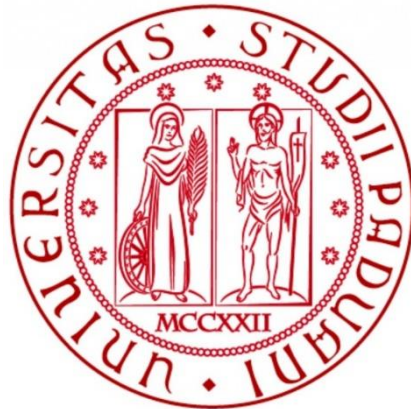


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI – TESAF

**Corso di Laurea in Tecnologie Forestali ed
Ambientali**



TESI DI LAUREA

**Forme di humus sotto alberi attaccati dal bostrico o
non ancora ammalati, in foreste interessate dall'evento
VAIA**

Relatore: Chiar.mo PROF. AUGUSTO ZANELLA

Laureando: GABRIELE ZANDEGIACOMO DE LUGAN

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

INDICE

1 INTRODUZIONE.....	4
1.1 Tempesta VAIA.....	5
1.2 Area colpita e danni.....	7
1.3 Possibili conseguenze future	8
1.4 Generalità sulla famiglia delle Scolytidae.....	8
2 Ips typographus	11
2.1 Generalità sul bostrico	11
2.1.1 Morfologia.....	11
2.1.2 Distribuzione nella regione Veneto.....	11
2.1.3 Ciclo biologico	13
2.1.4 Rapporto con l'ospite	14
2.1.5 Simbiosi o specie satellite	16
2.2 Possibilità di controllo di Ips typographus.....	16
2.2.1 Tecniche di monitoraggio.....	17
2.2.2 Interventi di contrasto.....	18
3 Riserva Naturale di Somadida (BL) e humipedon	20
3.1 Storia della Riserva	21
3.2 Danni provocati dal bostrico	22
3.2.1 Avanzamento del bostrico in Foresta.....	23
3.2.2 Inizio lavori di esbosco	27
3.3 Rilevamento del profilo del suolo.....	28
3.3.1 Profilo sotto piante sane	32
3.3.2 Profilo sotto piante ammalate da qualche anno.....	35
3.3.3 Anomalia e rinnovazione.....	40
4 Conclusioni	47
5 Bibliografia	49
6 Sitografia	53

Riassunto

Questo lavoro di Prova finale nasce dalla curiosità di collegare le cause della densità di schianti e di attacco da bostrico alle caratteristiche del suolo. Nella valle dell'Ansiei, a livello della foresta di Somadida, schianti e bostrico sono molto più numerosi nell'area che si sviluppa a destra del torrente che a sinistra. Nella zona pianeggiante a partire dalla riva destra del torrente fino al versante, appoggiata su un suolo superficiale e un detrito calcareo, cresce una pecceta coetanea xerica; dall'altro lato del torrente invece, il suolo è più profondo e fresco, e vi cresce un abietetto disetaneo misto a faggio e acero.

Le osservazioni degli orizzonti organici e organo-minerali superficiali del suolo in queste due zone hanno permesso di emettere l'ipotesi che gli schianti e gli attacchi potessero dipendere anche dalla qualità dell'humipedon. Nell'area a pecceta xerica domina un sistema di humus Tangel, con un orizzonte organico OH appoggiante direttamente sul detrito calcareo; nell'area ad abietetto misto il sistema dominante è invece un Amphi, con un orizzonte OH che appoggia su un orizzonte organo-minerale A.

La presenza degli aggregati organo-minerali che compongono l'orizzonte A possono spiegare che i suoli su cui cresce l'abietetto misto siano più freschi e fertili di quelli della pecceta xerica. Questo fatto potrebbe forse essere collegato alla differente sensibilità delle piante al bostrico e agli schianti. Nuove ricerche sono necessarie per validare questi prime osservazioni di campo.

Abstract

This final report was born from the curiosity to link the causes of the density of crashes and bark beetle attacks to the characteristics of the soil. In the Ansiei valley, at the level of the Somadida forest, tree falls and bark beetles are much more numerous to the right of the stream than to the left. In the flat area starting from the right bank of the stream up to the slope, resting on superficial soil and limestone debris, a xeric spruce forest grows; on the other side of the stream, however, the soil is deeper and wetter, and there is an uneven-aged fir forest mixed with beech and maple.

The observations of the superficial organic and organo-mineral horizons of the soil in these two areas allowed us to formulate the hypothesis that the crashes and attacks could also depend on the quality of the humipedon. In the xeric spruce forest area, a Tangel humus system dominates, with an OH organic horizon resting directly on the calcareous detritus; in the mixed fir area the dominant system is instead an Amphi, with an OH horizon that rests on an

organo-mineral A horizon. The presence of the organo-mineral aggregates that make up this A horizon can explain that the soils on which the mixed forest are richer in water and fertile than those of the xeric forest. This fact could perhaps explain the different sensitivity of plants to bark beetle and crashes. New research is needed to validate these initial field observations.

1 INTRODUZIONE

Nell'autunno del 2018, più precisamente nei giorni compresi tra il 26 e il 30 di ottobre, la fascia alpina orientale della nostra penisola fu colpita da un evento catastrofico.

Intense correnti di scirocco potenziate dal passaggio sul Mar Mediterraneo, molto più caldo della media, hanno interessato la zona nord-est dell'Italia, coinvolgendo marginalmente anche Svizzera, Austria e Slovenia (Chirici G et al. 2019).

Il vento, incanalato nelle valli delle nostre montagne ha acquisito una potenza disarmante, toccando picchi di 200 km/h e atterrando molte piante che compongono le foreste dell'arco alpino, provocando un danno inestimabile e assumendo una dimensione internazionale avendo coinvolto boschi e paesaggi dichiarati "Patrimonio dell'Umanità" dall'UNESCO (Chirici G et al. 2019).

In un secondo momento tutto questo legname abbattuto può causare ulteriori problematiche, quali infestazioni da scolitidi, incendi e instabilità dei versanti. In particolare, uno dei fenomeni che maggiormente sta indebolendo a livello fitosanitario le nostre risorse forestali è il bostrico (*Ips typographus*), un coleottero scolitide autoctono che partecipa ai processi degradativi degli individui deperenti di *Picea Abies*, ed è tra i parassiti più temuti in Europa.

Le sue devastanti pullulazioni recenti, dovute all'immensa disponibilità di substrato da attaccare e alle stagioni sempre più calde e miti, favoriscono la loro moltiplicazione, creando inevitabilmente una situazione di allerta.

Gli scenari di cambiamento climatico previsti per la regione alpina potrebbero portare a pullulazioni di bostrico sempre più frequenti a causa sia dell'aumento delle generazioni annuali, sia del conseguente indebolimento fisiologico dell'abete rosso in seguito a periodi di siccità che diventeranno sempre più lunghi e usuali.

Per queste motivazioni è quindi necessario e urgente trovare delle soluzioni di pianificazione selvicolturale a lungo termine per ridurre al minimo il rischio d'infestazione da bostrico.

In questo scritto descrivo le caratteristiche del bostrico nel dettaglio, andando poi ad analizzare le sue attività registrate più nello specifico nella Riserva Naturale Orientata di Somadida, una foresta gestita dallo Stato Italiano dal 1972 in cui è ben visibile l'azione dello scolitide svolta negli ultimi 4 anni.

1.1 Tempesta VAIA

La tempesta VAIA è stata la conseguenza di una perturbazione di origine atlantica, che dal 26 al 30 ottobre si è manifestata sulle regioni del Nord-Est Italia, dalla Lombardia al Friuli Venezia Giulia, interessando in parte anche la Svizzera, l'Austria e la Slovenia.

Questo evento è stato il più impattante tra quelli di cui si abbia memoria nel triveneto, nonostante in Europa negli ultimi 30 anni ce ne siano stati di più importanti a livello di superficie forestale abbattuta; si possono ad esempio ricordare la tempesta Vivian, Lothar e Martin, e Gudrun, perturbazioni molto più distruttive a livello di m³ di legname abbattuto (Grégoire et al., 2015).

A causa di impianti del periodo post-bellico, molte delle strutture selvicolturali erano costituite da boschi monospecifici e per lo più coetanei, aumentando, di conseguenza, la capacità di questa perturbazione di creare danni ingenti. Di fronte ad una intensità tale del vento, causata anche dal sempre più rapido cambiamento climatico, non è possibile definire se altre strategie selvicolturali avrebbero aiutato a mitigare i danni prodotti in queste aree.

In questi giorni nelle regioni italiane le piogge hanno raggiunto valori che vanno dai 700 a oltre 850 mm ed al contempo raffiche di vento con velocità comprese tra i 150 e i 200 km/h.

I boschi colpiti ospitavano con prevalenza conifere soprattutto di abete rosso e bianco, pino silvestre e larice, oltre a latifoglie come il faggio. Inutile dire che questi paesaggi hanno subito un radicale cambiamento temporaneo del paesaggio, il quale ci metterà come minimo un centinaio di anni a ripristinarsi (Gardiner et al., 2013).

