



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E
AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE FORESTALI ED AMBIENTALI

GRAFIOSI DELL'OLMO NELLE MARCHE
DUTCH ELM DISEASE IN MARCHE REGION

TIPO TESI: sperimentale

Studente:

GIORGIO MARASCA

Relatore:

PROF. SERGIO MUROLO

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

Indice

1.	INTRODUZIONE	1
1.1.	Distribuzione delle principali specie dell'olmo in Europa	1
1.1.1.	Olmo campestre (<i>Ulmus minor</i>)	1
1.1.2.	Olmo montano (<i>Ulmus glabra</i>)	4
1.1.3.	Olmo bianco (<i>Ulmus laevis</i>)	6
1.2.	La grafiosi dell'olmo	8
1.2.1.	La grafiosi dell'olmo e il susseguirsi delle pandemie	8
1.2.2.	Sintomi	10
1.2.3.	Interazioni ospite-patogeno-vettore	13
1.2.4.	La grafiosi dell'olmo e i fattori biotici e abiotici	15
2.	Scopi della tesi	18
3.	Materiali e Metodi	19
3.1.	Aree di studio e criteri di scelta	19
4.	Risultati e Discussione	23
5.	Conclusioni	34
6.	Bibliografia	35
7.	Ringraziamenti	40
	<i>Allegato 1</i>	41

Riassunto

Il genere *Ulmus* rientra nella famiglia delle *Ulmaceae* e include alberi decidui di medie dimensioni. Nel nostro paese e in Europa sono presenti tre specie di olmo: *Ulmus minor*, *U. glabra* e *U. laevis*. Nessuna malattia forestale nei secoli è stata così distruttiva come la grafiosi dell'olmo, che ha disseccato milioni di olmi nel corso del 1900 in Europa ed in Nord America. Partendo da alcune segnalazioni di deperimento pervenute dall'opinione pubblica e da Enti locali, si è pensato di fare il punto della situazione sullo stato fitosanitario dell'olmo nelle provincie di Ancona e Macerata. Nei mesi di maggio e giugno 2022, sono state individuate 100 piante di olmo situate lungo le strade statali, comunali, private e in zone ripariali e di vegetazione preforestale nei comuni di Camerano (AN), Offagna (AN), Polverigi (AN), Jesi (AN), Staffolo (AN), Cingoli (MC), Montefano (MC), Macerata (MC) ed Apiro (MC). Dai rilievi è stato possibile verificare che i primi sintomi di stress si sono verificati nelle piante di olmo a partire già da fine aprile inizio maggio, con la presenza di ingiallimenti localizzati per poi evolversi in defogliazione e morte dei tessuti. Durante i sopralluoghi sono state riscontrate 25 piante che presentavano il 30% del tessuto morto, 10 esemplari con tessuto disseccato fino al 50% e 33 quelle che mostravano più del 50% di chioma disseccata. Circa il 40% delle piante monitorate presentava danni da scolitidi, mentre il 20% presentava scopazzi determinati da '*Candidatus Phytoplasma ulmi*'. La progressione rapida e così diffusa del deperimento dell'olmo sul territorio sembra essere fortemente dipendente dall'andamento climatico. Soprattutto le elevate temperature interferiscono negativamente con la pianta andando a rallentare le reazioni di difesa della stessa, inoltre hanno un impatto positivo sul ciclo degli insetti vettori. Sulla base di questi primi dati raccolti, considerando che *U. minor* e *U. glabra* sono considerate "specie protette" in base alla Legge Regionale n. 6 del 23-02-2005, si ritiene opportuno estendere il monitoraggio fitosanitario rendendolo più capillare, e verificare l'identità dell'agente causale, per escludere che si possa trattare di una specie di *Ophiostoma* sp. più aggressiva rispetto a quelle descritte in precedenza in Italia.

1. INTRODUZIONE

1.1. Distribuzione delle principali specie dell'olmo in Europa

Il genere *Ulmus* appartiene alla famiglia delle *Ulmaceae*, e annovera alberi decidui di medie dimensioni, che possono raggiungere tra i 20 e i 40 metri. La chioma può variare molto nella forma (**Fig.1.1**): è generalmente aperta, ampia, ondeggiante, da cilindrica a conica. Le tre specie di olmo diffusi in Europa sono *Ulmus minor*, *U. glabra* e *U. laevis*.



Figura 1.1 – Esempio di olmo campestre (U. minor) in ambiente urbano.

1.1.1 Olmo campestre (*Ulmus minor*)

L'olmo campestre ha un'altezza massima di 10 metri, ritrova il suo areale in climi più caldi mostrando una chiara distribuzione nell'Europa meridionale (**Fig. 1.2**)

(Hulten e Fries, 1976; Jalas e Suominen, 1976; Jonsell, 2000; Alia Miranda et al., 2009). In Italia è comune incontrarlo come arbusto spontaneo o come albero coltivato per ornamento o come tutore vivo della vite nelle campagne del nord.

Tale specie è presente spontaneamente in diversi tipi di boschi della nostra penisola e si trova fino ai 500 metri di altitudine. In antichità era largamente rappresentata soprattutto nei boschi misti di latifoglie dove spesso era tra le specie dominanti. In consociazione ad altri arbusti formava dense siepi ai margini dei campi e sulle sponde di fossi e canali. Aveva un'elevata importanza per quanto riguarda il consolidamento di argini o per il rimboschimento di terreni incolti, era una delle piante più diffuse del paesaggio rurale delle nostre campagne, in quanto veniva utilizzata come essenza arbustiva nelle siepi poderali. È molto resistente alle potature, alle polveri e alle atmosfere inquinate tipiche delle nostre città, al freddo, alla nebbia, al vento e alla neve.

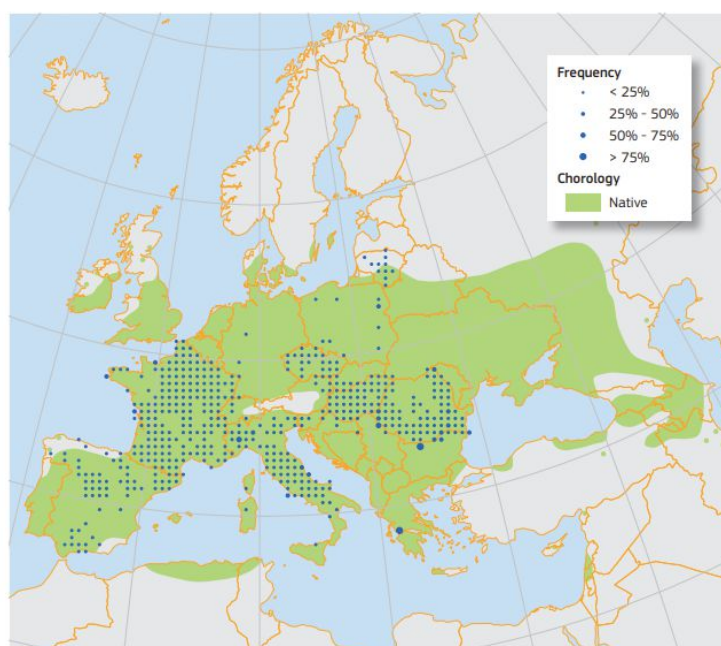


Figura 1.2 – Distribuzione dell'olmo campestre (*U. minor*) in Europa (Caudullo e de Rigo, 2016).

Le foglie sono caduche, semplici, distiche, alterne, di forma e dimensioni molto variabili, con lamina a base asimmetrica, ellittica e lungamente acuminata all'apice e con bordo doppiamente seghettato (**Figura 1.3**). Abbastanza coriacee con pagina

superiore glabra e di colore verde scuro, mentre la pagina inferiore si presenta sparsamente ghiandolosa e pubescente; il picciolo può essere di lunghezza variabile dai 5 ai 15 mm con stipole caduche.

I fiori sono piccoli, ermafroditi e riuniti in infiorescenze multiflori ascellari e subsessili, perianzio poco vistoso con ciglia bianche, hanno 4-6 stami ad antere porporine e stigmi biancastri. Fioriscono in marzo-aprile prima dell'apertura delle gemme fogliari.

I frutti sono addensati in infruttescenze che rendono apparentemente vistoso l'albero nel periodo primaverile estivo (**Fig. 1.3**). Sono piccole noci piatte munite di membrane alari (samare) di circa 2 cm, con ali obovate e sub rotonde, smarginate all'apice, glabre e con il seme spostato in alto. Il colore dapprima è verde poi cambia al rosa ed infine seccano diventando marrone chiaro, poi a maturità si staccano e vengono trasportati dal vento.



Figura 1.3 – Caratteristiche del portamento, delle foglie e dei frutti dell'olmo campestre (Caudullo e de Rigo, 2016).

1.1.2. Olmo montano (*Ulmus glabra*)

L'Olmo montano è una pianta di origine europea. Il suo areale va dall'Europa, alla Spagna del Nord, alla Scandinavia, ai Balcani fino ai monti Urali (**Figura 1.4**) (Buchel, 2000; Petrokas, 2008; Meusel e Jäger, 1998). Nel nostro paese lo troviamo sui rilievi delle Alpi, dell'Appennino centrale e settentrionale fino ad una quota di 1400 metri. Ha un portamento arboreo, con chioma tondeggiante che si allarga irregolarmente. Tronco diritto che tende a ramificarsi dal basso. Nella pianta giovane la corteccia è omogenea e liscia, di colore grigiastro, ma con l'invecchiamento tende progressivamente a fessurarsi, a screpolarsi e ad imbrunire. Solitamente non supera nei nostri ambienti i 15 m, ma negli areali più settentrionali può raggiungere i 35 m di altezza. Questa specie di olmo preferisce terreni tendenzialmente sabbiosi e profondi, riesce ad adattarsi anche a terreni ricchi di calcare e silice. L'Olmo montano, come quasi tutti gli olmi, è una specie eliofila e che si adatta agli ambienti marini; tollera inoltre gli inquinanti atmosferici e le condizioni di ventosità. Anche il legno, pur possedendo di minore qualità, viene utilizzato allo stesso modo di quello campestre.

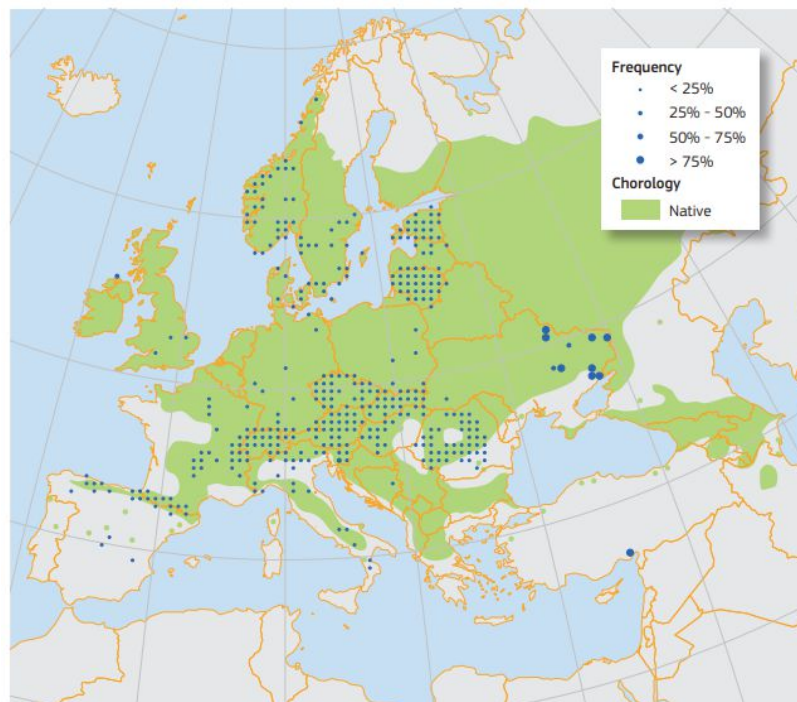


Figura 1.4 – Distribuzione dell'olmo montano (*U. glabra*) in Europa (Caudullo e de Rigo, 2016).

