



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE AGRARIE E DEL TERRITORIO (LM-69)

**APPLICAZIONI FOGLIARI A BASE DI
CALCIO SU CV. ASCOLANA TENERA**
Calcium foliar application on cv. Ascolana tenera

TIPO TESI: sperimentale

Studente:
LUCA GREGORI

Relatore:
PROF. DAVIDE NERI

Correlatore:
DOTT. ENRICO MARIA LODOLINI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

INDICE

ELENCO DELLE TABELLE.....	4
ELENCO DELLE FIGURE	5
PREMESSA E SCOPO DELLA TESI	9
CAPITOLO 1 INTRODUZIONE	10
1.1 Caratteristiche generali della cultivar	10
1.2 Concimazioni	11
1.3 Raccolta e trasformazione delle olive da tavola.....	14
1.4 Caratteristiche qualitative delle olive da tavola	15
1.5 Struttura del frutto.....	16
1.6 Mobilità e funzioni del calcio	18
CAPITOLO 2 MATERIALI E METODI	20
2.1 Caratteristiche chimico-fisiche del suolo e delle acque irrigue	20
2.2 Impostazione della prova sperimentale e rilievi eseguiti	24
2.3 Analisi statistica	27
CAPITOLO 3 RISULTATI E DISCUSSIONI.....	28
3.1 Primo anno di sperimentazione (2017)	28
3.1.1 Forza di ritenzione del frutto.....	28
3.1.2 Peso fresco e volume dei frutti.....	28
3.1.3 Diametro longitudinale e trasversale	30
3.1.4 Consistenza della polpa	31
3.2 Analisi chimiche	32
3.2.1 Contenuto totale degli elementi minerali nei frutti	32
3.2.2 Contenuto degli elementi minerali nella polpa	36
3.2.3 Contenuto degli elementi minerali nel nocciolo	39
3.2.4 Contenuto degli elementi minerali nel seme.....	42
3.2.5 Contenuto degli elementi minerali nelle foglie.....	45

3.3 Componente fenolica nei frutti	48
3.3.1 Contenuto delle principali componenti fenoliche nei frutti	48
3.3.2 Contenuto in olio	51
3.4 Secondo anno di sperimentazione (2018)	52
3.4.1 Peso fresco e volume dei frutti.....	52
3.4.2 Diametro longitudinale e trasversale	53
3.4.3 Consistenza dei frutti	53
3.4.4 Rapporto polpa/nocciolo riferito al peso fresco	56
CONCLUSIONI	57
BIBLIOGRAFIA	58
RINGRAZIAMENTI	60

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 2-1: Trattamenti e campionamenti eseguiti durante la prova.	25
--	----

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1-1: processi trasformativi. Idrolisi chimica e biochimica dell'oleuropeina. (modificata da D. Boskou et al., 2008)	14
Figura 1-2: cellule del mesocarpo prima e dopo il trattamento con alcali. (L. Seghetti comunicazione personale).....	15
Figura 1-3: Struttura del frutto (modificata da Uniba.it).....	16
Figura 1-4: Particolare delle cellule dei frutti (Hocking et al., 2015).....	17
Figura 2-1: Analisi chimico-fisiche del suolo.....	21
Figura 2-2: Analisi chimiche delle acque irrigue.....	22
Figura 2-3: Andamento agro-meteorologico 2017.....	23
Figura 2-4: Andamento agro-meteorologico 2018.....	24
Figura 2-5: Schema sperimentale 2017.....	24
Figura 2-6: Schema sperimentale 2018.....	25
Figura 3-1: Forza di ritenzione dei frutti. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05\%$).....	28
Figura 3-2: curva di crescita dei frutti (2017). I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 60 repliche per i mesi di luglio ed agosto e 150 repliche alla raccolta. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	29
Figura 3-3: Volume dei frutti alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	29
Figura 3-4: Diametro longitudinale (L) e trasversale (T) dei frutti. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	30
Figura 3-5: Consistenza della polpa nel mese di Agosto ed alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 60 repliche nel mese di agosto e 150 repliche alla raccolta. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05\%$).....	31

Figura 3-6: contenuto di elementi minerali nei frutti durante il primo campionamento. I dati sono espressi come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	32
Figura 3-7: contenuto di elementi minerali nei frutti durante il secondo campionamento. I dati sono espressi come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	33
Figura 3-8: contenuto di elementi minerali nei frutti alla raccolta. I dati sono espressi come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	34
Figura 3-9: Ripartizione percentuale tra ioni bivalenti e monovalenti nei diversi campionamenti.....	35
Figura 3-10: contenuto di elementi minerali nella polpa. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	36
Figura 3-11: Contenuto di elementi minerali nella polpa. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	37
Figura 3-12: Contenuto di elementi minerali nella polpa alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	38
Figura 3-13: contenuto di elementi minerali nei noccioli. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	39
Figura 3-14: contenuto di elementi minerali nei noccioli. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	40
Figura 3-15: contenuto di elementi minerali nei noccioli alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	41
Figura 3-16: contenuto di elementi minerali nei semi. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	42

Figura 3-17: contenuto degli elementi minerali nei semi. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	43
Figura 3-18: contenuto di elementi minerali nei semi alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	44
Figura 3-19: contenuto degli elementi minerali nelle foglie. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	45
Figura 3-20: contenuto degli elementi minerali nelle foglie. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	46
Figura 3-21: contenuto di elementi minerali nelle foglie alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	47
Figura 3-22: contenuto delle principali componenti fenoliche analizzate nel primo campionamento. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	48
Figura 3-23: contenuto delle principali componenti fenoliche analizzate nel secondo campionamento. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	49
Figura 3-24: contenuto delle principali componenti fenoliche alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	50
Figura 3-25: contenuto in olio durante i campionamenti. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	51
Figura 3-26: curva di crescita dei frutti (2018). I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	52
Figura 3-27: Volume dei frutti alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	52

Figura 3-28: Diametro longitudinale (L) e trasversale (T) dei frutti alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	53
Figura 3-29: consistenza dei frutti nel primo campionamento. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	53
Figura 3-30: consistenza dei frutti durante il secondo campionamento. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	54
Figura 3-31: consistenza dei frutti durante il terzo campionamento. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	54
Figura 3-32: consistenza dei frutti durante il quarto campionamento. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	55
Figura 3-33: consistenza dei frutti alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	55
Figura 3-34: Rapporto polpa/nocciolo riferito al peso fresco alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).....	56

PREMESSA E SCOPO DELLA TESI

Gran parte degli ettari destinati all'olivicoltura nel mondo sono localizzati nel bacino del mediterraneo, circa il 95%. Dimostrando la crescente importanza che gli olivi hanno rivestito fin dalla loro domesticazione; circa 6 mila anni fa.

Il frutto dell'olivo è una drupa che non può essere consumata alla raccolta, ma solo previa trasformazione/fermentazione ad opera di batteri fermentativi. Le olive da mensa e l'olio extra-vergine di oliva sono i due principali prodotti trasformati derivanti dal frutto.

L'olivo oltre ad avere una storia millenaria ha rivestito un importante ruolo socio-economico, ciononostante solamente negli ultimi decenni si può affermare di aver sensibilmente migliorato le pratiche e le conoscenze in materia di trasformazione delle olive.

L'obiettivo della presente tesi è stato quello di provare a migliorare alcuni parametri qualitativi delle olive da mensa della varietà Ascolana Tenera, in particolare la consistenza. Abbiamo cercato di indagare sugli effetti di trattamenti fogliari a base di calcio, al fine di migliorare le caratteristiche qualitative alla raccolta.

L'elaborato vuole inoltre mettere a disposizione dei produttori, mezzi alternativi, per poter aumentare la qualità delle materie prime, rispettando i principi della sostenibilità.

Il cloruro di calcio potrebbe fungere da concimazione fogliare, in quanto risulta un elemento ampiamente sfruttato contro alcune fisiopatie (butteratura amara del melo, cracking del frutto in ciliegio, maculatura bruna del pomodoro).

Pertanto verrà descritta la varietà Ascolana tenera su cui sono state condotte le prove, riportando le principali metodologie nutrizionali per gli apporti nutrizionali nell'oliveto, con riferimento alle concimazioni fogliari. Saranno illustrate alcune problematiche inerenti alla raccolta e alle successive fasi di trasformazione. Verranno brevemente descritti gli aspetti qualitativi delle olive da mensa, caratteristiche del frutto e trattati aspetti inerenti alla mobilità dei nutrienti, trattati nella letteratura, con particolare riguardo alle principali funzioni svolte dal Ca^{++} ed alla sua mobilità all'interno degli organi.

Infine, verranno elencati i materiali e metodi utilizzati nella sperimentazione, presentati e discussi i dati ottenuti tramite l'elaborazione statistica.

Capitolo 1

INTRODUZIONE

1.1 Caratteristiche generali della cultivar

La cultivar Ascolana tenera si caratterizza per avere un'elevata vigoria, con portamento mediamente assurgente, rametti fruttiferi penduli e ramificati e internodi di media lunghezza, foglie di forma ellittica con lamina spesso ondulata ed elicoidale, di colore verde intenso sulla pagina superiore. Le infiorescenze sono di media lunghezza e a struttura compatta. L'Ascolana tenera ha un'entrata in produzione precoce ed i frutti hanno un peso che oscilla tra 4-8 grammi, in base al carico produttivo, all'alternanza dell'olivo e alle condizioni idriche.

Le olive da tavola della varietà Ascolana tenera, sono drupe di forma ovale, il loro nocciolo si presenta cilindrico, leggermente rugoso e spesso a punta, la polpa rappresenta l'85% della drupa che ha in genere un rapporto polpa/nocciolo superiore a 5, il numero di olive per Kg varia da 120 a 140. Il frutto ha una forma ellissoidale, in taluni casi allungata, presenta un ottimo rapporto polpa nocciolo in genere non inferiore a 4 e ha un'invasatura medio-tardiva. Per la produzione di olive da tavola i frutti vengono raccolti non ancora maturi, con il colore della buccia che vira dal verde intenso al giallo paglierino (tra la metà di settembre e l'inizio di ottobre). Se utilizzate per la produzione di olio, i frutti sono raccolti verso fine ottobre/ inizio novembre, con rese intermedie o comunque inferiori alle rese delle varietà da olio. L'Ascolana tenera è considerata una varietà autosterile, anche se diversi autori riportano casi di autofertilità. Tale comportamento è dovuto alla presenza di cloni all'interno della stessa varietà con caratteristiche fenotipiche e morfologiche differenti. Uno studio più approfondito per individuare e caratterizzare i diversi cloni presenti sul territorio dell'Ascolano sarebbe molto utile per identificare il genotipo con le caratteristiche più rispondenti all'Ascolana tenera ed in prospettiva di una certificazione della filiera vivaistica.

Alcuni studi sperimentali hanno evidenziato i migliori impollinatori: Santa Caterina, Itrana, Rosciola, Giaraffa (Fontanazza et al., 1980). Classicamente nell'Ascolano si utilizzava (e si continua ad utilizzare) la Lea come impollinatore, presentando un'ottima sovrapposizione dei tempi di fioritura (Lodolini, comunicazione personale). Questa varietà è stata già oggetto di studio per quanto riguarda la produzione del polline, la sua vitalità e germinabilità. (Mazzeo

et al., 2014). Questi studi hanno evidenziato che negli anni di scarica la produzione di polline risulta minore, ma è maggiore la sua vitalità e la sua capacità di germinare. Ciò avviene in tutte le cultivar di olivo, nonostante ciò l'Ascolana tenera produce sempre una quantità inferiore di polline rispetto alle altre cultivar prese in esame (Cazzinichio, Cima di Melfi, Coratina) (Mazzeo et al., 2014).

L'Ascolana tenera presenta una produttività media, relativamente costante. Questa varietà ha una media sensibilità al freddo ed una sensibilità elevata alla mosca. Il disciplinare tecnico di produzione della D.O.P. fissa il sesto minimo di impianto a 6×6, inoltre il disciplinare indica, anche, che la presenza di Ascolana tenera deve essere uguale o maggiore al 60% della totalità delle piante e gli impollinatori non possono interessare più del 40 %, l'irrigazione è consentita dal disciplinare, che ne prevede l'interruzione almeno 20 giorni prima della raccolta. La forma di allevamento maggiormente usata per questa cultivar è il vaso, anche se il disciplinare non è vincolante nella scelta della forma di allevamento.

Il vaso può realizzarsi con numerose varianti che riguardano principalmente l'inclinazione delle branche primarie, la distribuzione della vegetazione intorno ad esse e l'altezza del tronco.

Il vaso è costituito da un tronco alto 50-120 cm dalla cui sommità si dipartono 3-4 branche principali inclinate di 35-45°, sulle quali lateralmente e inferiormente si inseriscono le branche secondarie. Forma che tende a mantenere nel tempo un proprio auto-equilibrio (autonomia organizzativa), l'altezza viene contenuta (massimo 4-4,5 m) per consentire la raccolta manuale dei frutti.

Studi effettuati sulla resistenza alle basse temperature di alcune varietà del centro Italia hanno evidenziato che l'Ascolana tenera, è mediamente resistente. In caso di danni da gelo, presenta una defogliazione medio-leggera e a ripresa vegetativa si comporta abbastanza bene, con una buona produzione di nuovi germogli. (Lodolini et al., 2016).

1.2 Concimazioni

La disponibilità degli elementi nutritivi non dipende solamente dalle loro concentrazioni, ma anche dalle caratteristiche del suolo. L'olivo in generale non è una specie particolarmente esigente per quanto riguarda il pH e la composizione chimico-fisica del suolo: trova il suo ottimo con pH attorno 6,8-7,5 e terreni profondi di medio impasto. Risente fortemente di condizioni di ristagno idrico che portano ad una rapida asfissia radicale.

L'assorbimento dei nutrienti dipende dalla disponibilità di acqua nel suolo, dal momento che questi per essere assorbiti devono essere presenti in forma solubile nella soluzione circolante. La scelta della gestione del suolo influisce sulla disponibilità di elementi nutritivi,

tanto che la tendenza è quella di evitare le lavorazioni del suolo, favorendo l'inerbimento e la periodica trinciatura delle erbe spontanee, al fine di rendere nuovamente disponibili gli elementi nutritivi sottratti dal manto erboso. Mentre da una parte l'inerbimento provoca fenomeni di competizione tra oliveto e manto erboso, (più evidenti in impianti giovani), dall'altra rende possibile attraverso lo sfalcio, il rilascio di sostanza organica e quindi di nuovi elementi nutritivi, previa degradazione dei microrganismi. Inoltre l'inerbimento contrasta i fenomeni di erosione permettendo una copertura costante del suolo.

L'azoto è l'elemento che influisce maggiormente sullo sviluppo vegetativo e la capacità produttiva della pianta, stimolando la formazione di nuovi germogli, l'allegagione e lo sviluppo dei frutti (Rosati et al., 2015). Nel suolo è presente sotto forma organica e reso disponibile dalla degradazione dei microrganismi in ammonio, trattenuto dalle superfici colloidali; il nitrato invece, a causa della sua elevata mobilità è soggetto a fenomeni di lisciviazione.

Il fosforo favorisce la fioritura, l'allegagione e la maturazione dei frutti. Le quantità richieste sono modeste e soddisfatte dalle dotazioni del suolo. Fenomeni di carenza del fosforo si possono verificare in suoli acidi dove il fosforo si lega al ferro e al calcio creando dei composti insolubili e non disponibili per la coltura (retrogradazione del fosforo).

Il potassio invece, influisce sull'accumulo di olio nella drupa (Rosati et al., 2015) e tende a mantenere gli equilibri ionici tra cellule, più della metà del potassio assimilato viene concentrato nei frutti, per questo dopo la raccolta ne viene asportato una quantità consistente.

Prove sperimentali di fertirrigazione effettuate sull'Ascolana tenera in fase di allevamento, hanno dimostrato che la risposta alle due somministrazioni, effettuate con (120 N, 12 P, 120 K e 60 N, 6 P, 60 K) e ripartite durante le fasi di sviluppo-maturazione dei frutti, hanno dimostrato che non ci sono significative differenze sul peso fresco e secco delle drupe, neanche per quanto riguarda il rapporto polpa nocciolo e la compattezza della polpa. Mentre significative differenze si sono riscontrate in termini di produzione, tra il controllo e i due trattamenti effettuati, evidenziando che il carico produttivo viene influenzato dalla concimazione, le sperimentazioni hanno dimostrato che la fertirrigazione non influenza significativamente sulla crescita del corpo secondario della pianta e le analisi effettuate sullo stato nutrizionale delle foglie non hanno evidenziato differenze fra i due trattamenti. (Lodolini et al., 2011).

La gran parte degli elementi viene assorbita dagli apici radicali, mentre altri come il fosforo, il potassio e il calcio possono essere assorbiti anche dalle parti suberificate delle radici. (Gucci et al., 2009). Vi è inoltre un'ulteriore metodo per integrare elementi nutritivi nei tessuti

vegetali, la concimazione fogliare. Questa pratica può ritenersi utile in vari contesti, a volte indispensabile, come in casi di carenze nutrizionali, per via dei fenomeni di insolubilità dei nutrienti o per via di condizioni climatico-ambientali; che non permettono un adeguato assorbimento per via radicale.

La somministrazione e l'assorbimento dei nutrienti per via fogliare viene influenzata da diverse variabili, come la temperatura, l'umidità relativa, caratteristiche fenotipiche e genotipiche della coltura (tomentosità, spessore delle cere e degli strati epidermici delle foglie, densità stomatica), oltre che dalle caratteristiche intrinseche del fertilizzante e di eventuali bagnanti.

Tuttavia la concimazione fogliare non può prescindere dall'apporto di nutrienti per via radicale, che risulta essere la via principale per l'assorbimento. Ad oggi le concimazioni fogliari sono utilizzate per sopperire ad eventuali carenze nutrizionali. Nonostante ciò vengono comunque sfruttate in molte colture, per favorire una migliore qualità di frutta e verdura. Alcune concimazioni fogliari possono aiutare nel controllo di fitopatie e fisiopatie in pre e post-raccolta, come riportato da vari autori, oltre che a favorire un miglior stato nutrizionale della coltura nelle diverse fasi di sviluppo, facendo attenzioni alle dosi d'impiego, per non scaturire in fenomeni deleteri di fitotossicità.

Alcuni autori riportano che le concimazioni fogliari a base di calcio possono essere utilizzate, oltre che su melo, anche in altre drupacee, come il pesco, il susino; per cercare di aumentare la consistenza dei frutti e diminuire la rugginosità dell'epicarpo, che può portare a microlesioni dell'epidermide e alla successiva proliferazione di alcuni agenti di marciumi. (Baldi et al., 2004). Gli stessi studi, effettuati su ciliegio, suggeriscono che l'azione del calcio vada ad influire sul tasso di assorbimento idrico dei frutti, ipotizzando anche un'azione di lungo periodo nel migliorare le caratteristiche meccaniche dell'epidermide, diminuendo sensibilmente le incidenze del cracking dei frutti, importante fisiopatia, che specialmente alla raccolta può portare ad ingenti danni. Altri contributi scientifici (Meheriuk et al., 1991) hanno confermato l'influenza positiva sul cracking dei frutti, effettuando 4 somministrazioni a ridosso della raccolta, aggiungendo che oltre ad irrobustire le pareti, il calcio sia in grado di aumentare i solidi solubili nella polpa. In alcune pomacee, come in pero, è stata dimostrata una correlazione positiva tra la concentrazione fogliare di calcio e la suscettibilità alla maculatura bruna. (Baldi et al., 2004). Inoltre il calcio si comporta nel citoplasma come messaggero secondario, regolando alcune funzioni metaboliche come l'apertura e la chiusura dei canali di membrana. Un'adeguata concentrazione di questo elemento nel frutto è quindi necessaria non solo per garantire un buono standard qualitativo, ma anche per prevenire alcune

fisiopatie che compaiono nella fase di post-raccolta, come la butteratura amara, il disfacimento interno, il riscaldamento (Sharples e Johnson, 1979).

1.3 Raccolta e trasformazione delle olive da tavola

La raccolta e la successiva trasformazione dei prodotti, possono essere considerate delle fasi fondamentali, al fine di raggiungere un ottimo livello qualitativo dei derivati, oltre all'applicazione delle buone pratiche agronomiche.

Per alcune specie frutticole ed in base alla loro destinazione di consumo, la raccolta non può ancora essere meccanizzata, a causa dell'elevata sensibilità dei frutti agli stimoli meccanici, provocati dalle attrezzature per la raccolta agevolata/meccanizzata. Per quanto riguarda l'olivicoltura, ed in particolar modo per le cv adatte alla produzione di olive da tavola, la raccolta viene in genere effettuata manualmente, in relazione anche al grado di sensibilità dei frutti. L'Ascolana tenera dimostra di essere una delle cv di olivo che soffre maggiormente dei danni subiti dagli urti provocati durante la raccolta. Durante questa fase si dovrebbe cercare di non provocare eccessivi danni ai frutti, poiché possono influire negativamente sulle successive fasi di trasformazione e commercializzazione. Attraverso i diversi processi trasformativi si possono ottenere diverse tipologie di prodotto, per le olive da tavola vengono utilizzati principalmente lo stile sivigliano e lo stile greco, che differiscono sostanzialmente per l'avvenuta deamarizzazione o meno, ad opera dei solventi dell'oleuropeina (soda), e per la differente durata del processo fermentativo. Tuttavia entrambi i processi servono ad ottenere un prodotto finito fermentato, che disponga di una buona shelf-life e con determinate caratteristiche organolettiche. Le caratteristiche sensoriali del prodotto finito dipendono sostanzialmente dal processo utilizzato, con la deamarizzazione si favorisce l'idrolisi chimica dell'oleuropeina, mentre lo stile greco non prevede alcuna deamarizzazione. (Seghetti et al., 2005).

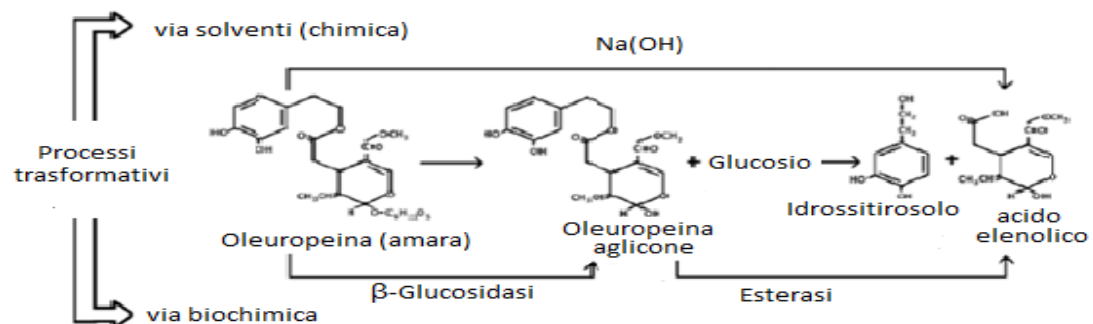


Figura 1-1: processi trasformativi. Idrolisi chimica e biochimica dell'oleuropeina. (modificata da D. Boskou et al., 2008)

Le differenze sostanziali sul prodotto sono la consistenza o croccantezza, il grado di amarezza, la capacità di distacco della polpa dal nocciolo, generalmente maggiore per lo olive trasformate secondo lo stile greco, ed infine una diversa organizzazione dei tessuti e delle cellule del mesocarpo, che nella trasformazione con soda subiscono un disfacimento ed una sorta di collasso cellulare. Per questo motivo, pareti cellulari maggiormente organizzate e con proprietà meccaniche migliori potrebbero influire positivamente nelle successive fasi di trasformazione e conservazione delle olive da tavola.

