

La Meridiana di Francesco Bigaran
Via A. Gazzoletti n°43, Trento (Tn)
P.IVA:02607650229, CF:BGRFNC88R20L378T,
Francesco.bigaran@pec.it; 339/8178736

SPERIMENTAZIONE SUGLI EFFETTI DELLE FORMULAZIONI BIOAKSXTER: RELAZIONE FINALE

*Applicazione di metodi di indagine innovativi sull'effetto in situ delle formulazioni BioAksxter
a livello di vegetazione e fauna edafica*

Dottore Agronomo F. Bigaran



Dottore S. Magnelli

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized initials and a surname.

Trento, 15/02/2022

1 Introduzione alle attività svolte	2
2 Metodi di indagine	3
2.1 Studio dello stato di vigoria: i Plants Functional Traits	3
2.2 Studio del grado d'attività biologica del suolo: l'Indice di Qualità Biologica del Suolo	5
2.3 Camere umide	7
2.4 Grado zuccherino	7
2.5 Le aziende coinvolte	7
2.6 Specie oggetto di studio	8
2.7 Metodo di campionamento e rielaborazione statistica dei dati	12
3 Risultati	20
3.1 Plants Functional Traits	20
3.2 Qualità Biologica del Suolo	30
3.3 Camere umide	35
3.4 Gradi zuccherini	35
4 Conclusioni	36

1 Introduzione alle attività svolte

Durante l'anno 2021, come d'accordo con la direzione dell'azienda AXS M31, noi Dott. Agr. della Meridiana abbiamo strutturato e portato a compimento un piano sperimentale allo scopo di validare ulteriormente gli effetti benefici su suolo e colture delle formulazioni BioAksxter®.

Per il perseguimento di tale scopo è stato utilizzato un processo di valutazione delle condizioni dell'agroecosistema innovativo, basato sull'analisi attenta dello stato di vigoria delle colture e delle condizioni pedo-edafiche in cui ci si trova ad operare, grazie alla quale è stato possibile verificare l'effetto delle formulazioni BioAksxter® sulla capacità di adattamento delle cultivar e delle specie ai fattori di stress presenti in una data stazione.

Dato il peculiare meccanismo di azione dei prodotti AXS M31, si è optato per metodologie di indagine analitico-olistiche, in grado di definirne-delinearne lo spettro d'azione. Inoltre, per rendere l'indagine validante a 360° sulle potenzialità delle formulazioni BioAksxter® nel mondo agricolo, sono state individuate 6 realtà aziendali impegnate nella produzione viti-vinicola, nella coltivazione di fruttiferi e di specie annuali, per un totale di 25 siti di campionamento nella prima fase, suddivisi nelle successive ulteriormente in due allo scopo di individuare le differenze tra colture trattate con le formulazioni BioAksxter® M31 e le colture non trattate.

Il protocollo di indagine applicato ha permesso di descrivere in modo oggettivo e pratico gli effetti benefici sulle colture e l'agroecosistema delle formulazioni BioAksxter®, benefici ad ampio spettro misurati pressoché in ogni area messa a disposizione dalle aziende per la sperimentazione.

Di seguito, una descrizione dettagliata delle metodologie utilizzate e le discussioni necessarie alla comprensione degli effetti osservati da noi della Meridiana sulle colture.



Figure 1 e 2: postazione analisi micro e stereoscopica utilizzata a sinistra, alcune delle Cultivar antiche (bella di Boskoop) e resistenti (opal) di *Malus domestica* Borkh oggetto di sperimentazione a destra;

2 Metodi di indagine

La valutazione degli effetti delle formulazioni BioAksxter®, intese come input utilizzati in agricoltura, assume un ruolo fondamentale sia nell'individuazione dei loro effetti sulla vegetazione sia sulle funzioni ecosistemiche dei suoli che ospitano le colture trattate. Per quanto riguarda il suolo, la natura delle valutazioni è stata di tipo misto allo scopo di individuarne sia le caratteristiche salienti dal punto di vista chimico-fisico sia biologico, grazie all'utilizzo di indici di biodiversità edafica utili per comprendere l'effetto dei prodotti di AXS M31 su di esso.

Per l'analisi delle condizioni pedologiche, sono state effettuate delle ricerche in bibliografia sui dati termo-pluviometrici, su quelli geologici, geomorfologici e pedologici utilizzati per la correlazione e la validazione di quelli acquisiti in campo attraverso l'utilizzo di uno dei principali metodi di indagine pedologica: la trivellata. La trivellata è una tecnica di campionamento distruttivo e speditivo utile alla definizione degli orizzonti presenti e del probabile tipo di suolo, oltre che alla sua attribuzione ad una specifica Unità Tipologiche di Suolo (UTS) presente in bibliografia;

Per quanto riguarda lo studio dello stato di vigoria della vegetazione sono stati utilizzati degli indici fisionomico-strutturali, spiegati ed elencati nel paragrafo che segue.

2.1 Studio dello stato di vigoria: i *Plants Functional Traits*

Per quanto riguarda l'analisi della vigoria le metodologie utilizzate sono legate alla valutazione di vari aspetti fisiologici, morfologici ed anatomici, correlati allo stadio fenologico della coltura oggetto di studio. Gli aspetti sopra indicati prendono il nome di *Plants Functional Traits*, ossia i tratti funzionali delle piante, nello specifico ne descrivono l'adattamento temporaneo o meno a fattori di stress biotici ed abiotici, in altre parole, il grado di plasticità fenotipica. La plasticità fenotipica di un individuo è descritta dalla capacità dell'organismo, inteso come genotipo specifico, di



Figura 2: scannerizzazione della lamina fogliare necessaria per il calcolo digitale dell'area fogliare;

esprimere un numero n di fenotipi differenti come risposta a variazioni ecosistemiche più o meno accentuate. Fattori, come ad esempio quantità di radiazione luminosa, l'acqua disponibile in un dato suolo e la concentrazione di nutrienti disponibili nello stesso, sono in grado di indurre delle risposte fisiologiche ed anatomo-morfologiche consistenti. Esistono molti tratti funzionali validi trattati a fondo nella bibliografia inerente all'argomento, nel periodo considerato per lo svolgimento della sperimentazione ne sono stati utilizzati solo alcuni relativi l'apparato fogliare.

Sono stati presi in esame vari aspetti della morfologia fogliare, tra cui:

- Superficie fogliare (*Leaf Area*, LA, Figura 3);
- Peso secco e Peso a saturazione (*Dry Weight*, DW, *Saturation Weight*, SW);
- Spessore (*Thickness*, TK)
- Rapporto LA su DW (*Specific Leaf Area*, SLA);
- Rapporto DW su LA (*Leaf Mass Area*, LMA);
- Rapporto LMA su TK (*Leaf Tissue Density*, LTD)

Per quanto riguarda gli aspetti puramente anatomici, sono stati presi in considerazione lo spessore totale della lamina fogliare (*Total Leaf Thickness*, LT, Figura 4).



Figura 3: calibro utilizzato per la misurazione dello spessore totale della lamina fogliare;

Nel caso i dati raccolti risultassero significativamente differenti tra quelli rilevati sui test e quelli legati al campione di controllo, devono essere eseguite indagini più approfondite mediante l'analisi altri parametri anatomici e fisiologici più

specifici.

2.2 Studio del grado d'attività biologica del suolo: l'Indice di Qualità Biologica del Suolo

L'Indice di Qualità Biologica del Suolo è stato strutturato appositamente per determinare il grado di biodiversità di un dato suolo analizzandone la biodiversità micro e meso artropodica. Quest'indice è stato inizialmente sviluppato dal Professore Parisi che nel 2001 ha pubblicato i risultati dei suoi studi, dopodiché è stato ampiamente utilizzato da altri ricercatori in Italia, Europa e Sud America. Attraverso l'estrazione e l'identificazione dei taxa presenti è quindi possibile valutare ad esempio gli effetti di pratiche agricole conservative e non conservative, oppure di comprendere le differenze che si possono avere tra l'utilizzo di ammendanti organici e fertilizzanti chimici. Il fondamento di questo metodo è

legato alla consapevolezza che in condizioni di stress intenso (lavorazioni profonde, utilizzo di concimazioni chimiche e di fitofarmaci) sopravvivono quasi prevalentemente gli organismi generalisti, ossia non legati ad una specifica nicchia edafica. Al diminuire degli stressors invece il grado di stabilità del pedo-ecosistema aumenta, permettendo l'ingresso di organismi sempre più specializzati per le nicchie rilevabili lungo il profilo di suolo. Anche se non ad occhio nudo, le differenze sono palesi: assenza di pigmentazione, ridotto sviluppo delle appendici sia motorie sia sensoriali sono ciò che differenzia un artropode specializzato per vivere nelle profondità del suolo ed uno che invece si

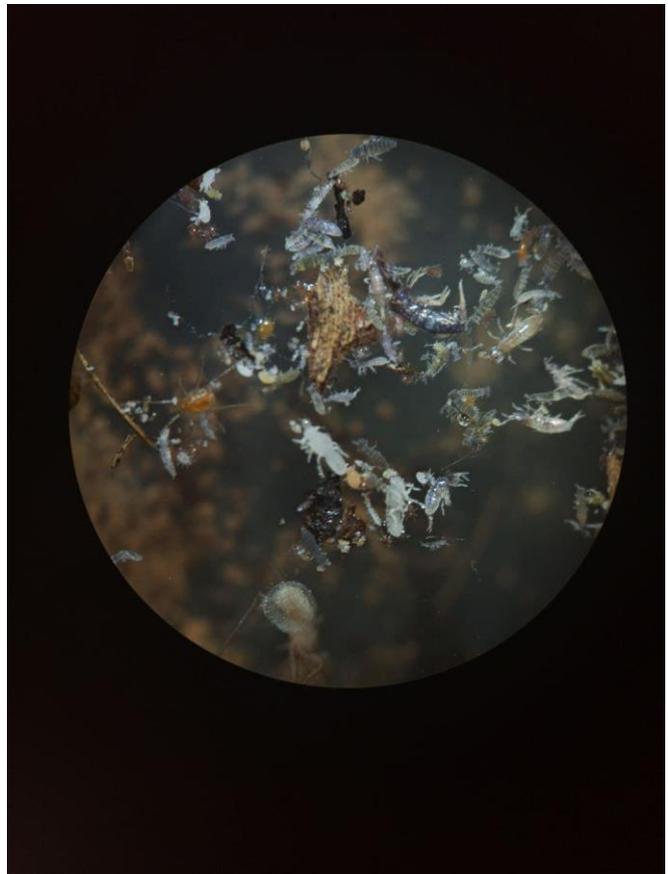


Figura 4: vista allo stereoscopio degli artropodi estratti dai campioni di suolo, in questo campione specifico predominano i collemboli il cui punteggio varia da 6 a 20, e gli acari il cui punteggio è di 20;

trova ad esistere tra la superficie e l'epipedon o addirittura solo in superficie. Le comunità di organismi ipogei in questione hanno bisogno di tempo e, come nel caso di alcuni collemboli e dei proturi, di condizioni di vitalità della microflora edafica idonee per stabilizzarsi in un dato suolo. Per questi motivi i vari indici QBS assumono un ruolo fondamentale nell'approccio valutativo utilizzato in ambito agrario dall'azienda, anche se per praticità quelli utilizzati durante il periodo

considerato sono l'indice QBS-ar ed una sua variante, l'indice QBS-ab. Tra gli indici QBS esistenti il QBS-ar è stato il primo ad essere strutturato, oltre ad essere anche il più generico dato che si ferma all'individuazione di classi e famiglie tassonomiche. Ad ognuna è attribuito un punteggio specifico che varia tra 1 e 20 (Figura 5), la sommatoria dei punteggi delle singole classi è quella che porta al valore finale del campione analizzato. Bisogna precisare che questi valori sono legati alla sola presenza di un gruppo all'interno di un dato suolo, dato che nell'indice non viene considerato il numero effettivo di organismi rilevati per ogni singola classe e famiglia. In ogni caso risulta uno strumento valido all'attività di consulenza tecnica portata avanti dalla Meridiana che oltre a calcolare il QBS-ar, attribuisce ad ogni gruppo considerato un valore di densità di popolamento allo scopo di avere chiari i rapporti di dominanza presenti nella porzione artropodica della rete trofica del suolo oggetto di analisi.