L'Olmo montano ha foglia caduca, semplice e bifacciale (**Fig. 1.5**); l'inserzione è alterna e avviene mediante un picciolo molto corto su rametti, inizialmente pelosi ma successivamente lisci e glabri, distribuiti disordinatamente sui rami più grossi. La lamina fogliare è ovale, si presenta più larga del terzo superiore e più stretta alla base, l'apice è appuntito e acuminato e la base presenta una tipica asimmetria ed un lato che tende a ricoprire il picciolo. La nervatura è penninervia con molte ramificazioni secondarie per lato; il margine è caratterizzato da una doppia dentatura. La pagina superiore è ruvida e di colore verde scuro, mentre quella inferiore è più chiara e presenta ciuffi pelosi.

Pianta con fiori ermafroditi, sessili e riuniti in gruppi formanti macchie rossastre grazie al colore delle antere (**Fig. 1.5**). Il perianzio è piccolo ed è anch'esso rossastro, gli stami variano da 5 a 6. La fioritura dell'Olmo montano avviene nei mesi di marzo-aprile, prima dell'emissione delle foglie.

Il frutto è rappresentato da una samara ovalizzata con il pericarpo posizionato centralmente (**Fig. 1.5**), inizialmente di colore rossastro mentre l'espansione laminare è verde chiaro. Tra luglio e agosto, il frutto assume un uniforme colore marroncino chiaro, dovuto alla maturazione.



Figura 1.5 – Caratteristiche del portamento, delle foglie e dei frutti dell'olmo montano (Caudullo e de Rigo, 2016).

1.1.3. Olmo bianco (*Ulmus laevis*)

L'olmo bianco è nativo del centro-est Europa, la sua diffusione riguarda le zone umide delle pianure del centro Europa e le zone vicino ai bacini d'acqua dell'est (**Fig.1.6**) (Jalas e Suominen, 1976; Afonin e Greene, 2008; EUFORGEN, 2008). In Italia possiamo trovarlo nei boschi centro-settentrionali. Questo albero ha un'altezza superiore alle altre specie di olmo e raggiunge tranquillamente un'altezza di 30 metri (**Fig. 1.7**).

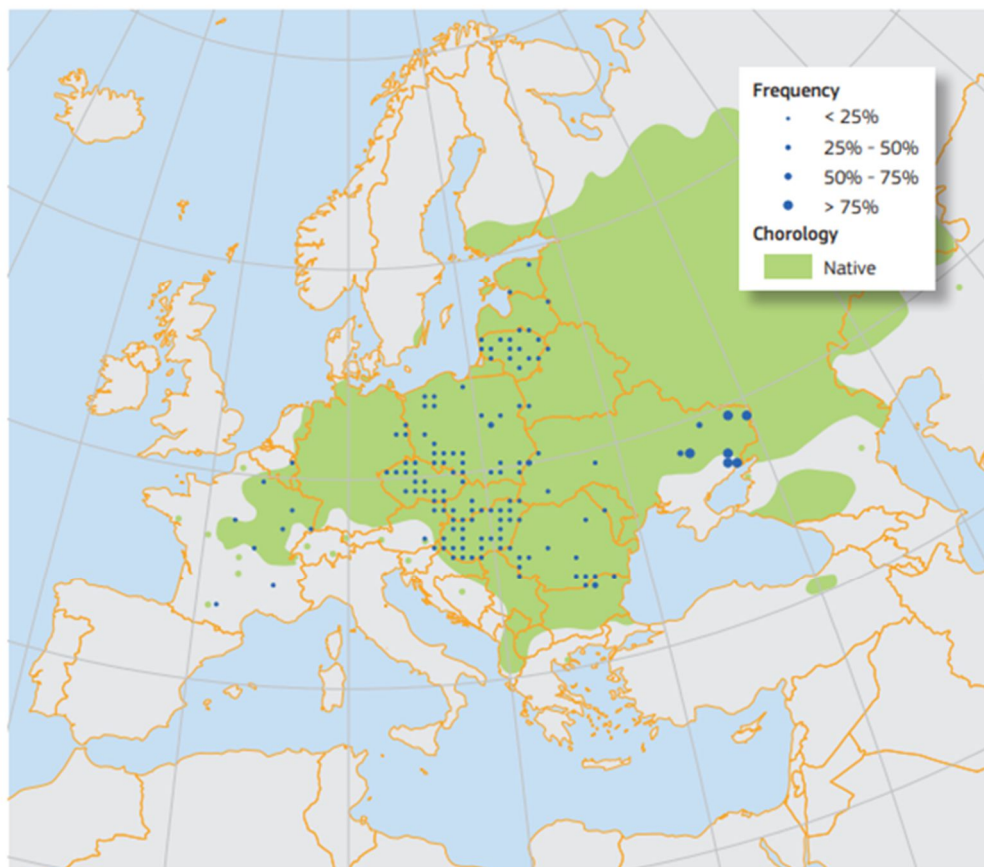


Figura 1.6 – Distribuzione dell'olmo bianco (*U. laevis*) in Europa (Caudullo e de Rigo, 2016).

Le foglie sono decidue, ovate o subrotonde, con doppia seghettatura del margine fogliare (**Fig. 1.7**), i fiori sono ermafroditi, sessili e riuniti in gruppi che una volta fecondati daranno origine a frutti che sono rappresentati da una samara.

In generale l'olmo preferisce un'esposizione in pieno sole e terreni profondi, fertili con capacità di tollerare anche leggeri compattamenti. Tollera facilmente anche

ambienti che presentano ampie escursioni termiche sia in inverno che in estate. La sua buona capacità di sopportare l'inquinamento atmosferico lo rende adatto a crescere anche in centri abitati.

Mentre *U. glabra* e *U. laevis* si trovano principalmente in boschi naturali o seminaturali, *U. minor* è stata ampiamente propagata e piantata negli ultimi 2000 anni (Gil et al., 2004). In passato, l'olmo era uno degli alberi decidui più dominanti nei paesaggi europei. Siccome era una specie dominante, è stato propagato in modo massiccio in tutta Europa dall'uomo.



Figura 1.7 – *Caratteristiche del portamento, delle foglie e dei fiori dell'olmo bianco (Caudullo e de Rigo, 2016).*

1.2. La grafiosi dell'olmo

Quasi nessuna malattia forestale è stata così distruttiva come la grafiosi dell'olmo (DED), che ha disseccato milioni di olmi nel corso del 1900. Fra le cause della grafiosi dell'olmo vengono considerate anche le complesse interazioni tra l'ospite, il patogeno, gli insetti vettori e i fattori ambientali biotici e abiotici.

1.2.1. La grafiosi dell'olmo e il susseguirsi delle pandemie

Nell'ultimo secolo, in Europa ed in Nord America si sono susseguite due grandi e devastanti pandemie. La prima causata dal fungo *Ophiostoma ulmi*, arrivato in Europa intorno al 1927, in seguito all'importazione di legname, si diffuse rapidamente all'Europa nord occidentale all' Europa centrale e meridionale e verso ovest sulla Gran Bretagna fino al Nord America (**Fig. 1.8**). Dopo la selezione naturale che ridusse drasticamente la sopravvivenza di olmi a causa della prima pandemia, e creato un nuovo equilibrio con *O. ulmi*, si è assistito intorno al 1940 alla comparsa di *O. novo-ulmi subspecie novo-ulmi* nelle regioni nord orientali della Romania e poi successivamente nella ex Jugoslavia, Polonia e Danimarca (Braiser, 1990). Mentre alla fine degli anni'60 inizio degli anni '70, *O. novo-ulmi subspecie americana* fece la prima comparsa in Inghilterra, diffondendosi rapidamente a sud e raggiungendo la penisola iberica (Gibbs, 1978).

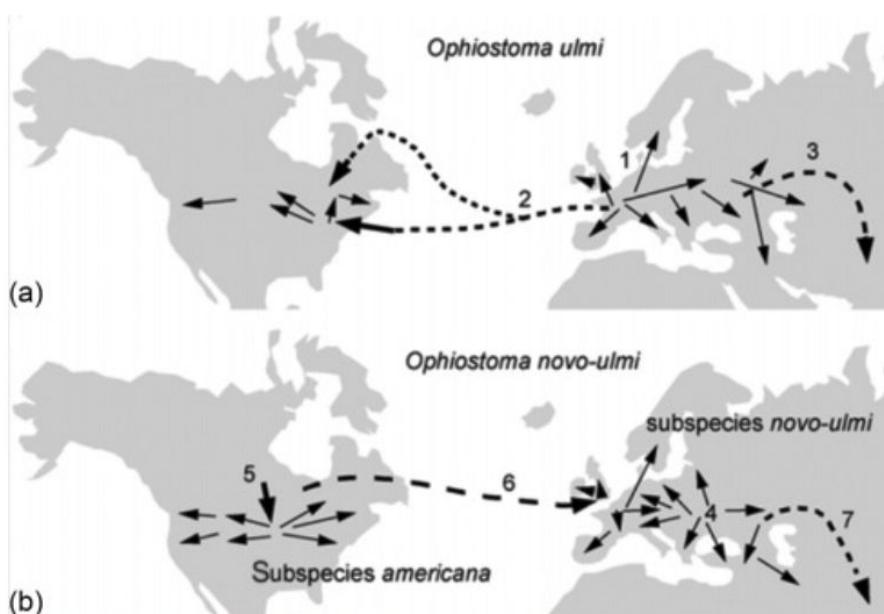


Figura 1.8 – Diffusione di *Ophiostoma ulmi* e *O. novo ulmi subspecie novo-ulmi* e *subspecie americana*.

Nel giro di pochi anni, entrambe le sottospecie di *O. novo ulmi*, avendo una fitness maggiore, e adattandosi meglio al clima temperato dell'Europa e del Nord America, hanno sostituito *O. ulmi*, che preferiva ambienti tropicali e subtropicali (Brasier, 2000a) (**Fig. 1.9**). Inoltre, la diversa aggressività non dipendeva solo dalla maggiore fitness, ma anche alcune differenze fenotipiche in particolare nella capacità di produrre cerato-ulmina considerato fattore di virulenza (Temple et al., 1997). Anche l'omogeneità genetica degli olmi coltivati in Inghilterra e penisola iberica, con predominanza di olmo campestre cv. Atinia, di origine clonale, nonché la maggiore attrattività da parte degli scolitidi, principali vettori della malattia, crearono le condizioni favorevoli per un'ulteriore pandemia.

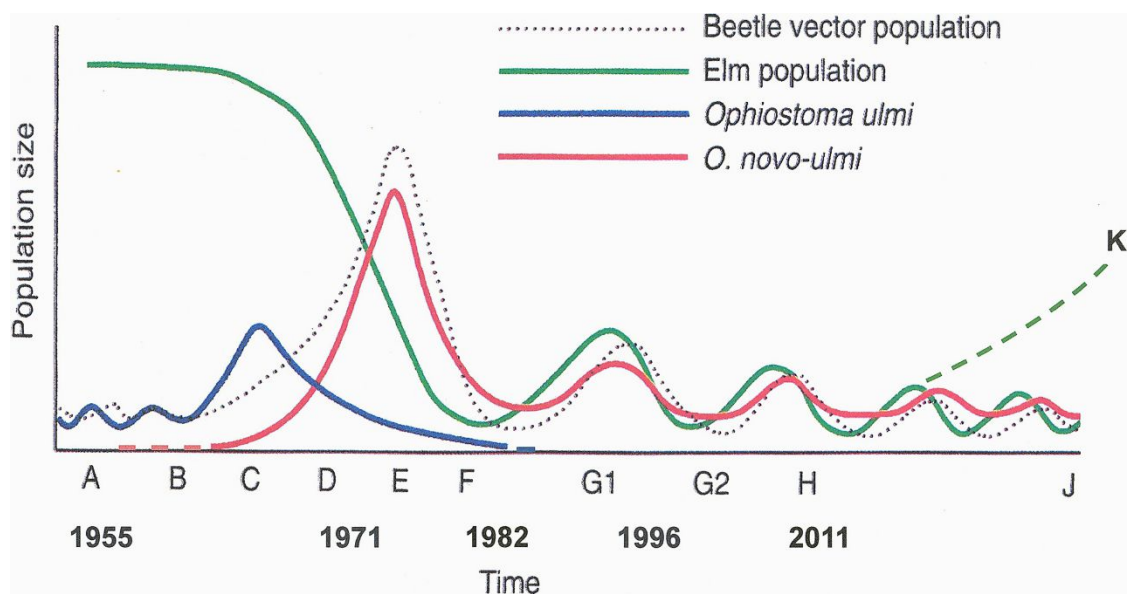


Figure 1.9 – Andamento della popolazione degli olmi registrata in Gran Bretagna dal 1955 al 2011, e della popolazione di *O. ulmi*, presto sostituita da *O. novo-ulmi* e trasmessa efficientemente dai vettori scolitidi (*Scolytus scolytus*) (Brasier e Webber, 2019).

