



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN: SCIENZE AGRARIE E DEL TERRITORIO

SOSTENIBILITÀ DELLA FRUTTICOLTURA IN VALDASO

Sustainable Fruit Production in Valdaso

TIPO TESI: sperimentale

Studente:
LUCA AMADIO

Relatore:
PROF. DAVIDE NERI

Correlatore:
DOTT.SSA FRANCESCA MASSETANI

Correlatore:
PH.D. STUDENT. MD JEBU MIA

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

INDICE

1. Premessa.

2. Introduzione.

2.1 Sostenibilità.

2.2 Gestione del suolo.

2.3 Gestione dell'albero.

2.4 Il melo: caratteristiche dell'albero e della varietà.

2.5 Obbiettivi della tesi.

3. Materiali e metodi.

3.1 Inquadramento dell'area.

3.2 Caratteristiche del suolo.

3.3 Caratteristiche termopluviometriche.

3.4 Il meleto.

3.5 Misurazioni e campionamenti.

4. Risultati.

4.1 Biomassa prodotta dall'inerbimento.

4.2 Produzione di frutti.

4.3 Qualità dei frutti.

4.4 Crescita delle piante.

5. Conclusioni.

6. Bibliografia e sitografia.

7. Ringraziamenti.

1. PREMESSA

La bassa e media Valdaso è l'area vocata più importante delle Marche per la presenza storica di colture ortofrutticole (Fig. 1.1), grazie anche alla rete irrigua realizzata negli anni '30 attraverso la creazione di una diga a monte della valle. Questa vocazione per la frutticoltura ha fatto sì, che negli anni di maggior sviluppo dell'agricoltura si siano impiegati nella valle grandi quantità di agrofarmaci. Molti studi fatti nella zona dimostrano come le acque di falda risultino inquinate da molecole chimiche usate come erbicidi, ma anche da molecole destinate alla protezione delle piante da malattie e da insetti. Questo impatto derivante dall'uso indiscriminato degli agrofarmaci negli anni passati, può far percepire l'agricoltura come un settore inquinante e poco rispettoso dell'ambiente. È fondamentale, nel rispetto anche delle direttive europee, ridurre il più possibile l'impatto che l'agricoltura può avere sul territorio.

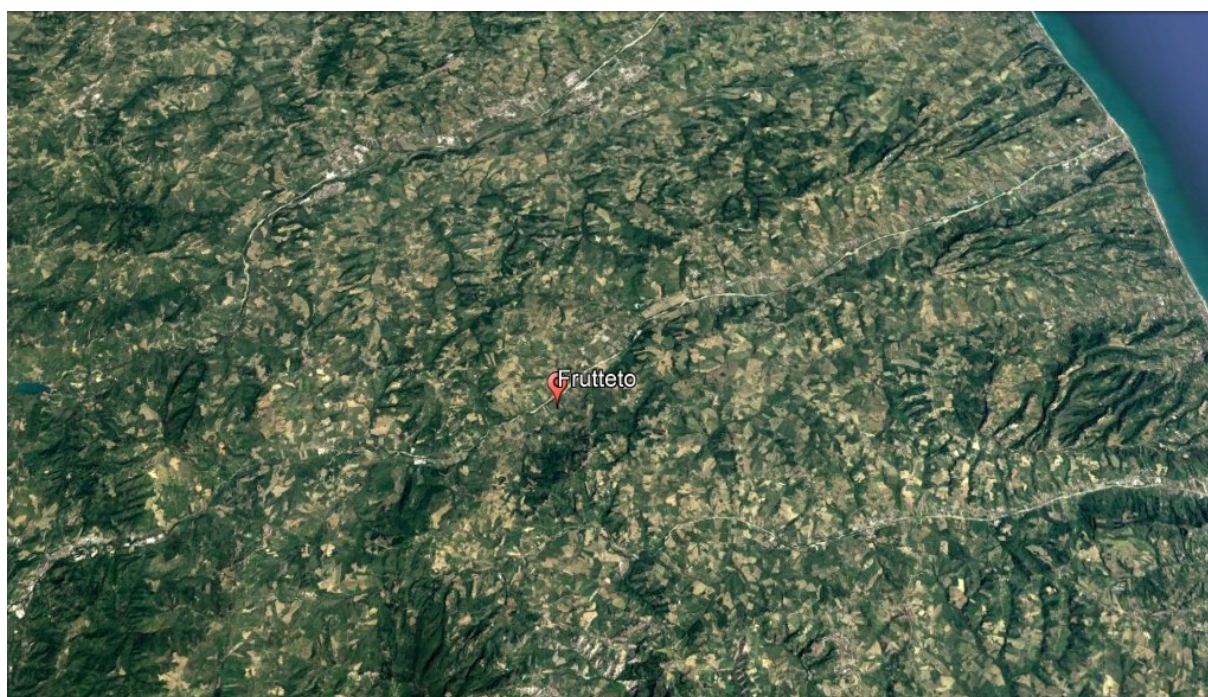


Figura 1.1. Posizione del frutteto.