Le differenze riscontrabili con questo metodo tra due tipologie di gestione diametralmente opposte possono essere notevoli. Un suolo agrario gestito con tecniche di agricoltura convenzionale ha valori che mediamente oscillano tra 50 e 70 mentre un suolo gestito in biologico può avere valori anche maggiori del doppio. Per comprendere come questi organismi siano legati al grado di stabilità dell'ecosistema edafico basta pensare che i valori di QBS-ar relativi a dei suoli forestali o naturali in genere possono raggiungere valori prossimi a 300. Durante il periodo considerato per la sperimentazione abbiamo campionato, estratto ed analizzato i taxa presenti in vari campioni di suolo allo scopo di riscontrare il differente effetto sulla biodiversità, derivato dall'utilizzo di pratiche colturali convenzionali e biologiche, tra suoli coltivati a melo (varietà golden e renetta del Canada) ed a vite (groppello, kerner e pinot grigio).

Durante la rielaborazione finale dei dati presentati in questa relazione, in aggiunta al metodo appena descritto, abbiamo utilizzato una scala logaritmica in base 10 per rapportare i massimali di EMI con i massimali di abbondanza allo scopo di descrivere la meso-fauna edafica delle coltivazioni trattate con M31 e non trattate con il maggior grado di oggettività possibile. Questo approccio, definito in bibliografia come QBS-ab ci ha permesso in ultima istanza di verificare le potenzialità delle formulazioni BioAksxter® sia sulla quantità che sulla qualità degli artropodi presenti. Le differenze riscontrabili con quest'approccio hanno un range di variabilità simile a quello proprio del QBS-ar, anche se il contenuto informativo del numero puro restituito dalle formule estimative utilizzate risulta decisamente maggiore.

2.3 Camere umide

Allo scopo di verificare differenze sul grado di durabilità del prodotto in post-raccolta e di verificare differenze sulla suscettibilità alla degradazione dei tessuti fogliari e legnosi ad opera dei saprofiti sono state preparate delle camere umide. Per quanto riguarda i prodotti in post-raccolta sono state effettuate solo due camere umide lasciate in incubazione per due mesi per il müller, allo scopo di verificare differenze sulla velocità di decomposizione dei tessuti tra il prodotto trattato con M31 e quello non trattato. Per quanto riguarda l'indagine sulla degradabilità dei tessuti fogliari sono state preparate 22 camere umide, lasciate in incubazione per quattro mesi, e controllate a partire dal secondo una volta al mese, allo scopo di verificare eventuali differenze sul tasso di decomposizione tra le colture trattate con M31 e quelle non trattate.

2.4 Grado zuccherino

Per 3 particelle coltivate a vite di Valerio Rizzi sono stati presi ed analizzati in campo 150 acini nel momento subito precedente la raccolta, allo scopo di misurare eventuali differenze sul tenore zuccherino delle uve trattate con M31 rispetto a quelle non trattate, attraverso l'applicazione delle scale Babo e Brix. Le particelle in questione sono quella del groppello base spumante, del groppello da passito e del müller.

2.5 Le aziende coinvolte

Come accennato in precedenza, per questa sperimentazione sono state contattate 6 realtà aziendali che hanno messo a disposizione un totale di 24 aree (Figura 5) di campionamento i cui dati principali sono raccolti nella tabella 1. Per quanto riguarda la produzione vitivinicola le aziende di riferimento sono state la Cantina Rizzi di Valerio Rizzi e la cantina dei fratelli Simonini, entrambe impegnate in produzioni di qualità certificate in biologico.

I meleti utilizzati sono coltivati quasi prevalentemente a golden, anche se allo scopo di arricchire e diversificare la serie di dati sono stati utilizzate anche due aree di studio coltivate a Renetta del Canada e tre coltivate a varietà resistenti come galant lumaga, isak, kissabel e opal. I frutteti in questione sono per la quasi totalità di proprietà di Valerio Rizzi e di Luca Rizzi, situati nella loro totalità in zona Cloz (TN) in alta Val di Non, escluso uno che è di proprietà della Meridiana. Quest'ultimo è a sua volta situato in alta Val di Non ma a Cavareno (TN), paese presente sul versante opposto della valle. I fruttiferi basso-medio arbustivi quali Olivello, Aronia e Ribes sono stati messi a disposizione dall'azienda Giove officinali, situata Grumes (TN) in alta Val di Cembra,

mentre le aree di studio coltivate con essenze annuali sono state messe a disposizione dall'azienda Peperoncino Trentino, situata a Mori in zona Rovereto (TN).

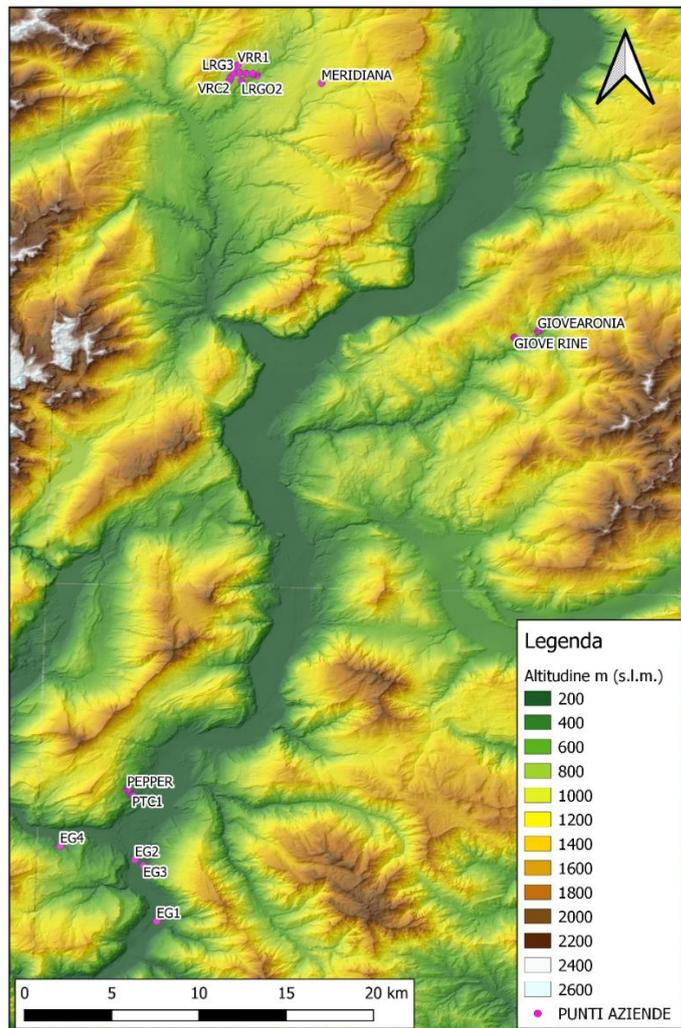


Figura 5: punti GPS aziende;

2.6 Specie oggetto di studio

All'interno di questo studio sono state prese in esame 8 specie di interesse agrario presenti nel territorio della provincia di Trento, anche se quelle che verranno di seguito presentate sono le 6 su cui le formulazioni BioAksxter® hanno avuto la maggior efficacia. Abbiamo preso in esame non solo specie il cui uso è tradizionalmente comprovato nella provincia, ma anche specie di nuova introduzione che possono risultare particolare interesse per il potenziale economico-produttivo che da esse può derivare sul territorio provinciale.

I fruttiferi tradizionali utilizzati sono i seguenti:

Malus domestica Borkh

Il melo (Figura 6) è una specie originaria del Caucaso e, ad oggi, la sua coltivazione è diffusa in tutto il mondo. Con le sue 6500-7000 cultivar, di cui circa 2000 presenti in Italia, rappresenta uno dei fruttiferi più coltivati su scala globale. È un albero deciduo che può raggiungere anche gli 8-10 m di altezza, con una chioma espansa e rami terminali talvolta spinescenti. Le foglie sono alterne, con lamina verde intenso, ovata con apice acuto, margine dentellato, pagina inferiore



Figura 6: meleti allevati a guyot;

tomentosa e picciolo lungo al massimo metà della lamina. I fiori sono raggruppati in infiorescenze denominate corimbo, composte da 5 fiori a corolla con 5 petali ciascuno, di colore rosa in prefioritura e bianco in piena fioritura. Sono fiori ermafroditi con fecondazione allogama, la cui antesi fiorale (fioritura) avviene tra aprile e maggio.

Il falsofrutto è detto pomo e costituisce la parte edule della pianta. Esso si forma dall'ingrossamento dei tessuti del ricettacolo acquisendo una forma generalmente globosa. Caratteristiche come la consistenza della polpa ed il colore cambiano a seconda della varietà. Il periodo di raccolta è compreso tra luglio-settembre per le cultivar precoci e tra settembre-ottobre per quelle tardive.

I sistemi di allevamento prevalenti in trentino sono lo spindel, il superspindel e negli ultimi anni anche il guyot. Queste forme di allevamento prevedono sestri d'impianto fitti con distanze che vanno tra i 150x60 cm ai 200x100 cm. Le produzioni derivate da questi sistemi d'allevamento arrivano a circa 40 t/ha.

Le cultivar prese in esame per questa sperimentazione appartengono a 3 diversi gruppi:

- Cultivar antiche, nello specifico renetta del Canada e bella di Boskoop;
- Cultivar commerciali, nello specifico golden delicious;
- Cultivar resistenti, nello specifico galant lumaga, isak, kissabel e opal.

Vitis vinifera L.

La vite è un arbusto a foglia caduca e rampicante (liana sarmentosa), di cui si ritrovano resti fossilizzati risalenti al Pleistocene nel bacino del Mediterraneo e nell'area comprendente l'odierna Armenia, Georgia e Iran. La sua domesticazione dovrebbe risalire a circa 6000 anni fa nella zona caucasica. Al giorno d'oggi è coltivata prevalentemente nel bacino del Mediterraneo anche se la sua diffusione ha raggiunto tutti i continenti, ad esclusione di quello Antartico, dove le condizioni climatiche sono quelle mediterranee.

È una pianta il cui accrescimento annuale può raggiungere anche qualche metro. Presenta foglie modificate dette cirri, che ne permettono l'avviluppo ad altre essenze o ad artefatti di origine



Figura 7: vite allevata a pergola trentina doppia;

antropica. Le foglie sono alterne, con lamina espansa e palmata a 3-5 lobi dai margini irregolarmente dentati. L'infiorescenza è a pannocchia, composta da un asse principale detto rachide sul quale sono inseriti i racimoli, divisi in vari ordini, l'ultimo dei quali porta il fiore. I fiori sono di numero variabile e presentano corolla composta da 5 petali. Il frutto è una bacca (acino) costituita da buccia, polpa ed endocarpo, ossia il tessuto membranoso

in cui sono contenuti i semi. Gli acini sono posti sul grappolo, definito tecnicamente raspo, e la loro forma, la dimensione, il colore ed il sapore variano a seconda della varietà. La raccolta avviene tra luglio ed agosto per le cultivar precoci e atte alla produzione di vini base per spumanti e tra settembre e ottobre, anche se in alcuni casi fino a novembre, per quelle tardive o atte alla produzione di vini ad alto tenore alcolico.

I sistemi d'allevamento in Trentino sono principalmente la pergola singola o doppia, con sesti d'impianto che vanno dai 2x1 m ai 4x1,5 m, e in spalliera, tra cui il guyot ed il cordone speronato, caratterizzate da sesti d'impianto che vanno dai 1,2x0,6 m ai 1,5x0,8 m. Le produzioni variano tra le 20 t/ alle 40 t/ha.

Le cultivar prese in esame per la sperimentazione sono:

- A bacca bianca: Müller, kerner, pinot bianco
- A bacca rossa: groppello di Revò, pinot nero

Arbusti:

Ribes nigrum L.