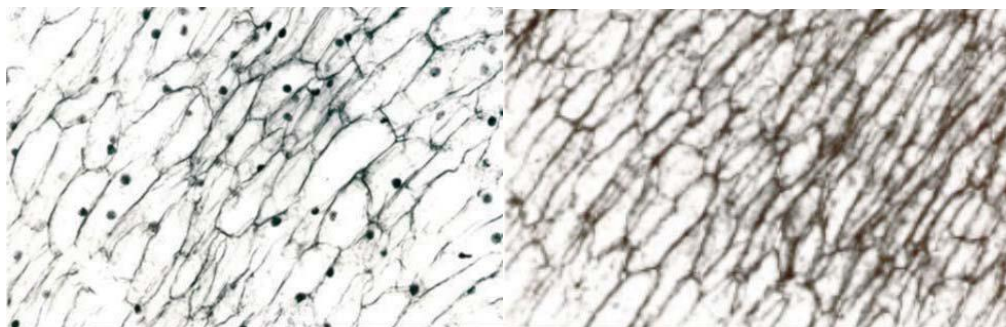


Figura 1-2: cellule del mesocarpo prima e dopo il trattamento con alcali. (L. Seghetti comunicazione personale)

Nella trasformazione senza l'utilizzo della soda, le olive vengono direttamente fermentate in una soluzione salina, la mancata deamarizzazione porta ad un minor disfacimento delle cellule e delle pareti cellulari, dunque ad una maggiore integrità. Tuttavia a causa dell'elevata presenza dell'oleuropeina, e della frazione polifenolica complessiva, il processo fermentativo risulta più lungo, a causa della lenta degradazione da parte dei batteri fermentativi portando ad un prodotto finito diverso per caratteristiche organolettiche e nutrizionali (Seghetti et al., 2005).

1.4 Caratteristiche qualitative delle olive da tavola

Le olive dopo la loro successiva trasformazione-conservazione vengono sottoposte ad una équipe di assaggiatori esperti, al fine di delinearne il profilo sensoriale e le caratteristiche qualitative. I parametri considerati dal panel sono diversi: colore della drupa, colore della salamoia, entrambi effettuati da un esame visivo, mentre la degustazione mira a fornire le informazioni inerenti alle caratteristiche qualitative e organolettiche e si vanno a considerare svariati parametri come l'intensità dell'odore, il fermentato, l'intensità dell'aroma (fraganza), la percezione del sale, acido, amaro, durezza e croccantezza, che sostanzialmente dipendono dalla cultivar, dal processo e dalla durata della fase di deamarizzazione, per le olive in

salamoia, mentre per le olive al naturale non subendo la deamarizzazione con la soda risultano sempre avere una maggior consistenza della polpa e un ottimo distacco di questa dal nocciolo.

1.5 Struttura del frutto

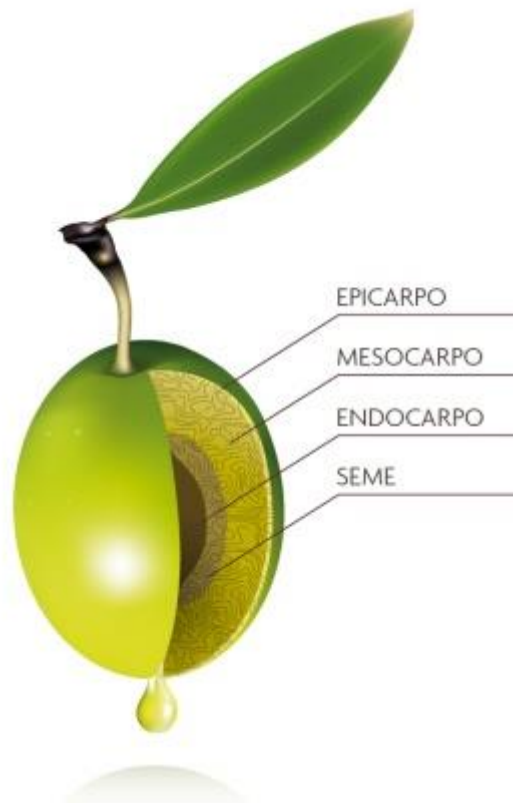


Figura 1-3: Struttura del frutto (modificata da Uniba.it)

Il frutto dell'olivo è costituito da tessuti derivanti dallo sviluppo dell'ovario indotto dagli ormoni prodotti dall'endosperma del seme. I tessuti più esterni costituiscono il pericarpo che avvolge il seme. A sua volta il pericarpo è formato, a cominciare dall'esterno, dall'epicarpo o esocarpo, dal mesocarpo o polpa, dall'endocarpo legnoso o nocciolo. L'esocarpo, esterno al frutto, è formato da cellule monostratificate con la parete coperta da chitina e da una membrana, la cuticola, che è uno strato protettivo continuo costituito da carboidrati, da strati di cera e dalla cutina con proprietà impermeabili.

Nell'esocarpo si hanno aperture che costituiscono gli stomi che poi si trasformano in lenticelle che provvedono agli scambi gassosi del frutto. In condizioni ambientali di carenza di acqua i frutti incrementano lo spessore della cuticola, degli strati di cutina e di cera per prevenire la perdita di acqua. In condizioni di larga disponibilità idrica invece, la cuticola si assottiglia.

Il mesocarpo costituisce la parte più sviluppata del frutto, rappresenta il 60-70% circa del peso totale, è costituito da cellule ricche di protoplasma e con un grosso nucleo. Il vacuolo contiene zuccheri, acidi deboli, tannini, pigmenti e, tra questi, la clorofilla all'inizio dello sviluppo del frutto. In seguito raccoglie le goccioline di olio che vengono sintetizzate nei plastidi e nei mitocondri del citoplasma. La parete cellulare è rigida ed insieme ai costituenti delle cellule contribuiscono alla consistenza della polpa.

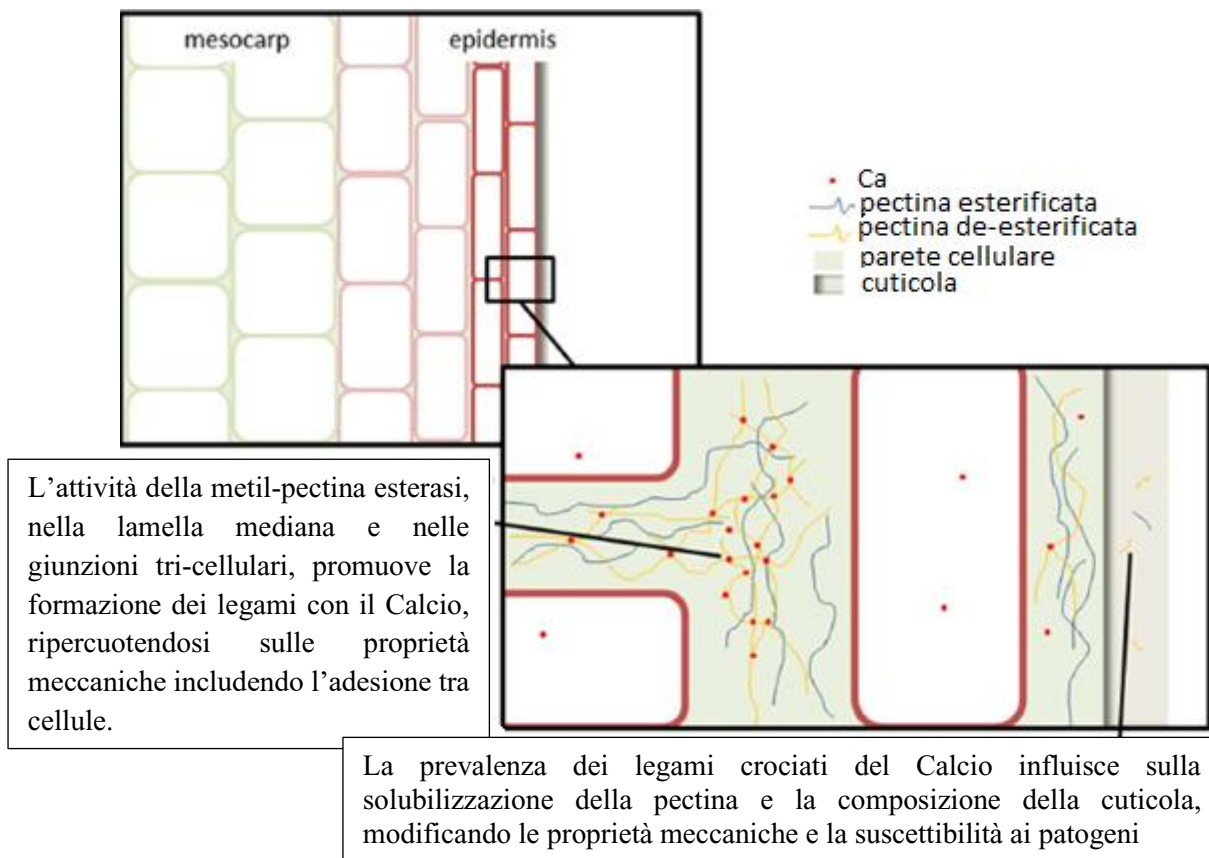


Figura 1-4: Particolare delle cellule dei frutti (Hocking et al., 2015)

Durante la maturazione le pareti cellulari si assottigliano e si ha una graduale separazione delle cellule per la solubilizzazione delle pectine e delle emicellulose con l'ammorbidimento della polpa. La polpa contiene acqua, olio, carboidrati, minerali, vitamine e proteine. A differenza delle drupe di altre specie, i frutti dell'olivo sono ricchi di olio e poveri di carboidrati solubili. Caratteristica specifica dei frutti di olivo è l'alto contenuto in fenoli, tra cui l'oleuropeina che conferisce il tipico sapore amaro del frutto fresco, altre componenti fenoliche sono costituite dall'idrossitirosolo e dal tirosolo. L'endocarpo, che rappresenta il 20-40% del peso totale, è costituito da grosse cellule e membrane parietali spesse che induriscono con la deposizione della lignina. L'endocarpo è di colore bruno chiaro ed ha forme, dimensioni e strutture differenti che sono usate per la identificazione delle varietà. Il seme è incluso e protetto dall'endocarpo, rappresenta l'1-2% del peso del frutto, ha un contenuto in olio del 20-30%, con una differente composizione rispetto a quello della polpa.

1.6 Mobilità e funzioni del calcio

Il calcio svolge importanti ruoli all'interno delle cellule dei vegetali, le funzioni del calcio sono state già documentate da diversi autori, che hanno cercato di approfondire le conoscenze in materia. Il calcio è coinvolto nei processi di riconoscimento delle cellule, oltre ad influire sulla stabilità delle membrane e delle pareti cellulari. Una probabile funzione del calcio, potrebbe essere quella di rallentare i processi di solubilizzazione delle pectine e delle emicellulose, portando ad una maggior resistenza del mesocarpo. Alcuni autori suggeriscono che l'influenza del calcio nei tessuti vegetali e nelle pareti cellulari sia correlata all'erogazione di acqua, nonché allo stato idrico della coltura. Suggerendo che i principali fattori che influenzano il trasporto del calcio sono: la velocità del flusso di massa nello xilema, poiché il calcio nel floema non è mobile, la competizione tra le altre forme ioniche, formazione di composti insolubili (ossalati di calcio). (Hocking et al., 2016). Inoltre il calcio può influire sulla capacità di trasporto dell'acqua per via apoplastica e simplastica, quest'ultima ha un'efficienza inferiore nel trasporto del calcio per lunghe distanze.

Il calcio è coinvolto nella traspirazione, regola l'apertura e la chiusura delle cellule di guardia degli stomi, insieme ad altri cationi come il Na^+ . Inoltre attraverso dei sensori cellulari, in grado di percepire la concentrazione di calcio extracellulare, (Han et al. 2003, Wang et al., 2012) è in grado di influenzare l'efficienza di utilizzo dell'acqua e contribuisce al normale funzionamento dei processi di fotosintesi ed assorbimento dell'anidride carbonica, come riportato da alcuni autori. (Wang et al., 2014).

Il rifornimento di Ca nei frutti, dipende sostanzialmente dall'intensità della traspirazione, dalla capacità di immagazzinamento nei componenti cellulari ed extracellulari e dal flusso idrico dello xilema. Poiché si presume che la funzionalità dello xilema, come per quanto avviene in altre specie arboree, vada decrescendo durante le fasi di sviluppo dei frutti. La funzionalità del trasporto xilematico e la sua efficienza risultano essere fattori indispensabili al fine di sostenere buoni carichi produttivi, tuttavia le motivazioni alla base della perdita di funzionalità dello xilema non sono ancora ben note. Alcune ricerche hanno mostrato che in olivo l'aumento radiale del fusto dipende sostanzialmente dai livelli di evapotraspirazione della coltura e dal deficit di pressione di vapore, il fusto cresce sostanzialmente dalla ripresa vegetativa fino alla chiusura del ciclo, ed aumenta le proprie dimensioni all'aumentare dell' ET_0 e del deficit di pressione di vapore. Il flusso floematico raggiunge valori massimi alla ripresa vegetativa e alla chiusura del ciclo, mentre nei mesi estivi tende ad aumentare nelle prime ore della giornata per poi diminuire con l'aumentare della temperatura e dei fenomeni

traspirativi, infine torna ad aumentare verso le ultime ore della giornata, quando le temperature diminuiscono ed aumenta l'umidità relativa. (Cocozza et al., 2015)

La presenza e la concentrazione del calcio nell'apoplasto delle cellule di frutti e foglie, influisce anche sulla concentrazione dell'elemento all'interno del citoplasma cellulare, attraverso la permeabilità della parete, l'espressione genica e le relazioni idriche di frutti e foglie. Alcuni autori riportano che il calcio sia coinvolto nel miglioramento della resistenza meccanica della parete (Tsantili et al., 2008), inoltre grazie ai legami ionici fra pectine extracellulari è in grado di favorire un'intima adesione tra le cellule. (Hocking et al., 2016).

Il calcio, perciò, svolge un importante ruolo strutturale ed è particolarmente importante nel processo di accrescimento del frutto, poiché regola numerose funzioni cellulari, preserva l'integrità e la stabilità della membrana citoplasmatica e conferisce resistenza alla parete cellulare (Conway et al., 2002) attraverso legami con le pectine della lamella mediana e conseguente miglioramento della conservazione post-raccolta (Bauchot et al., 1999).

Visti e considerati i molteplici ruoli in cui il calcio è implicato, considerate le funzioni e le specificità nella mobilità dell'elemento nella pianta, l'obiettivo della sperimentazione era quello di studiare l'effetto di trattamenti fogliari con calcio durante l'intera stagione di accrescimento del frutto o in specifiche fasi fenologiche sulle caratteristiche carpologiche, fisico-chimiche e qualitative dei frutti.

Capitolo 2

MATERIALI E METODI

2.1 Caratteristiche chimico-fisiche del suolo e delle acque irrigue

L'oliveto su cui sono state condotte le prove è situato in contrada Lugugnano, nel Comune di Montalto delle Marche (42° 58' 57.00" N, 13° 38' 21.50" E, 310 m.s.l.m.). Le prove sono state effettuate presso l'azienda agricola Olive Gregori s.a.s. L'appezzamento in questione è stato impiantato nel 2009 e si estende su di una superficie di 5 ha.

Le prove sono state condotte nel 9° e 10° anno d'impianto; rispettivamente nella stagione 2017 e 2018. L'oliveto in questione era di fatto in una fase di conversione all'agricoltura biologica, ad oggi terminata. Il terreno esposto a sud/sud-est, a 310 m.s.l.m., ricade nella tipologia dei classici ambienti collinari marchigiani, con pendenze che variano dal 5-20%, presenta un sesto d'impianto 7x7, ed è stato destinato principalmente alla produzione di oliva della varietà Ascolana Tenera.

Nell'oliveto oggetto di studio, le piante sono state assicurate a un tutore in legno dell'altezza di 1,2 m. Sui pali è stato applicato un filo in acciaio zincato a 1 m da terra, portante l'ala gocciolante, tramite degli appositi ganci in materiale plastico. Per quanto riguarda i pali di testata, dovendo garantire una maggior resistenza, sono stati utilizzati pali di maggior dimensione con diametro di 12 cm.

Il controllo delle infestanti nell'interfila è stato garantito da inerbimenti durante la stagione primaverile-estiva. Sono stati effettuati 3 interventi durante le stagioni 2017 e 2018, utilizzando una trinciatrice interfilare, in modo da ridurre al minimo la competizione tra cotico erboso e coltura, oltre a diminuire la perdita di suolo dovuta ad erosione. Un ulteriore intervento è stato effettuato a ridosso della raccolta, in modo da rendere quest'ultima più agevole. Le analisi chimico-fisiche del terreno (Fig. 2-1) effettuate poco prima dell'avvio della prova sperimentale riportavano una tessitura tendenzialmente argillosa. Il pH è leggermente alcalino, calcare attivo molto elevato, le analisi presentano un quantitativo di sostanza organica basso, fosforo assimilabile basso, potassio scambiabile elevato. Scarsamente dotato di azoto totale, con un rapporto C/N tendente alla mineralizzazione.

Rapporto di prova n°: **20173427-001**
 del: **09-ago-17**

Descrizione: **Terreno**

Data Prelievo: **25-lug-17**
 Luogo Prelievo: **Montalto Marche (AP)**
 Accettazione: **20173427**
 Data Arrivo Camp.: **25-lug-17**
 Data Inizio Prova: **28-lug-17** Data Fine Prova: **08-ago-17**

Trasporto a cura di: **CLIENTE**

Spettabile:
OLIVE GREGORI SOC.AGR.S.S.
VIA LUGUGNANO, 26
63068 MONTALTO DELLE MARCHE (AP)

Prova	U.M.	Risultato	Giudizio	Metodo
pH in H ₂ O	unità pH	7,93	leg. alcalino	D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - III.1
Tessitura a 3 frazioni	-	-	tend. argilloso	D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - II.5
Sabbia	g/Kg	262		
Limo	g/Kg	422		
Argilla	g/Kg	316		
Calcare attivo	g/Kg	126	molto elevato	D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - V.2
Calcare totale	g/Kg	266	calcareo	D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - V.1
Fosforo assimilabile	mg/Kg	2,2	molto basso	D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - XV.3
Sodio scambiabile	mg/Kg	34		D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - XIII.2, XIII.2.6
Calcio scambiabile	mg/Kg	3497		D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - XIII.2, XIII.2.6
Capacità di scambio cationico	meq/100g	19,4	media	D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - XIII.2
Ferro assimilabile	mg/Kg	5,8	basso	D.M. 11/05/92 GU n. 121 del 25/05/1992 - Metodo n. 37
Manganese assimilabile	mg/Kg	8,3	basso	D.M. 11/05/92 GU n. 121 del 25/05/1992 - Metodo n. 37
Zinco assimilabile	mg/Kg	0,37	basso	D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - XII.1
Rame assimilabile	mg/Kg	2,17	medio	D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - XII.1
Boro solubile	mg/Kg	0,29	basso	D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - XVI.2
C/N		7,3	basso	-
Sostanza organica	g/Kg	12,6	basso	D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - VII.3, VII.3.6
Azoto totale	g/Kg	1,00	scarsam. dotato	D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - XIV.2 + XIV.3 mod. D.M. 25/03/2002 GU n. 84 del 10/04/2002
Mg/K		5,4		-
Magnesio scambiabile	mg/Kg	402	elevato	D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - XIII.2, XIII.2.6
Potassio scambiabile	mg/Kg	238	elevato	D.M. 13/09/99 GU SO n. 248 del 21/10/1999 - XIII.2, XIII.2.6

Figura 2-1: Analisi chimico-fisiche del suolo.

Gli interventi di fertilizzazione nelle due annate di sperimentazione sono stati effettuati con concimi organici distribuiti alla ripresa vegetativa, nel 2017 sono stati distribuiti 30 kg di azoto, 8 kg di fosforo e 25 kg di potassio ad ettaro, mentre nel 2018 sono stati apportati 35 Kg di N, 10 kg di P e 30 kg di K.

L'azienda dispone, fin dall'impianto, di un lago artificiale di dimensioni (60x20x5), con forma tronco-piramidale rovescia, per una capacità di invaso totale di circa 3000 m³ in grado di recuperare acqua piovana proveniente dalla strada provinciale soprastante e dall'oliveto, attraverso un sistema di canalizzazioni sotterranee. L'acqua così raccolta, è utilizzata principalmente per irrigazioni di soccorso.

L'oliveto è dotato di impianto irriguo formato da ala gocciolante in polietilene di diametro 16 mm, sorretta da fili in acciaio zincato applicati ai tutori e ai pali di testata. In prossimità di ogni pianta, verso monte, è stato inserito un gocciolatore auto-compensante, con pressioni di esercizio di 4 atm, da cui vengono erogati circa 4 Lt/h. Nella figura seguente sono riportate le analisi chimiche delle acque irrigue.