1.2 Area colpita e danni

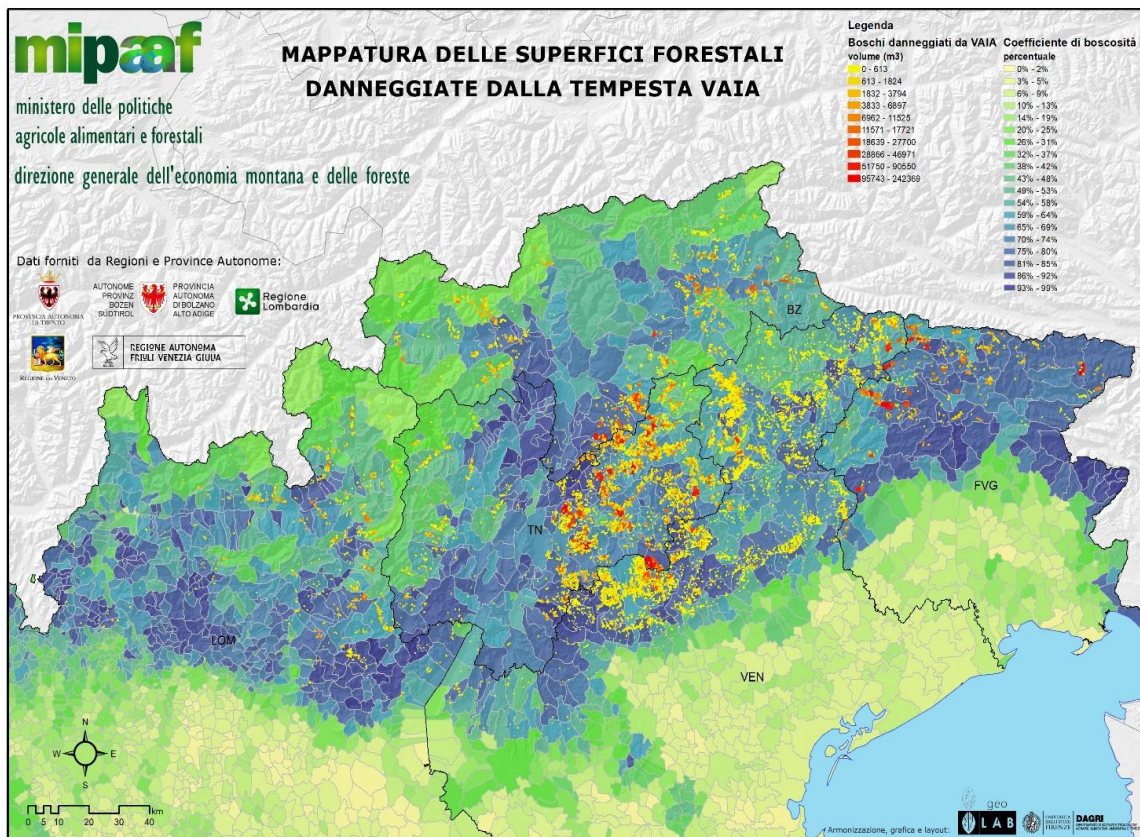


Figura 1: Superfici forestali danneggiate dalla tempesta VAIA (Immagine del MIPAAF, 2020)

Successivamente a questo periodo le regioni e province autonome colpite si sono messe all'opera per stimare il quantitativo di superficie danneggiata e di conseguenza la massa legnosa totale perduta. Come riportato nella figura 1 dal MIPAAF (Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali), le zone colorate tra il giallo e il rosso sono quelle maggiormente toccate dalla perturbazione, con danni maggiori virando verso i colori più scuri.

A livello nazionale la perturbazione si avvicina ai 40 mila ettari di area colpita, con circa 16 milioni di m³ di legname abbattuto, creando un immenso danno economico, oltre a quello paesaggistico. All'interno della nostra regione, questi dati si aggirano tra gli 11 mila ettari di superficie e 7.5 milioni di m³ di legname atterrato.

1.3 Possibili conseguenze future

Con l'aumento di frequenza e intensità dei disturbi, occorrerà tenere in maggiore considerazione anche le interazioni che possono verificarsi tra diversi fattori in successione ad un evento di questo tipo. Le problematiche collegate sono ad esempio gli incendi, i quali durante le stagioni più calde e aride possono trovare un grande quantitativo di legname secco e a terra, facendo aumentare di molto le possibilità di un focolaio (Bottero et al., 2013, Havašová et al., 2017;).

Oppure una problematica altrettanto importante è l'instabilità dei versanti, che essendo privati dell'appartato radicale delle piante vanno a perdere la loro coesione iniziale aumentando la possibilità di frane/colate detritiche che troverebbero una strada aperta per distruggere paesi sottostanti o semplicemente altre zone di bosco. Inoltre, nelle zone nevose in cui questo legname viene esportato dal bosco, durante la stagione invernale ci sarà un'altissima probabilità di valanghe. Per questo ultimo motivo sui versanti in pendenza e a rischio valanghe, dei tronchi vengono lasciati in loco e incastrati tra delle ceppaie ancora utilizzabili per aumentare la resistenza a questi fattori.

Un'altra conseguenza importante, quella che verrà descritta maggiormente in questa tesi, è la pullulazione di insetti, in particolare gli scolitidi, che trovando un quantitativo così abbondante e accessibile di legno morto, aumentano di numero in modo esponenziale.

1.4 Generalità sulla famiglia delle Scolytidae

I coleotteri scolitidi (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) sono una famiglia di insetti che racchiude circa 6000 specie suddivise in oltre 250 generi (Wood & Bright, 1992). Attualmente in Europa e Nord Africa sono note circa 350 specie di scolitidi, di cui oltre 150 presenti in Italia (Abbazzi & Zinetti, 2013).

Gli adulti, morfologicamente assai simili fra le diverse specie, sono di norma poco longevi e difficilmente osservabili all'esterno dell'ospite; le larve di specie diverse invece sono spesso fra loro indistinguibili. Di norma l'unica informazione disponibile è offerta dall'albero ospite e dalla forma dei sistemi riproduttivi, costituiti dall'insieme delle gallerie materne e larvali, che rimangono impresse fra la corteccia e l'alburno oppure nel legno (Faccoli M., 2015).

Gli scolitidi svolgono un ruolo rilevante nelle dinamiche degli ecosistemi forestali, infatti sono particolarmente importanti data la marcata xilofagia mostrata sia dagli adulti che dagli stadi larvali (Balachowsky A., 1949).

La maggior parte delle specie appartenenti a questa famiglia, a seconda delle abitudini alimentari, presenta diversi comportamenti e viene pertanto classificata in floefaga o specie corticicole e xilofaga o specie lignicole.

I primi, conosciuti anche come bark beetles, o coleotteri della corteccia, utilizzano come sostanza trofica e sede di riproduzione i tessuti floematici e il cambio.

Gli adulti penetrano nella corteccia realizzando un foro d'entrata in corrispondenza del quale viene scavata una camera nuziale o vestibolo, in cui vengono deposte le uova. Le larve neonate si fanno strada all'interno delle cavità costruite dalla madre per poi deviare scavando gallerie laterali che si diramano verso l'esterno. Il diametro di queste gallerie aumenta all'aumentare delle loro dimensioni. Arrivate alla maturità le larve scavano la camera pupale dove si conclude la loro metamorfosi. L'insieme delle gallerie materne e larvali è chiamato "sistema riproduttivo" che a seconda delle specie può avere forme diverse (Faccoli M., 2015).

I nuovi adulti rimangono sotto corteccia per un breve periodo di alimentazione, indispensabile per la maturazione sessuale. Le specie poligame utilizzano come sostanza trofica il substrato in cui si sono sviluppate, principalmente resti di floema risparmiati dalle larve, alterando lo schema originale del sistema riproduttivo. Le specie monogame al contrario si spostano alla ricerca di substrati più freschi. Al momento della riproduzione gli individui maschi delle specie

poligame entrano per primi nell'ospite e più tardi sono raggiunti dalle femmine. Nelle specie monogame avviene il contrario.

Gli xilematici hanno instaurato complesse simbiosi con i funghi utilizzati come integratori trofici, per questo motivo gli scolitidi lignicoli vengono definiti più correttamente xilomicetofagi (conosciuti meglio come ambrosia beetles) e riescono a svilupparsi nei tessuti legnosi più interni e molto poveri di sostanze nutritive (Balachowsky A., 1949).

Le femmine scavano nel legno lunghe e profonde gallerie che si ramificano e si accrescono a formare delle camere in cui depongono le uova. Le larve si nutrono dei funghi simbiotici che trovano nei tessuti conduttori e introdotti dalla madre nell'ospite. Concluso lo sviluppo larvale i nuovi adulti emergono dal sistema riproduttivo ripercorrendo a ritroso le gallerie. Così facendo si nutrono del micelio fungino che permette loro di completare la maturazione delle gonadi e s'imbrattano delle spore che poi trasporteranno in un nuovo albero ospite (Faccoli M., 2015).

Fra le specie floefaghe, l'*Ips typographus* è lo scolitide che più si è sviluppato nella regione alpina italiana nel periodo post VAIA, attaccando i popolamenti di abete rosso, causando ingenti danni.

Le dannose pullulazioni del bostrico tipografo, nome comune *Ips typographus*, oltre a procurare severe conseguenze economiche, possono causare cambiamenti radicali nei ritmi e nella composizione delle foreste (Faccoli M., 2000).

2 Ips typographus

2.1 Generalità sul bostrico

2.1.1 Morfologia

Il bostrico tipografo, o bostrico dell'abete rosso (*Ips typographus* L.) è un insetto dell'ordine dei coleotteri, famiglia degli scolitidi. L'adulto è lungo 4,0-5,0 mm e sono 2,5 volte più lunghi della loro larghezza (Douglas et al., 2019). Il corpo è di forma cilindrica, di colorazione bruno-nerastra con sfumature giallastre per la presenza di peluria concentrata sul corpo. La parte posteriore delle elitre, ovvero le ali posteriori indurite tipiche dei coleotteri, presenta frequentemente un'accentuata declività fornita di piccole cuspidi. Entrambi i sessi hanno quattro cuspidi su ciascun lato delle elitre declive, la terza è la più grande. La superficie dell'elitra è opaca e finemente punteggiata.

Le antenne sono genicolate e clavate, sono relativamente corte ma hanno uno scapo ben distinto.

Il suo apparato boccale è di tipo masticatore caratterizzato da due robuste mandibole che gli permettono di utilizzare i substrati lignei.

Le larve sono biancastre con capo arancione, prive di zampe, lunghe circa 5 mm prima dell'impupamento; le pupe sono di colore bianco ceruleo, di lunghezza prossima ai 4 mm (Faccoli M, 2015).

2.1.2 Distribuzione nella regione Veneto

L'enorme quantità di materiale legnoso a terra, presente a seguito della tempesta VAIA del 2018, ha contribuito all'incremento esponenziale della popolazione di *Ips typographus*, la quale è passata facilmente da una fase endemica ad una epidemica, trovando negli alberi abbattuti con apparato radicale ancora

parzialmente infisso nel terreno e comunque con corteccia non ancora seccata, una condizione ideale di nutrimento su cui accrescersi e moltiplicarsi.

Già nel corso del 2020 si sono manifestati i primi importanti attacchi su piante in piedi, aumentati poi in maniera esponenziale nel 2021, con evidenti nuclei di abeti con chioma arrossata, quale effetto dell'attacco.