Il ribes nero è un piccolo arbusto con portamento eretto che può raggiungere 1,5 m d'altezza. Le foglie sono da palmate a lobate, con margini seghettati, denti smussati e peduncolo allungato, esse sono inserite sul ramo in piccoli mazzetti e la loro lamina superiore risulta liscia mentre quella inferiore pelosa. La coltivazione è iniziata in Germania alla fine del 1400 d.C., dove tale essenza era utilizzata come pianta officinale. Ad oggi la sua coltivazione è diffusa in Europa, America Centrale e Meridionale, dai versanti settentrionali delle catene montuose dell'Asia fino ai mari delle regioni nord-orientali della Siberia, in Australia e Nuova Zelanda. Tuttavia, il ribes rimane una coltura essenzialmente europea. La forma d'allevamento prevalente è la spalliera, con piante che presentano dai 3 ai 6 fusticini, e i sestri d'impianto sono di 2,5x1 m. La produzione media è di circa 1,5 t/1000 m².

Hippophae rhamnoides Soest

L'olivello spinoso è un arbusto cespuglioso pioniero dal portamento eretto che può raggiungere altezze non superiori ai 6 m. È caratterizzato da rami spinosi e foglie piccole, lanceolate, opposte e di colore verde argenteo. È una specie dioica, quindi con fiori maschili e fiori femminili su piante diverse. I fiori sono piccoli e di colore verde giallastro, mentre i frutti sono delle piccole drupe di colore arancione carico. È originario dell'Eurasia, anche se allevato in Europa fin da tempi remoti prevalentemente a scopo ornamentale. La sua coltivazione a scopi produttivi risale a pochi decenni fa e attualmente viene coltivato anche in Nord America. La forma d'allevamento adottata è l'alberello, con sesto d'impianto libero, l'unico accorgimento è legato alla distanza, di circa 2 m, che deve intercorrere tra le piante. La produzione varia in modo consistente a seconda della varietà, del sesto d'impianto e dell'andamento stagionale. Nelle condizioni più favorevoli arriva fino a 15-20 t/ha.

Aronia melanocarpa (Michx.) Elliott

L'aronia è un arbusto deciduo con numerosi fusti eretti che possono raggiungere i 2 m d'altezza. Le foglie lanceolate sono di colore verde brillante e i fiori, bianco-rosati, sono caratterizzati da

cinque petali e sono raggruppati in mazzetti da 30-40 fiori. I frutti sono delle piccole drupe di colore nero che maturano verso fine agosto. Originaria del Nordamerica orientale, pare essere stata introdotta nell'agricoltura europea agli inizi del '900. Attualmente viene coltivata prevalentemente negli Stati Uniti, in Canada, in Russia ed Est Europa.

Per quanto riguarda le colture orticole, la specie che ha dimostrato maggior reattività alle formulazioni BioAksxter è la seguente:

Capsicum annuum L.

Il Peperoncino è un arbusto perenne a ciclo breve (in Italia spesso annuale) con portamento eretto e un'altezza che può raggiungere gli 0,8 m. Le foglie sono tipicamente lanceolate e di colore verde chiaro, i fiori sono di colore bianco, a 5 - 7 petali, singoli e compaiono all'ascella delle foglie a fine luglio. Il frutto è una capsula di colore inizialmente verde, con colorazioni del frutto a maturità che variano dal bianco al viola, passando per le varie tonalità di giallo, arancio e rosso. È una specie originaria dell'America Centrale che viene coltivata da circa 7000 anni. Al mondo oggi sono conosciute più di 4500 cultivar ed è diffuso praticamente in ogni continente, ad esclusione di quello Antartico. Il sesto d'impianto è a file in cui le piante distano l'una dall'altra circa 0,8x0,6 m.

2.7 Metodo di campionamento e rielaborazione statistica dei dati

Il metodo di campionamento utilizzato è stato di tipo randomizzato per quanto riguarda l'analisi dei *Plants Functional Traits*, per la quale sono state raccolte un totale di 1200 foglie, nello specifico 25 per ogni particella trattata con M31 e 25 per ogni particella non trattata. Per l'analisi della biodiversità artropodica del suolo attraverso l'utilizzo del metodo QBS, nell'arco temporale considerato per l'intera sperimentazione sono stati raccolti 180 campioni con metodo di campionamento pseudo-randomizzato. Tali campioni sono stati suddivisi in 5-6 repliche per le particelle non trattate e 2-5 repliche per le particelle trattate con M31. Per le camere umide sono state raccolte in totale 220 foglie dalle particelle di proprietà di Valerio Rizzi, Luca Rizzi e da due di proprietà di Egizia Simonini, rispettivamente 110 per quelle trattate con M31 e 110 per quelle non trattate.

I dati derivati dalle misurazioni e dalle stime sono stati confrontati con il programma di statistica PAST 4.0, attraverso l'applicazione di vari test parametrici e non parametrici quali PCA (Analisi delle Componenti Principali), ossia l'analisi della varianza all'interno di un campione statistico e della sua distribuzione spaziale su un piano cartesiano, e il test ANOVA, un'ulteriore analisi della

varianza impostata a differenza della PCA sulla scelta a monte dei gruppi di variabili, utile a verificare eventuali correlazioni che attraverso la PCA, a causa della sua struttura logica, non sarebbe possibile individuare.

Mentre il test ANOVA è stato effettuato su tutti i campioni prelevati durante l'arco della sperimentazione, la PCA è stata utilizzata nelle fasi iniziali della sperimentazione allo scopo di identificare i principali gruppi di interazione possibili per il tipo di colture utilizzate durante la sperimentazione:

- Arativi, caratterizzati da frequenti lavorazioni superficiali del suolo e dal cambio annuale della coltivazione in atto;
- Vigneti di fondovalle, presenti su suoli affetti da forti alternanze termo-pluviometriche che in questi contesti inficiano in modo simile alle lavorazioni continue degli orizzonti superficiali del suolo in esame;
- Arbusteti, vigneti e frutteti di montagna sono quelli presenti sui suoli mediamente più sviluppati e con la maggior disponibilità idrica per le colture in atto.

Come post-hoc test, ossia test utilizzati per scoprire differenze tra tre o più gruppi quando un test ANOVA mostra tra questi differenze significative, sono stati utilizzati per i *Plants Functional Traits* il Tukey's post-hoc con correzione attraverso l'utilizzo del coefficiente di Bonferroni e per i QBS il Dunn's post-hoc.

PARTICELLA	ALTITUDINE (m s.l.m.)	AREA trattata (m ²)	PENDENZA (%)	DESCRIZIONE SITO	CLASSE TESSITURALE	COLT./VARIETA'	FORMA DI ALLEVAMENTO	APPROCCIO GESTIONALE	PATOLOGIE IN ATTO	IRRIGAZIONE	COPERTURA ERBACEA	BIODIVERSITA' COMMENSALIA (nome comune)
GIOVE RINE	861	35	1%	terrazzamento su scarpata di medio versante	Franco-Sabbioso	Ribes Nero	cespuglio	biologico	no	goccia a goccia	100%	tarassaco, graminacee varie, grespigno, trifoglio e veccia, ranuncolo
GIOVE ARONIA	711	300	10-15%	terrazzamento su incisione a V	Franco-Sabbioso	Aronia	cespuglio	biologico	fusariosi	goccia a goccia	70%	veccia, geranio, ortica, trifoglio, tarassaco, veronica, rumice, fragraria, plantaggine
EG1	157	3666	1%	terrazzo di origine antropica, creato su terrazzo naturale di depositi fluvio-glaciali	Franco-Sabbioso	pinot	pergola doppia	biologico	no	emergenza	90%	tarassaco, veronica, molte graminacee non fiorite
EG2	158	20740	1%	zona di interscambio tra corpo di frana ed alluvioni medio-recenti	Franco-Limoso	pinot	pergola singola	biologico	peronospora endemica	emergenza	100%	geranio, tarassaco, trifoglio, lamium purpureo, latte di gallina, plantaggine lanceolata
EG3	165	1847	1%	alluvioni recenti non terrazzate	Franco-Sabbioso	pinot	pergola doppia	biologico	batteriosi	emergenza	100%	veronica, geranio, tarassaco, trifogli vari, molte graminacee non fiorite

EG4	344	709	30%	medio versante, terrazzo glaciale collassato	Franco-Limoso	pinot	pergola doppia	biologico	no	emergenza	100%	ajuga reptans, plantaggine maggiore e lanceolata, veronica, tarassaco
PTC1a	235	685	1-3%	terrazzo di origine antropica situato a medio versante, con apporti basaltici derivati da fenomeni gravitativi	Franco, Franco-Limoso	canapa, mais	file continue	biologico	no	goccia a goccia	arato	nelle porzioni limitrofe: latte di gallina, tarassaco, centaurea, ranuncolo, caccialepre
PEPPER	432	454	due pendenze: s1 10-20% s2 2-3%	versante di contatto glaciale (terrazzato)	Franco, Franco-Sabbioso	peperoncino	file continue	biologico	no	goccia a goccia	arato	nelle porzioni limitrofe: ranuncolo, salvia pratense, geranio, ginestrino, euforbia cipressina, rovo, timo, canapa
VRVGr2	636	2500	30%	terrazzamento a medio versante	Franco, Franco-Limoso	groppello	guyot	biologico	no	goccia a goccia	100%	molto tarassaco, molte graminacee non fiorite
VRVMu1	653	250	50%	terrazzamento su incisione a V	Franco, Franco-Limoso	müller	guyot	biologico	no	goccia a goccia	50%	tarassaco, veronica, lamium purpureo, graminacee varie non fiorite
VRVKe1	793	300	40-50%	terrazzamento su incisione a V	Franco-Limoso	kerner	guyot	biologico	no	goccia a goccia	70%	tarassaco, veronica, graminacee varie non fiorite

VRMca1	714	10000	25%	terrazzo in pendenza	Franco	renetta del canada	spindel	biologico	no	goccia a goccia	100%	veronica, rumice, falsa ortica, ranuncolo (raro) silene italica, poa, tarassaco, plantaggine lanceolata, trifoglio,, vecchia
VRMca2	791		10%	terrazzo d'alloggiamento glaciale su siltiti sovraconsolidate	Franco-Limoso	renetta del canada	doppio spindel	biologico	no	goccia a goccia	100%	molta potentilla, molto equisetto, cumino, tarassaco, trifoglio, poa, loietto, plantaggine lanceolata, ajuga reptans (rara)
VRMGo2	879		20%	terrazzo glaciale di contatto	Franco-Sabbioso Franco-Limoso	golden	spindel	biologico	no	goccia a goccia	100%	cumino, tarassaco, trifoglio, graminacee varie non fiorite, umbrellifere non fiorite
VRMRes1	853		35-40%	terrazzamento su incisione a V laterale	Franco-Sabbioso	resistente	guyot	biologico	no	goccia a goccia	100%	tarassaco, veronica, fragola selvatica, graminacee varie non fiorite, umbrellifere non fiorite
VRMGo1	805		20%	terrazzo di contatto glaciale	Franco-Sabbioso	golden	spindel	biologico	no	goccia a goccia	100%	rumice, ortica, veronica, tarassaco, lamium purpureo,

LRMGo1	793	4500	due pendenze: s1 15-20% s2 50%	scarpata laterale di incisione a V	Franco, Franco- Limoso	golden	spindel	convenzionale	no	goccia a goccia	50%	molte graminacee, vite, equisetio, tarassaco, geranio, silene italica, ortica, galium aparine, vitalba,
LRMGo2	712		15%	terrazzo di alloggiamento glaciale	Franco, Franco- Limoso	golden	spindel	convenzionale	no	goccia a goccia	95%	tarassaco, veronica, poa, molte altre graminacee non fornite
LRMGo3	816		20%	terrazzo di contatto glaciale	Franco	golden	spindel	convenzionale	no	goccia a goccia	100%	molte graminacee e molte umbrellifere non fiorite, cumino, tarassaco, potentilla
LRMGo4	741		40-50%	terrazzamento su incisione a V	Franco- limoso	golden	spindel	convenzionale	no	goccia a goccia	60%	
FBOrt	1045	1070	4%	terrazzo di contatto glaciale	Franco	ortive	strisce alternate	biologico	no	emergenza	100%	tarassaco, lamium, amaranto, farinaccio, graminacee non fiorite, ortica, potentilla, plantaggine lanceolata
FBMe	987	785	12%	incisione a V su depositi alluvionali lacustri	Franco	bella di buskop, opal	doppio vaso	biologico	no	emergenza	50% arato	tarassaco, graminacee varie non fiorite, umbrellifere varie ancora non classificabili

Tabella 1: dati aziende sperimentazione formulazione BioAksxter M31



Figura 8: Valerio Rizzi Kerner (VRKe) a sinistra, Valerio Rizzi Renetta del Canada (VRCa2) a destra;



Figura 9: Olivello spinoso dell'azienda Giove officinali;



Figura 10: Giove Ribes Nero (GVRiNe) a sinistra, Egizia Simonini Pinot (EG3) a destra;



Figura 11: Groppello da passito trattato con M31, foto scattata il giorno precedente alla raccolta;

3 Risultati

3.1 Plants Functional Traits

Le analisi statistiche effettuate sui dati rilevati sulla vegetazione trattata con le formulazioni BioAksxter® della categoria M31 e quelli rilevati sulla vegetazione non trattata, all'applicazione del Tukey's post-hoc test non hanno presentato variazioni significative a livello di percentuale di variazione di peso secco e di variazione di spessore, variazioni visibili invece all'applicazione del Dunn's post-hoc test (Tabelle 2 e 3) grazie all'utilizzo del coefficiente di Bonferroni. Il peso secco è un indice che prende in considerazione il contenuto di sostanza secca all'interno dei tessuti fogliari e, quindi, la loro capacità di accumulare elettroliti e sostanze nutritive in genere, oltre che specchio diretto del grado di strutturazione molecolare delle cellule stesse. Tale parametro, per essere pienamente compreso, va interpretato in correlazione con l'indice di area fogliare, attraverso il calcolo degli indici LMA e SLA i cui risultati verranno riportati in seguito.