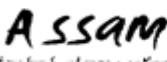
	CENTRO AGROCHIMICO REGIONALE Laboratorio iscritto al n.30 Elenco Regionale autocontrollo Via Roncaglia, 20 60035 Jesi (AN) Tel. 071-8081 Fax: 0731-221084 e-mail: laborjesi@assam.marche.it Internet: www.assam.marche.it			
Rapporto di prova n°: 20173488-001				
del: 03-ago-17				
Descrizione:	Acque destinate al consumo umano: acqua irrigua	Spettabile: OLIVE GREGORI SOC.AGR.S.S. VIA LUGUGNANO, 26 63068 MONTALTO DELLE MARCHE (AP)		
Data Prelievo:	26-lug-17			
Accettazione:	20173488			
Data Arrivo Camp.:	26-lug-17			
Data Inizio Prova:	26-lug-17	Data Fine Prova:	01-ago-17	
Trasporto a cura di: CLIENTE				
Prova	U.M.	Risultato	L.Q.	Metodo
pH	unità pH	8,3		APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Conducibilità elettrica a 20°C	uS/cm	439		APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003
* Solidi sospesi	mg/L	29,7		APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003
* Alcalinità (come bicarbonati)	mg/L	128,2		APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003
Durezza (per calcolo)	°F	4		APAT CNR IRSA 2040 A Man 29 2003
Calcio	mg/L	4,5	0,1	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003
Magnesio	mg/L	6,8	0,1	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003
Potassio	mg/L	44,3	0,1	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003
Sodio	mg/L	51,0	0,1	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003
Fluoruro	mg/L	0,29	0,1	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Cloruro	mg/L	74,0	0,1	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Fosfato	mg/L	< 0,10	0,1	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Solfato	mg/L	10,8	0,1	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
* Azoto ammoniacale (per calcolo)	mg/L	< 0,08	0,08	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003
* Ammonio	mg/L	< 0,10	0,1	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003
Azoto nitrico (per calcolo)	mg/L	< 0,02	0,02	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Nitrato	mg/L	< 0,1	0,1	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
* Azoto totale	mg/L	< 1	1	PP011Rev 0 Metodo Interno kit colorimetrico Hach-Lange
* COD	mg/L O2	45,2	5	PP012Rev 0 Metodo Interno kit colorimetrico Hach-Lange

Figura 2-2: Analisi chimiche delle acque irrigue.

La stagione estiva 2017 (Fig. 2-3) è stata caratterizzata da precipitazioni molto scarse e temperature molto elevate, soprattutto nei mesi di giugno e agosto, ha determinato la necessità di alcuni interventi irrigui con turno di 4 giorni, distribuendo ad ogni turno un quantitativo circa di 10-12 litri/pianta per un totale di 60 litri per pianta durante l'intera stagione. Nel corso dell'annata 2018 le precipitazioni sono state più abbondanti e hanno contribuito a un minor ricorso alle irrigazioni di soccorso.

L'analisi dell'andamento climatico viene di seguito riportata, i dati sono stati estrapolati attraverso le precipitazioni e le T max e min settimanali, registrate presso la stazione di misurazione ST06 della rete agro-meteo A.S.S.A.M. situata in Maliscia (43°00'25.7"N 13°39'47.7"E), risultando essere la stazione più vicina all'apezzamento oggetto della prova.

Di seguito vengono riportati i grafici dell'andamento climatico e pluviometrico negli anni 2017 e 2018.

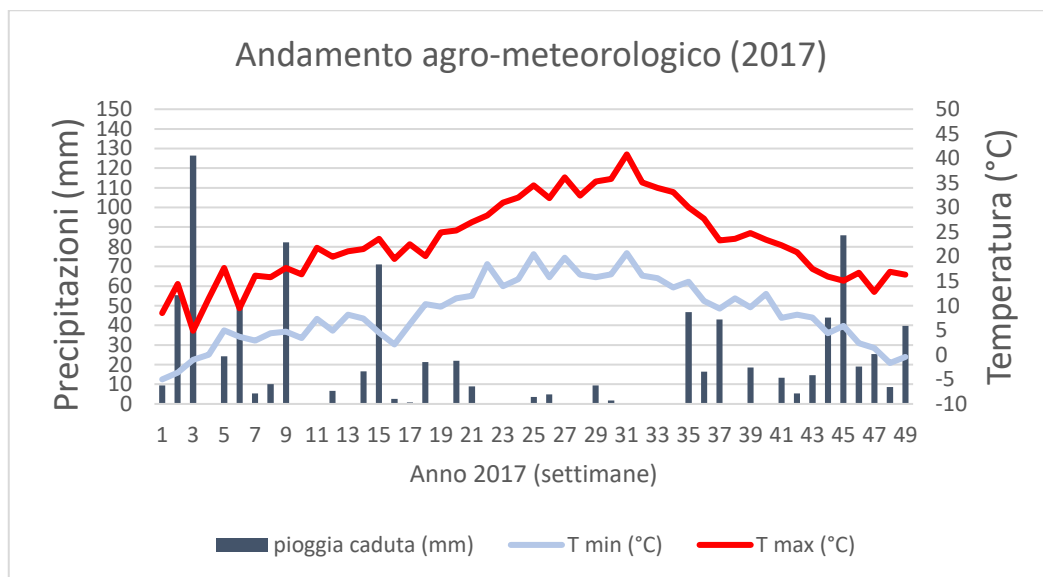


Figura 2-3: Andamento agro-meteorologico 2017.

Durante l'annata 2017 si sono verificate abbondanti piogge nei mesi iniziali e finali dell'anno, mentre non si può affermare lo stesso per quanto riguarda la stagione primaverile-estiva, dove oltre all'assenza di precipitazioni si sono verificate temperature molto elevate. Nei mesi iniziali e finali dell'anno oltre alle elevate escursioni termiche, si sono registrate anche basse temperature, al di sotto dei -5 °C.

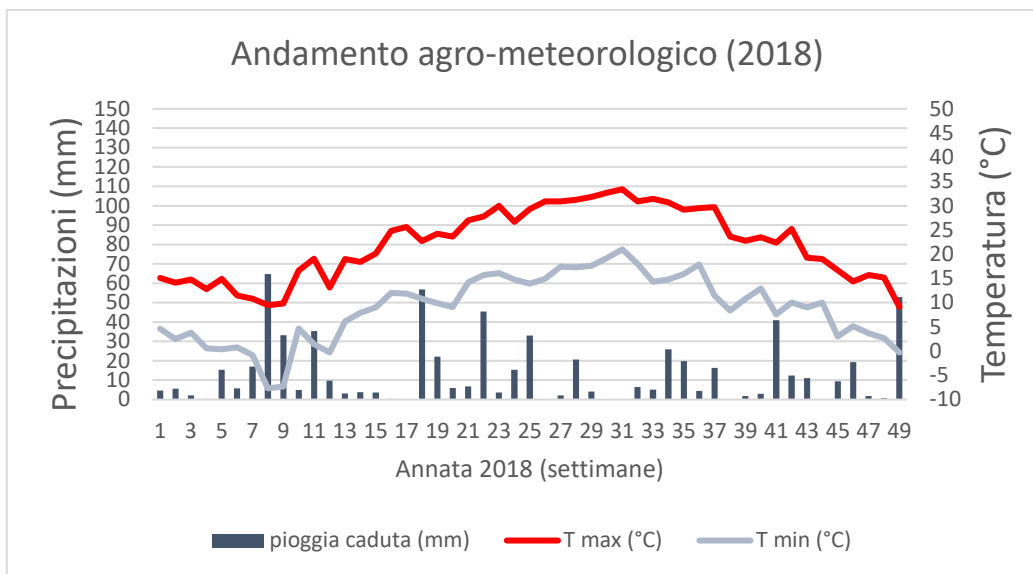
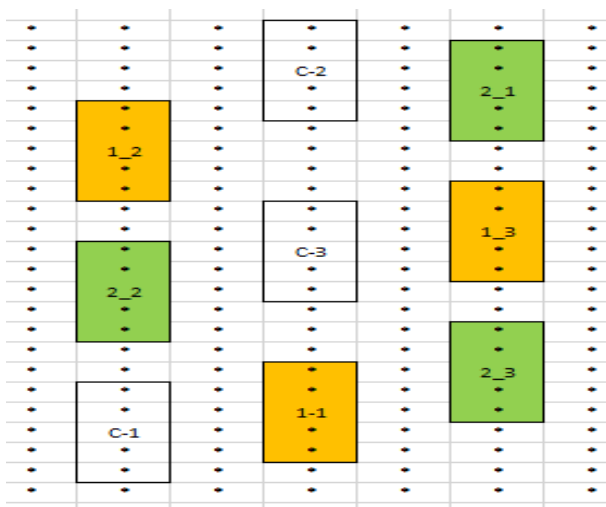


Figura 2-4: Andamento agro-meteorologico 2018.

Durante l'annata 2018 si sono verificate temperature meno elevate rispetto alla stagione primaverile-estiva del precedente anno. Le precipitazioni risultano essere distribuite in maniera più uniforme durante il corso delle stagioni, difatti non si sono verificate le stesse condizioni concomitanti tra elevate temperature e assenze di precipitazioni, che si sono verificate nel 2017. Le intensità delle piogge risultano essere inferiori a quelle verificatesi nel 2017. Le temperature rigide invernali hanno raggiunto valori prossimi a quelli critici per la cultivar, riportati dalla letteratura, nel mese di febbraio sono state raggiunte temperature inferiori ai -7 °C.

2.2 Impostazione della prova sperimentale e rilievi eseguiti



Lo schema sperimentale adottato nel 2017 (fig. 2-5) prevedeva 3 blocchi randomizzati, con 3 repliche per blocco. Per ogni replica sono state utilizzate 5 piante, per un totale di 45 piante in prova. I trattamenti a confronto prevedevano due concentrazioni di calcio: 0,5% (giallo) e 1% (verde), C corrispondeva al non trattato.

Figura 2-5: Schema sperimentale 2017.

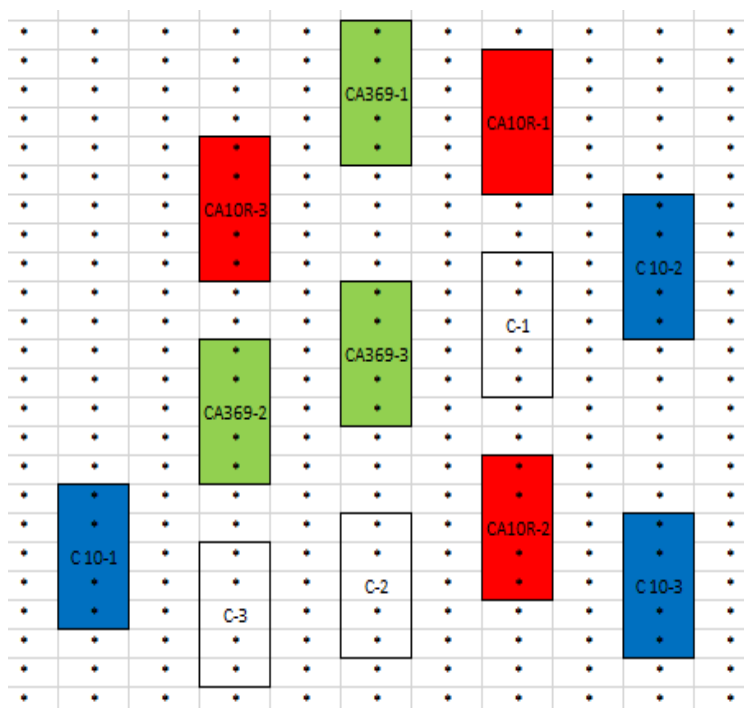


Figura 2-6: Schema sperimentale 2018.

Nel secondo anno di sperimentazione (2018), lo schema sperimentale (Fig. 2-6) prevedeva una completa randomizzazione dei blocchi con parcelle di 5 piante e un totale di 60 alberi in prova. In totale sono stati effettuati 5 trattamenti; 3 trattamenti prima dell'indurimento del nocciolo e due trattamenti dopo. A differenza della sperimentazione condotta nel 2017 è stata utilizzata

una sola concentrazione di calcio (1%) e i trattamenti a confronto prevedevano la somministrazione fogliare solo in specifiche epoche dell'accrescimento del frutto: CA-369 applicazione alla 3° 6° e 9° settimana dalla piena fioritura, CA 10R applicazione alla 10° settimana dalla piena fioritura e 2 settimane dalla raccolta.

Tabella 2-1: Trattamenti e campionamenti eseguiti durante la prova.

Trattamenti e campionamenti eseguiti nei rispettivi anni di sperimentazione			
2017		2018	
Trattamenti	Campionamenti	Trattamenti	Campionamenti
12/07/2017	28/07/2017	23/06/2018	07/07/2018
11/08/2017	24/08/2017	14/07/2018	27/07/2018
02/09/2017	14/09/2017	02/08/2018	17/08/2018
		09/08/2018	23/08/2018
		04/09/2018	19/09/2018

Il Cloruro di calcio diidrato ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 99%, Labkem, Barcellona, Spagna) è stato utilizzato per i trattamenti e le concentrazioni somministrate sono state corrette per via del contenuto di acqua già presente in esso, ottenendo rispettivamente lo 0,66% e l'1,33% di $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. La miscela per le applicazioni fogliari ha previsto l'utilizzo di un coadiuvante (ETRAVON PRO), impiegato alla concentrazione di 100ml/hl. In entrambe gli anni di

sperimentazione il controllo era rappresentato da applicazioni fogliari di acqua e coadiuvante somministrati nella stessa epoca dei trattamenti con calcio.

I trattamenti fogliari sono stati effettuati con un piccolo atomizzatore, con motore autonomo, della capienza di 50 Lt, munito di lancia per la distribuzione del prodotto e di una valvola per la regolazione delle dimensioni delle gocce erogate. Ad ogni applicazione fogliare è stata tenuta estrema cura nel cercare di irrorare l'intera chioma delle piante in prova. Nel primo anno di sperimentazione la piena fioritura, si è verificata nell'ultima settimana di maggio mentre nel 2018 la piena fioritura è stata raggiunta il 2 giugno.

Rilievi effettuati

Prima dell'inizio della sperimentazione sono state eseguite una serie di misure biometriche delle piante:

- Diametro fusto a 20 cm dal suolo
- Altezza chioma
- Larghezza chioma.

Le piante interessate dalla prova sono risultate uniformi, con un diametro medio dei fusti a 22 cm dal suolo di $10,28 \pm 1,18$ cm, altezza media di $2,9 \pm 0,37$ mt e un diametro medio longitudinale (lungo il senso del filare) di $2,94 \pm 0,36$ mt.

Durante il corso della sperimentazione e alla raccolta sono state effettuate diverse misure biometriche sui frutti e campionamenti di frutti e foglie per le successive analisi chimiche in precise epoche (vedi tabella 2-1):

- Peso fresco espresso in grammi
- Consistenza polpa misurata attraverso penetrometro, con puntale da $1,5 \text{ mm}^2$ e valori espressi in $\text{grammi}/\text{mm}^2$
- Volume misurato attraverso dei cilindri da laboratorio graduati ed espresso in ml
- Diametro longitudinale e trasversale delle drupe misurati con calibro ed espressi in mm
- Rapporto polpa/nocciolo espressa in gr/gr
- Indice di maturazione colorimetrico calcolato attraverso l'indice di Jaen.
- Forza di ritenzione delle drupe misurata con dinamometro manuale ed espressa in (Kg)
- Contenuto totale di fenoli e dei singoli composti fenolici, contenuto in grassi, umidità ecc.
- Contenuto di elementi minerali nella polpa, nel nocciolo, nel seme dei frutti campionati e sulle foglie.

La determinazione del profilo fenolico è stata effettuata su 50 frutti per replica (150 per trattamento) prelevati dalle piante alla raccolta e congelati a -20 °C, utilizzando un HPLC Agilent modello 1100 (Hewlett-Packard, Waldbronn, Germania) secondo la metodologia proposta da Cabrera-Bañegil et al. (2017). Il contenuto di elementi minerali è stato determinato su polpa, nocciolo e seme utilizzando un altro campione dello stesso numero di frutti per replica e con la stessa tipologia di conservazione descritta in precedenza.

Ciascuna parte del frutto è stata incenerita separatamente in stufa a 550 °C e, successivamente, alle ceneri sono stati aggiunti 20 mL di HNO₃ al 4%. Il contenuto di calcio, sodio, potassio e magnesio è stato determinato dall'ICP-OES utilizzando uno spettrofotometro DV Perkin-Elmer 5300 DV rispettivamente a 317, 766, 285 e 589 nm. I risultati sono stati espressi in mg kg⁻¹ di peso secco. Le analisi chimico-fisiche di foglie e frutti sono state eseguite nei laboratori del Scientific and Technological Research Center of Extremadura - Agri-food Technological Institute - Vegetables Area della Junta de Extremadura a Badajoz, Spagna sotto la guida del Dott. Daniel Martin Vertedor.

2.3 Analisi statistica

I dati raccolti sono stati rielaborati con un'analisi della varianza, per escludere un'influenza del blocco sull'effetto dei trattamenti. I dati provenienti dalle parcelle dello stesso trattamento sono stati utilizzati come repliche e rielaborati con l'ANOVA ($\alpha=0.005$) e successivo test di Tukey di separazione delle medie in caso di differenze significative.

Capitolo 3

RISULTATI E DISCUSSIONI

3.1 Primo anno di sperimentazione (2017)

3.1.1 Forza di ritenzione del frutto

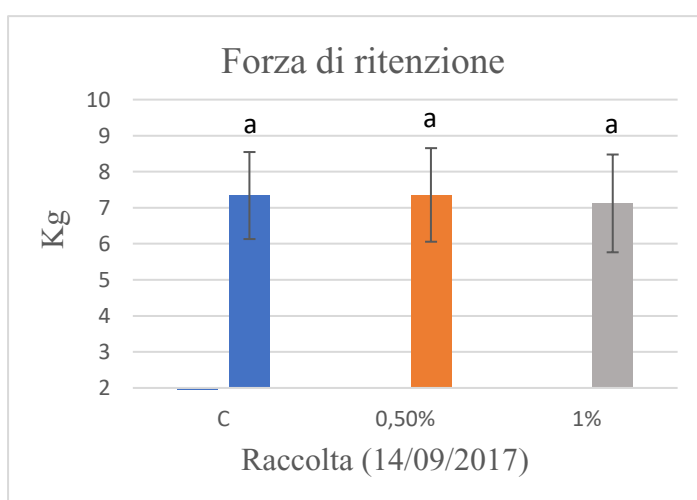


Figura 3-1: Forza di ritenzione dei frutti. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05\%$)

Dal confronto dei risultati ottenuti non sono emerse delle differenze significative tra i trattamenti con calcio ed il controllo. Insieme alla forza di ritenzione dei frutti, anche l'indice di maturazione colorimetrico (dati non riportati), non ha mostrato differenze significative. Di conseguenza possiamo affermare che i trattamenti con cloruro di calcio non hanno influenzato la maturazione dei frutti.

3.1.2 Peso fresco e volume dei frutti

Durante il primo anno di sperimentazione, non sono state registrate differenze significative tra il controllo ed i trattamenti. Il peso medio dei frutti è risultato essere omogeneo per i trattamenti applicati e il controllo, durante tutta la stagione di crescita del frutto, la figura seguente indica come la curva di crescita dei frutti (Fig. 3-2) segua quasi un andamento lineare, per poi diminuire gradualmente la velocità di crescita, in prossimità delle fasi finali del ciclo di sviluppo. Le frecce indicano le epoche in cui sono state effettuati i trattamenti fogliari (vedi Tab. 2-1). Il peso dei frutti è stato misurato utilizzando una bilancia elettronica con precisione decimale.

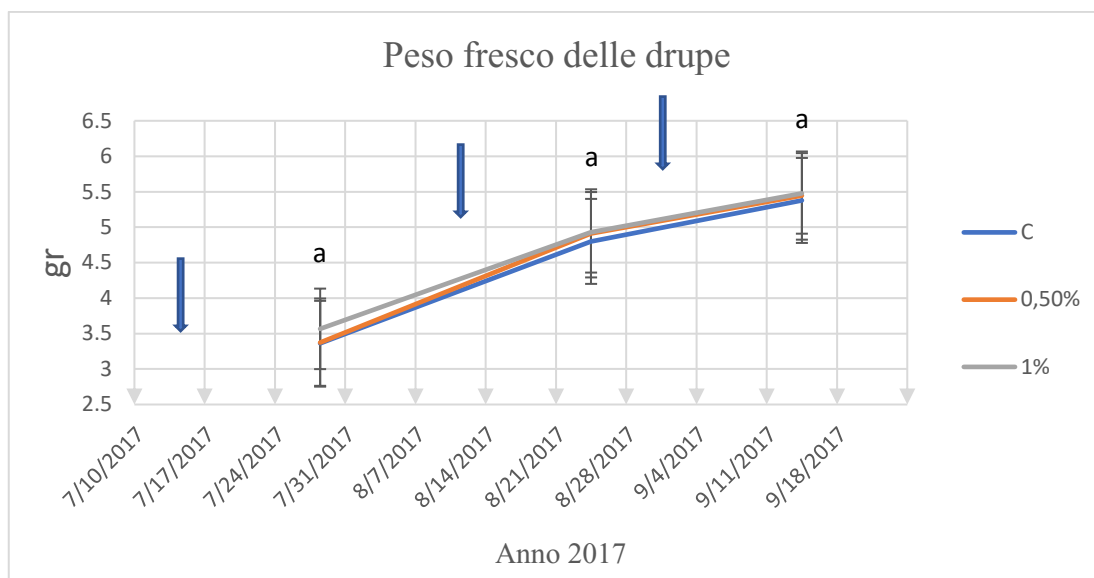


Figura 3-2: curva di crescita dei frutti (2017). I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 60 repliche per i mesi di luglio ed agosto e 150 repliche alla raccolta. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

I trattamenti fogliari, non hanno interferito con i processi di crescita del frutto. In maniera analoga a come osservato per il peso fresco, anche il volume è risultato statisticamente identico tra le due dosi di calcio applicate per via fogliare ed il controllo. Dunque, è possibile affermare che i trattamenti con calcio non hanno sortito alcun effetto nei confronti del volume dei frutti.

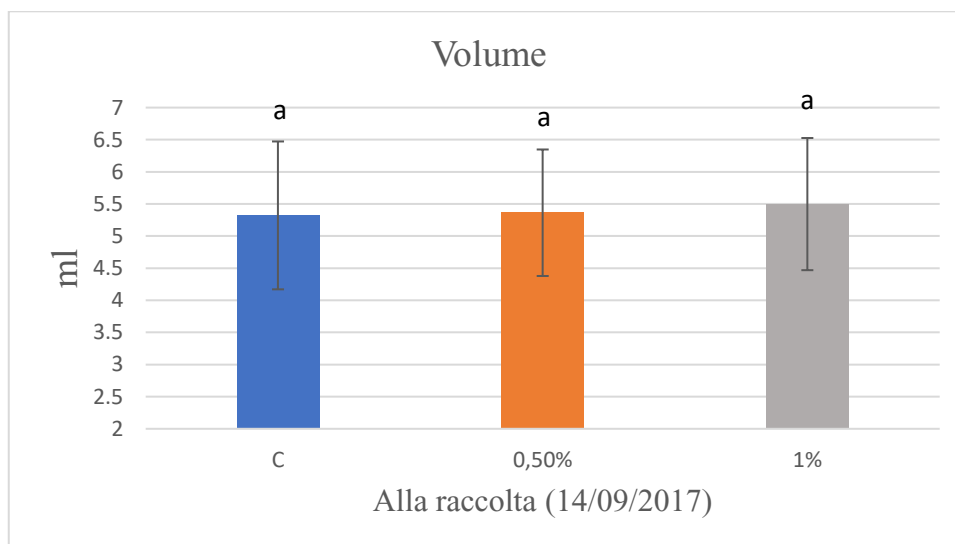


Figura 3-3: Volume dei frutti alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

3.1.3 Diametro longitudinale e trasversale

Come possiamo osservare nella figura (3-4), non sono state osservate differenze significative nel diametro polare tra i due trattamenti ed il controllo alla raccolta. Mentre per quanto riguarda il diametro trasversale sono state evidenziate alcune differenze significative tra il trattamento con calcio all'1% ed il controllo, mentre la dose allo 0,5% ha mostrato valori intermedi.