Uno dei punti cardine delle strategie di rilevamento del bostrico prevede l'attività di monitoraggio fitosanitario, prontamente attivata a seguito degli schianti dalle strutture regionali in collaborazione con il dipartimento DAFNAE dell'Università di Padova; questo ha permesso di rilevare le dinamiche dell'infestazione, in termini di intensità ed estensione. Una prima indicazione è data dal monitoraggio della distribuzione di questa famiglia di scolitidi tramite catture con trappole attivate a feromoni.

Il monitoraggio del 2021 ha evidenziato una sensibile crescita delle popolazioni di *Ips typographus*, rispetto al 2020 dove già si era notato un cospicuo aumento della popolazione, con livelli medi di cattura nelle prime settimane già pari a quanto normalmente viene osservato nel corso di un intero anno e catture medie per trappola, ben oltre il valore di allerta, stimato in 7-8000 insetti/trappola durante la stagione (Dati della Regione Veneto, 2021).

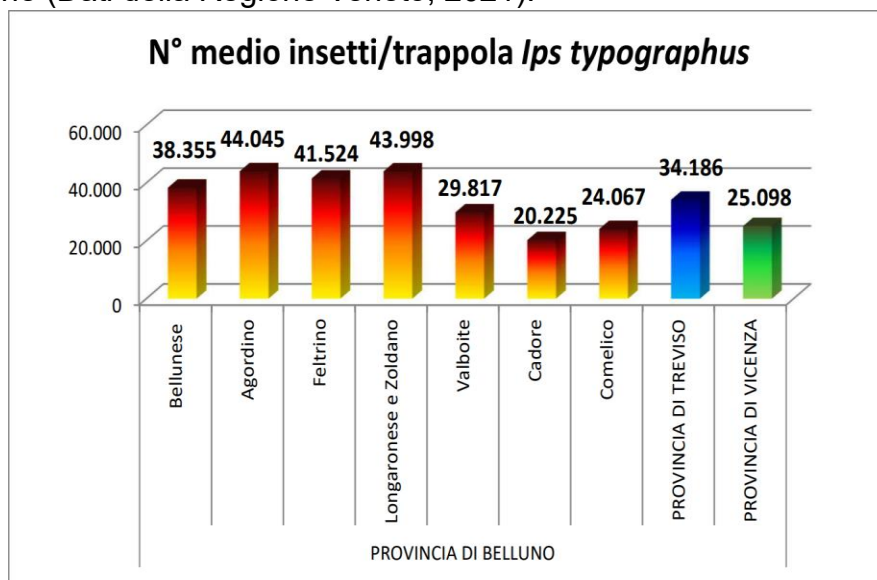


Figura 2: N° medio insetti/trappola (Immagine da Strategia Regionale per il contrasto del bostrico, 2021)

In seguito all'individuazione cartografica delle trappole e tramite l'elaborazione di immagini satellitari, queste ultime redatte tramite l'individuazione di aree "rosse" dei boschi riconducibili a zone bostricate, hanno avuto una georeferenziazione, in modo tale da avere una mappatura precisa delle zone danneggiate.

Il monitoraggio delle aree colpite mediante immagini satellitari, circoscritto principalmente ai territori in provincia di Belluno e dell'Altopiano di Asiago, considerati prioritari, ha consentito di stimare che nell'anno 2020 le superfici colpite rilevate ammontavano a circa 153 ha, mentre nel 2021 la superficie complessivamente colpita è aumentata a 975 ha, di cui oltre il 50% è concentrata nella vallata agordina. Nel bellunese, il problema maggiore è quello dell'esbosco, infatti per circa il 56% delle aree bostricate l'esbosco risulterebbe fattibile tramite fune entro 380 m dalla strada, mentre il 25% delle aree sono situate in zone non esboscabili (Dati Regione Veneto, 2021).

2.1.3 Ciclo biologico

In relazione all'andamento climatico locale il bostrico inizia il suo ciclo riproduttivo a primavera avanzata, quando la temperatura si aggira intorno ai 18°C.

I maschi realizzano una "camera nuziale" sotto la corteccia degli alberi ospiti, nella quale mediante l'emissione di feromoni attraggono più di una femmina; queste ultime dopo l'accoppiamento scavano gallerie floematiche longitudinali che dipartono dalla camera nuziale e in ciascuna delle quali depongono una cinquantina di uova. La fase di deposizione può richiedere anche tre settimane di tempo. Le larve si nutrono di floema, scavando ulteriori gallerie (sempre sotto la corteccia) che si diramano ortogonalmente da quella materna di partenza, dando origine ai caratteristici sistemi che conferiscono al bostrico l'appellativo di tipografo (Faccoli M., 2009).

Arrivata a maturazione la larva si impupa al termine della galleria larvale. I giovani adulti, una volta sfarfallati, continuano a nutrirsi del floema per un certo tempo al

fine di raggiungere la maturazione sessuale, uscendo dalla corteccia attraverso dei fori di sfarfallamento di circa 2 mm. Nell'Europa centro-settentrionale si registra usualmente una generazione all'anno, mentre alle nostre latitudini e a quote inferiori a 1400 m sono frequenti almeno due generazioni all'anno. Se la seconda non riesce a maturare prima dell'arrivo dell'inverno, può terminare il processo la primavera seguente; anche gli adulti svernano sotto la corteccia. Indicativamente nell'orizzonte montano, lo sfarfallamento avviene nei mesi di maggio ed agosto, mentre a quote inferiori è più precoce (Faccoli M., 2015).



Figura 3: Ciclo di sviluppo possibile a 800 m s.l.m. di *Ips typographus* (Immagine da Linee guida regionali per contrasto del bostrico, 2021)

2.1.4 Rapporto con l'ospite

L'ospite prediletto dal bostrico è l'abete rosso (*Picea abies*), i cui popolamenti vengono messi in pericolo da questo insetto. In rari casi può colpire altre specie, quali il larice, l'abete bianco e il pino silvestre. Gli aghi delle piante colpite si seccano iniziando dai cimali e scendendo lungo tutta l'altezza, diventando giallognoli e quindi rossiccio-marroncini, per poi cadere nel giro di alcune settimane, conferendo alle porzioni di bosco attaccate dal parassita una

connotazione facilmente distinguibile a colpo d'occhio, soprattutto in fase avanzata.

La presenza del bostrico tipografo può inoltre essere rilevata da rosura rossastra depositata negli interstizi corticali ovvero dalla presenza dei fori di sfarfallamento sulla pianta ospite, dal sollevamento di placche di corteccia facilmente rimovibili e da una visibile defogliazione di chiome ancora verdi (riscontrabile in particolare nel periodo agosto-settembre) (Faccoli M., 2009).

In fase precoce, le manifestazioni sono riscontrabili nei fori di ingresso se sono presenti nella parte inferiore dell'albero e quindi osservabili, oppure da un'anomala caduta di aghi sotto la chioma delle piante colpite.

Normalmente l'*Ips typographus* attacca e si riproduce su alberi indeboliti o già morti, tipicamente alberi schiantati o tronchi tagliati ma con corteccia ancora fresca (Faccoli M., 2000). Nel corso di importanti attacchi possono essere colpiti anche alberi sani e in casi più gravi, come in una situazione post-VAIA in cui trovano una condizione del popolamento anomala e in condizioni ottimali per la propria riproduzione, l'insetto può portare alla morte intere foreste.

Ai disturbi e alle condizioni di stress tipicamente note, negli ultimi anni si è aggiunto il fattore legato al cambiamento climatico, che favorisce condizioni di stress idrico prolungato per popolamenti inferiori all'areale di distribuzione, favorendo allo stesso tempo uno sviluppo più veloce un maggior numero di generazioni.

2.1.5 Simbiosi o specie satellite

Il bostrico crea delle simbiosi con dei funghi appartenenti al genere *Ophiostoma*, i quali si diffondono in corrispondenza dell'alburno. Questi si diffondono all'interno delle gallerie, penetrando nel legno e modificandone il colore, creando delle tonalità blu/azzurre. Dal punto di vista commerciale porta ad un inevitabile deprezzamento del legname, cosa che non succede se l'albero attaccato dal bostrico viene esboscato e scortecciato in tempi brevi dall'attacco.

Tra le specie satellite che possono essere accompagnate all'*Ips typographus* si trovano il *Pityogenes chalcographus* che presenta una biologia simile e può causare altrettanti danni significativi e lo scoltide lignicolo *Trypodendron lineatum* che invece causa danni tecnologici al legname (Douglas et al., 2019).

2.2 Possibilità di controllo di *Ips typographus*

Come ho spiegato precedentemente, una diffusione così immediata e incontrollabile di questo parassita è data principalmente dal quantitativo di substrato utile che era a disposizione negli anni dopo l'evento verificatosi nell'ottobre del 2018.

Nonostante questo il bostrico poteva essere gestito e controllato in una maniera più efficace riuscendo ad esportare dalle foreste colpite tutto il materiale abbattuto in tempistiche brevi. In questo modo si sarebbe evitata una situazione epidemica come questa.

Il problema sta nel fatto che le foreste delle nostre vallate si trovano in posti fantastici sotto l'aspetto paesaggistico, ma allo stesso tempo molto ostici sotto l'aspetto logistico e del loro raggiungimento.

Infatti ancora oggi c'è molto materiale da esboscare per eliminare completamente la fonte del danno, ma si sta cercando di contenere gli effetti negativi entro limiti non catastrofici.

Per questo motivo il controllo del bostrico viene attuato attraverso la cosiddetta lotta integrata. Questa consiste in una serie di interventi organici che prevedono il monitoraggio delle popolazioni di insetti, l'uso di trappole o di alberi esca e interventi di selvicoltura mirata.

Sotto questo aspetto di controllo hanno contribuito vari enti tra cui l'Università di Padova, Veneto Agricoltura, e diverse strutture regionali competenti in materia di foreste e difesa fitosanitaria.

2.2.1 Tecniche di monitoraggio

Le due tecniche di monitoraggio principali utilizzate per il rilevamento del bostrico sono le trappole a feromoni e gli alberi "esca".