A partire dagli anni '80, è stata rilevata la presenza di ibridi tra le due sottospecie, che non manifestano una patogenicità differente dalle sottospecie iniziali (Santini et al., 2005b), ma si stanno diffondendo nei diversi continenti (Brasier & Kirk, 2010). Una terza specie, *O. himal-ulmi* che determina la grafiosi dell'olmo è stata registrata in Himalaya (Brasier & Mehrotra, 1995), e non ancora segnalata in Europa e Nord America.

1.2.2. Sintomi

La grafiosi dell'olmo è una malattia tracheomicotica, in quanto il patogeno colonizza il sistema vascolare dell'ospite, rendendo difficile la traslocazione dell'acqua verso le parti distali della pianta (**Figura 1.10**).



Fig. 1.10 – Esempio di olmo con sintomo di avvizzimento delle foglie di alcune branche.

Per tali ragioni, quando le temperature cominciano a innalzarsi, preferenzialmente tra fine maggio e tutto giugno, si manifestano i primi sintomi caratterizzati da un improvviso appassimento, che può essere transitorio, e successivo avvizzimento e ingiallimento delle foglie di alcune branche o dell'intera pianta (**Figura 1.10**).



Figura 1.11 – Pianta di olmo con sintomi di ingiallimento e defogliazione fogliare con conseguente imbrunimento e caduta.

Le foglie si deformano, virano inizialmente al giallo, successivamente imbruniscono ed infine cadono prematuramente, in alcuni casi possono permanere disseccate sulla pianta (*Figura 1.11*). Dopo la defogliazione molti rami e branche muoiono rapidamente. Caratteristica, nei rami disseccati, è la punta ripiegata a uncino.

Generalmente il decorso cronico della malattia, è caratterizzato dalla manifestazione dei sintomi che compaiono dapprima su alcune branche per poi estendersi gradualmente su l'intera chioma (*Figura 1.12*).



Figura 1.12 – Esempio di olmo con manifestazioni di grafiosi sull'intera chioma.

Il decorso acuto è caratterizzato da una rapida comparsa dei sintomi sull'intera pianta, che in modo particolare manifesta i sintomi di deperimento, fino alla morte, nel giro di poche settimane (*Figure 1.13*).

Le piante che vengono infettate in primavera, o all'inizio dell'estate, muoiono rapidamente, mentre quelle infettate in tarda estate possono anche recuperare.



Figure 1.13 – Piante di olmo con sintomi di deperimento sull'intera pianta.

I sintomi sinora descritti rientrano in quelli che si definiscono sintomi aspecifici, effettuando una sezione obliqua dei rami e delle branche infette si osservano imbrunimenti delle ultime cerchie dell'alburno, dovuti al deposito di composti di difesa della pianta (*Fig. 1.14*).



Fig. 1.14 – Sezione obliqua di una branca infetta di olmo con imbrunimenti delle ultime cerchie di alburno.

1.2.3. Interazioni ospite-patogeno-vettore

La grafiosi dell'olmo è data dall'interazione l'olmo che rappresenta l'ospite, *Ophiostoma ulmi* e *O. novo-ulmi*, che sono i funghi patogeni e dagli scolitidi che sono coleotteri vettori del patogeno.

L'interazione tra l'olmo e i coleotteri scolitidi risalirebbe alla metà dell'Olocene (Girling e Greig, 1985). La densità degli scolitidi prima della pandemia era in equilibrio con la popolazione di olmo; essa è poi aumentata drasticamente con la diffusione della malattia. Il fattore che faceva regolare e rimanere costante la popolazione di scolitidi era la competizione alimentare (Pajares, 2004). Dopo l'introduzione di *O. ulmi* nel 1900 in Europa, i coleotteri sono diventati i principali vettori della malattia; la loro popolazione aumentò notevolmente (Pajares, 2004). Gli olmi morti e morenti hanno fornito un'abbondanza di materiale riproduttivo per i coleotteri, dando vita a una relazione mutualistica (Paoletti et al., 2005), che ha portato alla perdita di circa un miliardo di olmi nell'ultimo secolo. Gli scolitidi dell'olmo (**Fig. 1.15**) hanno preferenze alimentari distinte per particolare specie di olmo (Webber, 2004). Dapprima scelgono *U. minor* e *U. pumila* per poi passare, in maniera quasi sporadica, in *U. laevis* e *U. glabra*.



Figura 1.15 – Coleottero scolitide vettore della Grafiosi.

Le specie di scolitidi che trasmettono la grafiosi appartengono principalmente al genere *Scolytus*, in misura minore quelle che fanno parte del genere *Hylurgopinus* (coleottero cosiddetto “*Hylurgopinus rufipes*”), originario del Nord America.

All'interno del genere *Scolytus* vengono distinti due sottogeneri: lo *Scolytus scolytus* e lo *Scolytus multistriatus*, che vengono considerati i principali vettori di trasmissione del patogeno in Europa. In altre zone colpite dalla grafiosi, come ad esempio in Svezia, sono

stati ritrovati lo *Scolytus laevis* e lo *Scolytus triarmatus* (Anderbrandt e Schlyter, 1987; Lindelow, 1998).

Il ciclo biologico della grafiosi dell'olmo parte dagli scolitidi, attratti da piante stressate, deperienti e infette, che durante il periodo di ovoposizione si contaminano con le spore del fungo all'interno della camera pupale (**Fig. 1.16**). Dal grado di sporulazione fungina (Webber, 2000) dipenderà la quantità di inoculo che contaminerà gli scolitidi. Le diverse specie di scolitidi vengono contaminati con una quantità diversa di spore. Ad esempio, lo *Scolytus multistriatus* tende ad impuparsi nella corteccia esterna o in fusti con corteccia sottile (Webber, 1990), mentre lo *Scolytus laevis* si introduce nell'alburno (Webber, 2000). Questi due generi sono meno contaminati dalle spore del fungo, a differenza di *Scolytus scolytus* che tende ad impuparsi nella corteccia interna ed è noto per essere un efficace vettore del fungo. Le spore del fungo aderiscono all'insetto grazie a una sostanza prodotta dallo stesso che è la cerato-ulmina. La quantità di cerato-ulmina prodotta è direttamente collegata all'aggressività del fungo e in particolare *O. novo-ulmi* ne produce molta di più rispetto a *O. ulmi* (Temple et al., 1997); inoltre sembra avere anche una protezione nella disidratazione delle spore del fungo che rimangono più a lungo vitali.

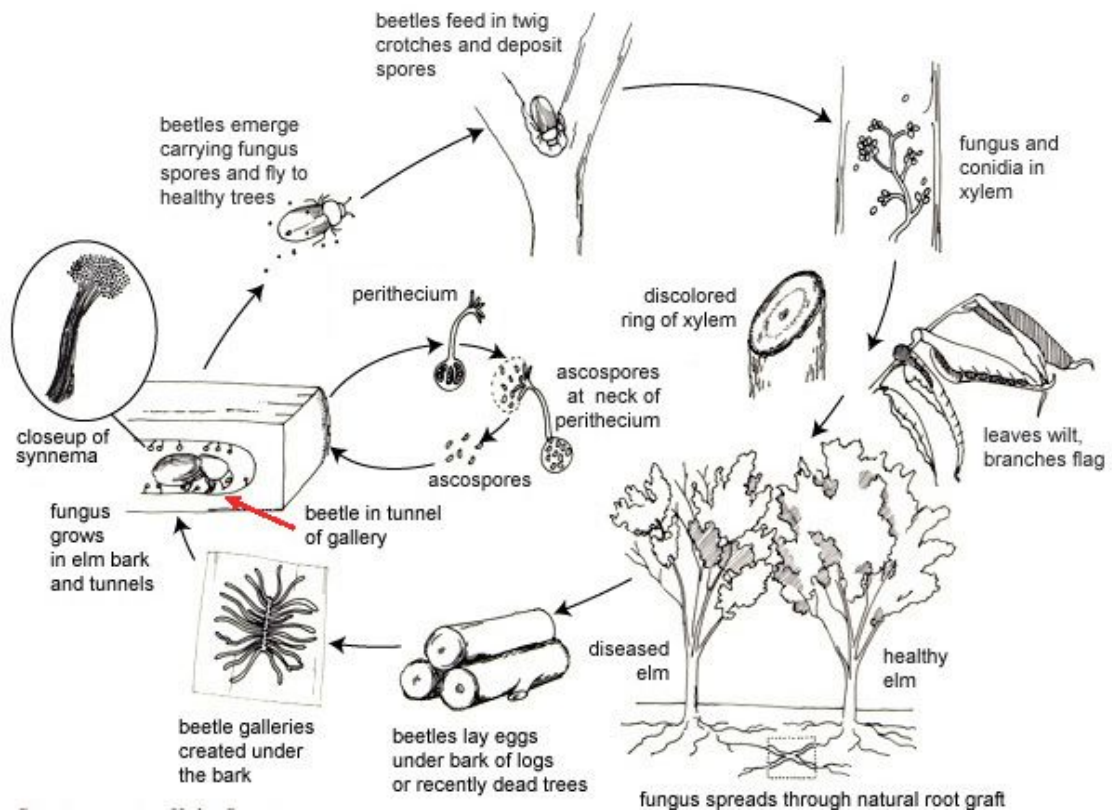


Figura 1.16 – Ciclo della grafiosi dell'olmo.

Le spore del fungo germinano all'interno delle gallerie di alimentazione e il micelio che si sviluppa si diffonde all'interno dello xilema (**Fig. 1.16**). In seguito, il fungo produce enzimi capaci di degradare la parete cellulare nonché sostanze tossiche (Scheffer e Elgersma, 1982). Una volta che il micelio è all'interno dei vasi i propaguli del fungo saranno trasportati passivamente dal flusso linfatico.

Gli olmi rispondono all'infezione di *O. ulmi* e *I. novo-ulmi* attraverso la formazione di barriere chimiche e fisiche che possono limitare la diffusione del fungo all'interno dei tessuti xilematici. La pianta reagisce depositando suberina e lignina a livello delle pareti cellulari, che ostacolerà il passaggio del patogeno per via radiale. A livello del parenchima xilematico ci sarà la formazione di tulle e gomme che andranno a occludere parzialmente i lumi del vaso, rallentando il flusso linfatico e anche dei propaguli in esso immersi (Rioux e Oullette, 1991; Martin et al., 2005). Oltre alla risposta attiva della pianta, un ruolo essenziale è svolto da caratteristiche morfofisiologiche (dimensione dei vasi) proprie di ciascuna specie di olmo (Martin et al., 2009).

1.2.4 La grafiosi dell'olmo e i fattori biotici e abiotici

La grafiosi dell'olmo, come tutte le malattie delle piante è fortemente influenzata nella sua espressione da fattori biotici e abiotici (**Fig. 1.17**).

Tra i fattori biotici un ruolo ecologico importante è svolto dall'ipovirulenza che è legata al "fattore d", di origine virale, che riduce drasticamente la crescita, la virulenza e la vitalità dei conidi del fungo, riducendo la capacità di infettare nuovi olmi. Studi di ecologia molecolare hanno dimostrato che *O. novo-ulmi* abbia acquisito questo virus da *O. ulmi* e che tale passaggio possa verificarsi tra gruppi vegetativi compatibili dei funghi. Infine, "il fattore d" e la sua diffusione all'interno della popolazione di *O. ulmi* sono stati responsabili dell'attenuazione e poi conclusione della prima pandemia negli anni '40 (Brasier et al., 2004). Un ruolo importante lo svolgono anche i microrganismi endofiti, che colonizzano i tessuti interni delle piante senza dare sintomi visibili (Moricca e Ragazzi, 2008). Alcuni di loro stabiliscono associazioni simbiotiche con i loro ospiti, ricevendo riparo e nutrimento dalla pianta, e offrendo protezione contro erbivori e agenti patogeni (Arnold et al., 2003).