Peso secco	trattato melo	non trattato melo	trattato vite	non trattato vite	non trattato arbusti	trattato arbusti
trattato melo		2,03E-05	2,03E-05	2,03E-05	0,9966	1
non trattato melo	8,791		2,03E-05	2,03E-05	0,8586	0,4036
trattato vite	51,88	44,38		0,0001175	2,03E-05	2,03E-05
non trattato vite	44,45	36,97	6,357		2,03E-05	2,03E-05
non trattato arbusti	0,6919	1,632	14,6	12,52		0,9973
trattato arbusti	0,2048	2,684	16,48	14,27	0,6573	

Tabella 2: statistica dei valori di Peso secco calcolata con one-way ANOVA test e presentata con tabella Dunn's post-hoc test. In giallo differenze significative tra le differenti tipologie colturali, in verde differenze significative tra meleati o vigneti trattati con M31 e non trattati;

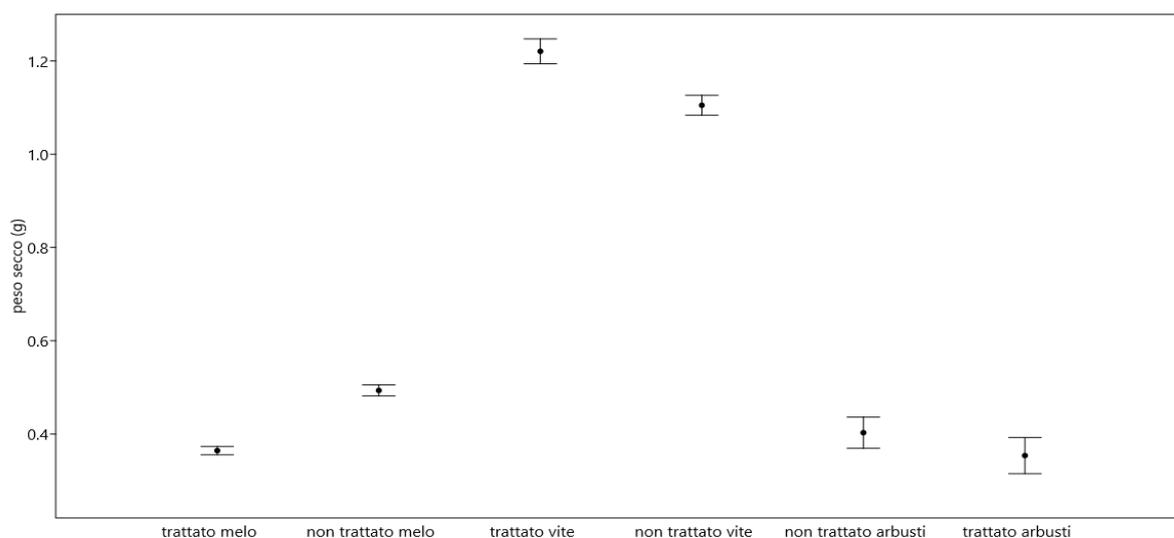


Figura 12: Box-plot che esprime le medie di peso secco delle categorie colturali usate per la sperimentazione, suddivise per tipologia e trattamento ricevuto. Il punto esprime la media, lo spazio compreso tra le due linee orizzontali esprime l'errore standard;

Le differenze statistiche sensibili di interesse per la validazione degli effetti positivi delle formulazioni BioAksxter® della categoria M31 sono legate principalmente ai fruttiferi a melo ed ai vigneti, escluse quelle inerenti lo spessore della lamina fogliare in cui sono i fruttiferi arbustivi ad aver mostrato variazioni significative assieme ai vigneti. Tali variazioni sono evidenziate attraverso l'uso della colorazione verde all'interno delle tabelle inserite in questo capitolo. Le variazioni evidenziate in giallo, seppur significative da un punto di vista statistico, esprimono delle variazioni naturalmente presenti tra famiglie e generi botanici, a causa delle differenze fisiologiche ed anatomo-morfologiche dei vegetali.

Spessore	trattato melo	non trattato melo	trattato vite	non trattato vite	non trattato arbusti	trattato arbusti
trattato melo		0,218	0,0004685	2,03E-05	0,9998	0,0001395
non trattato melo	3,172		2,03E-05	2,03E-05	0,9578	2,50E-05
trattato vite	5,883	8,766		2,03E-05	0,9275	0,02348
non trattato vite	16,58	19,51	9,85		0,01577	0,9826
non trattato arbusti	0,3643	1,203	1,372	4,565		0,04173
trattato arbusti	6,296	7,195	4,389	0,9828	4,12	

Tabella 3: statistica dei valori di Spessore calcolata con one-way ANOVA test e presentata con tabella Dunn's post-hoc test. In giallo differenze significative tra le differenti tipologie colturali, in verde differenze significative tra arbusteti o vigneti trattati;

Nella Figura 13 sono riportati i dati medi dello spessore della lamina fogliare dei gruppi di colture analizzate, i cui valori sono espressi in millimetri e presentati con il relativo errore standard. Un maggior spessore della lamina fogliare è frequentemente legato ad un maggior spessore del clorenchima a palizzata, ossia il tessuto fogliare adibito alla fotosintesi ed al primo accumulo dei fotosintetati. Sulle colture arbustive è visibile un decremento sostanziale dello spessore, passando da una media di $0,196 \pm 0,011$ mm ad una media di $0,154 \pm 0,005$ mm rispettivamente per le colture non trattate e per quelle trattate con M31. Prima di formulare ipotesi a riguardo di questo comportamento a prima vista anomalo, risulterebbe opportuno effettuare ulteriori indagini specifiche sulla composizione della lamina fogliare e del contenuto in clorofilla.

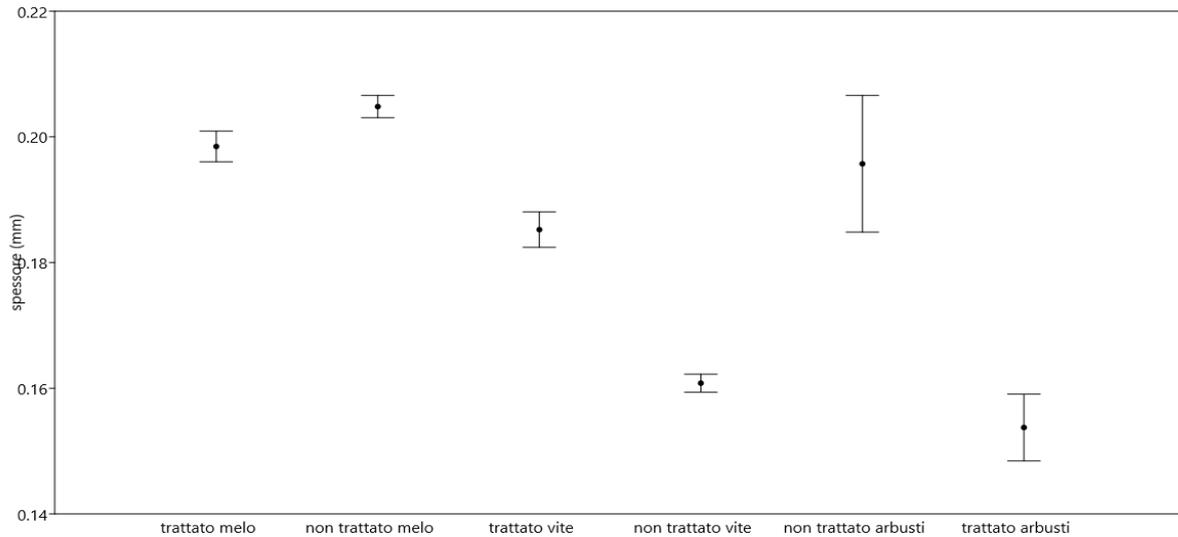


Figura 13: Box-plot che esprime le medie dello spessore delle categorie colturali usate per la sperimentazione, suddivise per tipologia e trattamento ricevuto. Il punto esprime la media, lo spazio compreso tra le due linee orizzontali esprime l'errore standard;

Sono state riscontrate differenze significative importanti anche per quanto riguarda il peso a saturazione (Tabella 4) tra la vegetazione trattata con M31 e quella non trattata con l'applicazione del Thuckey's post-hoc test. Tali variazioni sono specchio dell'efficacia delle formulazioni BioAksxter® dato che questo parametro esprime la capacità dei tessuti fogliari di accumulare fluidi al loro interno, rendendo più efficienti la totalità delle attività metaboliche cellulari e, di conseguenza, istologiche. Nello specifico, l'efficienza aumenta a livello degli scambi gassosi con conseguente miglioramento delle performance di fotosintesi e respirazione, inoltre tale turgore è riflesso di un accentuata capacità delle radici nell'approvvigionamento idrico, anche in periodi di carenza della risorsa.

Peso a saturazione	trattato melo	non trattato melo	trattato vite	non trattato vite	non trattato arbusti	trattato arbusti
trattato melo		2,05E-05	2,03E-05	2,03E-05	1	0,8902
non trattato melo	8,08E+00		2,03E-05	2,03E-05	0,5694	0,07709
trattato vite	3,59E+01	2,89E+01		0,03086	2,03E-05	2,03E-05
non trattato vite	3,09E+01	2,40E+01	4,264		2,03E-05	2,03E-05
non trattato arbusti	0,1874	2,324	1,08E+01	9,37E+00		0,9868
trattato arbusti	1,525	3,805	1,28E+01	1,13E+01	0,9241	

Tabella 4: statistica dei valori di Peso a saturazione calcolata con one-way ANOVA test e presentata con tabella Dunn's post-hoc test. In giallo differenze significative tra le differenti tipologie colturali, in verde differenze significative tra meleti o vigneti trattati;

Anche i valori medi dei pesi a saturazione (Figura 14) delle colture oggetto di questa sperimentazione mostrano un aumento statisticamente rilevante tra le particelle trattate con M31 e non trattate, ad ulteriore conferma dell'attività delle formulazioni BioAksxter® contro gli stress idrici.