La campagna di controllo tramite le trappole è iniziata nel 2019, tappezzando la regione in modo tale da individuare i punti critici e a maggiore rischio. Una trappola consente di attirare e catturare un numero più cospicuo possibile di individui adulti in fase di volo, soprattutto in situazioni di forte pullulazione, tuttavia questa ha una scarsa efficacia nel contenimento dell'epidemia.

Il conteggio periodico degli individui consente di verificare quando viene superata la soglia di attenzione e il confronto tra le catture primaverili e autunnali permette di fare proiezioni sull'andamento potenziale della pullulazione.

Le trappole vengono attivate entro il mese di aprile e periodicamente controllate e svuotate ogni 10 giorni fino al termine del mese di agosto. Alla fine di giugno, due mesi dopo l'attivazione, si provvede alla sostituzione dei feromoni.

Catture medie annuali di bostrico tipografo superiori a 7000 insetti/trappola, in peccete montane a struttura monopiana, a densità elevata, determinano

condizioni di elevata criticità. In questi casi si arriva in poco tempo (2-3 anni) alla perdita della copertura forestale su superfici anche molto estese, con conseguenti rischi sulla stabilità del suolo su pendici particolarmente pendenti.

La tecnica dei tronchi esca invece è un metodo molto meno preciso, che consiste nel posizionare in diversi punti all'interno della foresta dei tronchi sani, abbattuti di recente e resi maggiormente attrattivi con feromoni, i quali possono essere una buona esca per il richiamo di numerosi individui. Dopo circa un mese questi tronchi vengono esboscati e privati della corteccia.

In questo modo, anche se molto meno preciso rispetto alle trappole, si potrà verificare quanto forte e veloce è la riproduzione di questo scolitide, valutando i migliori metodi per il suo contrasto ed eliminandone una piccola parte dal bosco.

Un altro metodo per verificare l'avanzamento del bostrico in foresta è l'individuazione tramite immagini satellitari o droni di nuclei vegetativi con la tipica colorazione rossiccia, sintomo dell'attacco. In questo modo saranno chiari i punti di intervento per cercare di salvaguardare le aree ancora sane.

2.2.2 Interventi di contrasto

Interventi di prevenzione e contrasto possono aiutare a creare una situazione di contenimento del bostrico, creandogli meno possibilità per riprodursi e quindi salvaguardare maggiormente la foresta.

La prevenzione si basa sul mantenimento del soprassuolo in buone condizioni fisiologiche attraverso una gestione oculata e programmata che preveda anche interventi di miglioramento forestale, come i diradamenti. Tali azioni giovano allo status generale del soprassuolo rendendolo meno suscettibile all'attacco dei patogeni. Gli alberi da asportare possono comprendere anche piante non ancora colpite ma potenziali ospiti dell'insetto (alberi indeboliti), soprattutto nelle situazioni di schianti da vento e danni da fuoco. Tuttavia, un recente studio (Dobor et al., 2020) afferma che a meno di non riuscire a rimuovere il 95% dei tronchi

schiantati, la bonifica degli schianti non riduce significativamente il rischio di attacco da coleotteri scolitidi, e anzi incide negativamente sul bilancio del carbonio stoccato nell'ecosistema.

Il bostrico tipografo compie quasi interamente il suo ciclo vitale sottocorteccia e il tempo a disposizione per agire al suo contrasto si riduce infatti a pochi giorni nei quali gli adulti sfarfallano in cerca di nuovi substrati da colonizzare.

L'intervento principale su cui si basa il controllo è rappresentato dai tagli fitosanitari, ovvero l'insieme delle azioni finalizzate alla repentina distruzione di tutto il materiale recentemente infestato. Tali azioni consistono semplicemente nello scortecciamento e rimozione di qualsiasi albero infestato dalle larve dello scolitide prima che queste possano trasformarsi in adulti.

Anche le trappole e gli alberi esca possono venire utilizzate come plus per combattere queste pullulazioni di *Ips typographus*, agendo in modo diretto sugli insetti ed eliminandone una piccola parte. Ovviamente, se nemmeno un'ottimale gestione della foresta riesce ad abbattere completamente questo parassita, le ultime due soluzioni servono solo in casi estremi per cercare di diminuire di qualche migliaio questi insetti.

3 Riserva Naturale di Somadida (BL) e humipedon

La Riserva Naturale Orientata di Somadida, istituita con D.M. il 29 marzo 1972, si estende per circa 1676 ha ed è situata nella parte mediana e sommitale della Valle dell'Ansiei, interamente in comune di Auronzo di Cadore, tra la quota minima di 1100 m s.l.m. e la massima di 3005 m s.l.m. lungo la cresta delle Tre Sorelle, nel gruppo del Sorapis.

La foresta, che è il nucleo centrale, occupa il fondovalle ed i primi versanti in destra idrografica in località Palus San Marco interessando, nella parte più elevata, il gruppo delle Marmarole e, in parte minore, anche quello del Sorapis. La parte più frequentata ed accessibile, su cui verterà anche il Piano di Gestione futuro, è di circa 220 ha. A far da cornice a questa antica foresta, definita in passato "Vizza di San Marco", le maestose vette delle Marmarole e del Sorapis, formazioni separate dalla splendida valle di San Vito, sopra cui erge isolato il famoso "Corno del Doge".

Il greto del Torrente Ansiei, che nasce come emissario del lago di Misurina e scende verso Auronzo di Cadore, segna il confine settentrionale del territorio considerato ed accoglie torrenti secondari e impluvi laterali tra i quali è certamente il più importante il Rio di San Vito, che scende dall'omonima valle e rappresenta il cuore della riserva. Non vi sono laghi o bacini ad essi assimilabili.

Nella zona pianeggiante della riserva, dove insiste la foresta, vi sono alcune stradine che permettono di percorrerne una gran parte, e favoriscono l'accesso dei visitatori nell'area protetta, mentre i ripidi versanti e l'area sommitale sono percorsi da sentieri impegnativi e faticosi frequentati, nel periodo estivo, da pochi escursionisti ed appassionati.

Il clima della foresta di Somadida, secondo la classificazione di Koppen, ricade nella fascia climatica temperata fredda tra i 1100 m e i 1800 m, nella fascia fredda tra i 1800 m e i 2400m, per raggiungere la fascia del gelo perenne oltre i 2500-2600 m.

La pluviometria è caratterizzata da cumuli annui che oscillano tra 1000 e 2000 mm e che risentono, in modo sensibile, dell'effetto endoalpino causato dalla presenza di elevati rilievi montuosi.

L'analisi termica territoriale, fatta sulla base dei dati rilevati presso le stazioni di Auronzo (849 m) e Misurina (1743 m) evidenzia che le temperature medie annue all'interno dell'area variano tra i 6°C del fondovalle e i -2°C delle cime più alte. Come è stato rilevato nell'ultimo periodo, recenti studi hanno evidenziato come questi dati siano in aumento di 1,5-2°C nei prossimi anni in tutte le stagioni tranne l'autunno, stagione in cui l'incremento è stato più contenuto.

3.1 Storia della Riserva

Dal 1420 il Cadore fu guidato da Venezia, a cui il 2 luglio 1463 il Consiglio della Magnifica Comunità Cadorina donò con atto scritto la foresta di Somadida, che era considerata il miglior bosco della regione. La Magnifica Comunità Cadorina è tutt'ora un'organizzazione funzionante composta dalle famiglie che popolano queste vallate da più di 100 anni, le quali gestiscono nel migliore dei modi i boschi della zona garantendone una notevole autonomia amministrativa.

Nei 3 secoli successivi Somadida fu una piccola miniera d'oro per la Serenissima, perché la Comunità Cadorina si impegnò a far giungere, a sue spese, gli alberi migliori fino alla Casa dell'Arsenale di Venezia; Auronzo li tagliava e li concentrava a Schiavina, presso il confine orientale della foresta, da qui, non appena la stagione propizia lo permetteva, con una serie di passaggi i tronchi venivano fatti fluire sino a Venezia.

La ferrea disciplina di tutela che venne imposta sulla foresta, al fine di poter ricavare le "antenne" delle navi, permise la sua ottima conservazione.

Caduta la Repubblica Veneta nel 1797 il possesso della foresta passò all'autorità francese che, si dice, la depredò. Dal 1814 la foresta di Somadida entrò a far parte del demanio del Regno Longobardo-Veneto e rimase sotto

l'amministrazione austriaca fino al 1866; quindi con il ritorno delle terre venete al Regno d'Italia, divenne proprietà dello Stato Italiano che la dichiarò inalienabile.

In epoca veneziana le utilizzazioni della foresta furono sempre molto prudenti, ma durante la dominazione francese furono eccessive, in alcuni casi anche vandaliche. L'amministrazione forestale austriaca riprese a tagliare con estrema moderazione e così quella italiana, fino alla Prima Guerra Mondiale, durante la quale il fabbisogno di legname del vicino fronte impose notevoli utilizzazioni.

La Riserva Naturale Orientata di Somadida venne istituita ufficialmente con il D.M. del 29 marzo 1972 e attualmente rientra tra le 130 Riserve Naturali Statali affidate al Corpo Forestale dello Stato.

3.2 Danni provocati dal bostrico

La Riserva Naturale di Somadida è stata una delle zone in regione più colpite dal bostrico nel periodo post-VAIA e tutt'ora la conta dei danni non si è fermata. Si dice infatti che questa foresta insieme a quella di Val Visdende in Comelico Superiore siano le zone d'origine dell'epidemia da *Ips typographus*, da cui poi si è espanso nel resto della penisola settentrionale.

In queste zone il bostrico ha trovato vita facile per la presenza di popolamenti monospecifici di abete rosso e per la quasi completa coetaneità del bosco, fattori che giovano molto la sua proliferazione. Oltre alle condizioni climatiche, tra i fattori del popolamento forestale, la diversificazione della composizione e della struttura possono influenzare l'andamento degli attacchi. Le foreste pluristratificate, ricche di alberi di specie diverse e di diversa età, con una buona componente arbustiva del sottobosco, favoriscono la presenza di insetti antagonisti dei fitofagi, nonché di altri predatori quali uccelli e piccoli mammiferi. Un'altra caratteristica da considerare è la densità del popolamento: nei boschi troppo densi, soprattutto se coetaneiformi e monospecifici, la concorrenza tra le piante per l'acqua, i nutrienti del suolo e la luce può essere molto forte con la

conseguenza di una riduzione nella produzione di carboidrati utilizzabili per mettere in atto i meccanismi di difesa naturale delle piante alle avversità.

