

L'infrarosso nella diagnostica

L'impiego della pellicola a falso colore nella valutazione della salute degli alberi in città

La fotografia all'infrarosso, inizialmente impiegata per identificare oggetti mimetizzati, ha trovato tutta una serie di applicazioni nell'ultimo trentennio, soprattutto nello svolgimento di indagini sulla "lettura" del territorio e sulla qualità ambientale dei vari ecosistemi.

Le radiazioni infrarosse vengono, per comodità, distinte in "vicine" e "lontane".

Le prime sono prossime alla luce rossa e, di queste, quelle a lunghezze d'onda di 800-900 nm sono utilissime per valutare lo stato di salute degli alberi. L'infrarosso lontano, invece, ha lunghezze d'onda maggiori (fino ad 1 mm), e permette applicazioni scientifiche nel campo della geologia e militari (congegni di puntamento sensibili al calore emesso dai corpi).

Uno dei lavori più interessanti eseguiti negli ultimi anni in campo agronomico-forestale è stato lo studio diagnostico realizzato in una vasta pineta della Liguria.

La specie botanica dominante del popolamento risultava il *Pinus pinaster* con presenza minoritaria di *Pinus halepensis* e *Pinus domestica*. Tale comunità vegetale di pini era minacciata, ed in molte zone ormai decimata, da una cocciniglia esotica il *Matsucoccus feytaudi*.





Femmine adulte di *Matsuococcus feytaudii* protette dai follicoli cerosi

Quadro sintomatico di *Matsuococcus feytaudii*

Ambienti dove la specie è più comune

Pinete costiere o di bassa collina di pino marittimo.

Sintomi rilevabili a distanza

Arrossamenti a chiazze delle chiome a partire dalla base verso la cima, fino al totale disseccamento.

Sintomi rilevabili con un esame ravvicinato

Presenza di un'intensa e diffusa resinazione lungo i tronchi. Un esame più approfondito condotto sollevando squame corticali permette di osservare la presenza di minuscole cisti nerastre tondeggianti, disposte in serie.

Periodo dell'anno in cui si rende visibile il danno

Tutto l'anno

Il coccide, entrato in Italia nell'estremo Ponente ligure dalla vicina Costa Azzurra, intorno al 1975, provocò subito terribili devastazioni col concorso di altri parassiti.

Ad oggi risulta diffuso in Liguria, Toscana e Lazio.

L'aggressione del parassita è subdola dato che, tra l'arrivo sulla pianta ospite e la prima vera manifestazione sintomatica, trascorrono anche 5-6 anni.

La valutazione fitosanitaria fu avviata con fotografie aeree all'infrarosso in due aree campione aggredite dal *Matsuococcus*: Monte Bignone (entroterra di San Remo, provincia d'Imperia) e Sciarborasca (entroterra di Cogoleto, provincia di Genova).

Il lavoro mirava alla verifica di campo delle potenzialità diagnostiche, per anticipare il riconoscimento delle infestazioni nell'areale.

Le riprese vennero restituite sotto forma di:

- *una carta della vegetazione reale organizzata in 19 voci di classificazione;*
- *una carta dello stato fitosanitario dei soggetti arborei organizzata in cinque classi di sofferenza;*
- *una carta della combustibilità delle fitocenosi (con cinque classi di rischio accorpanti 29 tra situazioni vegetazionali ed aree variamente antropizzate).*

La sperimentazione confermò l'affidabilità della pellicola all'infrarosso a falso colore nella diagnosi precoce, permettendo di riconoscere l'infestazione anche sulle piante ancora in tono verde e lussureggiante all'occhio umano.

Nonostante gli ottimi risultati conseguiti la Regione Liguria non diede seguito alla sperimentazione e oggi il *Matsucoccus* ha iniziato a distruggere le pinete della Versilia e quelle del Lazio.

Per contrasto, spicca l'efficienza e la sensibilità dimostrate dalla Svezia nella difesa fitosanitaria con l'infrarosso a falso colore su un nuovo coleottero degli abeti rossi. Grazie a foto aeree riprese a turno settimanale, gli agronomi svedesi riuscirono a predire con anticipo la migrazione geografica del coleottero, predisponendo tagli anticipati sulle abetaie capaci di fermare la progressione dell'infestazione.

Vennero quindi abbattuti tutti gli alberi sani in una fascia periferica alla zona infestata, vennero scortecciati tutti i tronchi e poi venduti in regioni nelle quali l'abete era assente.

La pellicola infrarossa presenta una serie di pregi davvero peculiari ed alcuni aspetti problematici.