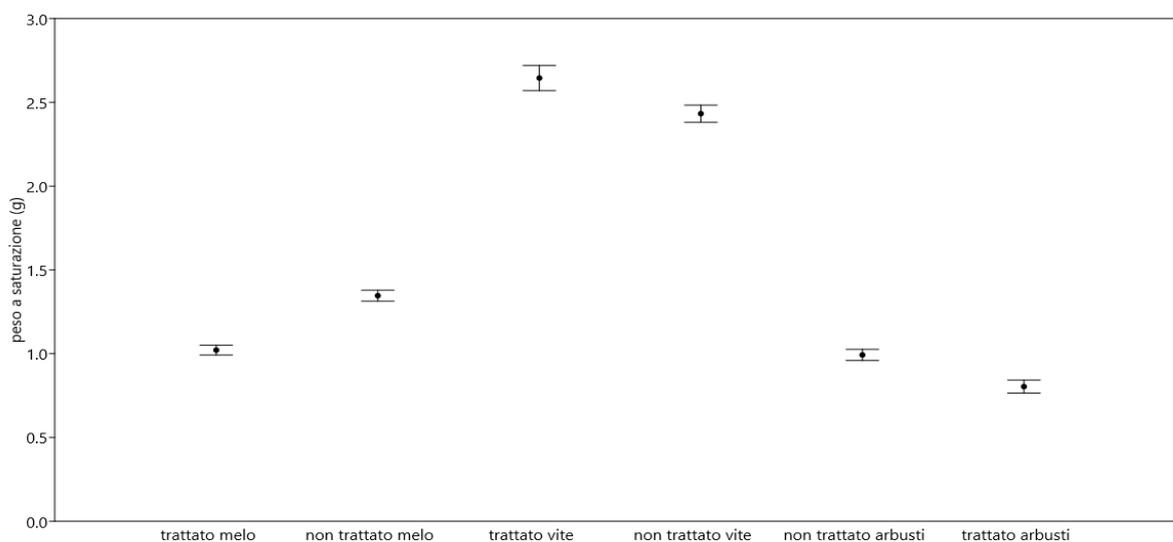


Figura 14: Box-plot che esprime le medie di peso a saturazione delle categorie culturali usate per la sperimentazione, suddivise per tipologia e trattamento ricevuto. Il punto esprime la media, lo spazio compreso tra le due linee orizzontali esprime l'errore standard;

Per quanto concerne l'indice di area fogliare (Tabella 5) sono presenti differenze statistiche significative interessanti tra meleti e vigneti trattati con M31 e non trattati con M31. Questo parametro indica la capacità di una coltura di tollerare condizioni di ombreggiatura o soleggiamento (rispettivamente sciafilo-tolleranza ed elio-tolleranza) sulla base del proprio morfotipo. La vite, ad esempio, essendo una pianta lianosa prostrata sciafilo-tollerante evolutasi all'interno del piano dominato di fitte boscaglie, è caratterizzata da un fogliame a lamina particolarmente espansa mentre il melo, essendo una specie elio-tollerante evolutasi quasi in purezza a margine di boscaglie del massiccio del Caucaso, presenta foglie a lamina lanceolata.

I due morfotipi per i motivi sopra esposti reagiscono ai fattori di stress in maniera opposta, in quanto nel loro optimum ecologico ed edafico vite e melo presentano rispettivamente poche foglie molto espanse e tante foglie di dimensioni contenute. I dati relativi all'indagine da noi svolta mostrano differenze significative per queste colture, che rispecchiano le condizioni ottimali della crescita morfologica per quanto riguarda le particelle trattate con M31.

Area	trattato melo	non trattato melo	trattato vite	non trattato vite	non trattato arbusti	trattato arbusti
trattato melo		1,87E-09	2,34E-74	3,82E-39	0,1236	0,4865
non trattato melo	1,87E-09		2,14E-38	4,32E-15	0,9636	0,3195
trattato vite	2,34E-74	2,14E-38		6,81E-06	0,0001342	5,59E-07
non trattato vite	3,82E-39	4,32E-15	6,81E-06		0,01827	0,0005615
non trattato arbusti	0,1236	0,9636	0,0001342	0,01827		0,5094
trattato arbusti	0,4865	0,3195	5,59E-07	0,0005615	0,5094	

Tabella 5: statistica dei valori di Area fogliare calcolata con one-way ANOVA test e presentata con tabella Dunn's post-hoc test. In giallo differenze significative tra le differenti tipologie colturali, in verde differenze significative tra meleti o vigneti trattati;

Nel grafico presente nella Figura 15 i valori medi mostrano decrementi statisticamente rilevanti per quanto riguarda l'area fogliare del melo, ad indicare l'efficacia delle formulazioni BioAksxter® nel riequilibrio della distribuzione delle risorse necessarie ad un corretto sviluppo morfologico delle colture. Tale effetto, come enunciato in precedenza, si esprime sulla vite con incrementi sostanziali, passando da una media di $101 \pm 2,6 \text{ cm}^2$ a una media di $140,7 \pm 3,5 \text{ cm}^2$.

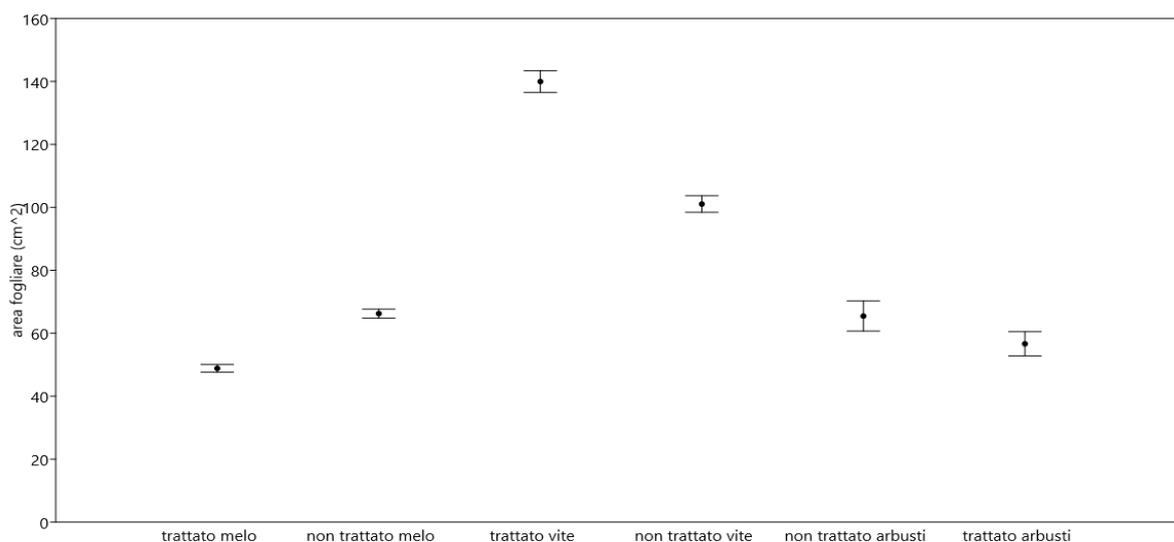


Figura 15: Box-plot che esprime le medie delle aree fogliari delle categorie colturali usate per la sperimentazione, suddivise per tipologia e trattamento ricevuto. Il punto esprime la media, lo spazio compreso tra le due linee orizzontali esprime l'errore standard;

Le medie dei dati degli indici semplici di peso a saturazione, peso secco, spessore e di area fogliare utilizzati per le indagini statistiche sono state accorpate e riportate nella Tabella 6, allo scopo di facilitare ulteriormente la comprensione delle tendenze descritte e risultanti a favore dell'attività riequilibrante delle formulazioni BioAksxter®. Inoltre, in questa tabella sono presentati i dati medi di percentuale di variazione, calcolati a partire dai dati di peso a saturazione e di peso secco.

medie	trattato melo	non trattato melo	trattato vite	non trattato vite	non trattato arbusti	trattato arbusti
peso a saturazione	1,021	1,346	2,645	2,432	0,993	0,804
	0,029	0,033	0,075	0,051	0,033	0,039
peso secco	0,364	0,493	1,221	1,105	0,403	0,354
	0,009	0,012	0,027	0,021	0,033	0,039
% variazione	-60,350	-60,975	-48,720	-53,065	-59,823	-56,885
	1,296	0,993	2,155	1,050	1,975	2,659
spessore	0,198	0,205	0,185	0,161	0,196	0,154
	0,002	0,002	0,003	0,001	0,011	0,005
area	48,985	66,234	140,713	101,053	65,443	56,650
	1,208	1,431	3,471	2,639	4,789	3,831

Tabella 6: Dati medi di peso a saturazione, peso secco, % variazione, spessore e area fogliare con i relativi errori standard (in rosso);

Per quanto riguarda gli indici complessi si è optato per un approccio analitico più particolareggiato, in cui sono state suddivise le colture anche rispetto all'approccio gestionale allo scopo di evidenziare eventuali differenze presenti, nello specifico, tra meleti gestiti in convenzionale e quelli gestiti in biologico.

L'LMA è un indice che esprime in modo semplice e diretto il rapporto che intercorre tra il peso secco e l'area fogliare, allo scopo di quantificare l'efficienza nell'allocazione e nell'utilizzazione dei nutrienti fotosintetizzati e di quelli assorbiti all'interno della pianta. Per quanto riguarda le colture considerate all'interno del seguente progetto sperimentale le differenze statistiche più rilevanti sono sempre relative a vite e melo, con l'unica differenza che nei meleti l'effetto è stato marcato, e quindi rilevante da un punto di vista statistico. Nello specifico, per questa coltura le differenze importanti sono state rilevate tra i meleti in convenzionale trattati con M31, quelli convenzionali non trattati e quelli in biologico trattati.

LMA	vite bio non trattato	vite bio trattato	melo conv non trattato	melo conv trattato	melo bio non trattato	melo bio trattato
vite bio non trattato		0,001355	0,4893	0,07419	0,0664	0,6082
vite bio trattato	0,001355		0,0002115	0,2625	1,17E-06	0,0003977
melo conv non trattato	0,4893	0,0002115		0,01969	0,2789	0,8629
melo conv trattato	0,07419	0,2625	0,01969		0,0007027	0,02964
melo bio non trattato	0,0664	1,17E-06	0,2789	0,0007027		0,2073
melo bio trattato	0,6082	0,0003977	0,8629	0,02964	0,2073	

Tabella 7: statistica dei valori di Leaf Mass Area (LMA) calcolata con one-way ANOVA test e presentata con tabella Dunn's post-hoc test. In giallo differenze significative tra le differenti tipologie culturali, in verde differenze significative tra meleti o vigneti trattati;

Inoltre, è importante notare come siano presenti decrementi visibili ma statisticamente non rilevanti (Figura 16) dell'LMA tra le particelle gestite in biologico trattate e quelle, sempre gestite in biologico, non trattate con le formulazioni BioAksxter® della categoria M31. Si potrebbe

pensare che tali differenze siano attribuibili all'effetto delle pratiche gestionali utilizzate per la gestione di questi meleti ma, data lo storico decennale delle utilizzazioni di M31 su di esse, si può ipotizzare che tali risultati siano specchio della mancata applicazione delle formulazioni BioAksxter® sulle particelle non trattate e della conseguente e progressiva riduzione dell'effetto riequilibrante sulle colture che le caratterizza.

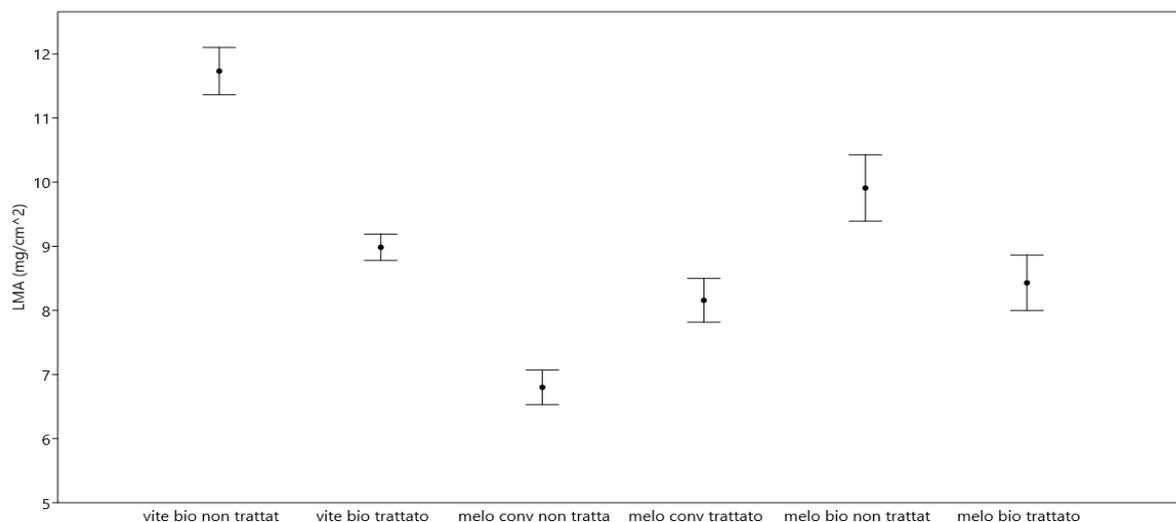


Figura 16: Box-plot che esprime le medie dell'LMA delle categorie colturali usate per la sperimentazione, suddivise per tipologia gestionale e trattamento ricevuto. Il punto esprime la media, lo spazio compreso tra le due linee orizzontali esprime l'errore standard;

L'SLA è un indice simile all'LMA, anche se la comunità scientifica lo utilizza per lo più allo scopo di esprimere l'adattamento di una data specie o cultivar agli stress idrici dato che risulta direttamente correlato alla loro capacità, al variare di un qualunque input, di utilizzare acqua in modo efficace. Come si può notare dalla Tabella 8 sono presenti differenze statistiche sensibili per i vigneti trattati con M31 e non trattati e tra i meleti gestiti sia in convenzionale che in biologico trattati e non trattati.