Successivamente a dei fenomeni ventosi così potenti come VAIA e all'abbattimento di un numero così importante di piante, è quasi inevitabile che si diffonda questo tipo di scoltide, soprattutto se non vengono prese immediatamente una serie di precauzioni, come la scortecciatura e la rimozione delle specie cadute e di tutto il possibile materiale riproduttivo prima che la nuova generazione di adulti sfarfalli. La mancata asportazione del materiale a terra molto probabilmente farà sì che questi organismi fitofagi vadano ad attaccare anche alberi vivi nelle zone circostanti per un fattore che varia da 0,4 a 5,3 volte il numero di alberi schiantati dal vento.

Solamente l'anno scorso sono iniziati i lavori di esbosco del materiale caduto e morto nella Riserva, quindi ben 4 anni dopo il 2018, per tre principali motivi: Innanzi tutto per la straordinarietà e tempestività dell'evento VAIA che ha colto tutti impreparati; per la struttura e composizione del terreno, infatti all'interno di Somadida è difficile trovare delle zone pianeggianti e facilmente raggiungibili da mezzi pesanti per l'esbosco massivo; e infine per l'organizzazione a cui è sottoposta quest'area, essendo una Riserva Naturale Orientata ogni tipologia di intervento deve essere analizzato ed approvato dall'organo di gestione e sorveglianza che si trova a Vittorio Veneto, rendendo impossibile la fattura in tempi brevi di ogni procedura extra-ordinaria.

3.2.1 Avanzamento del bostrico in Foresta

Essendo una Riserva Naturale, a livello economico questa situazione non arreca particolari danni diretti, mentre a livello paesaggistico e culturale il Cadore ne risentirà parecchio negli anni a venire, perdendo un pezzo importante della sua identità.

Rispetto a cinque anni fa, oggi si può notare come il popolamento sia stato colpito quasi completamente, tralasciando alcuni nuclei ancora verdi che senza grossi dubbi nei prossimi anni andranno a deperire essendoci ancora molte piante malate a terra.

L'effetto del bostrico è stato disarmante, lasciando anche gli stessi forestali "custodi" della Riserva increduli vedendo l'avanzare delle piante malate e la loro quasi nulla possibilità di azione.



Figura 4: Situazione in Riserva nel 2019 (foto di Zanella D.)

Questa foto scattata con il drone nel 2019, quindi subito dopo la tempesta VAIA, è la dimostrazione delle "buone" condizioni in cui si trovava la foresta nonostante il passaggio della tempesta pochi mesi prima, estremamente rigogliosa e ben strutturata, con una popolazione di abete rosso monoplana e quasi completamente coetanea. Nell'immagine si può notare una parte di riserva, compresa nell'area alla destra orografica del torrente Ansiei, che si sviluppa verso il comune di Auronzo di Cadore, mentre alle spalle dell'obiettivo si trova il famoso Corno del Doge sul confine con il comune di San Vito di Cadore.

Solamente 4 anni dopo si può notare come si è diffuso e sviluppato a vista d'occhio il bostrico tipografo, portando alla morte migliaia di individui di Picea

abies reputati nel loro habitat ideale e in perfette condizioni di sviluppo, quindi di norma difficilmente attaccabili.

Analizzando la situazione in modo costante è evidente l'accelerazione che ha avuto lo scoltide negli ultimi 2 anni. L'immagine seguente è stata scattata nel mese di luglio del 2021, a quasi 3 anni dalla tempesta, e come si può notare la riserva è apparentemente ancora in salute, con la sola presenza di qualche raro individuo secco e malato, conseguenza dell'attacco dei primi alberi sicuramente deperenti e già in condizioni critiche.



Figura 5: Situazione in Riserva nel 2021 (foto di Zanella D.)

In un modo del tutto imprevedibile questo scoltide ha prima attaccato le piante abbattute dalla tempesta per poi spostarsi su individui ancora in piedi ma deboli, quindi poveri di sostanze chimiche utili per allontanare gli insetti. Arrivati a questo punto si sono iniziati ad intravedere nel bosco alberi con la caratteristica colorazione rossastra degli aghi, chiaro sintomo della malattia e vicina morte.

Le condizioni climatiche tra l'inverno del 2021 e l'estate del 2022 hanno indubbiamente favorito il propagarsi del bostrico, con temperature sopra la media anche di 2°C, portandolo ad avere due cicli riproduttivi l'anno.

Davanti ad una pullulazione così importante è stato inevitabile lo spostamento degli scolitidi su piante ancora vive e completamente in salute, avendo esaurito il substrato morto a terra. In primavera il loro sviluppo è stato esponenziale, portando la foresta in una condizione di allerta e potendo osservare in modo chiaro come nelle zone in cui erano presenti dei singoli individui malati, ora ci sia un intero nucleo di piante attaccate. Mentre le piante colpite negli anni precedenti iniziano a spogliarsi degli aghi e a perdere intere placche di corteccia.



Figura 6: Situazione in Riserva nell'agosto 2022 (foto di Zanella D.)

Arrivando allo stato attuale della Riserva in cui è chiaro come ormai la quasi totalità della superficie è stata danneggiata, con la presenza di un numero molto elevato di larve nel periodo primaverile di aprile, maggio e giugno, pronte a maturare e sfarfallare all'esterno dell'ospite per colpire negli anni futuri i pochi individui sani rimasti.

Secondo i forestali occupati in Riserva, le fotografie che verranno scattate alla fine di questa estate per analizzare l'avanzamento dello scoltide saranno cruciali per capire se sarà possibile salvare qualche piccola area della foresta.



Figura 7: Situazione in Riserva a marzo 2023 (foto di Zanella D.). Su questa foto si vede chiaramente che il fiume Ansiei taglia in due l'area: sul lato destro del fiume, a sinistra della valle, gli alberi ammalati sono molto più numerosi che sul lato opposto.

3.2.2 Inizio lavori di esbosco

Con l'arrivo del 2023 sono potuti iniziare i progetti di taglio ed esbosco approvati dall'Ente direttivo di Vittorio Veneto che gestisce la foresta, il quale ha incaricato diverse ditte boschive cadorine di svolgere queste mansioni (Figura 8).

Questo però non sarà un compito facile da portare a termine, o per lo meno non in tempi brevi, perché le regole imposte nella Riserva obbligano gli operatori ad effettuare l'abbattimento e il trasporto del legname con la massima cautela e rispetto dell'area. Sono costretti ad abbattere con la motosega ogni singolo esemplare, scortecciarlo ed esboscarne pochi alla volta nel più vicino piazzale di deposito, attraverso l'utilizzo di un piccolo trattore forestale per evitare che il terreno risenta dei continui passaggi.



Figura 8: Operazioni di esbosco in opera (aprile 2023)

Tutte queste operazioni potrebbero essere svolte con estrema velocità attraverso l'utilizzo di un harvester, oppure un forwarder per poter caricare e trasportare un numero di piante nettamente maggiore, facilitando in questo modo tutte le mansioni. Non essendo dei metodi di esbosco usuali per queste zone, la mancanza dei macchinari adeguati da parte delle ditte boschive incaricate e le regole stringenti della Riserva fanno sì che queste operazioni necessitino di tempistiche parecchio lunghe.

3.3 Rilevamento del profilo del suolo

Esaminando il bosco anche al di fuori della Riserva e osservando le foto rilevate dal drone, ho notato che l'area interessata maggiormente dall'attacco del bostrico è proprio quella all'interno della foresta di Somadida, mentre nelle zone circostanti gli attacchi non sono così numerosi e sviluppati.

Discutendo con il professore abbiamo pensato di analizzare i profili del terreno al di sotto di piante sane e malate, dove gli attacchi sono particolarmente spinti, per osservare se fossero visibili delle differenze a livello del suolo che portassero questi coleotteri a preferire alcune piante rispetto ad altre.

Innanzitutto il suolo è composto da strati diversi per colore, tessitura e struttura chiamati orizzonti, i quali rendono il terreno classificabile e distinguibile a seconda delle varie zone in cui si è sviluppato.

Perciò attraverso l'utilizzo di una semplice vanga ho scavato ai piedi di diverse piante, malate e non, per circa 40-50 cm di profondità, cercando di avvicinarmi il più possibile all'orizzonte minerale per poter osservare in completezza la distribuzione e lo spessore degli strati precedenti. Avendo un apparato radicale fascicolato, l'abete rosso non raggiunge profondità esagerate, quindi grazie a queste buche sono stato in grado di osservare buona parte della fascia di suolo in cui si sviluppano le radici e di conseguenza la diversità di sostanze nutritive prevalenti al di sotto dei vari esemplari di picea.

Sulla base degli scavi effettuati, ho distinto i principali orizzonti e tipologie di condizioni distinguibili in corrispondenza della velocità e capacità di degradazione della lettiera: l'orizzonte OH, uno strato organico molto leggero, formato da resti organici umificati più o meno scomposti, molto umido, creato dalla decomposizione del materiale vegetale in superficie frammisto a dei residui. Se presente in quantità elevate, questo orizzonte testimonia una condizione non ottimale di crescita per le piante nei boschi di conifere, creando un ambiente acido e privo di fauna utile alla degradazione dei resti vegetali. Si trova in superficie con una colorazione molto scura.

Lo strato con una buona presenza di legno e materiale organico ancora in decomposizione, in cui si vedono chiaramente zone rossicce con materiale legnoso solo parzialmente decomposto e residui vegetali. In questa zona possiamo distinguere aree più ricche di legno ancora intatto e misto al terreno, oppure zone più decomposte ma con una buona presenza di materiale organico.

Infine troviamo le zone di passaggio dei lombrichi (orizzonte A), i quali mangiano e ripuliscono il terreno, creando dei grumi ricchi di elementi minerali per le piante, perfettamente scomposti e assimilabili dalle radici. Questo tipo di terreno è molto compatto e malleabile, simile ad argilla, e si trova spesso negli strati inferiori, ma anche più in superficie se l'attività della pedofauna è alta (Figura 9).