Infine, un ruolo importante nel contenimento della grafiosi dell'olmo è rappresentata da un'ampia varietà di organismi (insetti, acari, nematodi e uccelli) che si nutrono di scolitidi svolgendo attività di predatori o parassitoidi.

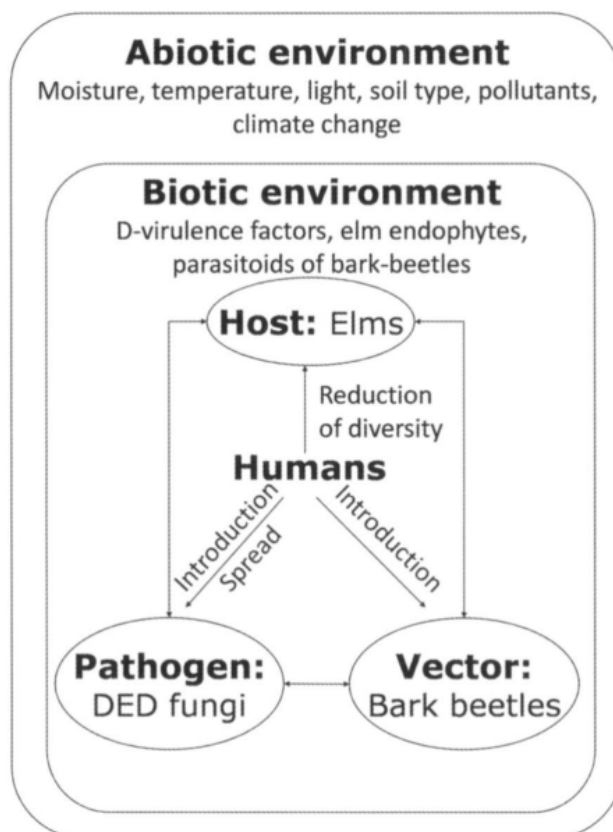


Fig. 1.17 – Fattori abiotici e biotici che influenzano la grafiosi dell’olmo (Juan A. Martin, Pablo Fuentes-Utrilla, Luis Gil, Johanna Witzell, 2010c).

Tra i fattori abiotici che possono significativamente influire sulla manifestazione dei sintomi ma anche sulla fitness dell’ospite, sulla popolazione dei vettori e sulla virulenza del patogeno, ci sono le caratteristiche climatiche (temperatura, umidità, piovosità) e pedoclimatiche (tipologia e tessitura del suolo). In ricerche effettuate su piante di olmo inoculate artificialmente è stato possibile verificare che suoli in cui c’è una buona disponibilità di acqua, le cellule delle piante essendo in turgore hanno anche la dimensione dei vasi più ampia e questa caratteristica è correlata con una maggiore suscettibilità alla malattia. Infatti, è stato possibile verificare che *U. pumila*, deve la sua resistenza alla grafiosi dell’olmo, per il diametro più piccolo dei vasi xilematici che lo rende una specie xeromorfa particolarmente resistente anche allo stress idrico (Solla et al., 2005a).

Negli ultimi decenni il cambiamento climatico sta svolgendo un importante ruolo anche nell’aggravarsi di alcune malattie. Similmente a molte specie arboree, gli olmi hanno generalmente una buona capacità di adeguare la propria fisiologia alle fluttuazioni

ambientali (Saxe et al., 2001). In particolare, gli olmi sono diventati alberi urbani popolari in parte perché hanno un'elevata capacità a tollerare lo stress ambientale, come la luce solare diretta, e come specie ripariali tollerano anche l'anossia e la compattazione del suolo. Tuttavia, quando le condizioni climatiche estreme diventano croniche, si riduce la capacità di difesa degli olmi nei confronti della grafiosi dell'olmo (de Dios et al., 2007).

In particolare, temperature annuali più calde potrebbero accelerare il ciclo biologico degli insetti vettori e dei funghi, moltiplicando così i danni determinati dalla grafiosi. È noto che le popolazioni di insetti rispondono rapidamente ai cambiamenti climatici (Vanhanen, 2008). Anche i funghi appartenenti al genere *Ophiostoma* possono essere favoriti dalle alte temperature (Brasier et al., 1981). In esperimenti svolti in colture pure è stata verificata che *O. novo-ulmi* ha una crescita ottimale a 20-22°C, mentre a temperature >27,5°C la crescita si è drasticamente ridotta. Inoltre, la sensibilità alle alte temperature sia per i funghi che per gli insetti può variare a seconda della fase del ciclo biologico. Ciò che è preoccupante è che nel nord Europa sono aumentate le temperature invernali permettendo lo sviluppo di funghi come *Ophiostoma novo-ulmi* con pesanti ripercussioni sulla salute degli olmi rimasti (Harvell et al., 2002).

2. SCOPI DELLA TESI

La grafiosi dell'olmo ha rappresentato in passato un problema fitosanitario, determinando un impatto notevole sulla contrazione della distribuzione geografica, mettendo anche a rischio la stessa sopravvivenza in alcuni areali e la possibilità di utilizzare tale specie negli ambiti rurali, come tutore delle piante di vite, e negli ambienti urbani a scopo ornamentale.

Negli ultimi anni si è assistito a una recrudescenza della grafiosi dell'olmo, non dipendente dall'introduzione di nuovi ceppi, oltre a quelli già presenti *Ophiostoma ulmi* e *O. novo ulmi*, ma più direttamente legata ai cambiamenti climatici e, in particolare, all'aumento delle temperature primaverili ed estive.

Teniamo conto che con Legge Regionale n. 6 del 23-02-2005 sono protetti gli alberi ad alto fusto, isolati, in filare od a gruppi appartenenti al genere *Ulmus* in particolare l'olmo campestre (*Ulmus minor*) e olmo montano (*Ulmus glabra*), indipendentemente dalle loro dimensioni.

Partendo dalle segnalazioni sempre più frequenti che gli Enti locali e che l'opinione pubblica hanno fatto pervenire, si è deciso di intraprendere uno studio volto a verificare lo stato sanitario degli olmi e in particolare l'entità del fenomeno che ha riguardato esemplari di questo genere all'interno di alcuni comuni ricadenti all'interno della provincia di Ancona e Macerata.

3. MATERIALI E METODI

3.1 Aree di studio e criteri di scelta

Durante i mesi di maggio e giugno 2022, è stata effettuata una serie di sopralluoghi finalizzati a verificare la presenza di olmo e il suo stato fitosanitario. Il monitoraggio è stato effettuato prevalentemente nei comuni della provincia di Ancona (Camerano, Offagna, Polverigi, Jesi, Staffolo) e della provincia di Macerata (Cingoli, Montefano, Macerata, Apiro).

Sono state monitorate 100 piante, situate lungo strade statali, comunali, private e in zone ripariali e di vegetazione preforestale (*Tabella 1*).

Tabella 1 – Elenco campioni sottoposti al monitoraggio.

ID	Coord. geografiche	Località (provincia)	Specie	Contesto (strada statale, verde privato)
1	43.532093 13.525235	Umbriano (AN)	olmo campestre	strada statale
2	43.532093 13.525235	Umbriano (AN)	olmo campestre	strada statale
3	43.533943 13.521560	Camerano (AN)	olmo campestre	strada statale
4	43.533943 13.521560	Camerano (AN)	olmo campestre	strada statale
5	43.533975 13.432276	Offagna (AN)	olmo campestre	strada privata
6	43.533975 13.432276	Offagna (AN)	olmo montano	strada privata
7	43.304614 13.255248	Polverigi (AN)	olmo montano	strada provinciale
8	43.304614 13.255248	Polverigi (AN)	olmo montano	strada provinciale
9	43.520880 13.287369	Jesi (AN)	olmo montano	verde pubblico
10	43.520880 13.287369	Jesi (AN)	olmo montano	verde pubblico
11	43.520880 13.287369	Jesi (AN)	olmo montano	verde pubblico
12	43.4207361 13.2020447	Staffolo (AN)	olmo montano	strada provinciale
13	43.4207361 13.2020447	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
14	43.4204388 13.2000427	Staffolo (AN)	olmo campestre	verde privato
15	43.4204388 13.2000427	Staffolo (AN)	olmo montano	verde privato
20	43.438981 13.210398	Staffolo (AN)	olmo montano	verde privato
21	43.438981 13.210398	Staffolo (AN)	olmo campestre	verde privato
22	43.438981 13.210398	Staffolo (AN)	olmo campestre	verde privato
23	43.4422300 13.2013842	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
24	43.4237844 13.1974360	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
25	43.4213023 13.2076783	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
26	43.4271386 13.1749245	Staffolo (AN)	olmo campestre	Strada privata
33	43.425759 13.1745403	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale

ID	Coord. geografiche	Località (provincia)	specie	Contesto (strada statale, verde privato...)
34	43.425759 13.1745403	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
35	43.425759 13.1745403	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
36	43.425759 13.1745403	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
37	43.4244238 13.1705307	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
38	43.4244238 13.1705307	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
39	43.4244238 13.1705307	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
40	43.4244238 13.1705307	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
41	43.4217384 13.1658700	Staffolo (AN)	olmo montano	strada provinciale
42	43.4217384 13.1658700	Staffolo (AN)	olmo montano	strada provinciale
43	43.4217384 13.1658700	Staffolo (AN)	olmo montano	strada provinciale
44	43.4217384 13.1658700	Staffolo (AN)	olmo montano	strada provinciale
45	43.4218178 13.1645524	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
46	43.4218178 13.1645524	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
47	43.4218178 13.1645524	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
48	43.4218178 13.1645524	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
49	43.4236787 13.1745202	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
50	43.4234252 13.1737383	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
51	43.4234252 13.1737383	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
52	43.4234252 13.1737383	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
53	43.4234252 13.1737383	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
54	43.4234252 13.1737383	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
55	43.4234252 13.1737383	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
56	43.4234252 13.1737383	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
57	43.4234252 13.1737383	Staffolo (AN)	olmo campestre	strada provinciale
58	43.4224317 13.1738744	Staffolo (AN)	olmo montano	strada provinciale
97	43.4271386 13.1749245	Staffolo (AN)	olmo campestre	Strada privata
98	43.4271386 13.1749245	Staffolo (AN)	olmo campestre	Strada privata
99	43.4271386 13.1749245	Staffolo (AN)	olmo campestre	Strada privata
100	43.4271386 13.1749245	Staffolo (AN)	olmo campestre	Strada privata
16	43.4073237 13.1779836	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
17	43.4052185 13.1871882	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
18	43.4052185 13.1871882	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
19	43.4050419 13.1871359	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
27	43.426630 13.2265302	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
28	43.3975527 13.3781666	Montefano (MC)	olmo montano	strada provinciale
29	43.2786237 13.4628657	Macerata (MC)	olmo campestre	strada provinciale
30	43.2786237 13.4628657	Macerata (MC)	olmo campestre	strada provinciale
31	43.2854225 13.4719862	Macerata (MC)	olmo montano	strada provinciale
32	43.2806153 13.4626146	Macerata (MC)	olmo campestre	strada provinciale
59	43.4158779 13.1675377	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
60	43.4158779 13.1675377	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
61	43.4158779 13.1675377	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale

ID	Coord. geografiche	Località (provincia)	Specie	Contesto (strada statale, verde privato...)
62	43.4158779 13.1675377	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
63	43.4158779 13.1675377	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
64	43.4158779 13.1675377	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
65	43.4158779 13.1675377	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
66	43.4158779 13.1671049	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
67	43.4158779 13.1671049	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
68	43.4107519 13.15944009	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
69	43.4107519 13.15944009	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
70	43.4107519 13.15944009	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
71	43.4107519 13.15944009	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
72	43.4107519 13.15944009	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
73	43.4107519 13.15944009	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
74	43.4107519 13.15944009	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
75	43.4107519 13.15944009	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
76	43.4107519 13.15944009	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
77	43.4105846 13.15788	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
78	43.4105846 13.15788	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
79	43.4056825 13.1474909	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
80	43.4056825 13.1474909	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
81	43.4056825 13.1474909	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
82	43.4056825 13.1474909	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
83	43.4056825 13.1474909	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
84	43.4056825 13.1474909	Cingoli (MC)	olmo montano	strada provinciale
85	43.4023400 13.1444298	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
86	43.4023400 13.1444298	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
87	43.4023400 13.1444298	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
88	43.4008404 13.1465327	Apiro (MC)	olmo montano	strada provinciale
89	43.4008404 13.1465327	Apiro (MC)	olmo montano	strada provinciale
90	43.4008404 13.1465327	Apiro (MC)	olmo montano	strada provinciale
91	43.4025622 13.1715372	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
92	43.4025622 13.1715372	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
93	43.4025622 13.1715372	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
94	43.4025622 13.1715372	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
95	43.4025622 13.1715372	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale
96	43.4025622 13.1715372	Cingoli (MC)	olmo campestre	strada provinciale

Il monitoraggio fitosanitario si è svolto secondo le seguenti fasi:

- 1- Osservazione del sito e individuazione delle piante rappresentative;
- 2- Annotazione della località e registrazione delle coordinate, tramite GPS Garmin;
- 3- Identificazione delle specie di olmo, attraverso applicazioni di riconoscimento (PlantNet);
- 4- Misura del diametro della pianta interessata all'altezza di 1,30 m dal suolo con l'utilizzo di una cordella metrica;
- 5- Misura dell'altezza degli esemplari attraverso un'applicazione apposita (Clinômetro Florestal), basata su calcoli goniometrici che tenevano conto della distanza orizzontale, sul punto di base e apice della pianta.