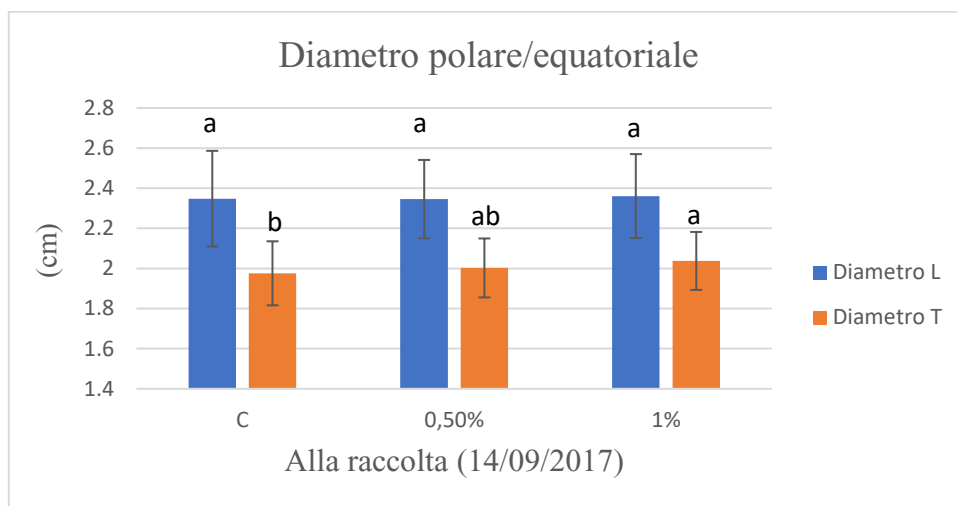


Figura 3-4: Diametro longitudinale (L) e trasversale (T) dei frutti. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

3.1.4 Consistenza della polpa

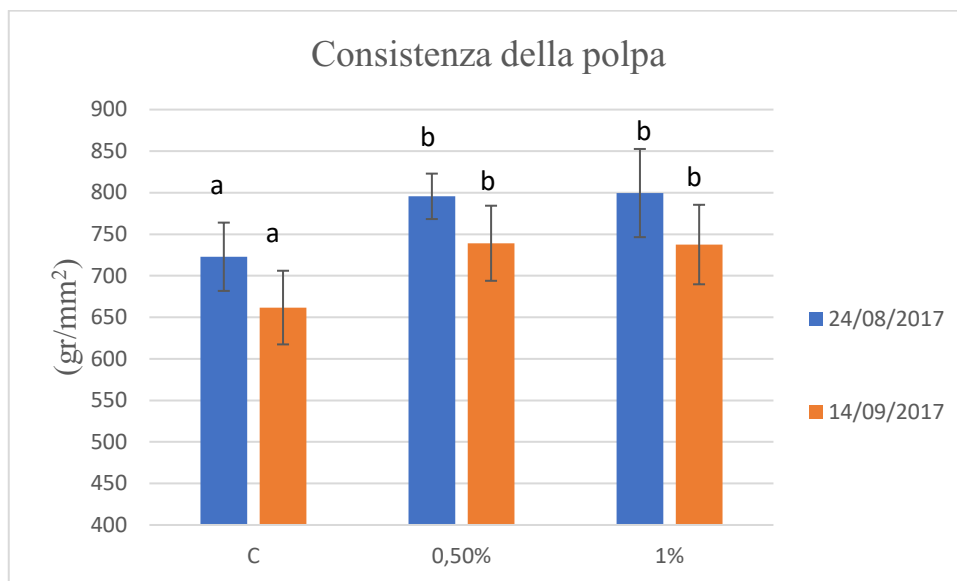


Figura 3-5: Consistenza della polpa nel mese di Agosto ed alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 60 repliche nel mese di agosto e 150 repliche alla raccolta. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05\%$).

La consistenza è stata misurata utilizzando un penetrometro, con puntale da 1,5 mm². Nella figura (3-5) vengono riportati i risultati delle misurazioni effettuate nel mese di agosto e alla raccolta (14/09/2017). Per quanto riguarda la consistenza della polpa, espressa in gr/mm², sono state riscontrate delle differenze significative tra il controllo e il trattamento fogliare nelle due epoche, senza differenze tra le dosi di calcio applicate. Tale risultato è confermato anche in altri studi (Tsantili et al., 2008). Dall'analisi dei dati, si può ipotizzare un effetto positivo dei trattamenti fogliari con calcio sulla consistenza della polpa nella fase successiva all'indurimento del nocciolo. Tuttavia sono necessari ulteriori approfondimenti, per poter confermare tali risultati.

3.2 Analisi chimiche

3.2.1 Contenuto totale degli elementi minerali nei frutti

Durante il primo campionamento i trattamenti fogliari con calcio non sembrerebbero aver influito sul contenuto in potassio e magnesio dei frutti. Le applicazioni di calcio hanno aumentato il contenuto complessivo dell'elemento stesso nelle olive, mostrando differenze significative con il controllo, tuttavia tra le due concentrazioni di calcio utilizzate non sono emerse delle significatività nel contenuto in calcio. Il maggior contenuto in sodio è stato osservato nelle applicazioni al 1%, mostrando delle differenze significative sia con il controllo che con la concentrazione allo 0,5%, che ha registrato il contenuto minore.

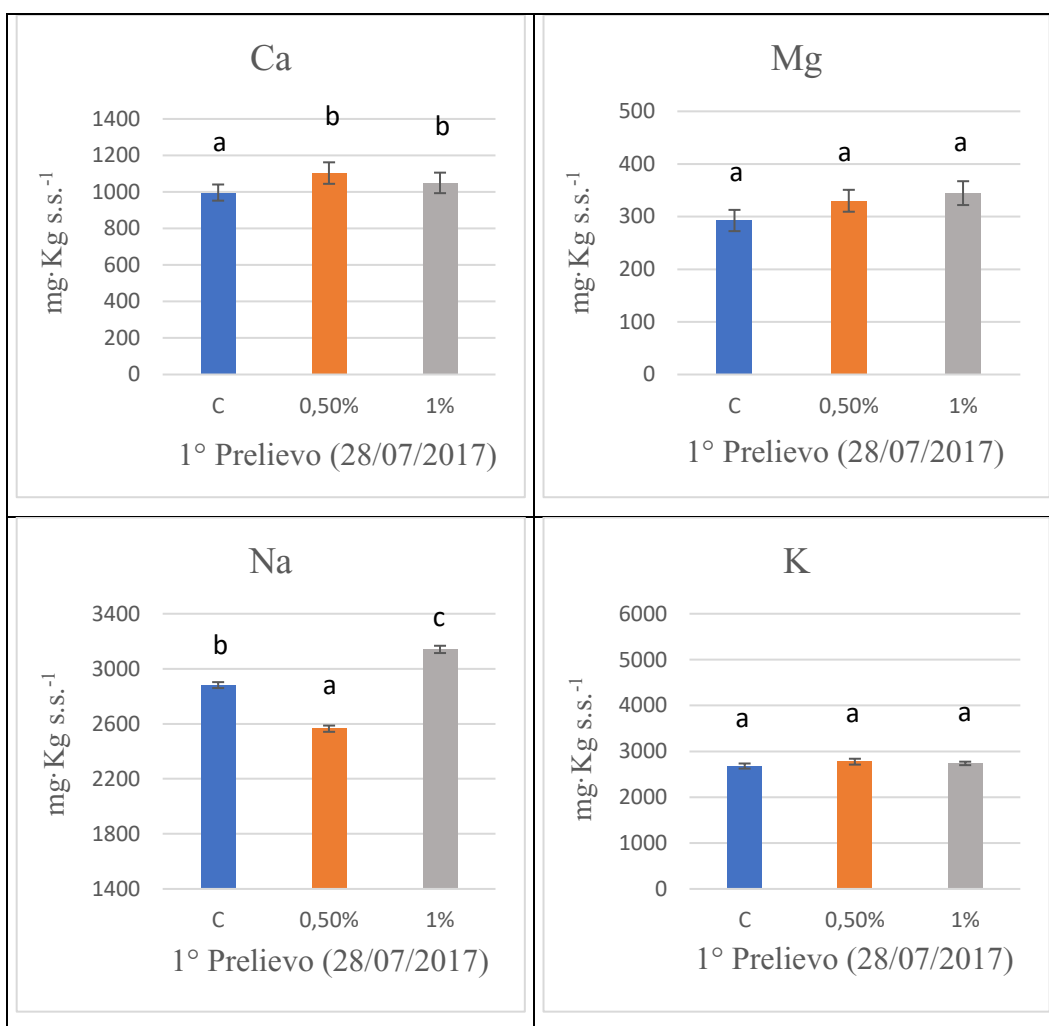


Figura 3-6: contenuto di elementi minerali nei frutti durante il primo campionamento. I dati sono espressi come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Nel secondo campionamento il contenuto in magnesio continua a non mostrare delle differenze significative tra i trattamenti fogliari. Il contenuto di potassio nei frutti ha registrato i valori più bassi nelle due applicazioni fogliari di calcio, mentre il controllo ha mostrato i contenuti maggiori. I trattamenti fogliari con calcio sembrerebbero aver influito nel contenuto in Na, in maniera analoga a quanto è avvenuto per il K, mostrando delle differenze significative tra il controllo e le applicazioni, senza differenze tra le due dosi applicate. Il contenuto in calcio nelle olive sembrerebbe aver risentito anch'esso delle applicazioni fogliari, dove sono stati riscontrati i contenuti maggiori dell'elemento. Il test Tukey ha mostrato delle differenze significative tra i vari trattamenti fogliari, per quanto riguarda il contenuto in Ca.

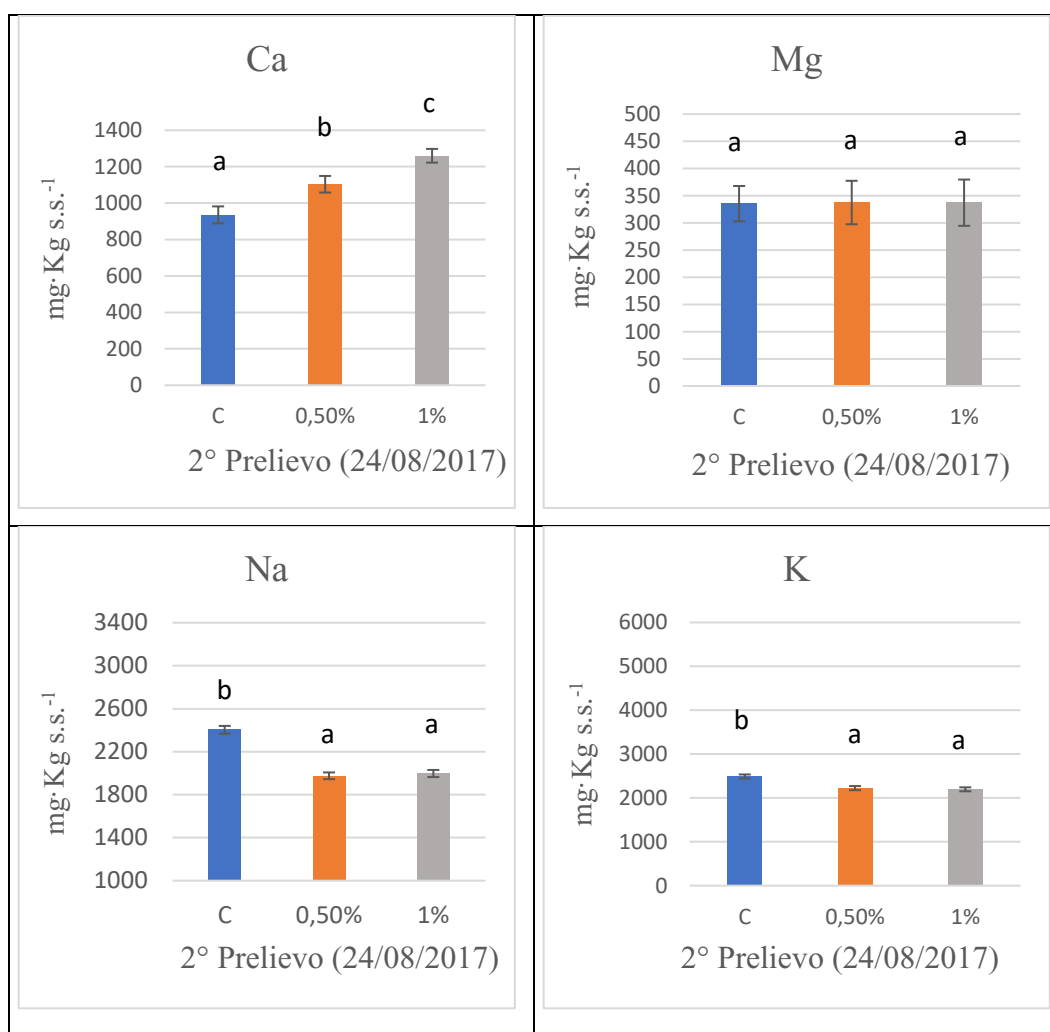


Figura 3-7: contenuto di elementi minerali nei frutti durante il secondo campionamento. I dati sono espressi come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Alla raccolta, ci sono differenze significative tra i vari trattamenti, nel contenuto degli elementi minerali nelle drupe. In particolar modo le applicazioni fogliari al 1% hanno sensibilmente aumentato il contenuto di Ca e Mg, a discapito dei cationi monovalenti, per i quali sono stati registrati i contenuti minori in corrispondenza della medesima dose di applicazione. Mentre le concentrazioni maggiori dei cationi monovalenti come Na e K sono state osservate nei controlli. Potremmo quindi ipotizzare che le applicazioni fogliari a base di calcio abbiano svolto un'azione antagonista nell'assorbimento delle forme monovalenti.

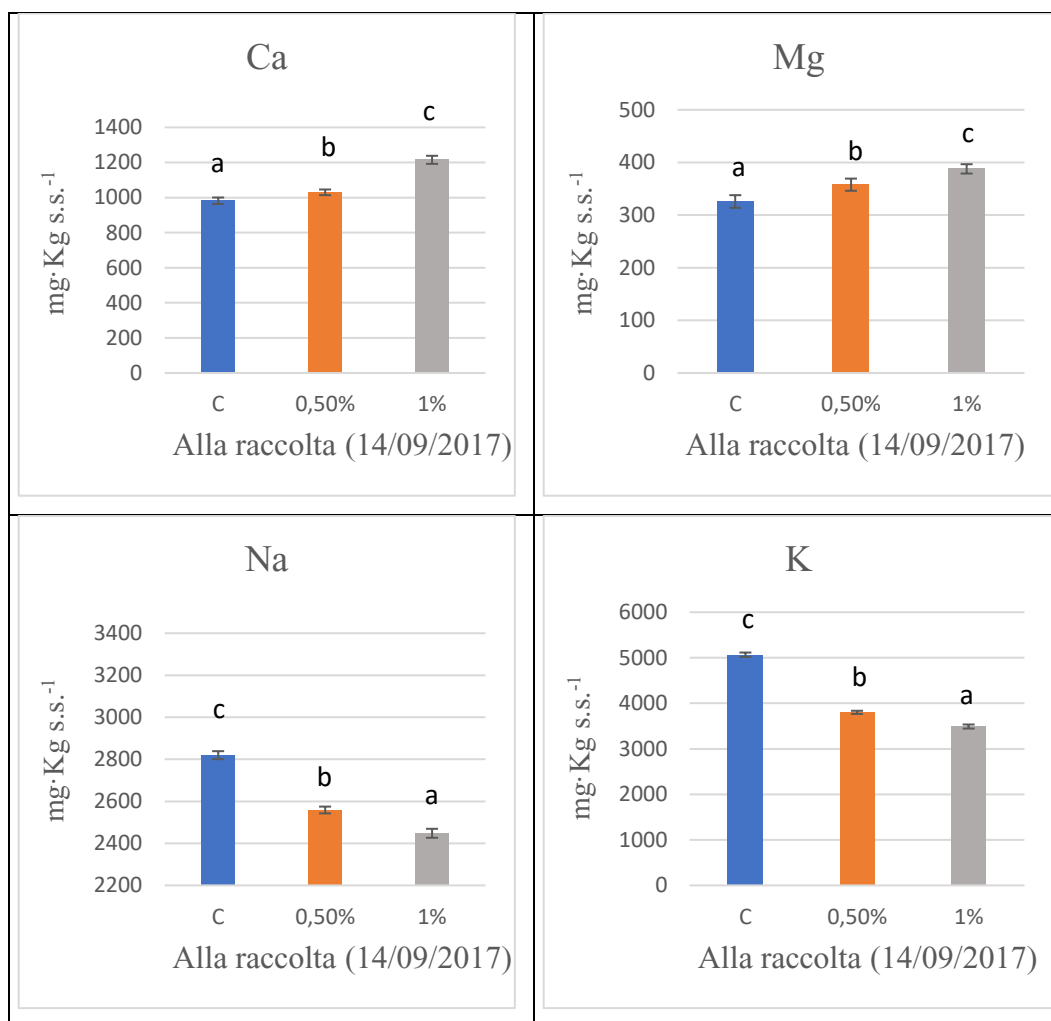


Figura 3-8: contenuto di elementi minerali nei frutti alla raccolta. I dati sono espressi come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Nella figura seguente possiamo vedere come i trattamenti fogliari abbiano influito sul bilancio delle forme ioniche. Le applicazioni fogliari sembrerebbero favorire l'assorbimento dei cationi bivalenti rispetto al controllo, soprattutto nel secondo campionamento ed alla raccolta. L'assorbimento delle forme ioniche bivalenti potrebbe ripercuotersi sull'assorbimento del K e del Na. Tuttavia gli aumenti osservati a favore dei cationi bivalenti potrebbero essere causati principalmente dall'assorbimento del calcio somministrato per via fogliare, poiché nel contenuto in magnesio non si sono riscontrate differenze significative, ad eccezione della raccolta.

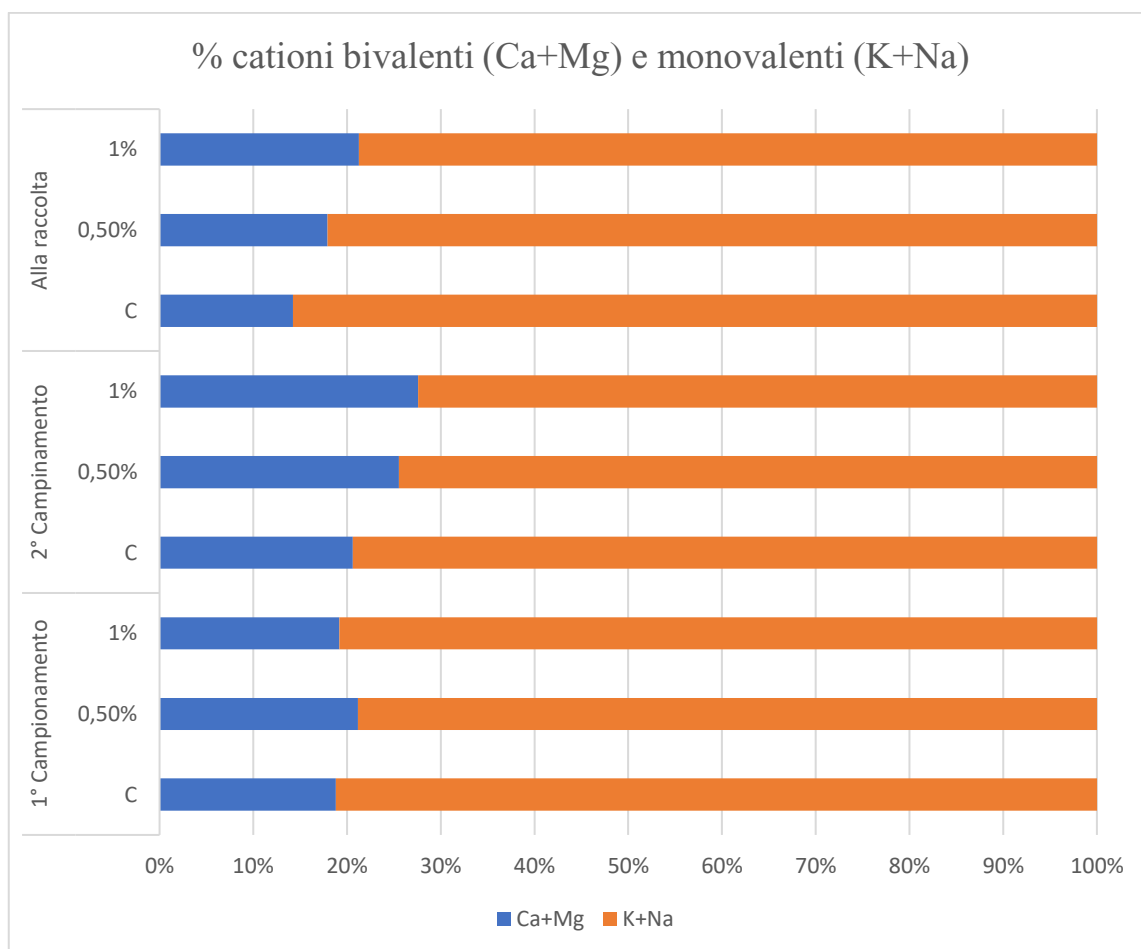


Figura 3-9: Ripartizione percentuale tra ioni bivalenti e monovalenti nei diversi campionamenti.

Elencati i risultati riferiti ai contenuti totale degli elementi nei frutti, verranno di seguito riportati i risultati inerenti al contenuto di elementi minerali nelle singole strutture del frutto (polpa, nocciolo, seme).

3.2.2 Contenuto degli elementi minerali nella polpa

Nella prima epoca di campionamento (Fig. 3-10), sono state riscontrate alcune differenze significative solamente per quanto riguarda il contenuto di Na, in cui il trattamento con calcio all'1% ha mostrato un contenuto maggiore. Durante la prima parte di sviluppo del frutto, le applicazioni fogliari con calcio sembrano non aver influito significativamente sul contenuto in Calcio e degli altri elementi.