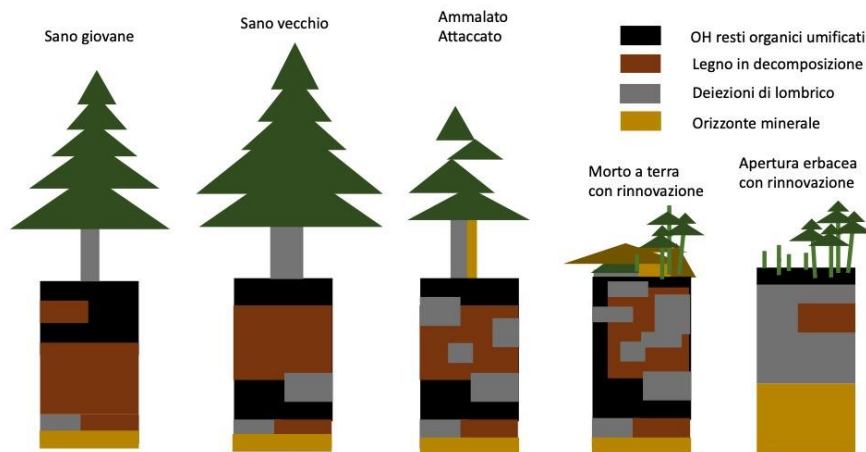


Figura 9: Schema del terreno sottostante le diverse realtà in foresta (Zampedri et al. 2023)

Più nello specifico il profilo del terreno è suddiviso in 3 aree ben distinte tra loro: l'Humipedon, che rappresenta il profilo dell'humus più superficiale e la parte più attiva del suolo, quindi quella maggiormente dipendente dagli esseri viventi; il Copedon si trova nella zona intermedia, composto da orizzonti minerali, i quali però non sono presenti nelle realtà analizzate a Somadida; infine il Lithopedon che è costituito dall'orizzonte della roccia frammentata ancora penetrabile da animali e radici, sovrastante a quello della roccia dura che si trova alla base di ogni profilo (Figura 10).

AERATED SOILS

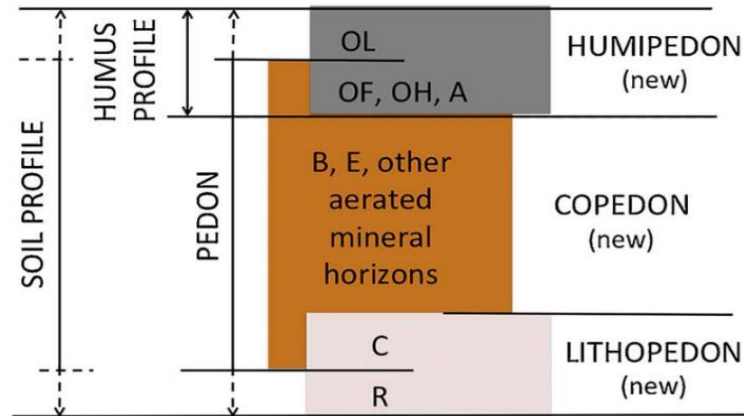


Figura 10: Suddivisione del profilo del suolo (Zanella et al. 2018a)

Io mi sono interessato maggiormente alla zona riguardante l'humus, quella più superficiale. A sua volta questo orizzonte può essere distinto in 3 diversi casi sulla base della presenza e dello spessore degli orizzonti OH e A (Zanella et al. 2018b; Zanella et al. 2018c): il Tangel è un terreno composto da un OH molto importante, che si va ad appoggiare su un sottile A oppure direttamente sull'orizzonte minerale C; l'Amphi è un terreno intermedio e bilanciato in cui si trova un OH e un A molto simili di spessore; il Mull è una condizione molto buona per la crescita delle piante in cui abbiamo un solo strato A che si appoggia direttamente sul C, condizione di una forte attività di degradazione dei resti vegetali.

3.3.1 Profilo sotto piante sane

A distanza di 5 anni da VAIA e dall'inizio della pullulazione del bostrico non è stato così semplice trovare dei nuclei di piante di abete rosso completamente sane in Riserva.

La foto seguente (Figura 11) mostra una zona ancora intoccata dal bostrico su un tratto pianeggiante, in cui sono riuscito facilmente a scavare una buca nel terreno, il quale era umido e fresco.



Figura 11: Nucleo sano di Picea abies

Quest'area era molto umida, spaziosa, dove la luce solare riusciva a raggiungere il terreno molto facilmente. Anche grazie a queste caratteristiche ho trovato un suolo di tipo Amphi, ben stratificato, ottimale per lo sviluppo della rinnovazione e per il mantenimento degli esemplari presenti (Figura 12).



Figura 12: Profilo del terreno sotto pianta sana

Dalla foto si può notare chiaramente come nei primi 50 cm di suolo ci siano due tipologie di terreno ben distinte: nei primi 20 cm circa si trova uno strato OH molto bagnato, misto a aghi di abete ancora da decomporre, in cui l'azione della pedofauna deve ancora lavorare per rendere il terreno ricco di sostanze.

L'OH poi si appoggia direttamente su un orizzonte A, ben visibile per la sua colorazione più chiara, dove i lombrichi sono riusciti a produrre sostanze minerali utili degradando completamente i residui vegetali.

Ovviamente non in tutte le zone con piante sane è sicuro trovare un terreno ideale e così propenso allo sviluppo della rinnovazione. Infatti, come si può vedere chiaramente in Figura 13, nonostante le piante siano resistenti sia a VAIA che all'attacco del bostrico, il terreno non è dei migliori. In quest'area secca e priva di rinnovazione ho trovato un Tangel, costituito da una abbondante lettiera superficiale e uno spesso strato OH, il quale appoggia direttamente sull'orizzonte minerale C.



Figura 13: Spesso (30cm) orizzonte OH superficiale

Come è ben risaputo, nel bosco ci sono una miriade di fattori che vanno a modificare le caratteristiche del terreno e non solo, e questo caso ne è la dimostrazione. In due zone sane, una disetanea e umida e l'altra coetanea e xerica, sono presenti substrati molto diversi, ma solamente in quello che possiede lo strato A ricco di sostanze nutritive per le piante è presente la rinnovazione (Figura 14).

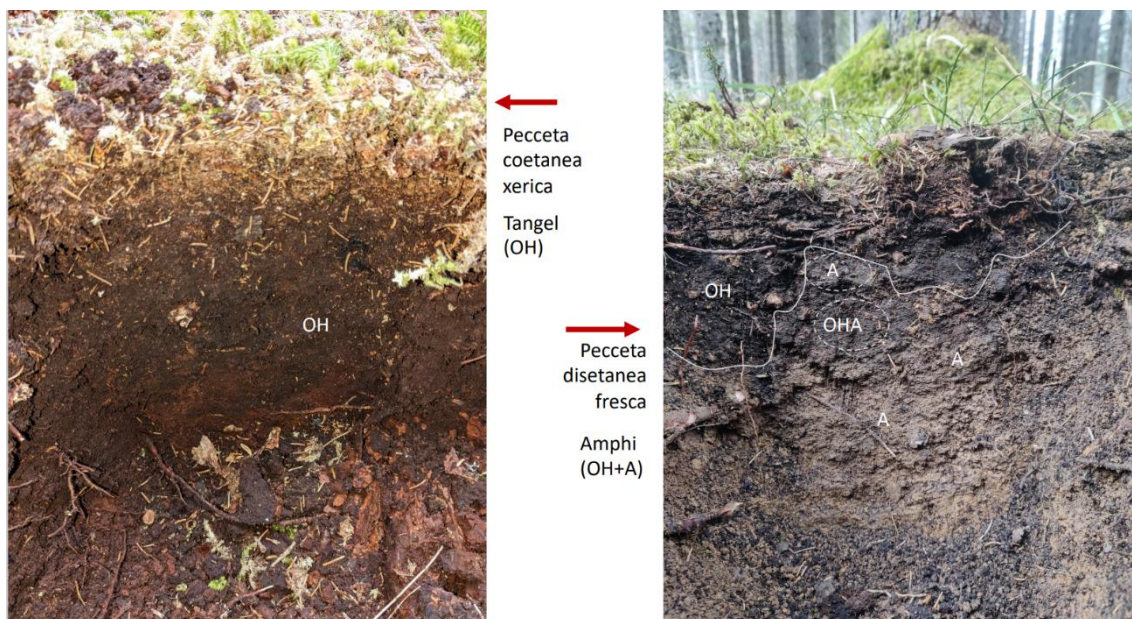


Figura 14: Terreni di aree sane a confronto (foto: Zanella A)

3.3.2 Profilo sotto piante ammalate da qualche anno

Per le piante attaccate dal bostrico invece è stato ovviamente più semplice trovare delle buone zone per eseguire l'analisi del terreno. Ho cercato gruppi e piante singole che fossero state attaccate negli anni precedenti, in modo tale che queste avessero trasmesso a pieno le caratteristiche conferite dal bostrico al terreno e alla zona circostante.

Riconoscere le piante ammalate è molto semplice; se queste sono state attaccate qualche anno prima sono ben visibili i fori di sfarfallamento dei coleotteri fin dai primi metri di altezza del fusto, inoltre, tutti gli aghi acquisiscono un colore tendente al rosso, prima di staccarsi completamente dai rami. Un'altra peculiarità di questi esemplari è la fragilità della corteccia, infatti basta una piccola pressione per staccarla completamente dal fusto (Figura 15). Per questo motivo, ai piedi delle piante attaccate già da qualche anno possiamo trovare un accumulo molto importante di placche di sughero, che viene perso automaticamente ad iniziare dal cimale (Figura 16).

Queste caratteristiche sono tutte da tenere in considerazione perché vanno a mutare la composizione del terreno e dell'humus presente nel suolo.



Figura 15: Placche di corteccia non aderente al fusto



Figura 16: Accumulo di corteccia

Relativamente al terreno, si trova una situazione parecchio diversa rispetto a quello delle piante sane.

In queste zone è presente una condizione quasi permanente di Tangel, a parte alcune eccezioni, in cui si nota chiaramente uno strato superficiale OH che può raggiungere i 40/50 cm di profondità, il quale si appoggia sull'orizzonte minerale C. In queste realtà la fascia A ricca di elementi nutritivi per le piante viene a mancare, lasciando lo spazio ad un eccessivo orizzonte OH che va a limitare la fitness delle specie sviluppate su questo terreno.