SLA	vite bio non trattato	vite bio trattato	melo conv non trattato	melo conv trattato	melo bio non trattato	melo bio trattato
vite bio non trattato		1,61E-07	2,11E-25	1,75E-12	8,85E-06	1,69E-12
vite bio trattato	1,61E-07		2,76E-08	0,02225	0,6572	0,02964
melo conv non trattato	2,11E-25	2,76E-08		0,003055	1,73E-08	0,001452
melo conv trattato	1,75E-12	0,02225	0,003055		0,0104	0,8775
melo bio non trattato	8,85E-06	0,6572	1,73E-08	0,0104		0,01386
melo bio trattato	1,69E-12	0,02964	0,001452	0,8775	0,01386	

Tabella 8: statistica dei valori di Specific Mass Area (SMA) calcolata con one-way ANOVA test e presentata con tabella Dunn's post-hoc test. In giallo differenze significative tra le differenti tipologie colturali, in verde differenze significative tra meleti o vigneti trattati;

Inoltre, sono presenti differenze statistiche sensibili di interesse anche tra i meleti gestiti in convenzionale trattati e quelli gestiti in biologico non trattati, seppur lievi. Il motivo per cui è importante parlare di tali differenze dipende dalla relazione che intercorre tra queste due categorie e quella dei meleti in biologico trattati. Come si può notare nella Figura 17 le forbici dei valori di questo parametro sono simili sia in ampiezza che nel valore medio riscontrato. Questo comportamento risulta probabilmente legato alle modifiche sostanziali che la pianta deve apportare alla sua chioma in relazione ai trattamenti di M31 ricevuti, modifiche che nei popolamenti generano delle oscillazioni notevoli nei primi anni di trattamento e nell'anno successivo alla sua sospensione. Quest'ultima affermazione si fonda sullo storico dei meleti gestiti in biologico utilizzati per questa sperimentazione, dato l'uso pluriennale delle formulazioni BioAkstre® praticato dall'azienda di Valerio Rizzi. Ed è per questo motivo che i popolamenti gestiti in biologico e trattati con M31 presentano una media di SLA leggermente maggiore rispetto alle categorie precedentemente citate, ma comunque di gran lunga minore rispetto a quella caratteristica dei meleti gestiti in convenzionale e non soggetti al trattamento a base di M31. Bisogna precisare, allo scopo di facilitare la comprensione di questo parametro, che esso deve essere interpretato in modo concettualmente inverso rispetto all'LMA, essendo l'LMA un rapporto peso su area e l'SLA un rapporto area su peso.

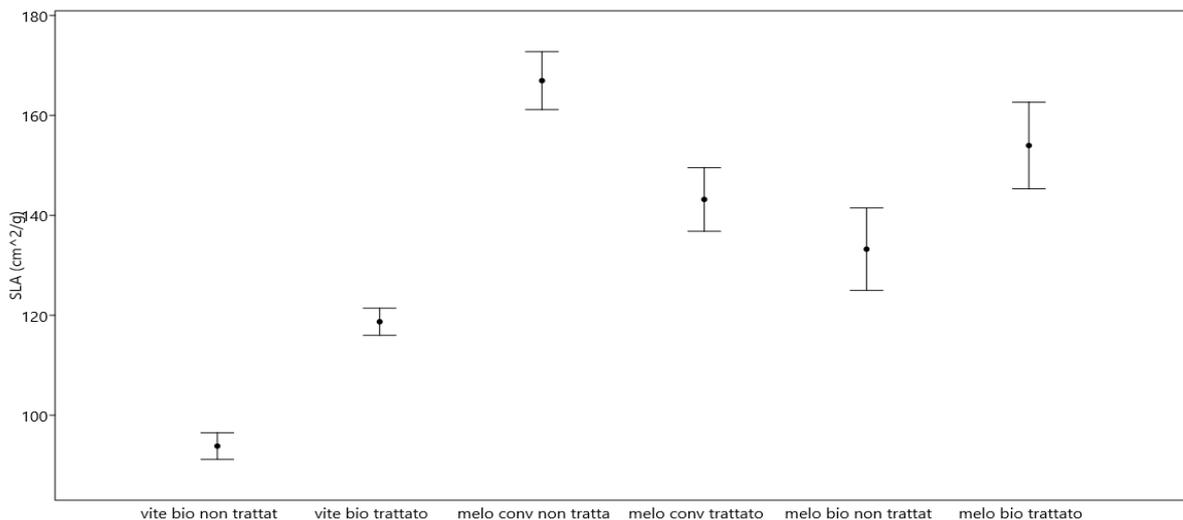


Figura 17: Box-plot che esprime le medie dell'SMA delle categorie culturali usate per la sperimentazione, suddivise per tipologia gestionale e trattamento ricevuto. Il punto esprime la media, lo spazio compreso tra le due linee orizzontali esprime l'errore standard;

L'LTD esprime la densità reale di una foglia grazie al rapporto che intercorre tra l'area specifica (LMA) e lo spessore della lamina fogliare. Tale indice in bibliografia è spesso utilizzato per spiegare la resistenza a stress idrici e termici in relazione al cambio delle condizione edafiche,

intese come input utili alla nutrizione vegetale. Una foglia più densa è sintomo di un aumento generale dei tessuti della pianta, aumento direttamente correlato all'elevazione del grado di tolleranza ad elevate concentrazioni saline della soluzione circolante dato che la densità è correlata non solo alla struttura molecolare delle cellule dei vari tessuti ma anche ad una maggior concentrazione degli ioni presenti all'interno di queste ultime.

LTD	vite bio non trattato	vite bio trattato	melo conv non trattato	melo conv trattato	melo bio non trattato	melo bio trattato
vite bio non trattato		6,88E-12	2,63E-38	3,99E-25	7,00E-16	5,10E-18
vite bio trattato	6,88E-12		4,91E-11	3,79E-05	0,09162	0,02424
melo conv non trattato	2,63E-38	4,91E-11		0,03011	4,53E-06	4,74E-05
melo conv trattato	3,99E-25	3,79E-05	0,03011		0,02007	0,06982
melo bio non trattato	7,00E-16	0,09162	4,53E-06	0,02007		0,5978
melo bio trattato	5,10E-18	0,02424	4,74E-05	0,06982	0,5978	

Tabella 9: statistica dei valori di Leaf Thickness Density (LTD) calcolata con one-way ANOVA test e presentata con tabella Dunn's post-hoc test. In giallo differenze significative tra le differenti tipologie colturali, in verde differenze significative tra meleti o vigneti trattati;

Come si evince dal grafico in Figura 18, le variazioni statistiche sensibili sopra riportate per vite e melo sono specchio della sciafilo-tolleranza della prima e dell'elio-tolleranza della seconda. I dati medi qui presentati esprimono il successo nel riequilibrio delle colture considerate, dato che una riduzione nello spessore della lamina fogliare della vite è sintomo di una riduzione netta dello stress a carico dei tessuti vegetali causato dall'esposizione diretta al sole.

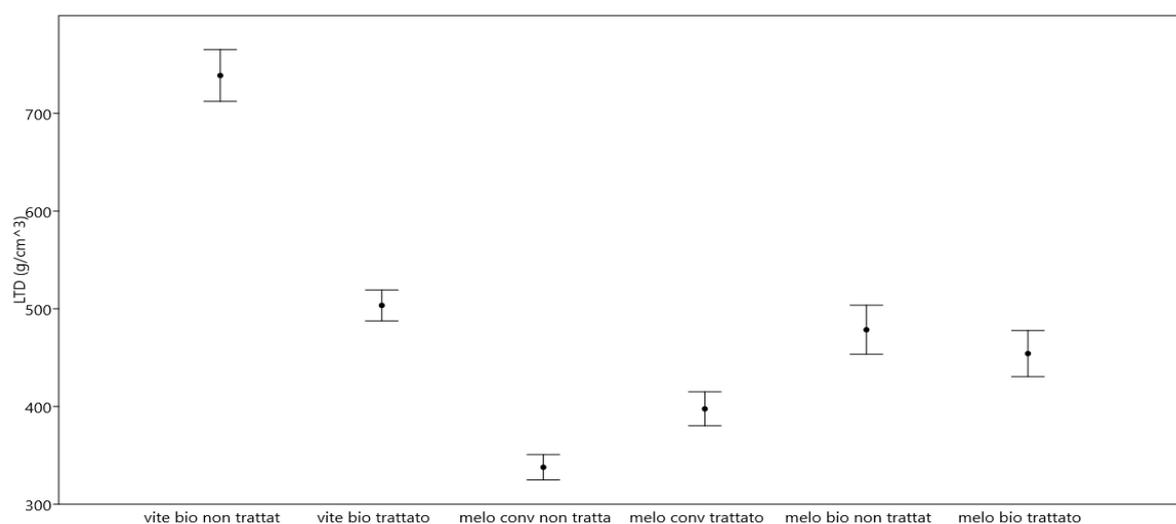


Figura 18: Box-plot che esprime le medie dell'LTD delle categorie colturali usate per la sperimentazione, suddivise per tipologia gestionale e trattamento ricevuto. Il punto esprime la media, lo spazio compreso tra le due linee orizzontali esprime l'errore standard;

Le differenze sono ben visibili anche per i meleti gestiti in convenzionale appartenenti a Luca Rizzi dove, data l'elio-tolleranza della coltura, un aumento nella densità dei tessuti fogliari è specchio di un'attività fotosintetica nel suo optimum produttivo.

Le medie dei dati degli indici complessi LMA, SLA e LTD utilizzati per le indagini statistiche sono state accorpate e riportate nella Tabella 10, allo scopo di facilitare ulteriormente la comprensione delle tendenze descritte e risultanti a favore dell'attività riequilibrante delle formulazioni BioAksxter®.

medie	vite bio non trattato	vite bio trattato	melo conv non trattato	melo conv trattato	melo bio non trattato	melo bio trattato
SLA	93,84	118,71	166,95	143,18	133,23	153,97
	2,66	2,72	5,80	6,37	8,24	8,67
LMA	11,69	8,98	6,80	8,16	9,91	8,43
	0,37	0,20	0,27	0,34	0,52	0,43
LTD	738,73	503,46	337,77	397,59	478,52	454,16
	26,52	15,82	12,98	17,39	25,05	23,52

Tabella 10: Dati medi di SLA, LMA e TDA presentati con i relativi errori standard (in rosso);

3.2 Qualità Biologica del Suolo

Per quanto riguarda la statistica inerente i valori di QBS-ab (Tabella 6) e di QBS-ar (Tabella 7) l'indagine ha mostrato differenze significative interessanti tra i meleti trattati con M31 e quelli non trattati, oltre ad aver evidenziato differenze statistiche importanti tra i vigneti trattati con M31, quelli non trattati e le restanti colture oggetto di questa sperimentazione.