I vantaggi possono essere così riassunti:

- *capacità di attraversare la foschia atmosferica garantendo immagini di una nitidezza assoluta anche in giornate nebbiose;*
- *possibilità di differenziare nettamente molte specie arboree le cui chiome, alla luce natura-*



Focolai sparsi con soggetti di pino marittimo ormai deperiti



Matsucoccus feिताudii

le, tendono invece a confondersi tra loro. Non si conosce il meccanismo che genera queste differenze di colore tra essenze diverse ma resta il fatto che, ad esempio, il Leccio appare rosso-bruno e la Roverella rosa-pallido;

- correlazione esistente tra immagine cromatica e stato di salute dei singoli esemplari arborei.

Un pino sano assume nelle foto all'infrarosso una colorazione rossa molto scura; se però il suo stato di salute è parecchio debole, la chioma acquista una tonalità ocra. Nel caso di una situazione compromessa, con la pianta in deperimento, il colore si avvicina al verde brillante; se l'esemplare è morente il suo colore vira al grigio spento. È chiaro che, in questo ventaglio cromatico, poca importanza ha la lettura del grigio spento o del verde brillante, in quanto i soggetti morenti o molto deboli risultano riconoscibili anche all'occhio umano. Diverso è, invece, il caso del riconoscimento delle prime fasi di deperimento leggibili all'infrarosso con il colore ocra ben distinto dal rosso scuro.

Non si sa quale sia la causa della comparsa delle colorazioni ocra e verde delle chiome di alberi in cattivo stato di salute. Non può trattarsi di un diminuito tenore di clorofilla (la sofferenza, in tal caso, apparirebbe anche ad occhio nudo). Si suppone invece che si alteri il velo d'acqua che tappezza le cellule del palizzata e del lacunoso a livello di mesofillo; ciò dovrebbe causare una riflessione più accentuata delle radiazioni, che il nostro occhio percepisce come tonalità ocra e verdi.

L'ampia resa cromatica, presentata da un manto boschivo su una pellicola sensibile alle radiazioni tra 800 e 900 nm, fornisce un mezzo formidabile alla realizzazione di carte particolarmente precise della vegetazione reale. In campo agronomico l'applicazione ha significato non solo in foresta e bosco, ma anche nei grandi giardini o nei parchi.

Ovviamente, trattandosi di una pellicola “falso colore”, compiuta un’analisi preliminare dei tipi vegetazionali attraverso l’impiego dell’infrarosso, è necessaria una fase di verifica sul terreno, per essere certi di aver identificato le specie in base alla loro resa cromatica. Un elemento diagnostico aggiuntivo è rappresentato dalla morfologia della chioma risultante dall’osservazione allo stereoscopio: tale elemento è particolarmente utile nel caso di conifere.

La precocità della diagnosi sullo stato di salute delle malattie croniche degli esemplari arborei può essere di 5-10 anni rispetto alla manifestazione sintomatica visiva; questo rappresenta un enorme vantaggio per il pianificatore territoriale.

La fotointerpretazione resta, però, un’operazione per specialisti, in quanto richiede l’utilizzo dello stereoscopio; esaminando una foto aerea, un esemplare può apparire di una bella tonalità rossa, mentre, ad un forte ingrandimento, le estremità dei rami possono rivelare tonalità ocre o addirittura verde.

Il riconoscimento dell’handicap non è di per sé sufficiente a chiarire quale sia la causa del problema, perché una manifestazione di debolezza può arrivare da parassitosi o da altri danni ambientali (caldo-freddo, ristagno-siccità, ecc.). Rimane il problema di dover individuare la fonte del danno: si può, a questo punto, procedere per deduzione. Un colore verde generalizzato su un lembo di territorio può equivalere all’effetto di un incendio; un danno sugli esemplari di un’unica specie è, in genere, da correlare ad un attacco parassitario. Una sofferenza che coinvolga esemplari di più specie arboree può configurarsi come un episodio di moria del bosco “per danni di nuovo tipo”. Un danneggiamento di alberi situati lungo crinali e su versanti assolati può essere sintomo di uno stress da deficienza idrica collegata ad una fase di siccità protratta. Ovviamente non



Sintomo di deperimento avanzato della pineta



Foto aeree con pellicola normale dei territori studiati

si può prescindere da una verifica sul terreno quanto meno a titolo orientativo, se non generalizzata.

Gli aspetti problematici della pellicola infrarossa falso colore sono i seguenti:

- *tecnologia che richiede un alto livello di competenza e di specializzazione. La risposta cromatica dell'infrarosso è molto legata all'altezza a cui vola l'aereo: la ripresa da una quota elevata riduce i costi ma richiede altissima risoluzione e stereoscopi ad altissima efficienza;*
- *inutilità della pellicola infrarossa falso colore nel censimento qualitativo degli arbusteti e dei prati: risultati probanti si ottengono solo con la vegetazione arborea.*

La pellicola infrarossa falso colore è particolarmente indicata per individuare fitopatie che presentino un tempo di latenza più o meno lungo tra l'arrivo dei parassiti e la comparsa di sintomi di deperimento sugli alberi. Essa può rivelarsi utile, però, anche per individuare attacchi parassitari causati da *Thaumetopoea pityocampa*, *Acantholida posticalis*, *Zeiraphera diniana*, *Lymantria monacha* ed altre specie animali, che possono aggredire estesamente boschi montani.