In questa foto (Figura 17) si nota chiaramente il brusco passaggio da OH superficiale a C.



Figura 17: Orizzonti OH e C ben visibili e separati (foto: Zanella A.)

In qualche raro caso ho trovato un Amphi anche in aree bostricate, nettamente differente da quello analizzato nelle zone sane, dove si nota un sottile strato A al di sotto dell'OH, oppure dei piccoli tratti in cui è visibile il passaggio dei lombrichi all'interno dell'OH, come in Figura 18.



Figura 18: Profilo del terreno sotto pianta attaccata

Questa situazione di orizzonte OH molto spesso è riscontrabile e ben visibile anche dalle piante abbattute nell'ottobre del 2018, le quali, essendo state sradicate completamente dal forte vento, hanno alzato il suolo legato alle radici, permettendo di riuscire ad osservare il terreno sottostante senza alcuno sforzo (Figura 19).

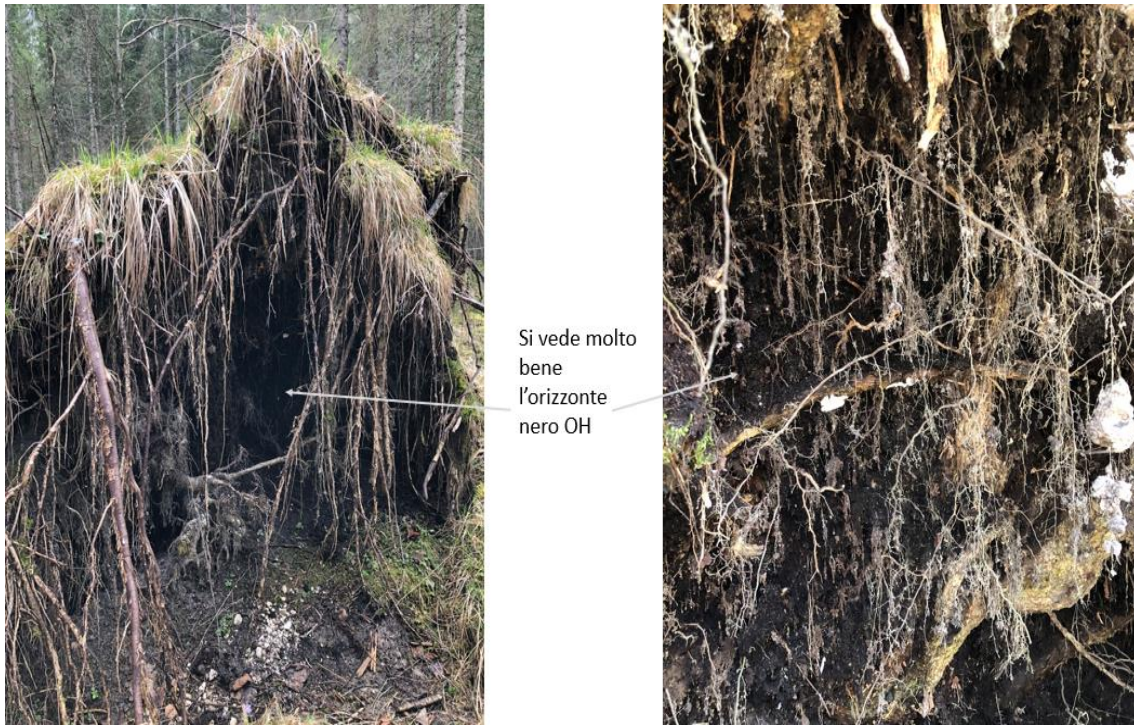


Figura 19: Suoli sotto alberi attaccati da VAIA (foto: Zanella A.)

3.3.3 Anomalia e rinnovazione

Una delle situazioni che mi ha fatto iniziare a trarre delle conclusioni inerenti all'attacco del bostrico in foresta è stata la presenza di uno strato di argilla mista a detriti derivanti da colate detritiche (Figura 20) sul versante nord-ovest della Riserva.

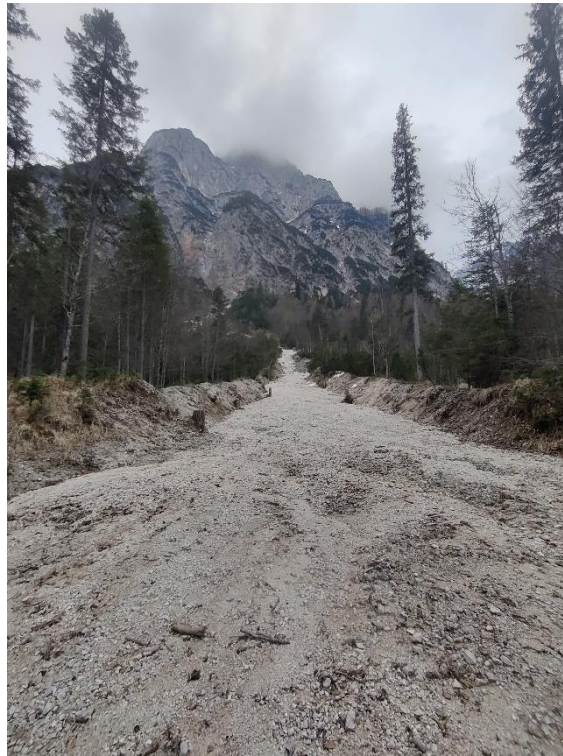


Figura 20: Recente colata detritica

In questo tratto infatti, effettuando delle buche ai piedi di alcuni esemplari di abete rosso, ho trovato una realtà diversa dai casi precedentemente citati. Al di sotto del primo strato OH di circa 15/20 cm, molto ricco di sostanza organica ancora intatta e da degradare, ho trovato una grossa lastra di argilla e in alcuni casi di argilla mista a detriti portati dalla frana (Figura 21).

In questo modo, si va a creare una parte molto compatta e impermeabile, facendo sì che il primo strato superficiale compreso di lettiera abbia difficoltà ad essere scomposto e ridotto in elementi minerali dalla pedofauna, mentre lo strato di argilla va a creare una fascia impermeabile, bloccando il passaggio di radici e acqua, oltre a negare la risalita in superficie di lombrichi e animali biodegradatori.



Figura 21: Orizzonte argilloso misto a detriti

In alcuni casi invece, sempre restando sotto lo stesso versante, ho trovato delle situazioni di micro-Tangel, create da ripetute frane sovrapposte nel tempo (Figura 22).



Figura 22: Micro-tangel in successione (foto: Zanella A.)

Per quanto riguarda la rinnovazione ho notato come questa si sia sviluppata maggiormente in due realtà diverse, ovvero sulle ceppaie datate e nelle chiarie, dove il bosco è più rado e la luce riesce a raggiungere liberamente il terreno.

Nel primo caso, come è ben visibile nella Figura 23, la rinnovazione già di qualche anno va ad accrescersi sul culmine di vecchie ceppaie, le quali si trovano in spiazzi di bosco più aperti e luminosi liberati dall'esemplare abbattuto o morto negli anni precedenti.



Figura 23: Ceppaia con rinnovazione

Questi siti risultano ideali per lo sviluppo della rinnovazione perché con il passare degli anni l'interno delle ceppaie marcisce diventando una "spugna", richiamando acqua in superficie. Qui si crea una zona ricca di legno già in fase di decomposizione e, anche grazie alla luce solare che arriva al suolo, molti lombrichi e artropodi utili per la generazione di elementi minerali producono un terreno ottimale.

Non è risultato difficile trovare degli esemplari di *Allolobophora smaragdina* nelle vicinanze o all'interno delle ceppaie (Figura 24), un lombrico dalla colorazione verde/azzurra, indicatore di un buon terreno, molto fertile e ideale per la crescita di nuove piante.



Figura 24: Esempio di Allobophora smaragdina (foto: Zanella A.)

Un altro sito in cui è forte la presenza della rinnovazione sono le chiarie, ovvero spiazzi all'interno del bosco completamente libere o contraddistinte da una debole densità di alberi in cui la luce riesce a penetrare facilmente (Figura 25).



Figura 25: Chiaria

Oltre a non avere nessuna rivalità, la rinnovazione trova un terreno perfetto e ricco di elementi nutritivi e minerali, ovvero un Mull.

Come ho spiegato precedentemente questo suolo ha un profilo di tipo A-C, costituito da uno spesso orizzonte A superficiale, molto ricco di sostanze minerali e ben degradato da vermi e lombrichi che si appoggia direttamente sull'orizzonte minerale C (Figura 26). In questo caso i semi di Picea e non solo che arrivano a terra non avranno nessuna difficoltà a reperirsi le sostanze necessarie per la loro crescita.



Figura 26: Profilo superficiale del suolo in chiaria

4 Conclusioni

In conclusione è stato molto interessante per me fare questi esperimenti nella Riserva Naturale Orientata di Somadida e cercare di capire le cause della pandemia di *Ips typographus* all'interno della foresta.

In seguito alle osservazioni del suolo superficiale (humipidon, orizzonti O ed A) ho ipotizzato che l'attacco del bostrico, nella grande maggioranza dei casi, avesse colpito gli esemplari di *Picea abies* più deboli, stentati o in condizioni precarie, perché cresciuti in un suolo con bassa attività di biodegradazione della lettiera.

Questa idea è nata una volta osservato il terreno sottostante le piante del versante soggetto a colate detritiche, le quali sono state tutte attaccate dal coleottero e non se ne è salvata nemmeno una. Trovando sotto tali esemplari di *Picea* un sistema di humus Tangel, con orizzonte OH che spesso appoggiava direttamente sul detrito, si è pensato che questa situazione pedologica non fosse adeguata a queste piante, probabilmente per questioni di approvvigionamento idrico. Infatti, il detrito calcareo è molto permeabile. La parte organica dell'humipidon, che contiene quasi tutte le radici, funziona come una spugna; se la pioggia non alimenta questo strato, esso diventa molto secco. Hartman chiamava questo strato "Torba secca forestale" (Hartman and Marcuzzi 1970). In generale non si forma un orizzonte organo-minerale da lombrichi, i quali sono presenti come gruppo degli endogei (*Allolobophora smaragdina*, figura 24) solo nell'orizzonte OH.