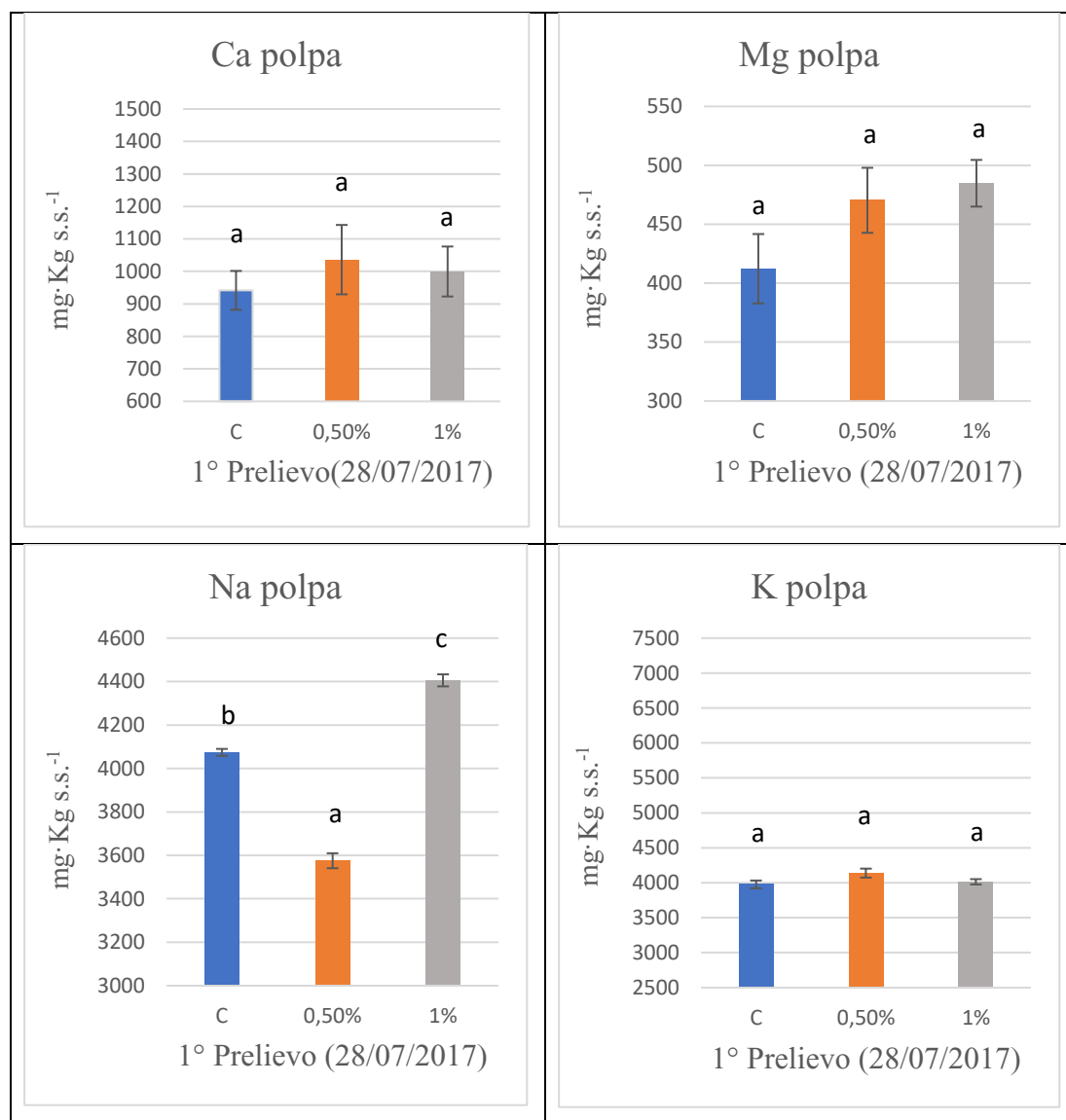


Figura 3-10: contenuto di elementi minerali nella polpa. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Nella seconda epoca di prelievo, effettuata il 24/08/2017, la somministrazione di calcio sembra aver influito maggiormente sulla concentrazioni del Ca, Na e K nella polpa. Dai grafici nella figura (3-11) è possibile notare contenuti significativamente superiori di calcio nei frutti trattati

rispetto al controllo, con differenze significative anche tra le due concentrazioni di calcio applicate. Il contenuto di sodio e potassio sono risultati invece significativamente minori nella polpa dei frutti trattati rispetto al controllo. Tale risultato sembra evidenziare un ruolo da antagonista del calcio nei confronti di questi due ultimi elementi. Per il magnesio, invece non sono state riscontrate differenze significative tra le dosi di calcio applicate ed il controllo.

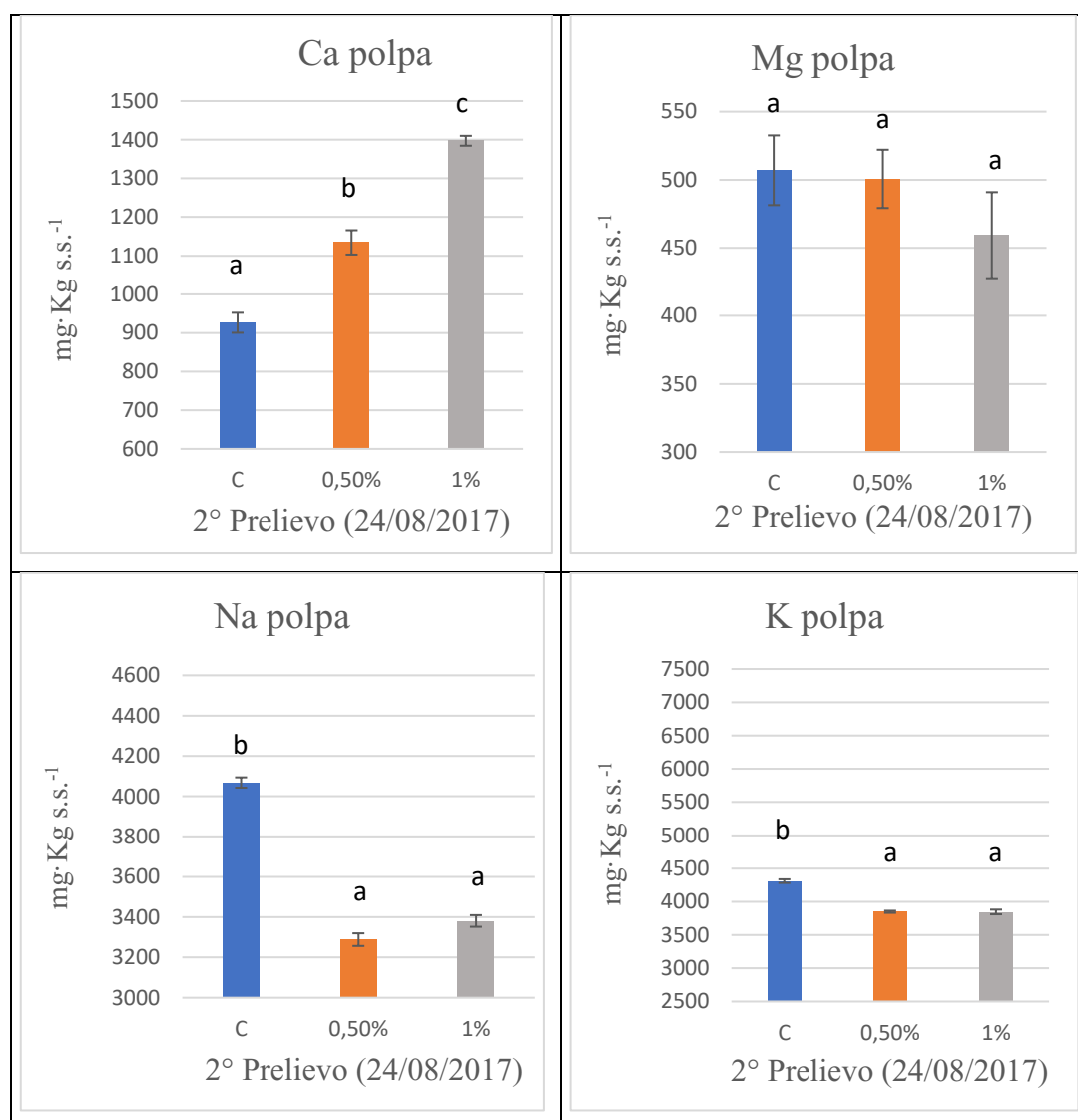


Figura 3-11: Contenuto di elementi minerali nella polpa. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Alla raccolta il contenuto dei minerali nella polpa è stato influenzato in maniera più marcata dai trattamenti, rispetto ai campionamenti precedenti. Alla raccolta prosegue il trend antagonista, svolto dalle applicazioni fogliari con calcio, nei confronti dell'assorbimento delle forme ioniche monovalenti, dove le concentrazioni più elevate si ritrovano nel controllo.

Il contenuto in calcio nella polpa dimostra un effettivo assorbimento da parte dei tessuti e delle cellule del mesocarpo, mostrando un aumento significativo rispetto al controllo.

Per quanto riguarda il contenuto in calcio, la somministrazione al 1% ha dimostrato un aumento significativo rispetto al controllo (+35%), in maniera inversa i contenuti di potassio minori sono stati misurati nei trattamenti (-32%) rispetto al controllo. Anche per il magnesio si sono evidenziate differenze significative tra l'applicazione al 1% ed i restanti trattamenti, tuttavia l'applicazione alla dose dimezzata (0,5%) non ha portato ad alcuna differenza con il controllo, per il contenuto di magnesio.

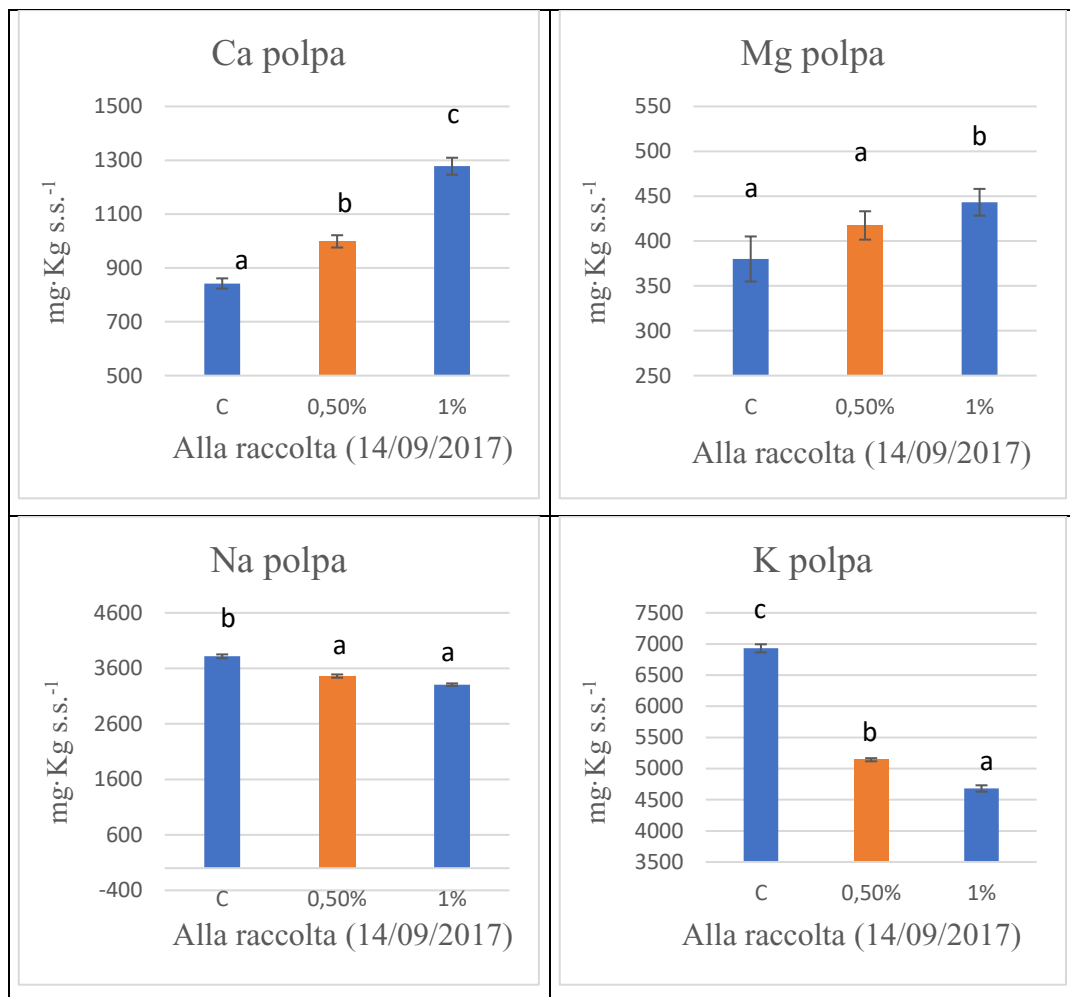


Figura 3-12: Contenuto di elementi minerali nella polpa alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

3.2.3 Contenuto degli elementi minerali nel nocciolo

La ripartizione degli elementi minerali nel nocciolo ha mostrato come il trattamento con calcio già alla dose dello 0,5% abbia permesso di aumentare il contenuto di questo elemento. Difatti, per quanto riguarda il calcio ed il magnesio, il trattamento intermedio allo 0,5 % ha dimostrato un contenuto più elevato di questi elementi. Il contenuto in sodio, che a differenza delle concentrazioni rinvenute nella polpa, risulta essere più o meno omogeneo tra i vari trattamenti, non evidenziando alcuna differenza significativa. Per quanto riguarda il potassio le concentrazioni registrate erano inferiori ai 50 mg·Kg s.s.⁻¹ per ogni trattamento e non vengono quindi riportate.

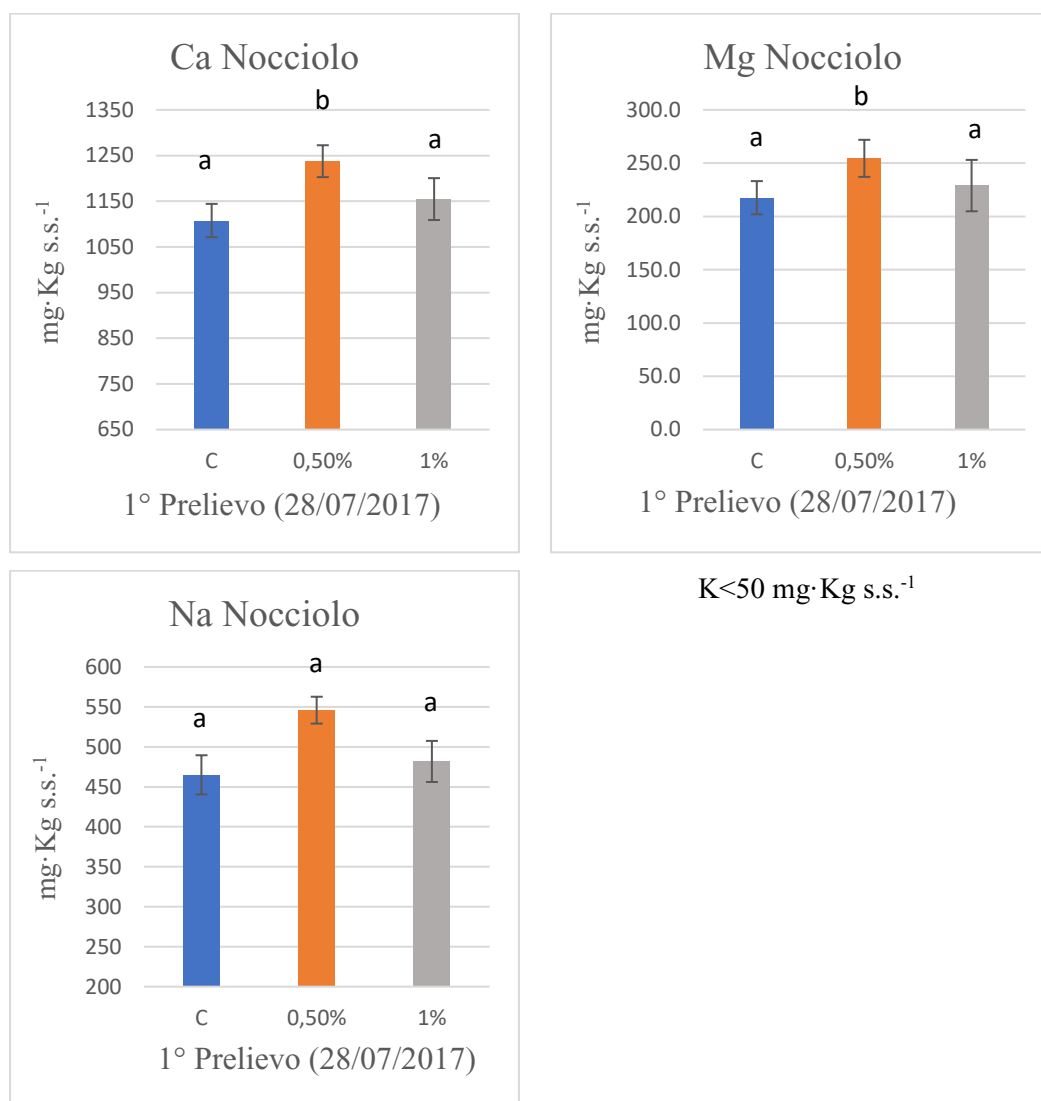


Figura 3-13: contenuto di elementi minerali nei noccioli. I dati sono riportati come media ± dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

In maniera analoga a quanto avvenuto in precedenza, il contenuto in potassio risulta trovarsi al di sotto dei 50 mg·Kg s.s.⁻¹.

Nella seconda epoca di prelievo i trattamenti fogliari sembrano aver influito sul contenuto di elementi minerali nel nocciolo, in particolar modo nei confronti del contenuto in calcio e in sodio. I contenuti più elevati di Ca nel nocciolo sono stati misurati nel trattamento al 1%, che insieme alla concentrazione dello 0,5%, hanno mostrato una differenza significativa rispetto al controllo. Per quanto riguarda il contenuto di sodio possiamo osservare come segua una relazione inversa rispetto al calcio: sono stati osservati valori più bassi per il trattamento all'1% senza differenze significative tra l'applicazione allo 0,5% ed il controllo.

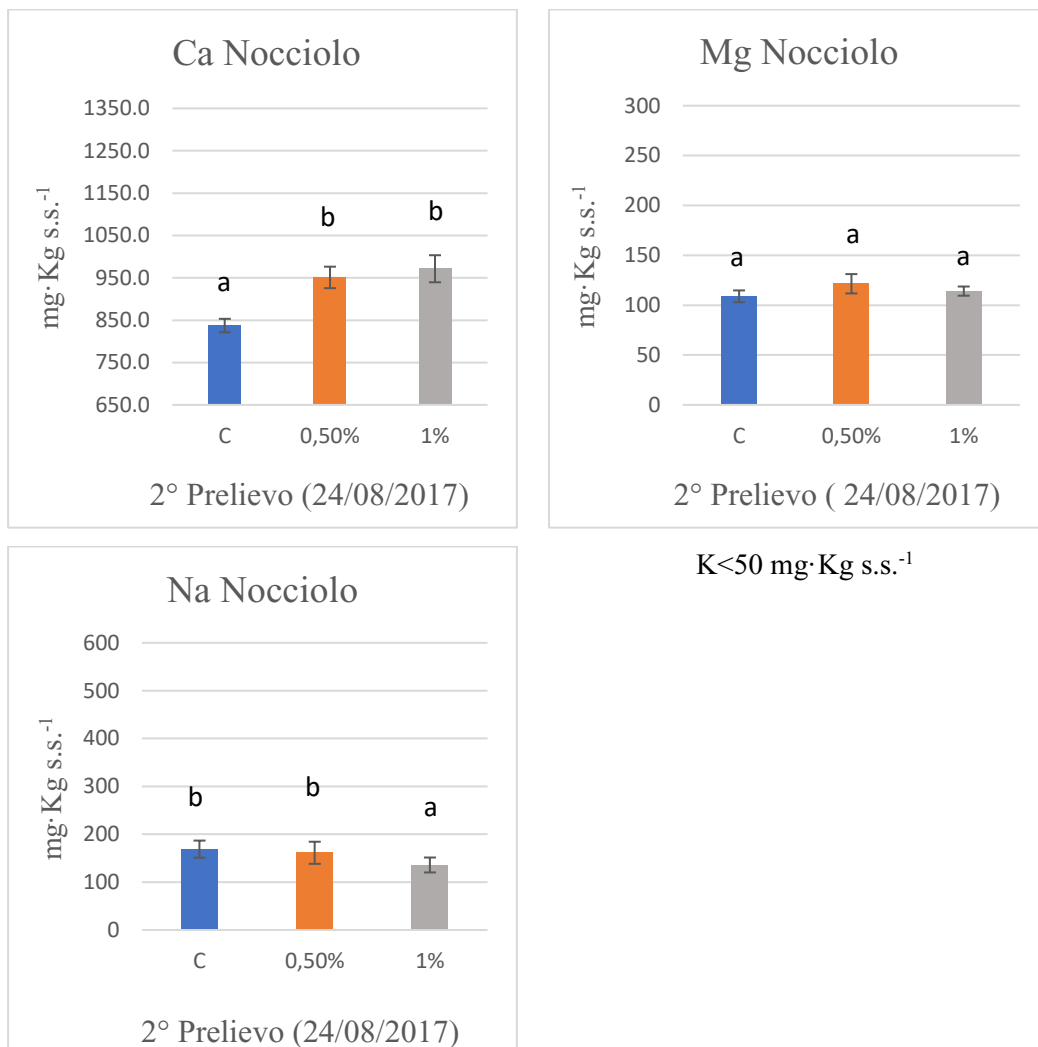


Figura 3-14: contenuto di elementi minerali nei noccioli. I dati sono riportati come media ± dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Durante l'ultimo prelievo (alla raccolta), il contenuto della componente mineralogica, ha seguito un andamento simile a quanto avvenuto nella polpa. Il Calcio viene maggiormente concentrato nelle applicazioni fogliari (0,5% e 1%) a discapito dei cationi monovalenti, che risultano avere concentrazioni più elevate nel controllo. Differenze significative sono state osservate per il Ca, il Na ed il K, mentre il magnesio risulta essere pressoché identico tra i vari trattamenti. Gli aumenti significativi nel contenuto in calcio sembrerebbero seguire una relazione di tipo direttamente proporzionale alle concentrazioni di Calcio utilizzate nei trattamenti. Il potassio non ha subito delle sostanziali differenze nelle concentrazioni dell'elemento tra i due trattamenti (0,5% e 1%), mentre una sostanziale differenza è stata osservata tra il controllo ed i trattamenti.

