia essenziale

- Barry Lyons D., Sanders C., Gene J., 2002, "The use of geostatistics and GIS as tools for analyzing pheromone trap data at a landscape level: an update", IOBC wprs Bulletin, Vol. 25: 1-14
- Liebold M.A., Rossi R.E., Kemp W.P., 1993. "Geostatistic and geographic information systems in applied ecology", Annu. Rev. Entomol., 38: 303-327
- Manti F., 2006, *Analisi e strategie di gestione della dinamica di metapopolazione della Processionaria del pino nel Parco Nazionale d'Aspromonte*. Tesi di Dottorato di Ricerca, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, Reggio Calabria, Italia
- Maron J., Harrison S., Greaves M., 2001, *Origin of an insect outbreak: escape in space or time from natural enemies*. Oecologia, vol. 126, no4, pp. 595-602 (42 ref.)