La regione Marche è tra le prime in Italia per l'agricoltura biologica e per la riduzione dell'impatto dell'agricoltura. La riduzione degli effetti dannosi è anche alla base sia dei disciplinari delle tecniche agronomiche sia dei disciplinari di produzione integrata che rientrano nel contesto più ampio di agricoltura integrata, intesa come l'utilizzo di tutti mezzi a disposizione, chimici e non, per la coltivazione, sia per la difesa delle piante che per la produzione. Per diminuire l'uso di sostanze pericolose, è fondamentale lo studio di tecniche alternative per la difesa delle piante, ma anche per la gestione del suolo e dell'acqua di

irrigazione, evitando inutili sprechi di risorse. Questi problemi non sono conosciuti solo dagli addetti ai lavori, ma anche dalla popolazione, sempre più informata dai media nazionali e locali. Non sempre però i canali di informazione del cittadino sono adeguati e questo porta a creare delle idee sbagliate sulle problematiche agricole che poi vengono riversate sugli agricoltori incolpandoli anche quando non hanno colpe evidenti. Fondamentale è quindi cercare di informare nel miglior modo possibile i cittadini e allo stesso tempo formare degli agricoltori responsabili e consapevoli nella gestione della propria azienda, evitando il più possibile un conflitto tra persone che si trovano dalla stessa parte e che tutte pagherebbero i danni di un inquinamento, in quanto il cittadino si troverebbe con un ambiente meno sano e l'agricoltore con un campo meno produttivo. Questi temi sono alla base dell'Accordo Agroambientale della Valdaso. L'accordo persegue lo scopo di coinvolgere ed aggregare intorno al tema della tutela delle acque un insieme di soggetti pubblici e privati che, attraverso la stipula del medesimo, condividono un progetto d'area di interesse collettivo, capace di attivare una serie di interventi multisetoriali volti ad affrontare azioni coordinate per la prevenzione e riduzione del rischio dell'inquinamento delle acque ed il miglioramento della qualità delle risorse idriche. L'Accordo prevede delle compensazioni per gli agricoltori che si avvalgono delle misure agroambientali del PSR relative alla tutela delle acque. La durata minima è di cinque anni. L'orientamento dell'Accordo verso soluzioni integrate e multifunzionali persegue quindi i seguenti obiettivi generali:

1. Sostenibilità ambientale per mezzo di misure di mitigazione, difesa integrata, valorizzazione delle risorse naturali e dei meccanismi di regolazione degli ecosistemi al fine di produrre il più basso effetto misurabile sull'ambiente;
2. Sostenibilità sociale a garanzia di elevati standard di sicurezza alimentare e tutela della salute;
3. Apprendimento continuativo attraverso la formazione professionale degli imprenditori agricoli e di quanti operano a vario titolo nelle aree rurali per adeguare le loro conoscenze ai criteri dello sviluppo sostenibile del territorio oggetto dell'accordo;
4. Messa in rete degli attori del sistema della "conoscenza" tramite lo strumento dell'informazione e feed-back sulle esigenze di conoscenza delle imprese;
5. Aumentare le conoscenze e la consapevolezza rispetto alle tematiche ambientali: in particolare per quanto riguarda la tutela delle acque a scala territoriale;
6. Sostenibilità tecnico-economica attraverso l'applicazione di criteri di efficienza e redditività della produzione agricola.

A sostegno di questi obiettivi vi è la sottomisura 16.2 del PSR della regione Marche che ha come obiettivi:

1. Lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie nel settore agroalimentare e in quello forestale e l'adattamento di pratiche o tecnologie a situazioni nuove;
2. La realizzazione di progetti pilota volti all'applicazione di tecnologie, tecniche e pratiche in diverse situazioni. I progetti pilota possono far parte di un più ampio processo di sviluppo innovativo e possono riguardare anche settori diversi dal settore agroalimentare e forestale, purché siano coerenti con le finalità della politica di sviluppo rurale.