La valutazione dello stato sanitario è stata effettuata prendendo in considerazione l'intensità di tre parametri (% defogliazione, % ingiallimento e % tessuto morto) espresso in quattro classi patometriche: 0 = anomalia non presente, 1 = anomalia fino al 30%, 2 = anomalia tra il 30 e 50%, 3= anomalia maggiore del 50 %.

Inoltre, è stata valutata la presenza essudati, necrosi alla base del colletto, affastellamento della vegetazione (scopazzi) e danni da insetti scolitidi.

Ciascun esemplare è stato denominato con un numero progressivo ed è stato fotografato in modo da poter documentare lo stato della pianta e la gravità dei sintomi.

Tutti i dati stazionali, dendrometrici e fitosanitari sono stati riportati all'interno di una tabella in modo da poter costruire un database aggiornabile nel tempo (*Tabella 2*).

Tabella 2 – Esempio di tabella utilizzata durante le fasi di censimento e valutazione fitosanitaria dell'olmo.

P i a n t a	Coord. GPS	specie	Altezza	Diametro	Rilievo sulla vegetazione												Danni insetti (scolitidi)	Scopazzi (fitoplasmi)	Essudati	Note /n. foto	
					% defogliazione				% decolorazione della chioma (ingiallimento)				% tessuto morto								
					0	Fino a 30%	30-50%	>50%	0	Fino a 30%	30-50%	>50%	0	Fino a 30%	31-50%	>50%					Morta

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

Il cambiamento climatico globale è caratterizzato da un aumento delle temperature medie e della concentrazione atmosferica di CO₂, precipitazioni annuali alterate e una maggiore frequenza di estremi climatici, come siccità (Desprez-Lousteau et al., 2006), tempeste e inondazioni (IPCC, 2007). Le variazioni climatiche possono significativamente incidere sull'andamento epidemico delle malattie delle piante (LaPorta et al., 2008), nonché sulla popolazione degli insetti vettori (Ayres e Lombardero, 2000), e dei nemici naturali (Burdon et al., 2006), sulla fenologia, la fisiologia e la biochimica delle piante (Saxe et al., 2001). Per cui il cambiamento climatico può avere anche un impatto su scala evolutiva (Harvell et al., 2002).

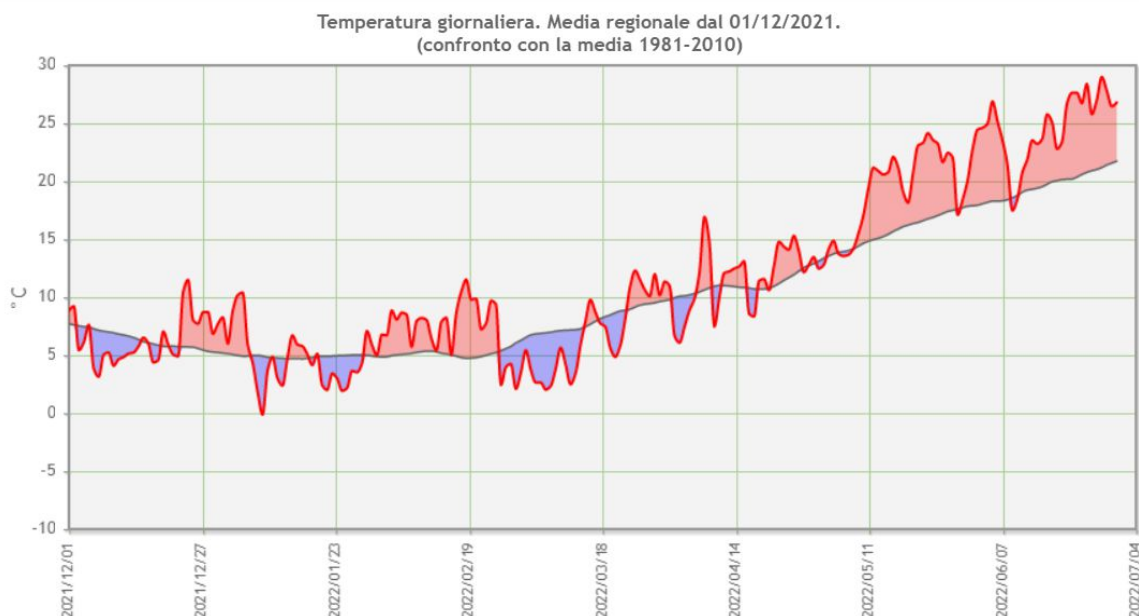


Figura 4.1 – Linea rossa: temperatura giornaliera anno attuale (°C) (dati ASSAM, 2022, ultimo aggiornamento 30.06.2022). Linea grigia: temperatura giornaliera di riferimento 1981-2010, media mobile a 10 giorni (°C). Le bande rosse indicano periodi più caldi quando la temperatura si mantiene al di sopra della norma. Allo stesso modo, le bande blu indicano periodi più freddi con temperature al di sotto della media.

Durante l'annata 2022 sono state registrate temperature anomale che hanno raggiunto anche temperature giornaliere medie regionali anche di +5.1 °C rispetto alla media nel periodo di giugno 2022 rispetto alla serie storica (1980-2010) (**Fig. 4.1**).

Considerando le temperature medie mensili della regione, si è assistito a un febbraio anomalo e da aprile in poi un crescendo di temperature sopra la media regionale (**Fig. 4.2**).

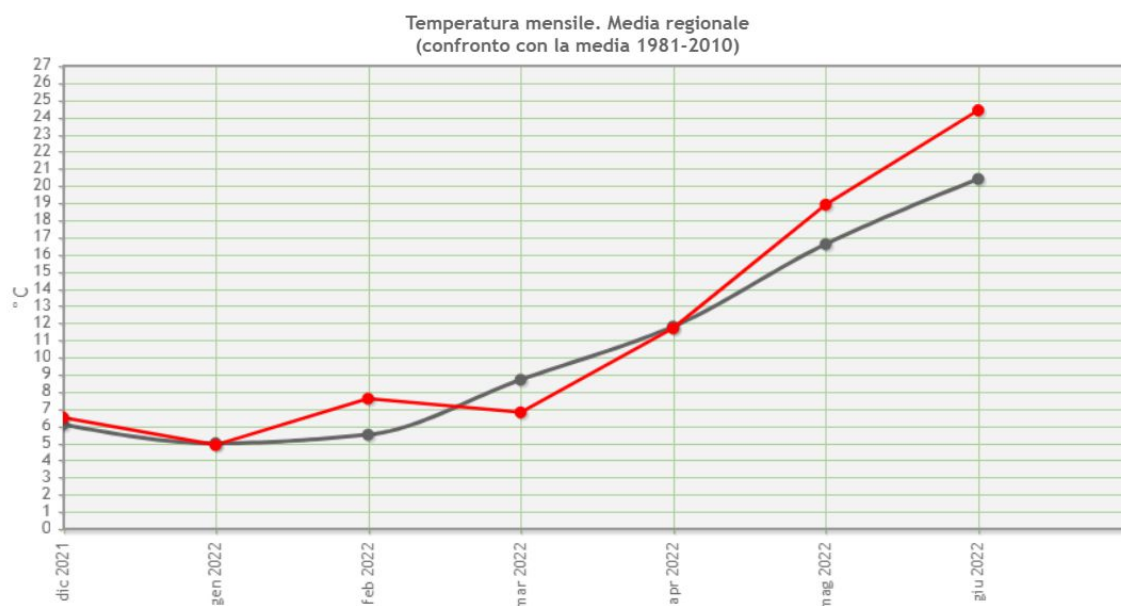


Figura 4.2 – Andamento delle temperature mensile (Dati ASSAM, 2022, aggiornamento 30.06.2022). Linea rossa: temperatura mensile anno attuale (°C). Pallino arancione: temperatura mese in corso, non ancora completo (°C). Linea grigia: temperatura mensile di riferimento media 1981-2010 (°C).

Anche dal punto di vista delle precipitazioni giornaliere cumulate si è registrato un deficit pari a -112.0 mm (-24.1 %) rispetto ai dati storici (1980-2010) (**Fig. 4.3**).

Similmente a molte specie arboree, gli olmi hanno generalmente una buona capacità di adeguare la propria fisiologia alle fluttuazioni ambientali (Saxe et al., 2001). Ciò nonostante, il cambiamento climatico può mettere a dura prova le popolazioni di olmi in tutta Europa e creare condizioni che avvantaggiano direttamente gli insetti vettori e, in alcuni casi, anche gli agenti patogeni. Inoltre, si ipotizza che con l'aumento delle temperature aumenterà l'estinzione delle piante, poiché determinate specie non godranno più di un clima adatto (Corlett & Westcott, 2013). A tal proposito, Corlett e Westcott (2013) sostengono che le specie vegetali dovranno spostarsi per più di un chilometro all'anno per stare al passo con i cambiamenti climatici; questo ritmo può essere raggiunto solo in casi estremamente rari in cui le specie possiedono la capacità di disperdersi su lunghe distanze e tempi di maturazione brevi. Gli effetti dannosi del cambiamento climatico globale sulle piante possono verificarsi anche attraverso meccanismi indiretti. Harvell et al. (2002) suggeriscono che l'aumento delle

temperature e gli inverni più miti avranno effetti dannosi sulle specie vegetali aumentando la sopravvivenza invernale dei patogeni delle piante, accelerando il loro sviluppo e ampliando la gamma dei patogeni e aumentando la gravità della malattia. Ciò è stato dimostrato per *Phytophthora cinnamomi*, che causa un marciume radicale più grave a temperature più elevate e uno studio in bosco della durata temporale di 14 anni in Inghilterra che ha dimostrato una maggiore defogliazione negli anni più caldi da parte di *Ophiostoma novo-ulmi* (Brasier, 1996; Sutherland et al., 1997).