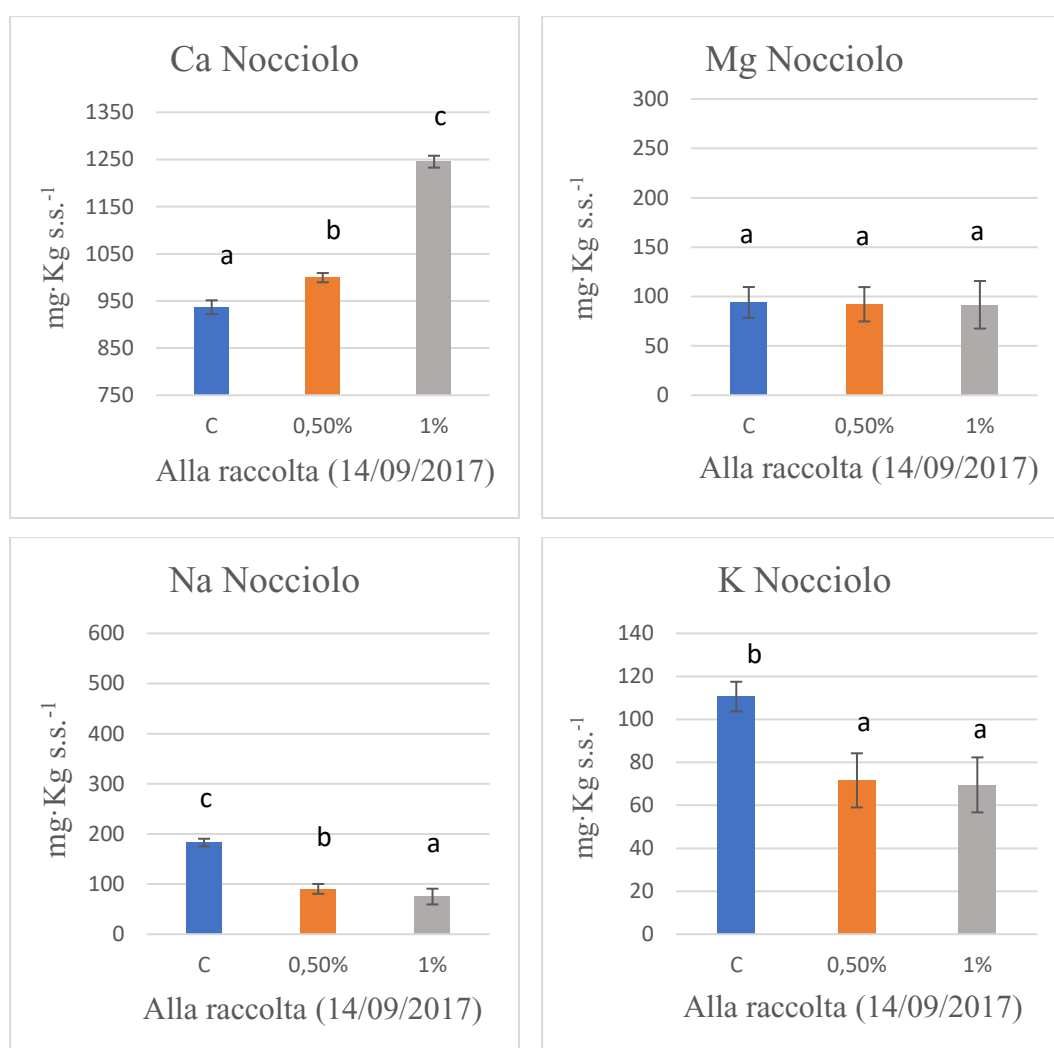


Figura 3-15: contenuto di elementi minerali nei noccioli alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

3.2.4 Contenuto degli elementi minerali nel seme

Gli elementi minerali sono stati analizzati anche nei semi. Di seguito vengono riportati i grafici che riportano il contenuto dei minerali analizzati. Nel primo prelievo le analisi hanno mostrato che i contenuti maggiori, con differenze significative per il Ca ed il Mg, si sono riscontrate nel trattamento allo 0,5 %, mentre per la somministrazione all'1%, pur essendo leggermente superiore al controllo non risulta essere differente in maniera significativa rispetto al controllo, ma solamente al trattamento con dose dimezzata. La prima applicazione di calcio per via fogliare non sembrerebbe influire nel contenuto in sodio nei semi, che risultano essere sostanzialmente simili tra i trattamenti. Il contenuto di K risultava inferiore ai 50 mg·Kg s.s.⁻¹

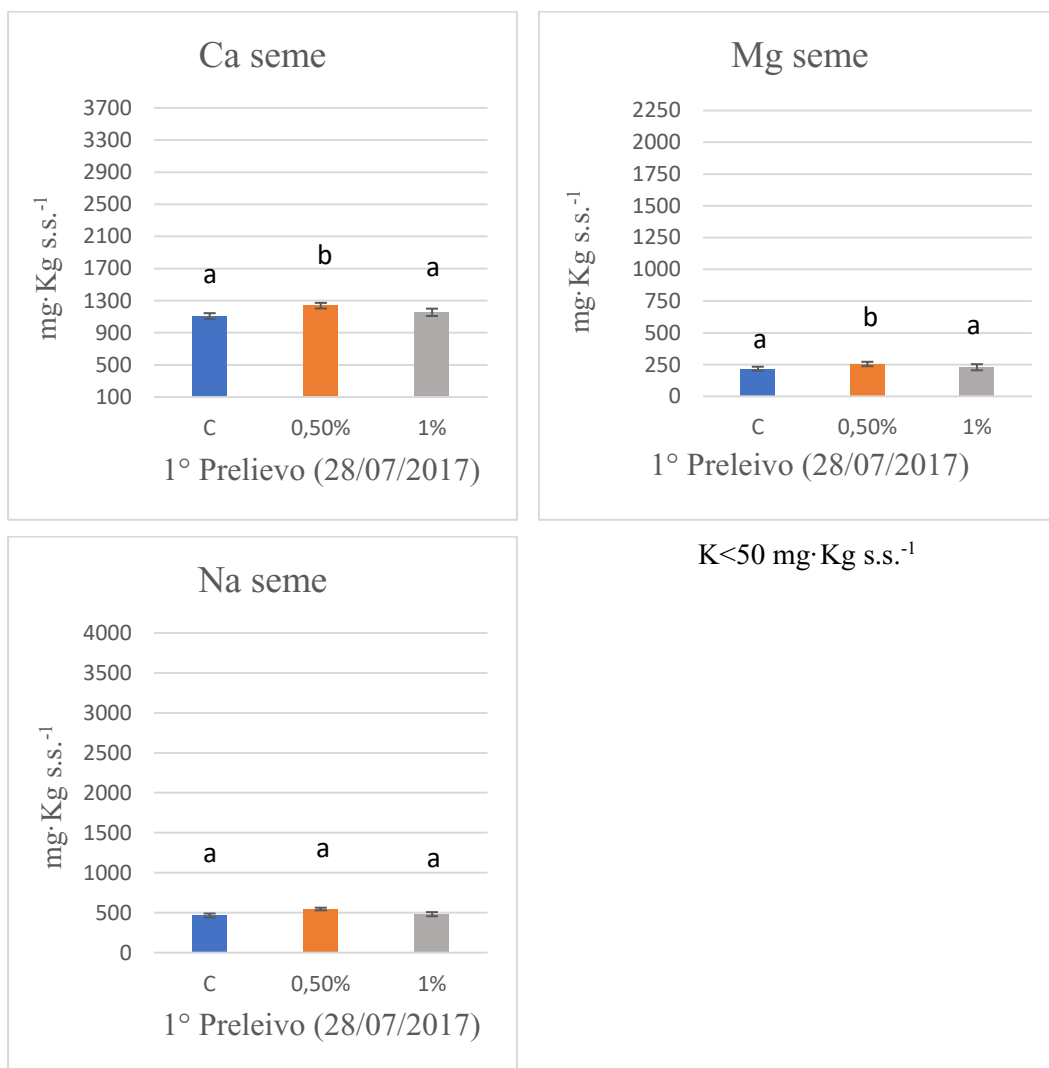


Figura 3-16: contenuto di elementi minerali nei semi. I dati sono riportati come media ± dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Nel secondo campionamento invece, le somministrazioni di calcio per via fogliare, hanno mostrato alcune differenze nel contenuto degli elementi nei semi. Tranne il magnesio, gli altri microelementi, come il Ca, il Na ed il K, hanno mostrato come le applicazioni inizino ad avere una sorta di effetto, sulle concentrazioni degli elementi nei semi. Dopo la seconda somministrazione, il contenuto in calcio nei semi viene maggiormente rinvenuto nel trattamento al 1%, presentando un aumento del +7% rispetto al controllo. Il contenuto di calcio nel seme sembrerebbe seguire una relazione di tipo direttamente proporzionale alle dosi dei trattamenti, che sono risultati simili tra loro, ma significativamente differenti al controllo. I cationi monovalenti nel seme hanno mostrato una concentrazione inferiore nelle applicazioni fogliari rispetto al controllo, comportandosi in maniera inversamente proporzionale alle dosi delle applicazioni fogliari. Il magnesio all'interno del seme non è stato influenzato in alcuna maniera dalle applicazioni fogliari, osservando concentrazioni pressoché omogenee.

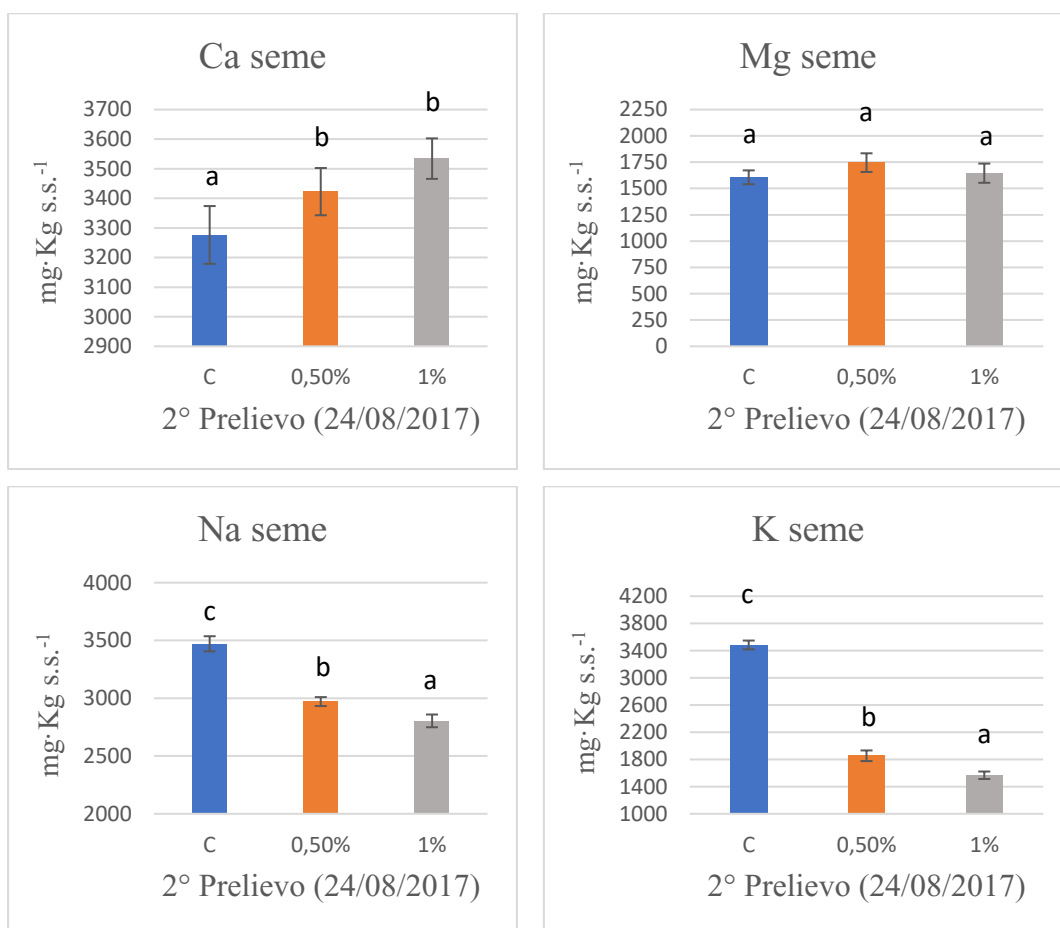


Figura 3-17: contenuto degli elementi minerali nei semi. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Alla raccolta, il contenuto di elementi nei semi non ha proseguito l'andamento delle concentrazioni del campionamento precedente. Tuttavia i contenuti maggiori di calcio sono state osservate all'interno dei trattamenti effettuati allo 0,5%. Dalle analisi effettuate è possibile notare come il magnesio, che nei prelievi precedenti non aveva subito alcuna influenza da parte dei trattamenti, abbia invece mostrato un significativo aumento delle sue concentrazioni all'interno delle applicazioni fogliari, con contenuti maggiori nel trattamento fogliare allo 0,5%. Il contenuto in sodio, in maniera analoga a quanto avvenuto in precedenza, segue un andamento inversamente proporzionale rispetto alle differenti dosi di calcio applicate per via fogliare. Il contenuto in potassio invece non ha mostrato differenze significative tra i diversi trattamenti.

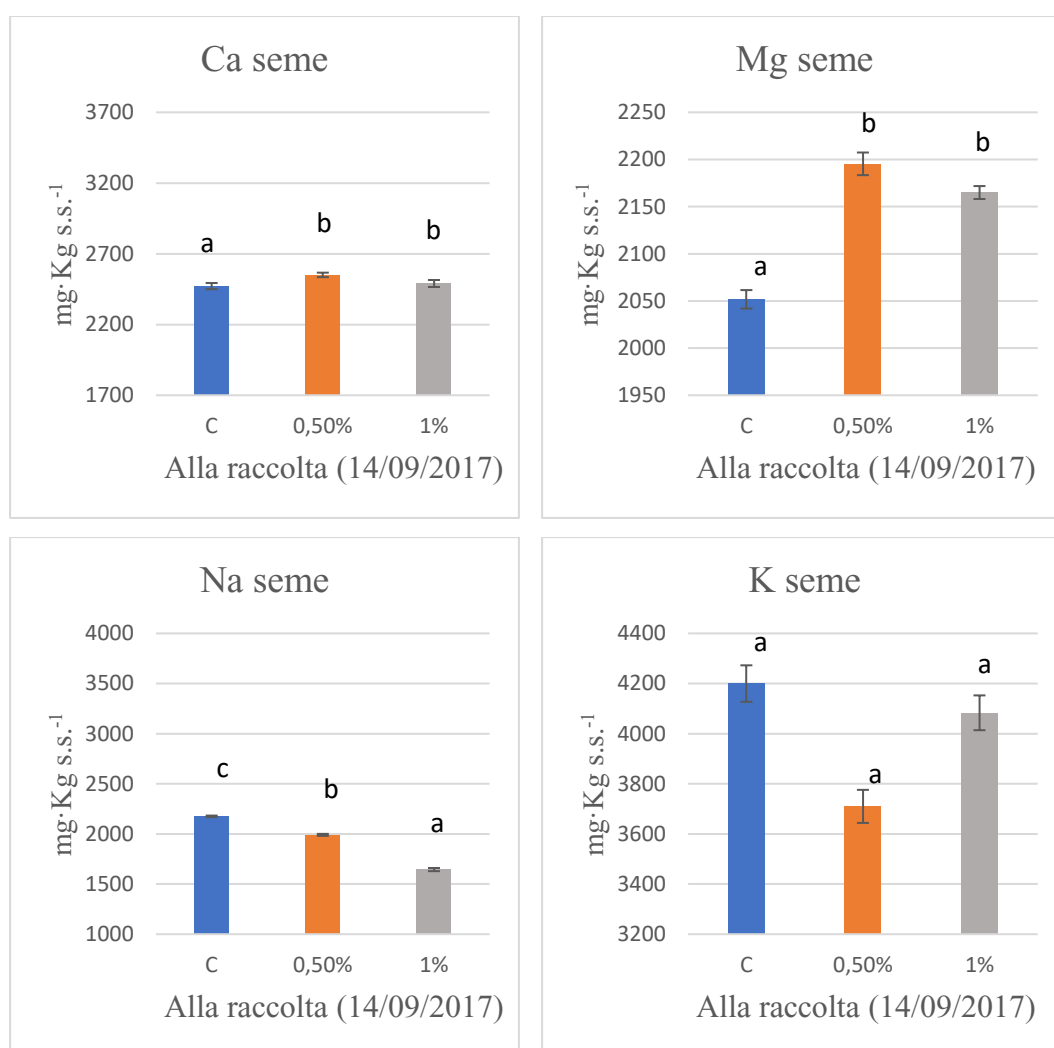


Figura 3-18: contenuto di elementi minerali nei semi alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

3.2.5 Contenuto degli elementi minerali nelle foglie

Nel primo campionamento, effettuato alla fine di luglio, sono stati analizzati gli elementi minerali nelle foglie. I dati mostrano come durante la prima somministrazione, per quanto riguarda il Na ed il Mg, le applicazioni non abbiano influito nel contenuto dei nutrienti minerali nelle foglie. Mentre differenze significative sono state osservate per il calcio ed il potassio, in cui la somministrazione con la dose più elevata (1%), abbia portato a contenuti minori rispetto alla dose dimezzata ed al controllo, che tra loro sono privi di differenze significative. Durante la prima applicazione fogliare, le applicazioni fogliari non sembrerebbe comportarsi in maniera analoga a quanto avviene negli altri organi del frutto.

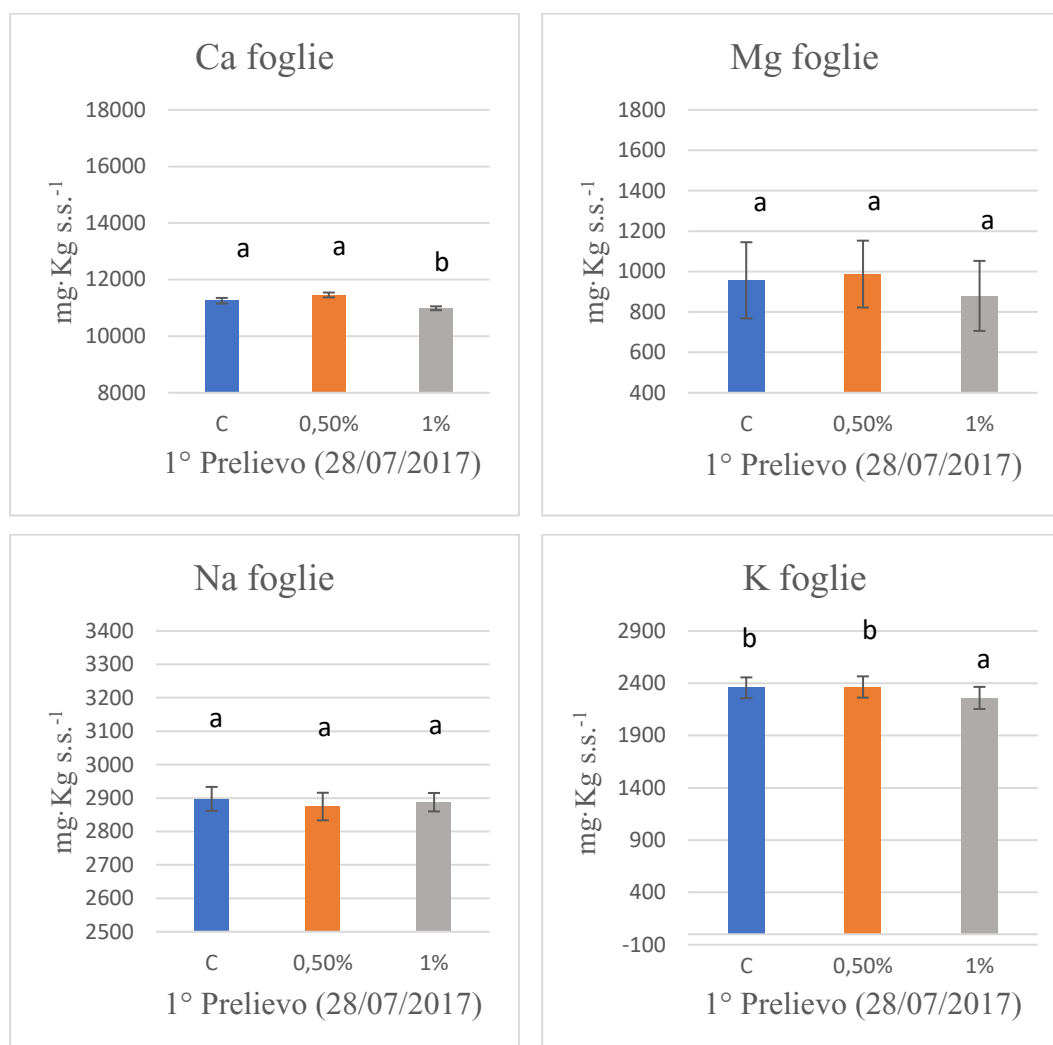


Figura 3-19: contenuto degli elementi minerali nelle foglie. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Nel secondo trattamento e successivo campionamento, effettuato il 24/08/2017 (Fig. 3-20), possiamo notare come i contenuti degli elementi, che vengono principalmente influenzati dalle applicazioni, siano il calcio ed il sodio. Il contenuto di Ca nelle foglie sembrerebbe seguire una dinamica di assorbimento nelle foglie direttamente proporzionale alle due dosi di applicazione.

Il contenuto in sodio delle foglie invece, segue una dinamica inversamente proporzionale, all'aumentare delle dosi impiegate nelle due applicazioni, diminuiscono le concentrazioni dell'elemento nella foglia. Mentre per il potassio ed il magnesio non sono state evidenziate significative differenze tra il controllo e le applicazioni.