L'impiego della pellicola infrarossa falso colore può, inoltre, rivelarsi di grande interesse in altri campi, sia per l'estrema leggibilità delle immagini (eccezionale livello di riduzione della foschia e dello smog atmosferici) che per la possibilità di appurare, con notevole anticipo, la presenza di stati di stress a carico di vegetali arborei, qualunque sia la causa di sofferenza.

Una premessa essenziale per ottenere una lungimirante pianificazione territoriale, riguarda l'elaborazione delle cartografie della vegetazione reale, dell'infiammabilità e della combustibilità delle fitocenosi, dello stato di salute degli alberi in natura come nei viali cittadini (in rapporto al volume del traffico che in questi viali si svolge), ed in parchi e giardini monumentali.

Lo sfruttamento del mondo odierno seguito, dall'abbandono della coltivazione di boschi e dall'alternarsi di lunghi periodi siccitosi e di precipitazioni anomale, ha portato ad un progressivo ed esteso deperimento delle fitocenosi arboree. La situazione appare più grave nelle regioni italiane interessate da problemi d'instabilità dei pendii, nelle quali tendano a verificarsi piogge eccezionali, in cui sia effettivo il rischio di caduta di valanghe, dove siano più estesi i danni "di nuovo tipo", o nelle quali siano in atto gravi attacchi parassitari sulla componente arborea degli ecosistemi.

Le prove del C.F.S. sulla valutazione delle condizioni degli alberi

Il Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università di Firenze organizza la propria attività in Laboratori; il Laboratorio di Botanica Applicata e Forestale si occupa principalmente degli effetti di stress climatici e inquinamento su colture agrarie e foreste.

Il Laboratorio è stato impegnato nel programma MON.I.TO (MONitoraggio Intensivo delle foreste TOscane) e si è occupato del deperimento della vegetazione costiera dovuta a specifiche fonti di inquinamento sulle foreste. Attualmente il Laboratorio coordina la valutazione degli alberi in CONECOFOR e collabora con il WSL di Zurigo sugli effetti diretti dell'ozono su piante forestali.

Obiettivi

L'obiettivo dell'indagine è acquisire una descrizione delle condizioni di base degli alberi, evidenziarne eventuali variazioni nel tempo ed identificare le loro relazioni con l'evoluzione dei parametri stazionali e ambientali

Metodi

La descrizione della condizione degli alberi è basata su una valutazione visiva di una serie di



Immagini aeree con pellicola all'infrarosso per la ricerca dei focolai primari di *Matsu-coccus*



Riprese all'infrarosso per la ricerca dei primi sintomi di deperimento delle pinete toscane.

indicatori, tra i quali la trasparenza della chioma è il più diffuso in Europa, ed è effettuata su un campione di circa 30 alberi per ciascuna area permanente.

La valutazione, eseguita da personale adeguatamente preparato, è assistita da appositi manuali di riferimento ed è soggetta ad un programma di controllo di qualità. Gli indicatori delle condizioni degli alberi sono contenuti nel Manuale ICP-Forests.

Articolazione

Le condizioni degli alberi sono state rilevate in 20 aree e su 594 alberi.

Le valutazioni si sono concentrate sulle specie che caratterizzano le aree permanenti: faggio (7 aree), cerro (5 aree), abete rosso (4 aree), leccio (2 aree), rovere e carpino bianco (1 area ciascuno). I dati, raccolti in campo su scheda cartacea, vengono successivamente archiviati su supporto magnetico. L'archivio è soggetto a controlli di completezza, plausibilità e congruità. Data la natura di CONECOFOR (basato su singoli casi di studio), i dati vengono elaborati per singola area di saggio, evitando il confronto tra i valori assoluti delle singole aree permanenti, ma dando priorità allo studio dei cambiamenti che avvengono su aree con la stessa specie principale.

La pellicola infrarossa falso colore è particolarmente indicata per individuare fitopatie che presentino un tempo di latenza più o meno lungo tra l'arrivo dei parassiti e la comparsa di sintomi di deperimento sugli alberi.

*Questa tecnica può rivelarsi utile, però, anche per individuare attacchi parassitari causati da *Thaumetopoea pityocampa*, *Acantholida posticalis*, *Zeiraphera diniana*, *Lymantria monacha* ed altre specie animali, che possono aggredire estesamente i boschi montani.*

Il suo utilizzo nella diagnostica degli stati di deperimento del verde urbano è ancora in fase sperimentale.