Nel caso delle differenze statistiche presenti tra le differenti tipologie colturali i motivi per cui esse sono presenti sono legati alla fisiologia peculiare delle singole colture oggetto di studio e, quindi, alle differenti relazioni suolo pianta che intercorrono. Si può ipotizzare che in alcuni casi tali differenze siano accentuate dal trattamento con M31 ma, da un punto di vista scientifico oltre che statistico, tali affermazioni non trovano fondamento a partire dai dati derivati da questa sperimentazione.

QBS-ab	cespugli non trattato	cespugli trattato	melo non trattato	melo trattato	ortive non trattato	ortive trattato	vite non trattato	vite trattato
cespugli non trattato		0,1614	0,3983	0,3202	0,6166	0,9492	0,09319	4,60E-06
cespugli trattato	0,1614		0,02399	0,5707	0,3836	0,3398	0,8592	0,0113
melo non trattato	0,3983	0,02399		0,04134	0,1867	0,5636	0,001465	4,78E-10
melo trattato	0,3202	0,5707	0,04134		0,6891	0,5522	0,5805	0,0002596
ortive non trattato	0,6166	0,3836	0,1867	0,6891		0,7723	0,3529	0,0002189
ortive trattato	0,9492	0,3398	0,5636	0,5522	0,7723		0,3368	0,00259
vite non trattato	0,09319	0,8592	0,001465	0,5805	0,3529	0,3368		0,0002964
vite trattato	4,60E-06	0,0113	4,78E-10	0,0002596	0,0002189	0,00259	0,0002964	

Tabella 11: statistica dei valori di QBS-ab calcolata con one-way ANOVA test e presentata con tabella Dunn's post-hoc test. In giallo differenze significative tra le differenti tipologie colturali, in verde differenze significative tra meleti o vigneti trattati con M31 e non trattati;

Le differenze statistiche sensibili più rilevanti per convalidare attraverso il metodo QBS (in verde nelle Tabelle 6 e 7) gli effetti delle formulazioni BioAksxter® sulla biodiversità edafica sono quelle che intercorrono tra i meleti non trattati e quelli trattati con M31 e, specialmente, tra i vigneti trattati e non trattati con M31.

QBS-ar	cespugli non trattato	cespugli trattato	melo non trattato	melo trattato	ortive non trattato	ortive trattato	vite non trattato	vite trattato
cespugli non trattato		0,2505	0,8137	0,02073	0,7333	0,4642	0,1535	2,00E-05
cespugli trattato	0,2505		0,1384	0,4193	0,4376	0,8776	0,9165	0,01206
melo non trattato	0,8137	0,1384		0,002798	0,5494	0,3547	0,03515	1,49E-07
melo trattato	0,02073	0,4193	0,002798		0,07785	0,4258	0,2181	0,04247
ortive non trattato	0,7333	0,4376	0,5494	0,07785		0,6434	0,376	0,0003655
ortive trattato	0,4642	0,8776	0,3547	0,4258	0,6434		0,9221	0,03278
vite non trattato	0,1535	0,9165	0,03515	0,2181	0,376	0,9221		0,0004646
vite trattato	2,00E-05	0,01206	1,49E-07	0,04247	0,0003655	0,03278	0,000465	

Tabella 12: statistica dei valori di QBS-ar calcolata con one-way ANOVA test e presentata con tabella Dunn's post-hoc test. In giallo differenze significative tra le differenti tipologie colturali, in verde differenze significative tra meleti o vigneti trattati con M31 e non trattati;

Come si può osservare (Figura 19) le medie e i valori minimi e massimi presenti tra quelli stimati con il metodo QBS-ab riportano delle variazioni in favore dell'efficacia delle formulazioni BioAksxter®, anche tra colture trattate e non trattate come quelle appartenenti alle essenze arbustive cespugliose. I valori massimi di scarto sono stati comunque raggiunti dalla vite, mentre i valori delle medie delle ortive sono specchio di una tendenza osservata grazie alla misura delle abbondanze ed al loro utilizzo all'interno del metodo QBS-ab, ossia l'apparente riduzione dell'abbondanza degli individui appartenenti alle classi con valore di EMI massimo per ogni categoria di artropodi considerata all'aumentare della quantità di classi caratterizzate da elevata valenza ecologica.

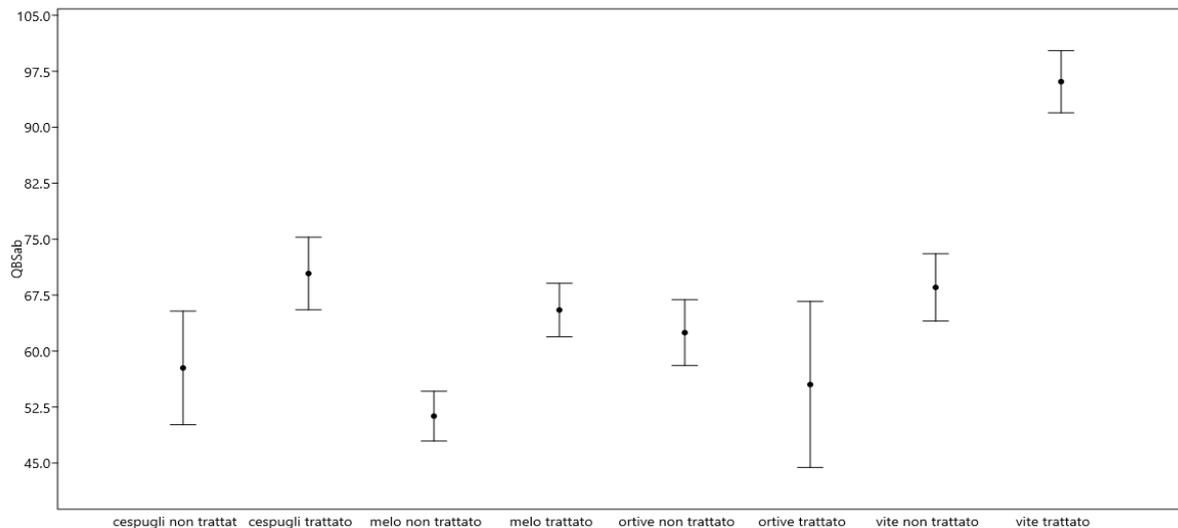


Figura 19: Box-plot che esprime le medie di QBS-ab delle categorie colturali usate per la sperimentazione, suddivise per tipologia e trattamento ricevuto;

Per quanto riguarda i valori di QBS-ar (Figura 20), gli EMI medi esprimono le medesime differenze in favore dell'efficacia delle formulazioni BioAksxter®. In questo caso sono presenti differenze visibili non valide dal punto di vista statistico anche tra le medie degli EMI per le ortive trattate e non trattate, dato che questo indice esprime attraverso il coefficiente EMI esprime per ogni singola classe artropodica la sola valenza ecologica, spuria dall'influenza dell'abbondanza.

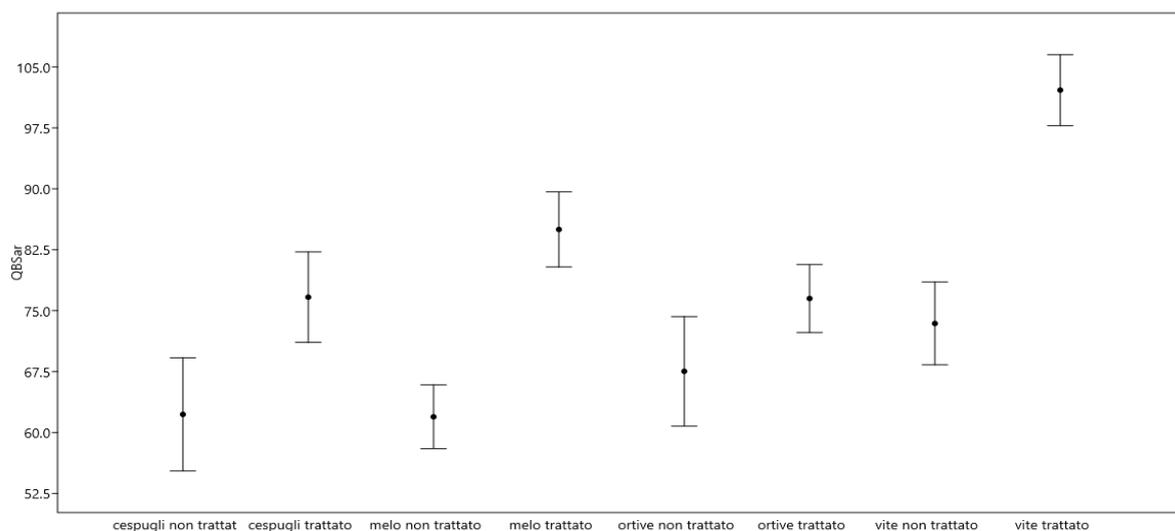


Figura 20: Box-plot che esprime le medie di QBS-ar delle categorie colturali usate per la sperimentazione, suddivise per tipologia e trattamento ricevuto;

Abbiamo deciso di approfondire ulteriormente l'indagine statistica suddividendo anche i valori di QBS per categoria gestionale oltre che per tipologia colturale, allo scopo di verificare eventuali differenze statistiche sensibili presenti, nello specifico, tra i meleti gestiti in convenzionale e quelli gestiti in biologico. I risultati di questa indagine portano alle medesime conclusioni di quelle precedentemente proposte, ad ulteriore conferma degli effetti rigeneranti che le formulazioni BioAksxter® possono esercitare sui suoli sotto vite e melo e, di conseguenza, sulla rete trofica della mesofauna edafica. Le riflessioni sopra esposte non sono valide solamente per il QBS-ab (Tabella 13) ma anche per il QBS-ar (Tabella 14).

QBS-ab	bio vite non trattato	bio vite trattato	bio cespugli non trattato	bio cespugli trattato	conv melo non trattato	conv melo trattato	bio ortive non trattato	bio ortive trattato	bio melo non trattato	bio melo trattato
bio vite non trattato		0,00046	0,1535	0,9165	0,0936	0,7474	0,376	0,9221	0,07128	0,1114
bio vite trattato	0,0004646		2,00E-05	0,01206	5,82E-06	0,02491	0,0003655	0,03278	2,47E-06	0,2726
bio cespugli non trattato	0,1535	2,00E-05		0,2505	0,8595	0,1875	0,7333	0,4642	0,8151	0,01337
bio cespugli trattato	0,9165	0,01206	0,2505		0,1876	0,8579	0,4376	0,8776	0,1651	0,2265
conv melo non trattato	0,0936	5,82E-06	0,8595	0,1876			0,6114	0,3922	0,9578	0,00788
conv melo trattato	0,7474	0,02491	0,1875	0,8579	0,1378		0,3443	0,7649	0,12	0,3131
bio ortive non trattato	0,376	0,0003655	0,7333	0,4376	0,6114	0,3443		0,6434	0,5708	0,04244
bio ortive trattato	0,9221	0,03278	0,4642	0,8776	0,3922	0,7649	0,6434		0,3684	0,2516
bio melo non trattato	0,07128	2,47E-06	0,8151	0,1651	0,9578	0,12	0,5708	0,3684		0,00595
bio melo trattato	0,1114	0,2726	0,01337	0,2265	0,007878	0,3131	0,04244	0,2516	0,005952	

Tabella 13: statistica dei valori di QBS-ab calcolata con one-way ANOVA test e presentata con tabella Dunn's post-hoc test. In verde differenze significative tra meleti o vigneti trattati con M31 e non trattati;

QBS-ar	bio vite nt	bio cespugli nt	conv melo nt	bio ortive nt	bio melo nt	bio vite t	bio cespugli t	conv melo t	bio ortive t	bio melo t
bio vite nt		0,1535	0,0936	0,376	0,07128	0,000465	0,9165	0,7474	0,9221	0,1114
bio cespugli nt	0,1535		0,8595	0,7333	0,8151	2,00E-05	0,2505	0,1875	0,4642	0,01337
conv melo nt	0,0936	0,8595		0,6114	0,9578	5,82E-06	0,1876	0,1378	0,3922	0,00788
bio ortive nt	0,376	0,7333	0,6114		0,5708	0,0003655	0,4376	0,3443	0,6434	0,04244
bio melo nt	0,07128	0,8151	0,9578	0,5708		2,47E-06	0,1651	0,12	0,3684	0,00595
bio vite t	0,0004646	2,00E-05	5,82E-06	0,0003655	2,47E-06		0,01206	0,02491	0,03278	0,2726
bio cespugli t	0,9165	0,2505	0,1876	0,4376	0,1651	0,01206		0,8579	0,8776	0,2265
conv melo t	0,7474	0,1875	0,1378	0,3443	0,12	0,02491	0,8579		0,7649	0,3131
bio ortive t	0,9221	0,4642	0,3922	0,6434	0,3684	0,03278	0,8776	0,7649		0,2516
bio melo t	0,1114	0,01337	0,007878	0,04244	0,005952	0,2726	0,2265	0,3131	0,2516	

Tabella 14: statistica dei valori di QBS-ar calcolata con one-way ANOVA test e presentata con tabella Dunn's post-hoc test. In verde differenze significative tra meleti o vigneti trattati con M31 e non trattati;

Come suggeriscono i grafici presenti in Figura 21 e Figura 22 sono presenti delle differenze interessanti anche tra i valori di QBS-ab e QBS-ar dei meleti gestiti in convenzionale trattati con M31 e non trattati, anche se tali differenze non sono risultate sensibili attraverso l'applicazione dei test statistici precedentemente citati. Tale scarto denota, come per le colture in biologico, un netto aumento della biodiversità artropodica sia da un punto di vista quantitativo sia qualitativo.