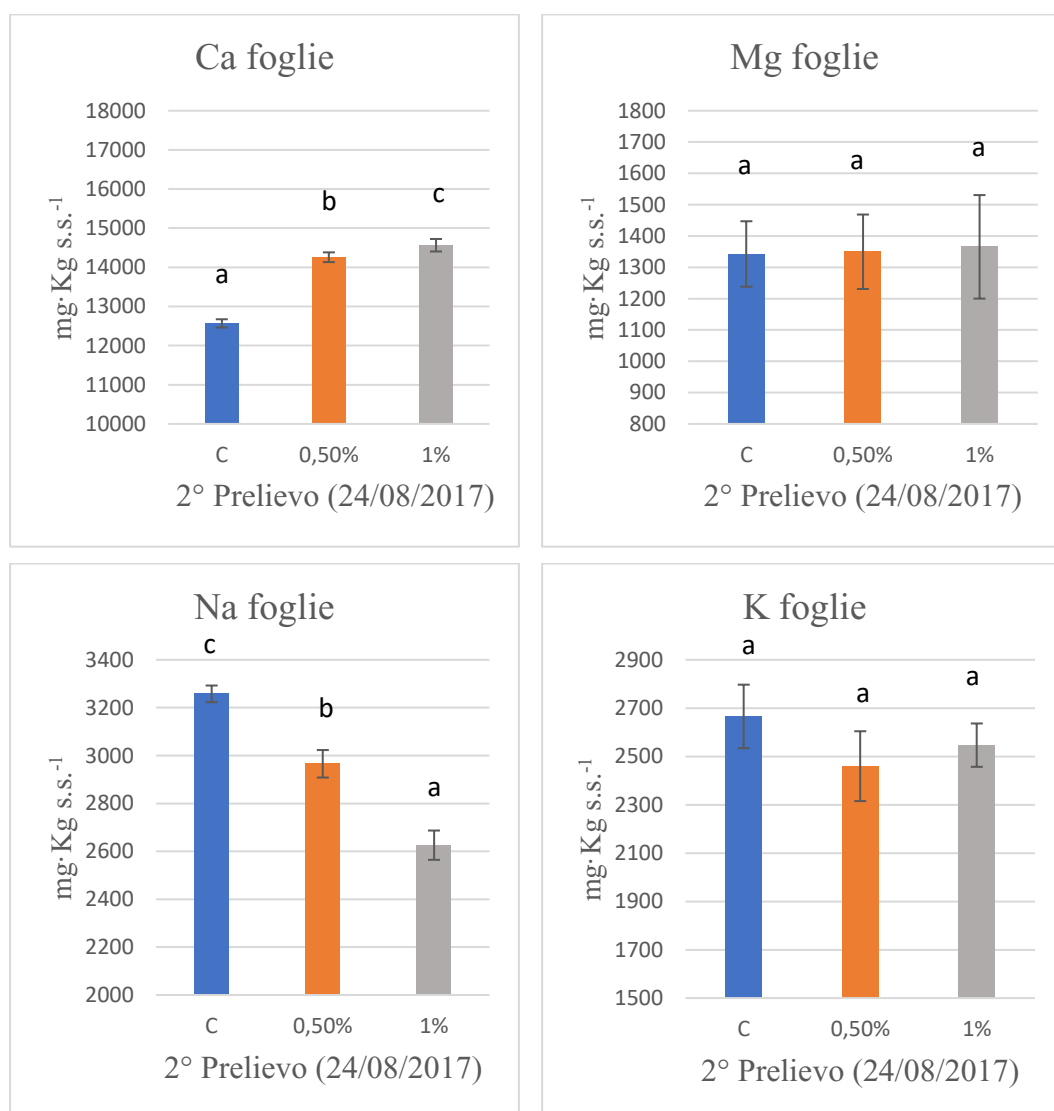


Figura 3-20: contenuto degli elementi minerali nelle foglie. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Alla raccolta, le analisi chimiche suggeriscono che anche per le foglie, le applicazioni a ridosso della raccolta, portano a maggiori incrementi di Ca nei tessuti. Possiamo notare differenze significative tra il controllo e le due somministrazioni, che oltre a mostrare i contenuti più elevati dell'elemento Calcio, hanno mostrato un aumento percentuale del +20% nel contenuto in Ca, tra la dose più elevata applicata (1%) ed il controllo. In maniera inversamente proporzionale, le somministrazioni hanno portato ad un minor contenuto di Na all'interno delle foglie, rispetto al controllo, appoggiando la stessa ipotesi formulata per i contenuti nella polpa, ovvero che il Ca ed il Na siano in competizione tra loro, per quanto riguarda l'assorbimento ed il relativo stoccaggio nei tessuti, in maniera analoga a quanto osservato nella composizione della polpa.

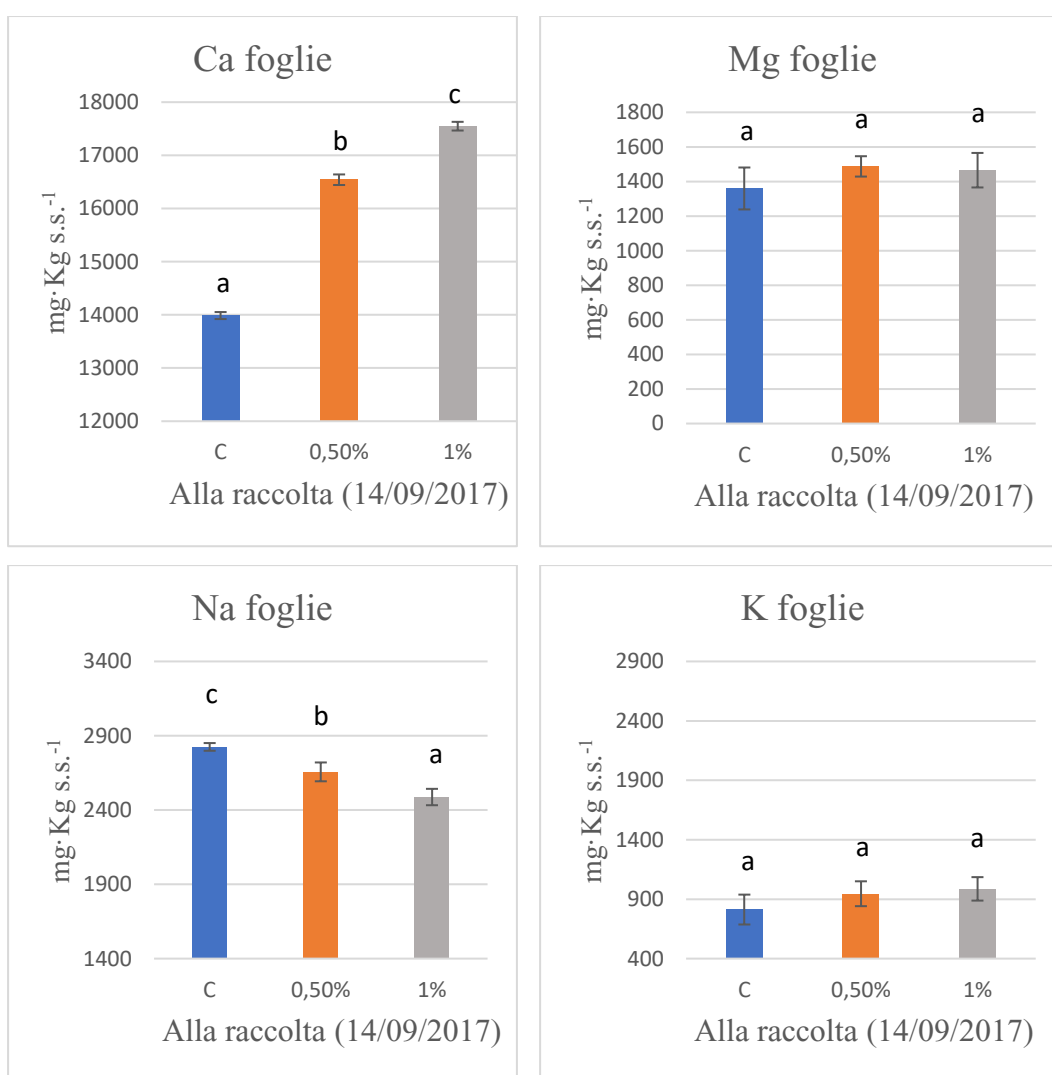


Figura 3-21: contenuto di elementi minerali nelle foglie alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

3.3 Componente fenolica nei frutti.

Sono state analizzate alcune componenti fenoliche, per verificare se le applicazioni fogliari di calcio avessero influito in maniera significativa.

Di seguito vengono elencati i valori osservati nella frazione fenolica.

Non verranno elencate le componenti per cui non sono state riscontrate differenze significative. I valori più interessanti che verranno mostrati in seguito si riferiscono al contenuto dell'oleuropeina, dell'idrossitirosolo e del tirosolo, registrati durante il corso della prova. Tali composti, responsabili dell'amaro, assumono una fondamentale importanza durante le principali fasi del processo di trasformazione, in particolare la deamarizzazione.

3.3.1 Contenuto delle principali componenti fenoliche nei frutti

Viene di seguito riportata la frazione fenolica delle olive saggiate, durante il primo campionamento. Dai grafici è possibile notare come durante la prima applicazione non vi siano differenze sostanziali tra i vari trattamenti nel contenuto di idrossitirosolo e tirosolo, dove le concentrazioni più elevate si sono registrate comunque nel trattamento, rispettivamente alle dosi dell'1% e dello 0,5%. Inoltre anche per l'oleuropeina sono state registrate contenuti maggiori alla dose del 1%, dove risulta avere una differenza significativa con le misurazioni effettuate nel trattamento a dose dimezzata e nel controllo.

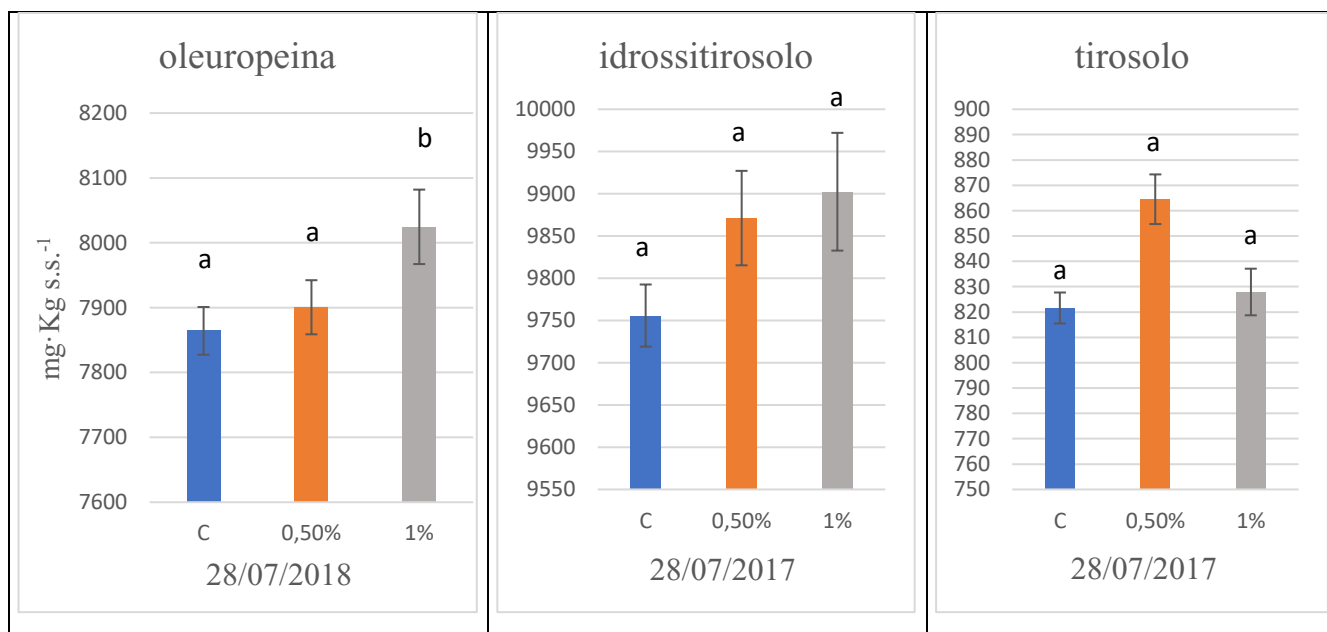


Figura 3-22: contenuto delle principali componenti fenoliche analizzate nel primo campionamento. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Di seguito vengono riportate le concentrazioni dei fenoli misurate e riferite alla seconda epoca di campionamento dei frutti (Fig. 3-23). Come naturalmente avviene, le concentrazioni delle componenti fenoliche iniziano a diminuire con l'avanzare delle fasi di sviluppo dei frutti.

Tuttavia, i grafici mostrano come la seconda applicazione abbia influito marcatamente nella frazione fenolica. La concentrazione dell'oleuropeina presenta un notevole aumento nei rispettivi trattamenti allo 0,5% ed 1%, che risultano essere differenti in maniera significativa sia tra loro che al controllo. Anche per l'idrossitirosolo ed il tirosolo sono state osservate differenze significative, dove i valori più elevati sono stati registrati nelle applicazioni a base di calcio.

Il contenuto delle frazioni fenoliche analizzate è aumentato a seguito delle somministrazioni di calcio per via fogliare. L'oleuropeina, l'idrossitirosolo ed il tirosolo hanno registrato aumenti percentuali, nell'applicazione al 1% rispetto al controllo, rispettivamente del +19%, +10%, +24%.

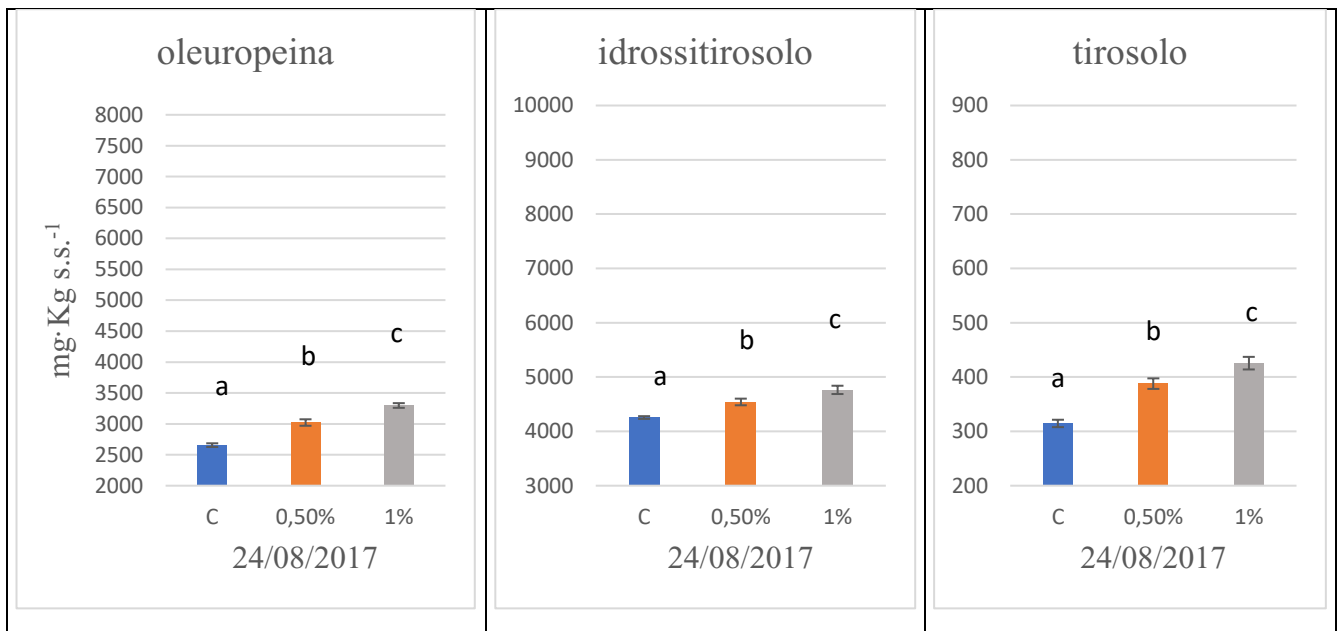


Figura 3-23: contenuto delle principali componenti fenoliche analizzate nel secondo campionamento. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Le somministrazioni di calcio sembrerebbero portare a concentrazioni crescenti delle tre componenti fenoliche, in maniera direttamente proporzionale alle due dosi applicate per via fogliare. Tuttavia le informazioni ed meccanismi in merito al coinvolgimento dei trattamenti fogliari a base di calcio, sulla composizione chimica dei frutti, risulta ancora poco esplorata.

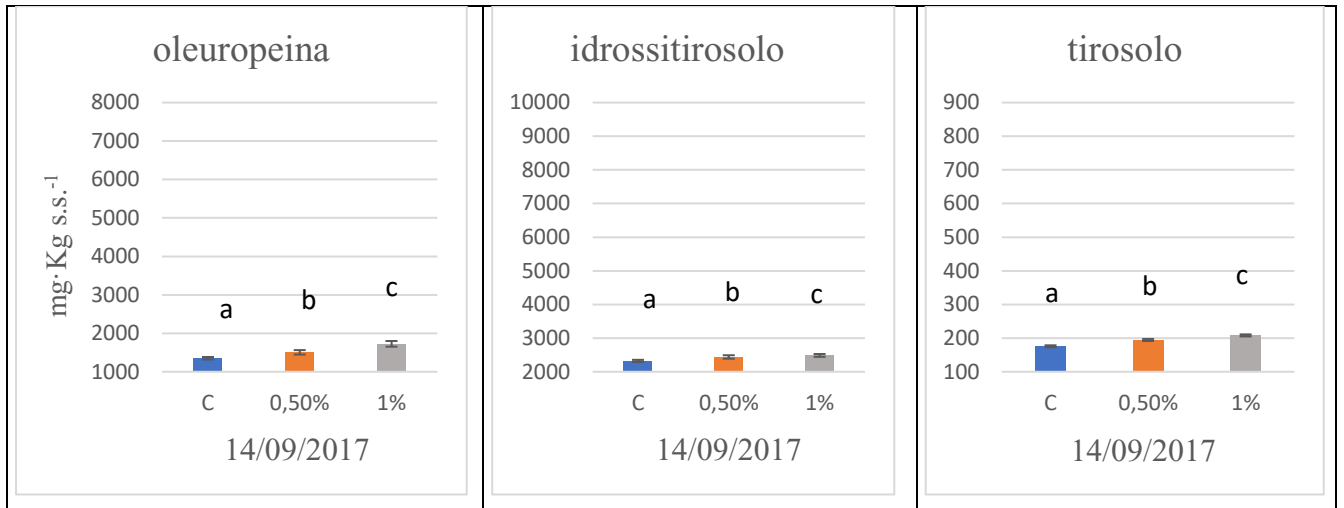


Figura 3-24: contenuto delle principali componenti fenoliche alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

3.3.2 Contenuto in olio

Nei vari campionamenti è stato misurato il contenuto in olio tra i trattamenti, i dati sono riportati nel grafico seguente (Fig. 3-25), nella figura è possibile notare come i trattamenti fogliari abbiano aumentato, in maniera significativa, il contenuto in olio. Già dalla prima applicazione, il trattamento alla dose del 1% ha registrato un aumento significativo del +66% rispetto al controllo e del +33% nella dose dello 0,5%. Nella seconda epoca di campionamento, in maniera analoga alla precedente, le applicazioni di calcio sembrano aver influito in maniera direttamente proporzionale sul contenuto in olio.

Tuttavia i valori che rivestono una maggiore importanza sono i dati registrati alla raccolta, poiché strettamente collegati alle rese presumibili nella successiva fase di trasformazione.

Alla raccolta si è affievolita l'influenza positiva dei trattamenti nei confronti del contenuto in grassi, tuttavia i trattamenti hanno comunque evidenziato un aumento significativo del contenuto in olio, in particolar modo le dosi 1% e 0,5% hanno registrato un aumento percentuale rispettivamente del +1,2% e +2,1% rispetto al non trattato.

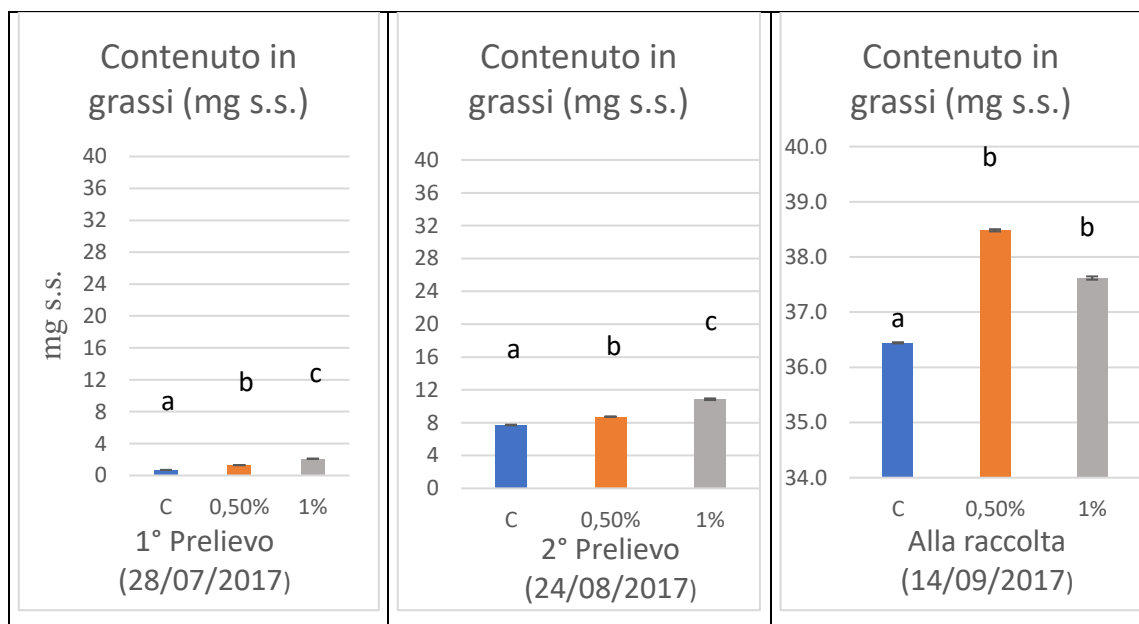


Figura 3-25: contenuto in olio durante i campionamenti. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

3.4 Secondo anno di sperimentazione (2018)

3.4.1 Peso fresco e volume dei frutti.

Durante il secondo anno di sperimentazione, sono stati suddivisi in 5 i trattamenti da effettuare (fig. 3-26, frecce), 3 prima dell'indurimento del nocciolo (frecce gialle), 2 trattamenti dopo (frecce rosse). Nel grafico seguente viene riportata la curva di crescita dei frutti, le frecce indicano le epoche di intervento. Dal grafico è possibile notare che anche durante il secondo anno di sperimentazione non vi sono state differenze significative nei pesi freschi dei frutti. I trattamenti fogliari dunque, non hanno influito sul peso fresco, sia nel 2017 che nel 2018 (Fig. 3-26).