Successivamente mi sono spostato all'interno della Riserva, lontano dalla zona colpita da colate detritiche per osservare i profili del suolo al di sotto di piante sane e malate ed ho notato le importanti differenze precedentemente descritte, ovvero la presenza di un Tangel per le piante attaccate e di un Amphi per le piante in salute. Il sistema Amphi presenta un orizzonte da lombrichi anecici (A) sotto l'orizzonte OH, che in generale è più sottile di quello che si trova nei Tangel.

Avendo riscontrato queste caratteristiche in tutta la Riserva, mi è sembrato abbastanza chiaro che questa possa essere sicuramente una delle ipotesi con cui spiegare l'attacco dell'*Ips typographus*, essendo state attaccate solamente le piante che possiedono un profilo dell'humus del sistema Tangel.

Dove si trova un Tangel, le piante potrebbero soffrire di siccità, non essendosi formato l'orizzonte A ricco di aggregati organo-minerali, che sono in grado di mantenere l'umidità nel suolo (Zanella et al. 2018c). Ho notato che gli schianti provocati da VAIA sono più numerosi su sistemi di humus Tangel, perché le radici, non riuscendo a penetrare l'orizzonte C rimangono in superficie, sviluppandosi solamente nell'OH che è un orizzonte organico molto leggero. Anche l'attacco dello scolitide sembra più forte in foresta con sistema Tangel, probabilmente perché il detrito calcareo è molto filtrante e mancano le sostanze nutritive e organiche presenti nell'orizzonte A, provocando uno sviluppo più stentato.

Queste rimangono delle ipotesi derivanti dalle diverse osservazioni svolte in Riserva. Sarebbe molto importante per esempio fare delle misure di spessore dell'orizzonte OH e dell'orizzonte A quando presente, o semplicemente della profondità alla quale si trova il detrito calcareo, per poi realizzare delle cartografie e vedere la relazione di questi parametri con l'intensità e la distribuzione dell'epidemia o la distribuzione e densità degli schianti.

5 Bibliografia

- Abbazzi P., & Zinetti F.: “Elenco sistematico-faunistico dei Curculionidea italiani, Scolytidae e Platypodidae esclusi (Insecta, Coleoptera)”. 2. Addenda e corrigenda. Memorie Della Società Entomologica Italiana, (2013).
- Balachowsky A.: “COLÉOPTERES SCOLYTIDES. In Faune de France” (Vol. 50, pp. 1–320). Librairie de la Faculté des Sciences, Lechevalier (Paris), (1949).
- Battisti A., & Faccoli, M.: “Forest insects in the context of climate change”. In *Informatore Fitopatologico*, (2007).
- Berretti R., Bottero A., Bruno E., Della Beffa G., Freppaz M., Giordano L., Gonthier P., Gottero F., Mosca A., Motta R., Nicolotti G., Vacchiano G., Viglietti D., & Wermelinger B. “Foreste di protezione diretta: disturbi naturali e stabilità nelle Alpi occidentali”. (2011).
- Bottero, A., Garbarino, M., Long, J. N., & Motta, R.: “The interacting ecological effects of large-scale disturbances and salvage logging on montane spruce forest regeneration in the western European Alps”. *Forest Ecology and Management*, (2013).
- Chirici G., Giannetti, F., Travaglini, D., Nocentini, S., Francini, S., D’Amico, G., Calvo, E., Fasolini D., Broll M., Maistrelli F., Tonner J., Pietrogiovanna M., Oberlechner K., Andriolo A., Comino R., Faidiga A., Pasutto I., Carraro G., Zen S., Marchetti M.: “Forest damage inventory after the “Vaia” storm in Italy”. *Forest@ - Rivista Di Selvicoltura Ed Ecologia Forestale*, (2019).
- Dobor L., Hlásny T., Rammer W., Zimová S., Barka I. & Seidl R.: “Is salvage logging effectively dampening bark beetle outbreaks and preserving forest carbon stocks?”. *Journal of Applied Ecology*, (2020).
- Douglas H. B., Cognato A. I., Grebennikov V., & Savard K.: “Dichotomous and matrix”. *Based keys to the Ips bark beetles of the World (Coleoptera : Curculionidae : Scolytinae)*, (2019).

- Faccoli M.: “Bio-ecology of bark beetles *Ips typographus* (L.) and species recently affecting the Italian forests”. Part III. Notes about some bark beetle species new to Italy. Bollettino Dell’Istituto Di Entomologia `Guido Grandi’ Della Università Degli Studi Di Bologna, (2000).
- Faccoli, M.: “Effect of weather on *Ips typographus* (Coleoptera Curculionidae) phenology, voltinism, and associated spruce mortality in the southeastern alps”. Environmental Entomology, (2009).
- Faccoli M.: “Scolitidi d’Europa”. Tipi, caratteristiche e riconoscimento dei sistemi riproduttivi. WBA Project. (2015).
- Favero P., Lasen C.: “La riserva naturale Orientata di Somadida. Scrigno di biodiversità e luogo di boschi vetusti”. Corpo Forestale dello Stato. (2018).
- Fedon F.: “SOMADIDA... tra luci e ombre Riserva Naturale Orientata Biogenetica”. CAI sezione di Domegge di Cadore. (2018).
- Gardiner B., Andreas S., Schelhaas M.-J., Orazio C., Blennow K., & Nicoll B.: “Living with Storm Damage to Forests”. In European Journal of Forest Research (2013).
- Grégoire J. C., Raffa K. F., & Lindgren B. S.: “Economics and Politics of Bark Beetles”. Bark Beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species, (2015).
- Havašová M., Ferenčík J., & Jakuš R.: “Interactions between windthrow, bark beetles and forest management in the Tatra national parks”. Forest Ecology and Management, (2017).
- Moresco N.: “Fenologia di *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytidae) e ricchezza della coleotterofauna lungo gradienti altitudinali delle alpi meridionali”. Università degli Studi di Padova facoltà di agraria, (2012).
- Motta R., Ascoli D., Corona P., Marchetti M., & Vacchiano G.: “Selvicoltura e schianti da vento”. Il caso della “tempesta Vaia.” Forest@ - Rivista Di Selvicoltura Ed Ecologia Forestale, (2018).

- *Saltini A.*: “I tempi della Terra”. Estimo: scienza del metodo, Fondazione Nuova Terra Antica, (2022).
- Wood S. L., & Bright D. E.: “A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2”: Taxonomic Index Volume A, B. Great Basin Naturalist Memoirs (1992).
- Zanella, A., J.-F. Ponge, J.-M. Gobat, J. Juilleret, M. Blouin, M. Aubert, O. Chertov, and J.L. Rubio. 2018a. Humusica 1, article 1: Essential bases – Vocabulary. Applied Soil Ecology 122(Part 1):10-21.
- Zanella, A., J.-F. Ponge, B. Jabiol, G. Sartori, E. Kolb, J.-M. Gobat, R.-C.L. Bayon, M. Aubert, R.D. Waal, B.V. Delft, A. Vacca, G. Serra, S. Chersich, A. Andreetta, N. Cools, M. Englisch, H. Hager, K. Katzensteiner, A. Brêthes, C.D. Nicola, A. Testi, N. Bernier, U. Graefe, J. Juilleret, D. Banas, A. Garlato, S. Obber, P. Galvan, R. Zampedri, L. Frizzera, M. Tomasi, R. Menardi, F. Fontanella, C. Filoso, R. Dibona, C. Bolzonella, D. Pizzeghello, P. Carletti, R. Langohr, D. Cattaneo, S. Nardi, G. Nicolini, and F. Viola. 2018b. Humusica 1, article 4: Terrestrial humus systems and forms — Specific terms and diagnostic horizons. Applied Soil Ecology 122(Part 1):56-74.
- Zanella, A., J.-F. Ponge, B. Jabiol, G. Sartori, E. Kolb, R.-C. Le Bayon, J.-M. Gobat, M. Aubert, R. De Waal, B. Van Delft, A. Vacca, G. Serra, S. Chersich, A. Andreetta, R. Kölli, J.J. Brun, N. Cools, M. Englisch, H. Hager, K. Katzensteiner, A. Brêthes, C. De Nicola, A. Testi, N. Bernier, U. Graefe, U. Wolf, J. Juilleret, A. Garlato, S. Obber, P. Galvan, R. Zampedri, L. Frizzera, M. Tomasi, D. Banas, F. Bureau, D. Tatti, S. Salmon, R. Menardi, F. Fontanella, V. Carraro, D. Pizzeghello, G. Concheri, A. Squartini, D. Cattaneo, L. Scattolin, S. Nardi, G. Nicolini, and F. Viola. 2018c. Humusica 1, article 5: Terrestrial humus systems and forms — Keys of classification of humus systems and forms. Applied Soil Ecology 122:75-86.
- Zampedri, R., N. Bernier, A. Zanella, R. Giannini, C. Menta, F. Visentin, P. Mairota, G. Mei, G. Zandegiacomo, S. Carollo, A. Brandolese, and J.-F.

Ponge. 2023. "Soil, Humipedon, Forest Life and Management".
International Journal of Plant Biology 14(3):571-593.

6 Sitografia

- <https://www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/bostrico>
- https://www.elbec.it/it/blog/143_bostrico-soluzioni-boschi
- <https://ilbolive.unipd.it/it/news/bostrico-un'emergenza-silenziosa-foreste-colpite>
- <https://forestefauna.provincia.tn.it/Foreste/Foreste-in-Trentino/Bostrico>
- <https://foresta.sisef.org/contents/?id=efor3070-016>
- <https://123dok.org/article/tempesta-vento-vaia-approfondimento-caso-vaia.y6eplgjq>
- https://www.legnotrentino.it/it/news/post-vaia-monitoraggio-e-rischio-fitosanitario-11888_idn/
- <https://auronzomisurina.it/ambiente/foresta-di-somadida/>
- <https://www.agraria.org/entomologia-agraria/tipografo.htm>
- <https://idt2.regione.veneto.it/idt/webgis/viewer?webgisId=204>
- <https://idt2.regione.veneto.it/portfolio/vaia-e-bostrico/>
- <https://foresta.sisef.org/contents/?id=efor1539-012&lang=it>

“Ringrazio i miei genitori per aver sempre creduto in me fin dall’inizio di questo percorso e i miei amici più stretti per avermi supportato nei momenti più complicati.”