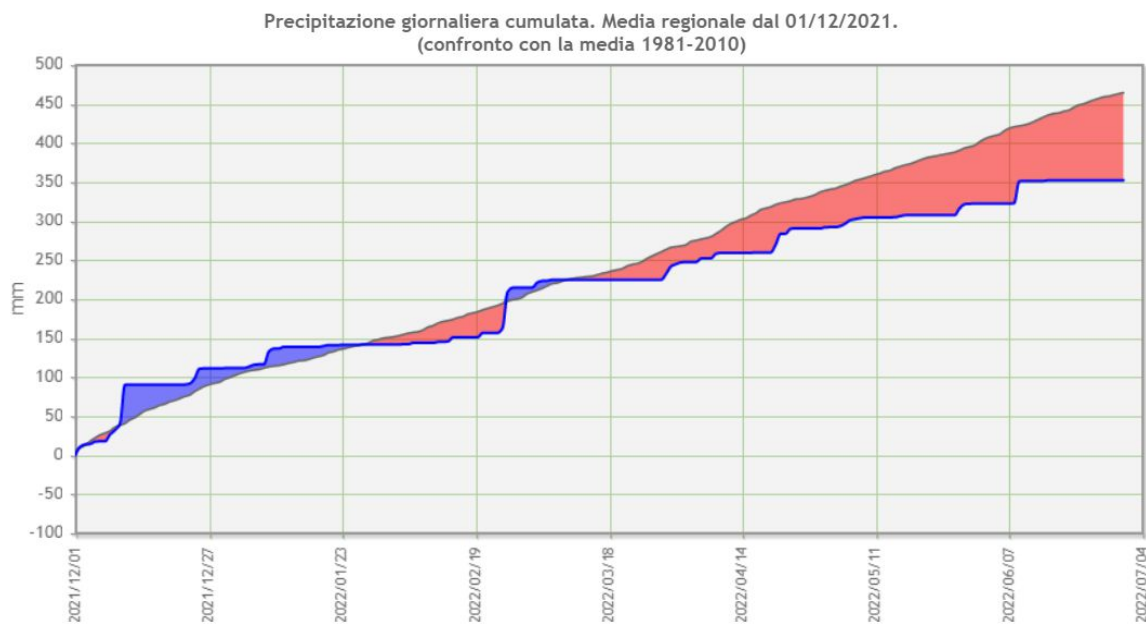


Figura 4.3 – Ultimo aggiornamento (2022-06-30): -112.0 mm (-24.1 %) rispetto alla media (Dati ASSAM, 2022). **Linea blu:** precipitazione giornaliera cumulata anno attuale (mm). **Linea grigia:** precipitazione giornaliera cumulata di riferimento 1981-2010 (mm). Le **bande blu** indicano **periodi più piovosi** con cumuli di precipitazione superiori alla media 1981-2010. Allo stesso modo, le **bande rosse** indicano **periodi più secchi** con precipitazioni al di sotto della norma.

In sperimentazioni effettuate in ambiente controllato, i fattori ambientali influenzano sia l'intensità di sintomi esterni (defogliazione, ingiallimento, appassimento), sia sintomi interni specifici costituiti dall'imbrunimento dei fasci vascolari (Smalley, 1963; Smalley e Kais, 1966; Smalley et al., 1994; Takai e Kondo, 1979; Takai et al., 1979).

I rilievi svolti nella provincia di Ancona e Macerata nel 2022, hanno permesso di verificare la presenza di sintomi già a partire dagli inizi di aprile, con un repentino peggioramento della situazione con il procedere del tempo.

Nello specifico i tre parametri registrati sono stati % defogliazione, % decolorazione e % legno morto e riassunti in **Figura 4.4**. I dati puntuali rilevati sui singoli esemplari di olmo sono riportati negli **Allegato 1**.

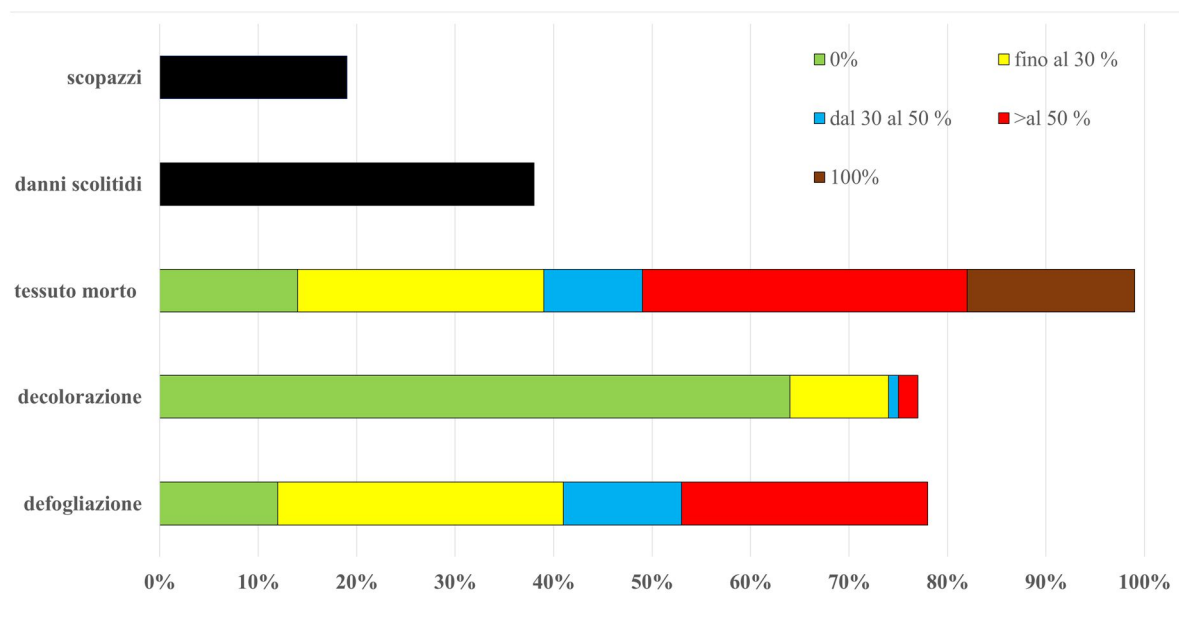


Figura 4.4 – Parametri registrati durante i rilievi effettuati tra maggio e giugno 2022.

Le piante attaccate da grafiosi dell’olmo hanno cominciano a manifestare un progressivo ingiallimento della chioma, sintomo fortemente legato alla difficoltà di traslocazione di acqua sufficiente a compensare la traspirazione, con iniziale interferenza con la capacità fotosintetica della pianta.

I rilievi hanno evidenziato verso la fine di maggio che la maggior parte delle piante era verde. Anomalie di colore della chioma fino al 30% sono stati riscontrati su 10 piante (**Fig. 4.5**). Sporadicamente sono state trovate piante che manifestavano ingiallimenti più estesi.



Foto 4.5 – Pianta di olmo con decolorazione chioma fino al 30%.

Alla decolorazione, che è stato il primo sintomo registrato, è seguita una defogliazione delle piante di olmo con la caduta prematura delle foglie, causata dal patogeno che colonizzando il sistema vascolare dell'ospite rende difficile la traslocazione dell'acqua verso le parti distali della pianta. Questo fenomeno si è aggravato con l'aumento progressivo delle temperature. Su 100 piante di olmo monitorate è stata riscontrata la defogliazione fino al 30% su 29 piante, compresa tra 30 e 50% su 12 piante e superiore al 50% su 25 piante (**Fig. 4.6**).



Figura 4.6 – Piante di olmo con sintomi evidenti di defogliazione.

Il tessuto morto presente nella pianta ci indica il suo veloce decorso. Gli insetti vettori attaccano e depongono le uova negli olmi provocando la perforazione della corteccia e l'interruzione del cambio. Erano 17 gli esemplari che erano completamente morti e presentavano il ripiegamento delle punte dei rami a uncino (**Foto 4.7**).



Foto 4.7 – Pianta di olmo a Staffolo con punta dei rami ripiegata ad uncino.

Durante i rilievi sono state riscontrate 25 piante che presentavano il 30% del tessuto morto, 10 esemplari con tessuto disseccato fino al 50% e 33 quelle che mostravano più del 50% di chioma disseccata (**Fig. 4.8**).



Figura 4.8 – Piante di olmi con presenza di tessuto morto.

Le condizioni pedoclimatiche possono influire non solo sui sintomi esterni (decolorazione, defogliazione e necrosi dei tessuti), ma anche sui sintomi interni, in particolare sull'imbrunimento. Kais et al. (1962) hanno scoperto che i tipi di suolo e l'umidità hanno influenzato in modo significativo l'entità dell'imbrunimento vascolare nelle piantine di *olmo di origine americano* altamente sensibili dopo l'inoculazione con *O. novo-ulmi*. In olmi sottoposti a stress idrico sono stati riscontrati imbrunimenti vascolari minori rispetto ad alberi non stressati. I cambiamenti climatici possono alterare profondamente i processi fisiologici degli alberi con ricadute sugli insetti vettori e sui funghi patogeni (Ayres e Lombardero, 2000). Ad esempio, è noto che alcuni meccanismi di difesa nelle piante sono sensibili alle temperature (Malamy et al., 1992).

Un altro aspetto da considerare legato ai cambiamenti climatici, è l'aumento dei livelli di CO₂ che può modificare la composizione chimica vie biochimiche. La concentrazione di sostanze chimiche difensive, in particolare fenoliche, possono aumentare all'aumentare dei livelli di CO₂ (Lindroth, 1996). D'altra parte, la via biosintetica che porta alla formazione di composti terpenici, che sono stati indicati come segnali chimici importanti per i coleotteri (Martin-Benito et al., 2005), non è altrettanto influenzata dall'aumento del tasso di CO₂ (Lindroth, 1996).

È noto che le popolazioni di insetti rispondono rapidamente ai cambiamenti climatici (Vanhanen, 2008). Lo sviluppo delle larve di scolitidi è influenzato dalla temperatura del floema, che dipende dalla temperatura dell'aria e dalla radiazione solare diretta (Rouault et al., 2006). Anche il numero e la distribuzione dei giorni di volo degli *Scolytus* sono fortemente dipendenti da fattori climatici, principalmente dalla temperatura (Fairhurst e King, 1983). Nell'Europa settentrionale, estati e inverni più caldi potrebbero favorire lo sviluppo di due o anche tre generazioni di coleotteri *Scolytus*, creando così un'elevata pressione di insetti vettori. Temperature più calde possono anche consentire la diffusione di popolazioni di insetti vettori nelle aree attualmente più fresche dell'Europa settentrionale e delle Alpi (La Porta et al., 2008).

I danni osservati sulle piante sono stati soprattutto danni da scolitidi (**Fig. 4.9**); questi insetti utilizzano la corteccia degli olmi per scavare delle camere pupali e riprodursi, provocando infezione alla pianta mediante le spore del fungo ascomicete. Gli individui che hanno riportato danni provocati da scolitidi sono stati 38 (**Fig. 4.4**).

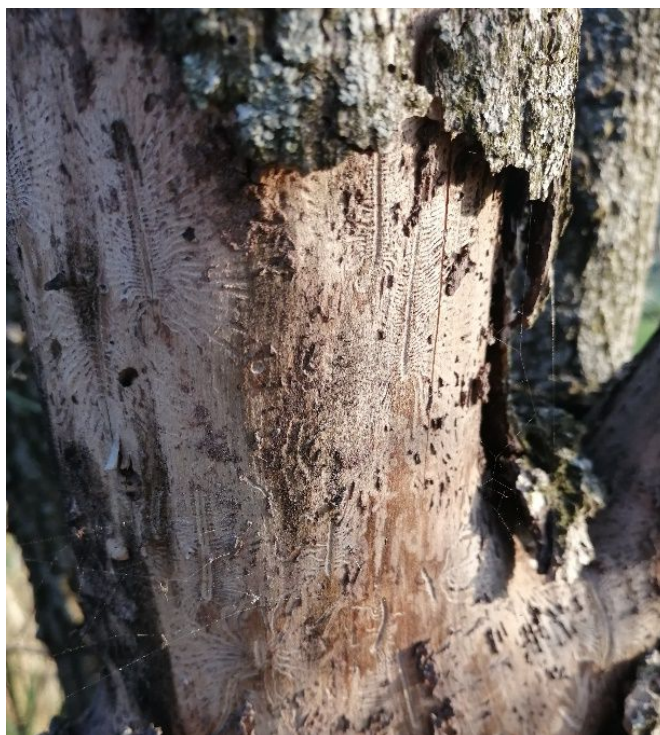


Foto 4.9 – Pianta di olmo a Staffolo con gallerie scavate da insetti scolitidi.