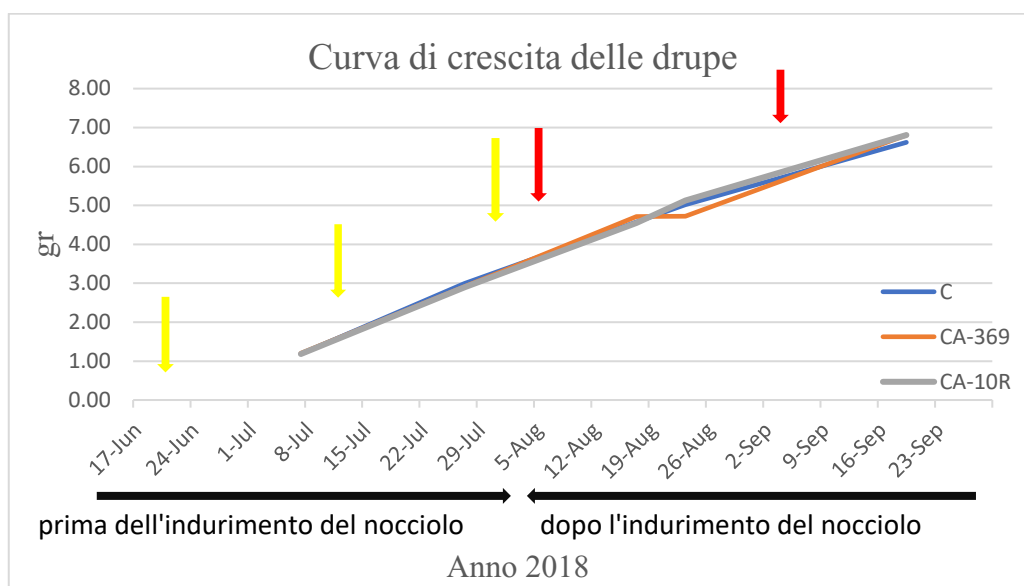
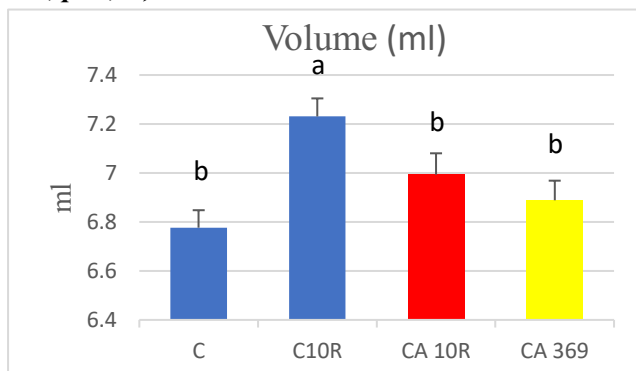


Figura 3-26: curva di crescita dei frutti (2018). I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).



Alla raccolta, le applicazioni fogliari sembrerebbero non aver influito marcatamente sul volume dei frutti, tuttavia solamente il controllo C10R è risultato essere differente in maniera significativa dagli altri.

Figura 3-27: Volume dei frutti alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

3.4.2 Diametro longitudinale e trasversale

In relazione ai diametri longitudinali e trasversali del frutto alla raccolta, i grafici mostrano che non vi sono differenze sostanziali tra i diametri longitudinali. Tuttavia ci sono state differenze significative tra i diametri trasversali, confermando quanto avvenuto nella sperimentazione dell'anno precedente.

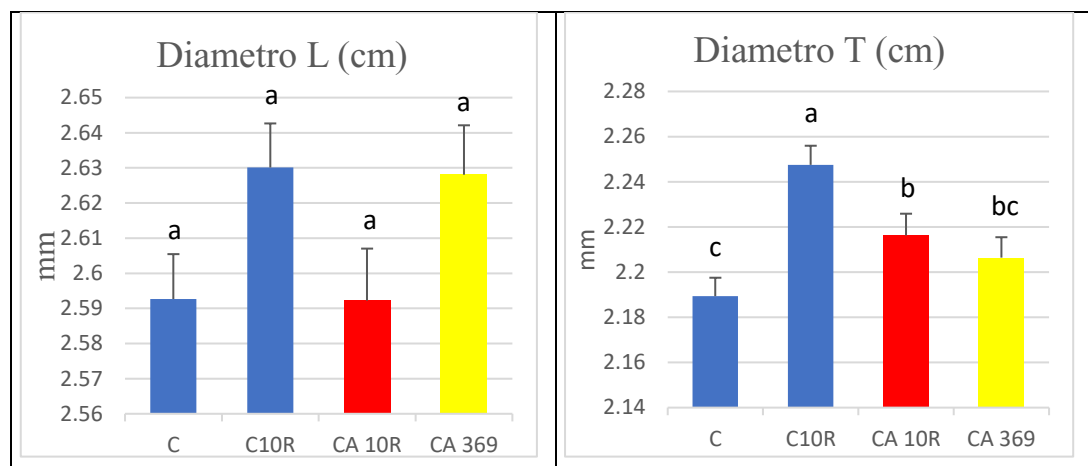


Figura 3-28: Diametro longitudinale (L) e trasversale (T) dei frutti alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

3.4.3 Consistenza dei frutti

La consistenza registrata nel 2018, suggerisce che come avvenuto nel corso del precedente anno di sperimentazione, la consistenza della polpa viene influenzata positivamente dai trattamenti fogliari con calcio. Tuttavia dai grafici seguenti, è possibile notare come i migliori risultati si siano ottenuti con le applicazioni effettuate dopo l'indurimento del nocciolo.

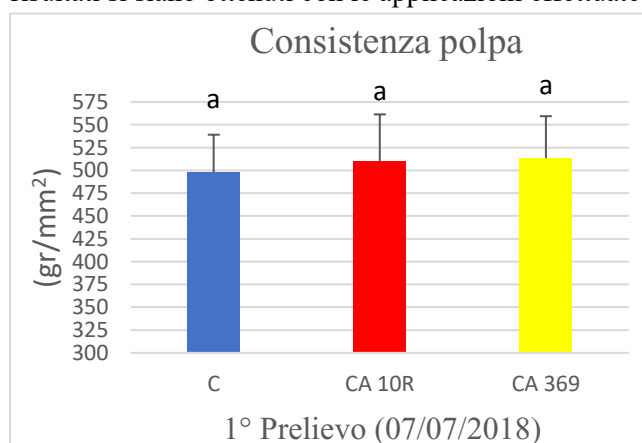
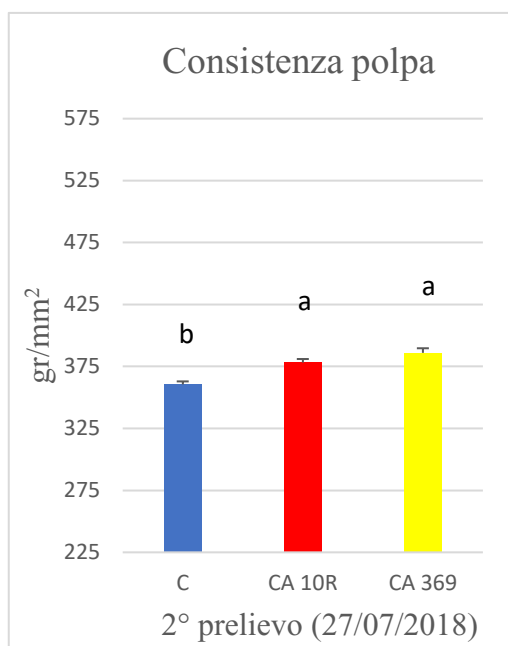


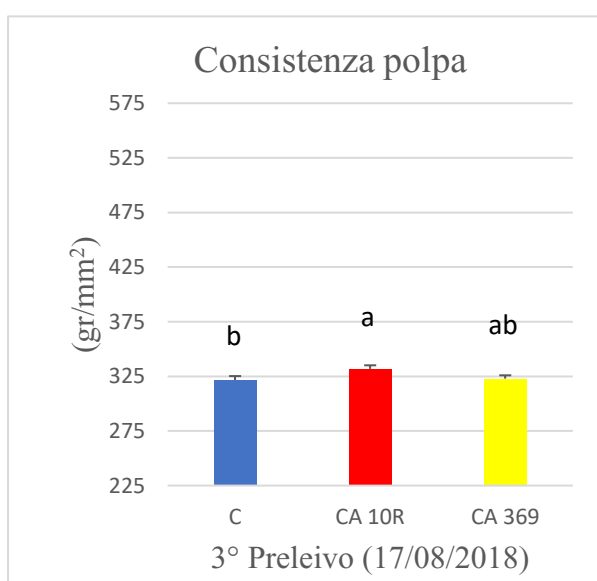
Figura 3-29: consistenza dei frutti nel primo campionamento. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Nella figura di lato (Fig. 3-29), sono riportati i dati sulla consistenza della polpa durante il primo prelievo del 2018. Durante la prima epoca di campionamento, non sono state osservate differenze significative tra i vari trattamenti. Piuttosto, delle leggere differenze tra l'applicazione (CA-369) ed il controllo.



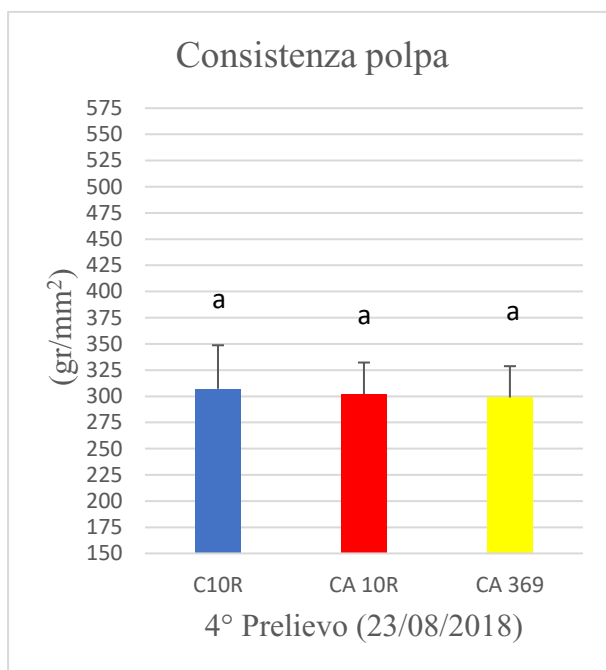
Durante il secondo campionamento effettuato in data (27/07/2018), è possibile notare come il trattamento fogliare a base di calcio abbia registrato una maggior consistenza rispetto al controllo. Tuttavia non vi sono differenze tra il somministrazione di calcio (CA-369) ed il trattamento CA-10R, che non aveva ancora subito alcuna applicazione fogliare di calcio ed è quindi ascrivibile alla stregua di un controllo. In questa fase, ancora iniziale, dello stadio di sviluppo dei frutti, le applicazioni iniziano a dimostrare un effettivo incremento nella consistenza.

Figura 3-30: consistenza dei frutti durante il secondo campionamento. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).



Nel 3° campionamento, sono state osservate alcune differenze significative. In particolar modo, è stato osservato che a differenza da quanto avvenuto in precedenza, il trattamento fogliare CA-369 ha registrato un valore intermedio tra i due controlli, mentre i valori maggiori si sono registrati per il trattamento CA-10R, che non aveva ancora subito nessuna applicazione di calcio.

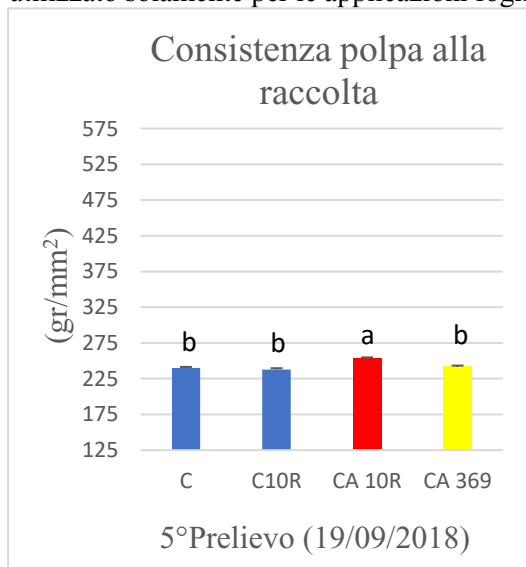
Figura 3-31: consistenza dei frutti durante il terzo campionamento. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).



Dal 4° campionamento in poi, vengono sostituite le applicazioni fogliari di calcio, poiché il trattamento su cui verranno effettuate le ultime due applicazioni fogliari con calcio è stato il CA-10R che prima d'ora non aveva subito nessuna somministrazione di calcio. Durante questo campionamento non sono state registrate differenze significative nella consistenza dei frutti, pertanto le misurazioni sono risultate simili e prive di differenze significative.

Figura 3-32: consistenza dei frutti durante il quarto campionamento. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Durante l'ultimo campionamento, dall'analisi statistica dei dati, sono emerse differenze significative tra il trattamento fogliare ed i relativi controlli, anche il trattamento CA-369, utilizzato solamente per le applicazioni fogliari durante la prima fase di sviluppo dei frutti, ha



mostrato significative differenze con il trattamento CA-10R, tuttavia non ha mostrato differenze con i relativi controlli. Probabilmente le mancate applicazioni fogliari per il CA-369, anche dopo l'indurimento del nocciolo, hanno contribuito nel ristabilire le proprietà meccaniche e di resistenza cellulare, analoghe ai controlli. A ridosso della raccolta quindi, le applicazioni fogliari sembrano avere maggiore efficacia rispetto alle precedenti epoche di somministrazione.

Figura 3-33: consistenza dei frutti alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

3.4.4 Rapporto polpa/nocciolo riferito al peso fresco

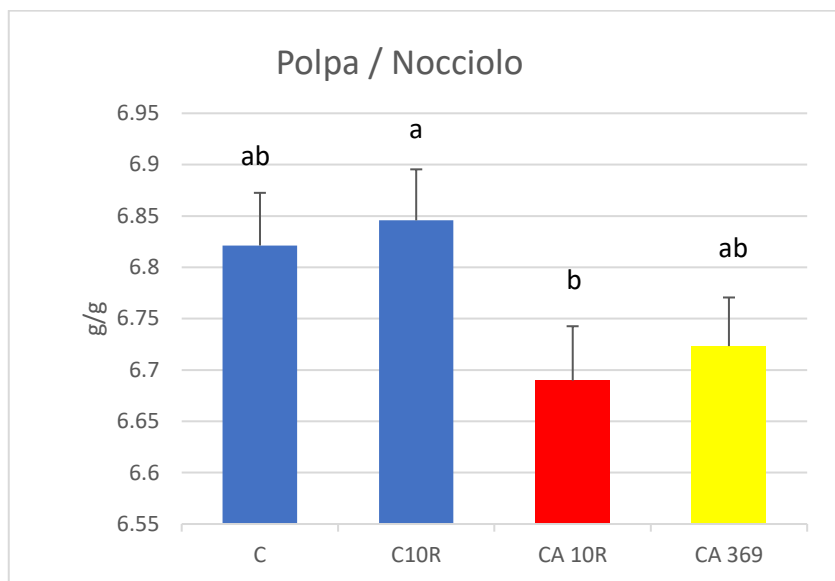


Figura 3-34: Rapporto polpa/nocciolo riferito al peso fresco alla raccolta. I dati sono riportati come media \pm dev. st. di 150 repliche. Lettere differenti indicano differenze significative tra i trattamenti (Tukey test, $p < 0,05$).

Un ulteriore dato interessante, che è stato possibile misurare solamente nel secondo anno di sperimentazione, sono i rapporti tra polpa e nocciolo, particolarmente importanti soprattutto per le varietà da mensa. Dalla figura è possibile notare come le applicazioni fogliari abbiano influito negativamente sul rapporto in questione, conducendo ad un minor rapporto polpa/nocciolo sul peso fresco. Una possibile spiegazione, in risposta al grafico soprastante, potrebbe essere formulata attraverso l'ipotesi che il calcio rendendo più rigide le pareti cellulari della polpa possa aver contrastato l'accumulo di acqua, rallentando i processi di crescita volumetrica delle cellule stesse e di conseguenza della polpa.

CONCLUSIONI

Visti i risultati della sperimentazione effettuata nella presente tesi, possiamo affermare che le applicazioni fogliari a base di calcio, effettuate durante tutta la stagione di crescita del frutto, possono contribuire ad aumentare la qualità e le proprietà funzionali delle olive durante la maturazione e la raccolta.

Il calcio potrebbe essere di grande aiuto soprattutto per quelle varietà come ‘Ascolana tenera’, poiché risente fortemente delle manipolazioni durante la raccolta, data l’elevata sensibilità delle cellule e del mesocarpo alle stimolazioni meccaniche. Dunque, l’applicazione di calcio per via fogliare ha consentito di aumentare la consistenza della polpa, incrementare il contenuto in olio e di fenoli, confermando la possibilità di ottenere frutti più resistenti alle manipolazioni sia in fase di raccolta che in fase di trasformazione, senza però ridurre la qualità delle olive da mensa prodotte. Inoltre un maggior quantitativo in olio, porterebbe essere utile per avere un maggior potere nutrizionale, o nel caso in cui le olive siano utilizzate per la produzione di olio, potrebbero portare a maggiori rese ad ettaro. Il calcio ha mostrato di contribuire anche a migliorare le caratteristiche chimiche dei frutti, portando ad un maggior contenuto in polifenoli, particolarmente importante nell’elaiotecnica e nella produzione di oli con caratteristiche organolettiche e nutrizionali migliori. Tuttavia, la maggior frazione fenolica osservata nelle applicazioni fogliari a base di calcio, potrebbe comportare il prolungarsi dei processi trasformativi per le olive da mensa, soprattutto per le olive trasformate senza l’aiuto dei solventi. I contenuti degli elementi minerali, nelle varie parti del frutto hanno dimostrato un effettivo assorbimento del calcio applicato per via fogliare, mostrando i contenuti maggiori proprio nelle applicazioni alle dosi maggiori (1%), il calcio inoltre, sembrerebbe competere con l’assorbimento dei cationi monovalenti, poiché i contenuti maggiori sono stati osservati nei controlli, mentre le applicazioni fogliari di calcio hanno sempre dimostrato un minor contenuto di Na e K. Ulteriori prove, aiuterebbero a chiarire le dinamiche che intercorrono tra l’assorbimento dei vari elementi e le applicazioni fogliari, tuttavia solamente dopo aver ricevuto i risultati delle analisi chimiche del 2018 potremo confermare l’efficacia complessiva delle applicazioni fogliari sull’assorbimento degli elementi.

BIBLIOGRAFIA

- Baldi, E. (2004). La concimazione fogliare delle drupacee. *Informatore agrario*, 60(21), 43-48.
- Baldi, E., Toselli, M., Scudellari, D., & Marangoni, B. (2004). La concimazione fogliare delle pomacee. *INFORMATORE AGRARIO*, 65-70.
- Bauchot, A. D., Hallett, I. C., Redgwell, R. J., & Lallu, N. (1999). Cell wall properties of kiwifruit affected by low temperature breakdown. *Postharvest Biology and Technology*, 16(3), 245-255.
- Bradleigh, H., Stephen D. T., Rachel A. B., and Gilliam M. (2016). Fruit Calcium: Transport and physiology. *Frontiers in plant science*. Volume 7, pag. 4-9.
- Cabrera-Bañegil, M., Schaide, T., Manzano, R., Delgado-Adámez, J., Durán-Merás, I. & Martín-Vertedor, D. (2017). Optimization and validation of a rapid liquid chromatography method for determination of the main polyphenolic compounds in table olives and in olive paste. *Food Chemistry*, 233, 164–173.
 - Coccozza C., Marino G., Giovannelli A., Cantini C., Centritto M., Tognetti R. (2015). Simultaneous measurements of stem radius variation and sap flux density reveal synchronisation of water storage and transpiration dynamics in olive trees. 8. 33-45.
- Conway W.S., Sams C.E., Hickey K.D. (2002) - Pre and postharvest calcium treatment of apple fruit and its effect on quality. *Acta Hort.*, 594: 413-419.
- Fontanazza G., Rugini E., Mencuccini M., (1980). Ricerca di idonei impollinatori delle cv. Ascolana tenera e Giarraffa. *Annali della Facoltà di Agraria della Università di Perugia* 34: 119-133.
- Gucci R., Caruso G., Andria R., (2009) *Fertilizzazione* pag. 412 Ed. Script, Bologna. L'ulivo e l'olio.
- Lodolini E. M., Alfei B., Santinelli A., Polverigiani S., Cioccolanti T., Neri D., *Hort. Sci.* (2016). Frost tolerance of 24 olive cultivars and subsequent vegetative re-sprouting as indication of recovery ability

- Lodolini E. M., Neri D., Falleroni P., Polverigiani S., Fertigation of young olive trees in Marche region, central Italy: preliminary study results. 10.17660/ActaHortic. (2011).888.33
- Marsilio V., Seghetti L., Iannucci E., Russi F., Lanza B., Felicioni M., (2005). Use of a acid lactic bacteria starter culture during green olive (*Olea Europea L. cv Ascolana Tenera*) processing. *Sci. Food Agri*.
- Mazzeo A., Palasciano M., Gallotta A., Camposeo S., Pacifico A., Ferrara G., (2014). Amount and quality of pollen grains in four olive (*Olea europaea L.*) cultivars as affected by 'on' and 'off' years. *Sci. Hort*.
- Rosati A., Caporali S., Paoletti A., (2015). Fertilization with N and K increases oil and water content in olive (*Olea europaea L.*) fruit via increased proportion of pulp. *Sci. Hort*.
- Sorrenti, G., Quartieri, M., Caruso, S., Lugli, S., & Rombolà, A. D. (2008). Efficace l'impiego di silicato di sodio e cloruro di calcio per ridurre lo spacco dei frutti. *Rivista di frutticoltura e di ortofloricoltura*, 70(3), 28-32.
- Tsantili, E., Christopoulos, M. V., Pontikis, C. A., Kaltsikes, P., Kallianou, C., & Komaitis, M. (2008). Texture and other quality attributes in olives and leaf characteristics after preharvest calcium chloride sprays. *HortScience*, 43(6), 1852-1856.

RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare, in particolar modo, il mio relatore il prof. Davide Neri che grazie al suo supporto tecnico-scientifico e morale, ha mostrato il suo enorme spessore in termini scientifici ed umani. Non basterebbero queste poche righe per spiegare quanto sia grato nell'aver avuto tale guida scientifica. Grazie infinite per aver contribuito nel raggiungimento di questo traguardo, con non poche difficoltà.

Un ringraziamento speciale va al dott. Enrico Maria Lodolini, oltre che per il fondamentale ed indispensabile supporto tecnico-scientifico, per la disponibilità dimostrata, per la cordialità con cui si è interfacciato nei miei confronti e per aver voluto intraprendere volutamente questa ricerca, che fa parte di un progetto di ricerca più ampio, senza il suo fondamentale supporto tutto ciò non sarebbe stato possibile.

Un ringraziamento particolare è rivolto al Dott. Daniel Martin Vertedor ed alla Prof.ssa Ana Morales Sillero, che ci hanno aiutato nell'impostazione della prova e nelle applicazioni dei protocolli. Grazie al Dott. Daniel Martin Vertedor per aver permesso di effettuare le analisi chimico-fisiche dei nostri campioni all'interno dei laboratori del Scientific and Technological Research Center of Extremadura - Agri-food Technological Institute - Vegetables Area della Junta de Extremadura a Badajoz (Spagna).

Vorrei ringraziare il dott. Leonardo Seghetti, per la sua disponibilità, per il supporto scientifico; dimostrandosi una persona umile, ma sempre pronta ad aiutare chiunque. Le sarò sempre grato per le conoscenze fornitemi, per l'amore incondizionato che ha dimostrato di avere nei confronti di questa cultivar. La ringrazio per i lavori scientifici forniti ed in particolar modo per il suo contributo conoscitivo, oltre che umano, al consorzio di tutela dell'Oliva Ascolana del Piceno D.O.P.