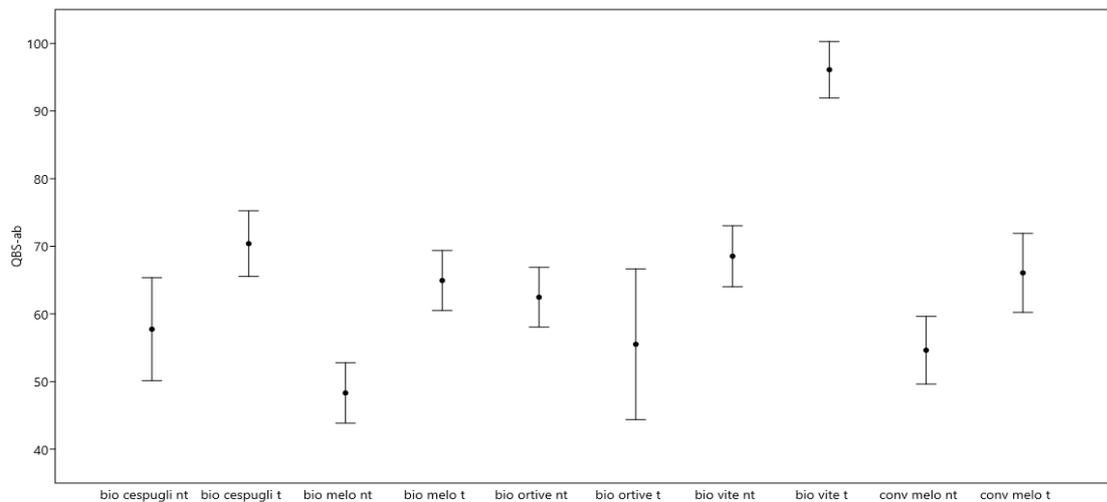


Figura 21: Box-plot che esprime le medie di QBS-ab delle categorie culturali usate per la sperimentazione, suddivise per tipologia culturale e gestionale oltre che per il tipo di trattamento ricevuto;

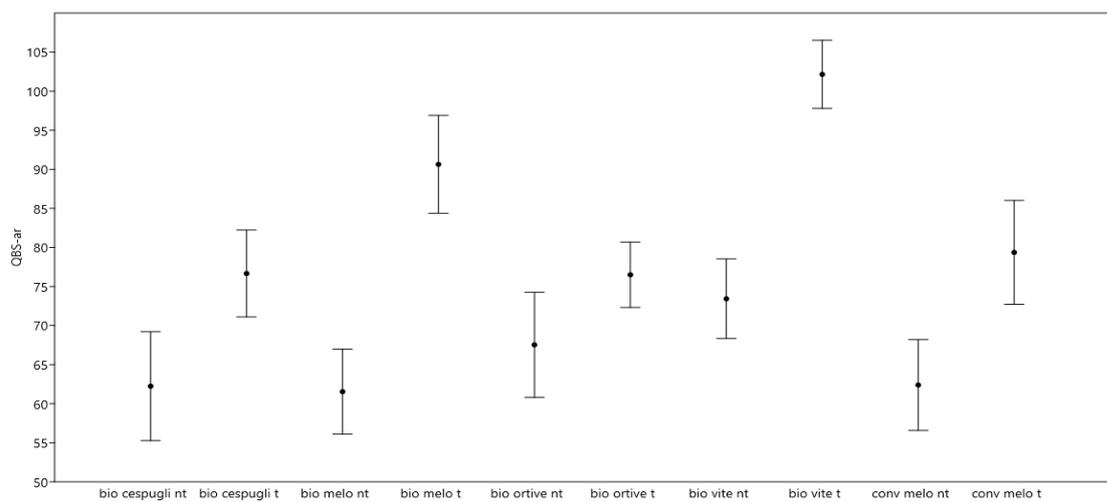


Figura 22: Box-plot che esprime le medie di QBS-ar delle categorie culturali usate per la sperimentazione, suddivise per tipologia culturale e gestionale oltre che per il tipo di trattamento ricevuto;

Ipotizziamo che tale assenza di significatività sia correlabile alla serie di dati troppo contenuta rispetto alla variabilità, derivata dall'applicazione delle formulazioni BioAksxter®, nel periodo di assestamento considerato per gli effetti che esse possono esercitare a livello del microbiota e della mesofauna di un dato suolo. Tale variabilità potrebbe essere inoltre accentuata dalle condizioni edafiche di partenza particolarmente compromesse, dato l'uso intensivo e prolungato a cui i suoli della maggior parte dei meleti della Val di Non sono sottoposti dagli anni 50 ad oggi.

3.3 Camere umide

Per quanto riguarda le prove effettuate sugli acini delle uve müller, il risultato di due mesi di incubazione sul campione non trattato è stato la decomposizione totale dello stesso, risultando pressoché irriconoscibile. Al contrario, il campione trattato è stato degradato solo per l'80% degli acini analizzati, mentre la porzione rimanente è risultata pressoché inalterata.

Le analisi effettuate allo scopo di comprendere le differenze inerenti il tasso di degradazione del fogliame di vite e melo tra le particelle trattate con M31 e quelle non trattate, hanno mostrato un andamento simile a quello delle camere umide descritte per gli acini delle uve müller. È risultato evidente come il fogliame non trattato con M31 dopo due mesi di incubazione ha presentato segni di degradazione pressoché completa, oltre alla presenza di un cospicuo numero di muffe e saprofiti in generale. Invece, il fogliame trattato con M31 dopo due mesi di incubazione all'interno delle camere umide è risultato degradato nell'80 % dei casi. Dopo due ulteriori mesi di incubazione i campioni non trattati sono risultati praticamente irriconoscibili, essendo stati decomposti anche a livello di liquame, mentre i campioni di fogliame trattato con M31 erano caratterizzati dalla presenza, seppur ridotta, di porzioni di fogliame contenti ancora clorenchima non degradato.

Data la natura dell'analisi che risulta essere puramente qualitativa e dati i risultati facilmente interpretabili ed argomentabili, non abbiamo ritenuto necessario effettuare nessun'indagine statistica allo scopo di confermare conclusioni già soddisfacenti.

3.4 Gradi zuccherini

L'analisi del grado zuccherino non ha presentato particolari differenze nella concentrazione degli zuccheri tra le uve raccolte da particelle trattate con M31 e da quelle non trattate. In ogni caso è stato osservato una tendenza leggermente positiva per le uve trattate, anche se statisticamente non validante, dato l'esiguo incremento per ambo le scale utilizzate di 0,2-0,4 gradi per la Babo e 0,2-0,6 gradi per la Brix ed il comunque basso numero di ripetute presenti per la stessa particella.

4 Conclusioni

In conclusione, le attività necessarie al raggiungimento dell'obiettivo di confermare o meno gli effetti derivati dall'applicazione delle formulazioni BioAksxter® durante il ciclo produttivo delle colture oggetto d'indagine hanno mostrato un'effettiva efficacia delle stesse, in special modo sulle cultivar viticole e melicole. In particolare, le formulazioni BioAksxter® della categoria M31 vanno ad interagire positivamente sui tassi di crescita degli organi vegetativi annuali, portando ad un aumento del grado di resistenza ai fattori di stress idrico e termico delle colture sopra citate. Ciò è riscontrabile a partire dall'evoluzione che i parametri di peso secco, peso a saturazione, spessore, area foglia, LMA, SLA e LTD mostrano passando dalle colture non trattate con M31 a quelle trattate, come largamente espresso nel capitolo dei risultati.

Inoltre, anche le attività di valutazione della Qualità Biologica del suolo, attraverso l'applicazione degli indici QBS-ab e QBS-ar, hanno mostrato per le colture in questione un significativo miglioramento in termini quali-quantitativi della biodiversità artropodica del suolo, specchio diretto di un aumento della biodiversità del mesocosmo suolo. Tali variazioni influenzano positivamente anche la fertilità dei suoli garantendo la funzionalità delle catene del detrito all'interno del pedocossistema, garantendo una migliore umificazione della sostanza organica ed una conseguente riduzione delle emissioni di CO₂ provenienti dal suolo stesso, oltre che una maggior capacità di captazione da parte del suolo della CO₂ stessa.

Gli aspetti qui esposti in sintesi sono direttamente correlati con un miglioramento delle condizioni di salute e del livello di produttività delle colture dato che, aumentando il grado di resistenza ai fattori di stress non solo della vegetazione ma anche del suolo, viene garantito un miglior equilibrio quali-quantitativo dei nutrienti presenti nel suolo ed un aumento delle performance di approvvigionamento degli stessi garantito dell'apparato radicale.

Di fatti, le analisi condotte attraverso l'applicazione del metodo della camera umida sugli acini e sulle foglie della vite e del melo hanno mostrato una maggior resistenza alla degradazione dei tessuti delle colture trattate con M31 rispetto a quelle non trattate. Questo perché una pianta più efficiente è una più vitale.

Sono altresì doverose alcune considerazioni finali riguardanti l'utilizzo esclusivo delle formulazioni BioAksxter® su colture annuali, sugli appezzamenti di piccole superfici e sull'interazione tra formulazioni BioAksxter® e tecnica colturale adottata.

Per quanto riguarda le coltivazioni annuali trattate esclusivamente con le formulazioni BioAksxter®, l'efficacia delle stesse, probabilmente a causa della necessità di un maggior periodo di riequilibrio dell'agroecosistema, non sortisce l'effetto riscontrato durante il periodo considerato per questo progetto sperimentale. In ogni caso, prima di avvalorare tale ipotesi consideriamo necessarie ulteriori indagini su colture non soggette all'utilizzo di altre tipologie di input durante l'arco di tutta la stagione produttiva.

Su appezzamenti di piccole dimensioni risulta essere difficilmente raggiungibile, con le normali dosi d'impiego, la massimizzazione dell'efficacia delle formulazioni BioAksxter®; difatti non sono riscontrabili differenze significative nell'analisi dei tratti funzionali delle foglie. Tale situazione è riscontrabile per alcune coltivazioni di nicchia in Trentino, come ad esempio quelle dei piccoli frutti e delle ortive.

Infine, quanto riscontrato nelle cultivar orticole, non è dato dalla scarsità di efficacia delle formulazioni ma dall'applicazione delle stesse in relazione alle tecniche colturali oltre che alla realtà aziendale. Difatti per queste coltivazioni, caratterizzate da rapidi e repentini accrescimenti, in quanto necessitano di concludere il loro intero ciclo vitale in un periodo limitato, si consiglia di affiancare agli agricoltori una figura esperta che possa accompagnarli nella scelta dei criteri gestionali più idonei, come ad esempio quella del corretto sesto di impianto ed il corretto utilizzo degli input idrici e nutrizionali utilizzati in sinergia con le formulazioni BioAksxter®.