Le gallerie sono ben visibili ad occhio nudo, poiché favoriscono il distacco della corteccia. Esse si differenziano per dimensione (*Foto 4.10*) (gallerie principali di deposizione e secondarie di svernamento) e posizione.



Foto 4.10 – Schema delle gallerie di deposizione e svernamento degli insetti scolitidi.

Sulle piante monitorate sono stati osservati anche gli scopazzi (**Fig. 4.11**), un insieme di rametti affastellati, più sottili e più deboli del normale. Hanno la caratteristica di possedere internodi molto ravvicinati rispetto ad una pianta sana e si formano a causa della presenza di ‘*Ca. Phytoplasma ulmi*, fitoplasmi nel floema della pianta. Nelle Marche sintomi di giallume e scopazzi dell’olmo erano stati rinvenuti nel 2008 (Murolo et al., 2008), in particolare, non in un popolamento, bensì in un vivaio che commercializzava specie diverse di olmo (*U. minor*, *U. parvifolia*, *Ulmus* sp.) e di *Zelkova Serrata* sia nella fase di pre-bonsai che di bonsai.



Foto 4.11– Scopazzi su olmo.

5. CONCLUSIONI

I dati raccolti nella presente ricerca rappresentano un primo tentativo di monitoraggio fitosanitario del deperimento dell'olmo nelle province di Ancona e Macerata. Durante i sopralluoghi è stato possibile verificare che la grafiosi dell'olmo è particolarmente diffusa nelle due province. I sintomi sono stati ben visibili su piante che avendo negli anni passati una buona disponibilità idrica, vivendo in ambienti ripariali, hanno differenziato una minore adattabilità, e quindi vasi xilematici più grandi, risultando più sensibili allo stress idrico e all'attacco di *Ophiostoma*, con evidenti danni anche da scolitidi. Il deperimento è risultato più contenuto su olmi localizzati in ambienti collinari caratterizzati da temperature meno estreme, a differenza di quelli localizzati in pianure alluvionali a valle. Infine, le piante localizzate in ambienti maggiormente caldi sottoposti a precedenti disseccamenti, che negli anni hanno perso l'aspetto arboreo assumendo l'aspetto arbustivo e di cespuglio, sono risultati con sintomi di deperimento meno evidenti come anche meno intensi sono risultati attacchi di scolitidi. Sugli olmi monitorati sono stati anche rinvenuti gli scopazzi, sintomo fortemente legato a infezioni di '*Candidatus Phytoplasma ulmi*'.

La progressione rapida e così diffusa del deperimento dell'olmo sul territorio sembra essere fortemente dipendente dall'andamento climatico. Considerando che l'olmo *U. minor* e *U. glabra* sono considerate "specie protette" in base alla Legge Regionale n. 6 del 23-02-2005, si ritiene opportuno estendere il monitoraggio fitosanitario rendendolo più capillare. A tal proposito si pensa, in un prossimo futuro, di creare una rete di monitoraggio partecipativo, coinvolgendo l'opinione pubblica, i tecnici comunali del verde, le Associazioni ambientaliste, il Servizio Fitosanitario Regionale e gli Enti di ricerca che insistono sul territorio regionale.

La distribuzione delle piante sintomatiche, l'elaborazione dei dati climatici provenienti da centraline dislocate sul territorio, nonché l'identificazione e la caratterizzazione morfologica e molecolare dell'agente causale mediante metodiche di laboratorio, potranno meglio descrivere il rischio a cui è sottoposto l'olmo e delineare linee di intervento per mitigare tale situazione, prima che si arrivi alla completa scomparsa di tale specie sul territorio regionale.

6. BIBLIOGRAFIA

- Afonin, A.N., Greene, S.L., Dzyubenko, N.I., Frolov, A.N. (2008), eds., Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries: Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds [Online]. <http://www.agroatlas.ru>.
- Alia Miranda, R., et al., (2009). Regiones de procedencia de especies forestales en España (Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid).
- Anderbrant, O., and Schlyter, F., (1987). Ecology of the Dutch elm disease vectors *Scolytus laevis* and *Scolytus scolytus* (Coleoptera: Scolytidae) in southern Sweden. - *J. Appl. Ecol.* 24:539-550.
- Arnold, A. E. et al., (2003). Fungal endophytes limit pathogen damage in a tropical tree. - *Proc. Nat. Acad. Sei. USA* 100: 15649-15654.
- Ayres, M. P. and Lombardero, M. J., (2000). Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. - *Sci. Total Environ.* 262: 263-286.
- Brasier, C.M. (1996) Low genetic diversity of the *Ophiostoma novo-ulmi* population in North America. *Mycologia* 86: 951–964.
- Brasier, C.M. (2000) Intercontinental spread and continuing evolution of the Dutch Elm disease pathogens. In: Dunn CP (ed) *The elms: breeding, conservation, and disease management*. Springer, Boston, pp 61–72.
- Brasier, C.M., Webber, J.F., (2019) Is there evidence for post-epidemic attenuation in the Dutch elm disease pathogen *Ophiostoma novo-ulmi*? *Plant Pathol* 68:921–929. <https://doi.org/10.1111/ppa.13022>.
- Brasier, C. M., (1990). China and the origins of Dutch elm disease: an appraisal. - *Plant Pathol.* 39: 5-16.
- Brasier, C. M., (2000a). Intercontinental spread and continuing evolution of the Dutch elm disease pathogens. - In: Dunn, C. P. (ed.), *The elms: breeding, conservation and disease management*. Kluwer, pp. 61-72.
- Brasier, C. M., and Mehrotra, M. D., (1995). *Ophiostoma himal-ulmi* sp. nov., a new species of Dutch elm disease fungus endemic to the Himalayas. - *Mycol. Res.* 99: 205-215.
- Brasier, C. M., et al., (1981). The aggressive and non-aggressive strains of *Ceratocystis ulmi* have different temperature optima for growth. - *Trans. Br. Mycol. Soc.* 76: 213-218.
- Brasier, C. M., et al., (2004). Molecular analysis of evolutionary changes in populations of *Ophiostoma novo-ulmi*. - *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.* 13: 93-103.

- Brasier, C.M., Kirk, S.A. (2010). Rapid emergence of hybrids between the two subspecies of *Ophiostoma novo-ulmi* with a high level of pathogenic fitness. *Plant Pathology* 59: 186-199. - doi: 10.1111/j.1365-3059.2009.02157.x
- Buchel, A. (2000). The Elms - Breeding, Conservation, and Disease Management, Dunn C.P., ed., pp.351–358.
- Burdon, J. et al. 2006. The current and future dynamics of disease in plant communities. *Annu. Rev. Phytopathol.* 44:19-39.
- Caudullo e de Rigo, 2016. *Ulmus – elms in Europe: distribution, habitat, usage, threats*, pp. 186-187-188.
- Corlett, R. T., & Westcott, D. A. (2013). Will plant movements keep up with climate change? *Trends in Ecology & Evolution*, 28(8), 482–488. 10.1016/j.tree.2013.04.003
- de Dios, V. R., et al., (2007). Climate change effects on mediterranean forests and preventive measures. - *New For.* 33: 29-40.
- Desprez-Lousteau, M., et al., (2006). Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. *Ann. For. Sei.* 63: 597-612.
- EUFORGEN, (2008). Distribution map of European white elm (*Ulmus laevis*). www.euforgen.org.
- Fairhurst, C. P., e King, C. J., (1983). The effect of climatic factors on the dispersal of elm bark beetles. - *For. Comm. Bull.*60: 40-46.
- Gibbs, J. N., (1978). Development of Dutch elm disease epidemic in southern England 1971-6. - *Ann. Appl. Biol.* 88: 219-228.
- Gil, L., et al., (2004). English elm (*Ulmus procera*) is a 2,000-year-old Roman clone. - *Nature* 431: 1035.
- Girling, M. A., and Greig, J. R., (1985). A first fossil record for *Scolytus scolytus* (F.) (elm bark beetle): its occurrence in elm decline depositis from London and the implications for Neo- lithic elm disease. - *J. Archaeol. Sei.* 12: 347-351.
- Harvell, C. D., et al., (2002). Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. - *Science* 296: 2158-2168.
- Hultén, E., Fries, M.,(1976). *Atlas of North European vascular plants (North of the Tropic of Cancer)*, Vols. I-III. (Koeltz scientific books,).
- IPCC, (2007). *Climate change 2007 synthesis report*. - A report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, <www.ipcc.ch/>, accessed 19 February, 2009.

- Jalas, J., Suominen, J., (1976). Atlas Florae Europaeae: distribution of vascular plants in Europe Vol. 3 Salicaceae to Balanophoraceae (Committee for Mapping the Flora of Europe and Societas Biologica Fennica Vanario, Helsinki).
- Jonsell, B., et Flora Nordica, (2000). Vol 1: Lycopodiaceae - polygonaceae (The Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm).
- Kais, A., et al., (1962). Environment and development of Dutch elm disease. - *Phytopathology* 52: 1 191-1196.
- La Porta, N., et al., (2008). Forest pathogens with higher damage potential due to climate change in Europe. - *Can. J. Plant Pathol.* 30: 177-195.
- Lindelöw, Å., (1998). Insect damage to Swedish forests during 1 997: an overview. - *Vaxtskyddsnotiser* 62: 14-16, in Swedish.
- Lindroth, R., (1996). Consequences of elevated atmospheric CO₂ for forest insects. - In: Körner, C., and Bazzaz, F. A., (eds). Carbon dioxide, populations, and communities. Academic Press, pp. 347 362.
- Malamy, J., et al., (1992). Temperature-dependent induction of salicylic acid and its conjugates during the resistance response to tobacco mosaic virus infection. - *Plant Cell* 4: 359-366.
- Martín, J.A., Fuentes-Utrilla, P., Gil, L., Witzell, J., (2010c) Ecological factors in Dutch elm disease complex in Europe: a review. *Ecol Bull* 53:209–224.
- Martin, J. A., et al., (2005). Fourier transform-infrared spectroscopy as a new method for evaluating host resistance in the Dutch elm disease complex. - *Tree Physiol.* 25: 1331-1338.
- Martin, J. A., et al., (2009). Bordered pit and ray morphology involvement in elm resistance to *Ophiostoma novo-ulmi*. - *Can. J. For. Res.* 39: 420 - 429.
- Martin-Benito, D., et al., (2005). Triterpenes in elms in Spain. - *Can. J. For. Res.* 35: 199-205.
- Meusel, H., Jäger, E., (1998) eds., *Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora* - Band I, II, III (Gustav Fischer Verlag, Jena).
- Moricca, S., and Ragazzi, A., (2008). Fungal endophytes in mediterranean oak forests: a lesson from *Discula quercina*. - *Phytopathology* 98: 380-386.
- Murolo, S. e Romanazzi, G., 2008. Infections of *Candidatus Phytoplasma ulmi* in *Ulmus parvifolia*, *Ulmus* sp. and *Zelkova ser rata* trained as bonsais. *Journal of Plant Pathology* 90:345-349

- Pajares, J. A., (2004). Elm breeding for resistance against bark beetles. - Invest. Agrar.: Sist. Recur. For. 13: 207-215.
- Paoletti, M., (2005). Cloning and sequence analysis of the MAT-B (MAT-2) genes from the three Dutch elm disease pathogens, *Ophiostoma ulmi*, *O. novo-ulmi*, and *O. himal-ulmi*. - Mycol. Res. 109: 983-991.
- Petrokas, R., (2008). Baltic Forestry 14, 204.
- Rioux, D., and Ouellette, G. B., (1991). Barrier zone formation in host and nonhost trees inoculated with *Ophiostoma ulmi*.
- Rouault, G., et al., (2006). Effects of drought and heat on forest insect populations in relation to the 2003 drought in western Europe. - Ann. For. Sei. 63: 613-624.
- Santini, A., Montagni, A., Vendramin, G., Capretti, (2005b). Analysis of the Italian Dutch elm disease population. Journal of Phytopathology 153: 73-79. - doi: 10.1111/j.1439-0434.2004.00931.x
- Saxe, H., et al., (2001). Tree and forest functioning in response to global warming. - New Phytol. 149: 369-399.
- Saxe, H., et al., (2001). Tree and forest functioning in response to global warming. - New Phytol. 149: 369-399.
- Scheffer, R. J., and Elgersma, D. M., (1982). A scanning electron microscope study of cell wall degradation in elm wood by aggressive and non-aggressive isolates of *Ophiostoma ulmi*. -For Pathol.12:25-28.
- Smalley, E. B., (1963). Seasonal fluctuations in susceptibility of young elm seedlings to Dutch elm disease. Phytopathology 53:846-853.
- Smalley, E. B., and Kais, A. G., (1966). Seasonal variations in the resistance of various elm species to Dutch elm disease. Pages 279-287 in: Proc. NATO/NSF Adv. Study Inst. Genet. Improv. Dis. Insect Resist. For Trees. H. D. Gerhold, E. J. Schreiner, R. E. McDermott, and J. A. Winieski, eds. Pergamon Press, Elmsford, NY.
- Smalley, E. B.; Raffa, K. F.; Proctor, R. H.; and Klepzig, K. D., (1994). Tree responses to infection by species of *Ophiostoma* and *Ceratocystis*. Pages 207-218 in: *Ceratocystis and Ophiostoma: Taxonomy, Ecology and Pathogenicity*. M. J. Wingfield, K. A. Seifert, and J. F. Webber, eds. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Solla, A., et al., (2005a). Seasonal changes in wood formation of *Ulmus pumila* and *U. minor* and its relation with Dutch elm disease. - New Phytol. 166: 1025-1034. Plant Pathol. 57: 33-44.

- Sutherland, M. L., et al., (1997). The influence of temperature and light on defoliation levels of elm by Dutch elm disease. *Phytopathology* 87: 576-581.
- Takai, S.; and Kondo, E. S., (1979). Seasonal development of Dutch elm disease on white elms in central Ontario, Canada. I. Following wound inoculation. *Can. J. Bot.* 57:341-352.
- Takai, S.; Kondo, E. S.; and Thomas, J. B., (1979). Seasonal development of Dutch elm disease on white elms in central Ontario, Canada. II. Following feeding by the North American native elm bark beetle. *Can. J. Bot.* 57:353-359.
- Temple, B., et al., (1997). Cerato-ulmin, a hydrophobin secreted by the causal agents of Dutch elm disease, is a parasitic fitness factor. - *Fungal Genet. Biol.* 22: 39-53.
- Vanhanen, H., (2008). Invasive insects in Europe - the role of climate change and global trade. - *Dissertationes Forestales* 57, Univ. of Joensuu.
- Webber, J. F., (1990). Relative effectiveness of *Scolytus scolytus*, *S. multistriatus* and *S. kirschi* as vectors of Dutch elm disease. - *Eur. J. For. Pathol.* 20: 184-192.
- Webber, J. F., (2000). Insect vector behavior and the evolution of Dutch elm disease. - In: Dunn, C. P. (ed.), *The elms: breeding, conservation and disease management*. Kluwer, pp. 47-60.
- Webber, J. F., (2004). Experimental studies on factors influencing the transmission of Dutch elm disease. - *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.* 13: 197-205.

7. Ringraziamenti

Dedico questo spazio a chi, con dedizione e pazienza, ha contribuito alla realizzazione di questo elaborato.

Un ringraziamento particolare va al mio relatore, Professor Sergio Murolo, che mi ha seguito, con la sua infinita disponibilità, in ogni fase della realizzazione dell'elaborato, fin dalla scelta dell'argomento.

Ringrazio infinitamente mia madre e mio padre; senza i loro insegnamenti e senza il loro supporto, questo lavoro di tesi non esisterebbe nemmeno.

Grazie a tutti i miei colleghi di corso per avermi sempre incoraggiato fin dall'inizio del percorso universitario.

Allegato 1.

Rilievi svolti sul territorio della provincia di Ancona



e Macerata



Pianta	Coord. GPS	specie	Altezza	Diametro	Rilievo sulla vegetazione														Danni insetti (scolitidi)	Scopazzi (fitoplasmi)
					% defogliazione				% decolorazione della chioma (ingiallimento)				% tessuto morto							
					0	Fino a 30%	30-50%	>50%	0	Fino a 30%	30-50%	>50%	0	Fino a 30%	31-50%	>50%	Morta			
1	43,532093 13,525235	olmo campestre	12,5	36													X		X	
2	43,532093 13,525235	olmo campestre	12,3	20													X		X	
3	43,533943 13,521560	olmo campestre	10,6	50		X			X				X							
4	43,533943 13,521560	olmo campestre	10	34		X			X				X							
5	43,533975 13,432276	olmo campestre	12	35		X			X						X				X	
6	43,533975 13,432276	olmo montano	14	40													X			
7	43,304614 13,255248	olmo montano	6	40	X				X				X							

8	43,304614 13,255248	olmo montano	5,4	30													X	X	X
9	43,520880 13,287369	olmo montano	10,5	15	X				X			X							
10	43,520880 13,287369	olmo montano	5,4	12			X			X					X				
11	43,520880 13,287369	olmo montano	17,6	50		X							X						
12	43,4207361 13,2020447	olmo montano	14,1	15		X		X					X						
13	43,4207361 13,2020447	olmo campestre	6,8	9													X	X	
14	43,4204388 13,2000427	olmo campestre	9,2	17													X	X	
15	43,4204388 13,2000427	olmo montano	8,6	17	X			X				X							
16	43,4073237 13,1779836	olmo campestre	12,6	36													X	X	
17	43,4052185 13,1871882	olmo montano	13	17			X		X					X					X
18	43,4052185 13,1871882	olmo montano	7,5	13		X			X					X				X	
19	43,4050419 13,1871359	olmo campestre	11,5	22	X			X						X					
20	43,438981 13,210398	olmo montano	8,6	19		X			X										
21	43,438981 13,210398	olmo campestre	6,8	30			X				X		X						
22	43,438981 13,210398	olmo campestre	9,3	40			X	X						X					
23	43,4422300 13,2013842	olmo campestre	10,2	30		X		X					X					X	
24	43,4237844 13,1974360	olmo campestre	4,2	35			X	X						X				X	
25	43,4213023 13,2076783	olmo campestre	4,6	17		X					X		X					X	

26	43,4271386 13,1749245	olmo campestre	8,9	50				X	X						X		X	X
27	43,426630 13,2265302	olmo campestre	5	30				X							X		X	
28	43,3975527 13,3781666	olmo montano	14,2	40				X	X						X		X	X
29	43,2786237 13,4628657	olmo campestre	9	20				X	X						X			
30	43,2786237 13,4628657	olmo campestre	3,7	10	X				X				X					
31	43,2854225 13,4719862	olmo montano	12	40			X		X						X		X	X
32	43,2806153 13,4626146	olmo campestre	11,4	23			X		X						X		X	X
33	43,425759 13,1745403	olmo campestre	2,3	10	X				X				X					
34	43,425759 13,1745403	olmo campestre	1,6	16		X			X					X				
35	43,425759 13,1745403	olmo campestre	2,1	10	X				X				X					
36	43,425759 13,1745403	olmo campestre	1,9	5		X			X					X				
37	43,4244238 13,1705307	olmo campestre	4,4	7		X			X					X				
38	43,4244238 13,1705307	olmo campestre	3,9	10		X			X					X				
39	43,4244238 13,1705307	olmo campestre	4,2	6		X			X					X				X
40	43,4244238 13,1705307	olmo campestre	6,3	30		X				X					X			
41	43,4217384 13,1658700	olmo montano	6,4	15													X	
42	43,4217384 13,1658700	olmo montano	6,7	20		X			X					X				
43	43,4217384 13,1658700	olmo montano	4,8	13		X			X					X				

44	43,4217384 13,1658700	olmo montano	4,5	25	X					X				X				X
45	43,4218178 13,1645524	olmo campestre	9	32		X				X				X				
46	43,4218178 13,1645524	olmo campestre	8,7	30		X				X				X				
47	43,4218178 13,1645524	olmo campestre	9,3	24		X				X				X				X
48	43,4218178 13,1645524	olmo campestre	8,5	21		X				X				X				
49	43,4236787 13,1745202	olmo campestre	6,3	10			X		X						X			
50	43,4234252 13,1737383	olmo campestre	12,7	35	X				X				X					
51	43,4234252 13,1737383	olmo campestre	8,4	20		X			X						X			
52	43,4234252 13,1737383	olmo campestre	7,3	25		X			X						X			
53	43,4234252 13,1737383	olmo campestre	9,8	30			X		X						X			
54	43,4234252 13,1737383	olmo campestre	6,15	23		X			X						X			
55	43,4234252 13,1737383	olmo campestre	4,6	15		X			X					X				
56	43,4234252 13,1737383	olmo campestre	7,9	18			X		X					X				
57	43,4234252 13,1737383	olmo campestre	10,6	27			X		X					X				
58	43,4224317 13,1738744	olmo montano	13,3	50		X			X				X					
59	43,4158779 13,1675377	olmo campestre	6,7	18				X	X							X		
60	43,4158779 13,1675377	olmo campestre	5,8	14					X							X		
61	43,4158779 13,1675377	olmo campestre	7,4	11				X	X								X	X

62	43,4158779 13,1675377	olmo campestre	10	25				X	X							X			
63	43,4158779 13,1675377	olmo campestre	8,6	20					X							X			
64	43,4158779 13,1675377	olmo campestre	5,9	12				X									X	X	
65	43,4158779 13,1675377	olmo campestre	7,3	18													X	X	
66	43,4158779 13,1671049	olmo montano	35	10													X	X	X
67	43,4158779 13,1671049	olmo montano	6	35													X	X	X
68	43,4107519 13,15944009	olmo montano	7	28													X	X	X
69	43,4107519 13,15944009	olmo montano	8	18				X	X								X		X
70	43,4107519 13,15944009	olmo montano	8,3	30				X	X								X		
71	43,4107519 13,15944009	olmo montano	8,4	21			X		X								X		X
72	43,4107519 13,15944009	olmo montano	8,2	12			X		X								X		X
73	43,4107519 13,15944009	olmo montano	7,8	14			X		X								X		
74	43,4107519 13,15944009	olmo montano	7,5	8				X	X								X		
75	43,4107519 13,15944009	olmo montano	7,7	12				X	X								X		X
76	43,4107519 13,15944009	olmo montano	7,9	10			X		X								X		
77	43,4105846 13,15788	olmo campestre	12,4	25	X				X				X						
78	43,4105846 13,15788	olmo campestre	10,2	30	X				X				X						
79	43,4056825 13,1474909	olmo montano	14	30		X			X				X						

80	43,4056825 13,1474909	olmo montano	9,5	25		X			X					X				
81	43,4056825 13,1474909	olmo montano	8,6	20		X			X						X			X
82	43,4056825 13,1474909	olmo montano	11,4	20		X			X						X			X
83	43,4056825 13,1474909	olmo montano	6,2	15		X			X					X				
84	43,4056825 13,1474909	olmo montano	4,8	12		X								X				
85	43,4023400 13,1444298	olmo campestre	14	20													X	X
86	43,4023400 13,1444298	olmo campestre	13,7	47													X	X
87	43,4023400 13,1444298	olmo campestre	14,1	36													X	X
88	43,4008404 13,1465327	olmo montano	7,6	15	X				X				X					
89	43,4008404 13,1465327	olmo montano	8	10	X				X				X					
90	43,4008404 13,1465327	olmo montano	8,4	15	X				X				X					
91	43,4025622 13,1715372	olmo campestre	8,2	15				X	X						X			X
92	43,4025622 13,1715372	olmo campestre	9	12				X	X						X			X
93	43,4025622 13,1715372	olmo campestre	10	10				X	X						X			X
94	43,4025622 13,1715372	olmo campestre	8,7	20				X	X						X			X
95	43,4025622 13,1715372	olmo campestre	9,3	15				X	X						X			X
96	43,4025622 13,1715372	olmo campestre	9	12				X	X						X			
97	43,4271386 13,1749245	olmo campestre	9	50				X	X						X			X

98	43,4271386 13,1749245	olmo campestre	8,5	30				X	X							X		X	X
99	43,4271386 13,1749245	olmo campestre	8,2	20				X	X							X		X	X
100	43,4271386 13,1749245	olmo campestre	7	45				X	X							X		X	X