Il lavoro di tesi è stato svolto sulla base degli obiettivi della misura 16.2 collegata all'Accordo Agroambientale della Valdaso, sviluppando alcuni degli elementi di indagine. Tra i tanti aspetti della gestione delle aziende agricole, l'uso del diserbo chimico, ha attirato molta attenzione da parte dell'opinione pubblica, anche a livello nazionale. Questo ha stimolato a cercare di applicare tecniche alternative valide per la gestione del frutteti della Valdaso. Importante è quindi il dialogo tra queste figure, che deve essere facilitato dalle istituzioni locali e dalle università, per far sì che l'obiettivo di un ambiente di vita e lavorativo più sano sia raggiunto attraverso un accordo che non metta in difficoltà il cittadino o l'agricoltore.

2. INTRODUZIONE

2.1 SOSTENIBILITÀ

Il concetto di sostenibilità, ormai chiamato in causa sugli argomenti più disparati, non è sempre stato così diffuso nell'opinione pubblica. In effetti, sono solo 40 anni che questo termine, inizialmente sovrapposto a quello di sviluppo sostenibile, ha fatto la sua comparsa nei documenti ufficiali delle organizzazioni nazionali e internazionali. Una prima ripartizione del concetto di sostenibilità in tre aree si deve al Summit di Rio de Janeiro del 1992, all'interno del quale ci si riferisce allo sviluppo sostenibile in termini di efficienza economica, equità sociale e sostenibilità ambientale. La sostenibilità ambientale si può identificare in due categorie di servizi ambientali: la funzione "risorsa" (*source function*) di materie prime rinnovabili o non rinnovabili e la funzione "serbatoio" (*sink function*) relativa all'assorbimento, da parte dell'ecosistema, dei rifiuti e degli inquinanti prodotti dalle attività umane. Una possibile definizione per la sostenibilità sociale può essere quella di vederla come la capacità di garantire condizioni di benessere umano (sicurezza, salute, istruzione), equamente distribuite per classi e per genere. La sostenibilità economica è quella che crea una crescita duratura degli indicatori economici, genera reddito e lavoro e sostiene le popolazioni di tutte le zone del pianeta valorizzandone le specificità territoriali. In agricoltura la ricerca della sostenibilità è complessa perché i suoi processi produttivi coinvolgono attivamente tutte le risorse naturali e si applicano a territori molto estesi. L'alterazione di una componente del sistema che localmente può essere sostenuta, può rivelarsi drammatica per il sistema quando estesa a milioni di ettari. L'effetto moltiplicatore causato dall'estensione delle superfici utilizzate dai processi agricoli può quindi essere dirompente. A rendere possibile questo effetto moltiplicatore è l'omologazione dei processi agricoli che ha fatto sì che nel mondo (tranne rari ed encomiabili esempi) si produca adottando la medesima tecnica. Una tecnica che offra una discreta sostenibilità in un determinato territorio, potrebbe rivelarsi devastante in un ambiente completamente diverso. L'agricoltura sostenibile oggi deve poter garantire cibo sano per tutta la popolazione, produrre materie prime e energia rinnovabili, non depauperare la fertilità dei terreni e, ove possibile, migliorarla, non ridurre ulteriormente la biodiversità e ove possibile migliorarla, fornire specifici servizi ecosistemici al territorio in cui insiste e, in qualche misura, all'intero pianeta. Tutto questo può essere perseguito solo se l'attività produttiva agricola fornisce condizioni di vita sufficienti a soddisfare il potenziale produttore. In altre parole, chi si dedica all'attività agricola vuole ottenere un'adeguata compensazione economica, sociale e culturale e questa compensazione, ovviamente, è attesa

anche nell'applicazione di processi produttivi sostenibili. L'agricoltura sostenibile, quindi, si pone l'obiettivo di fornire le produzioni attese (cibo, materie prime, energia, ecc.) garantendo e migliorando i servizi ecosistemici fondamentali, offrendo una remunerazione equa ai soggetti coinvolti nel processo produttivo, e conservando per le future generazioni le risorse naturali utilizzate. Le tre sfere della sostenibilità sono quindi tra loro interconnesse. Un'azienda agricola non redditizia non può affrontare la sostenibilità ambientale o sociale; i miglioramenti ambientali possono portare ad una maggiore redditività; gli investimenti nei lavoratori possono migliorare le prestazioni economiche e ambientali di un'azienda. Sempre più spesso viene chiesto agli agricoltori di tener conto della sostenibilità, attraverso le pratiche agricole che mettono in atto. Per questo le strategie di gestione di un frutteto che mirano al mantenimento dei servizi ecosistemici come la conservazione dell'acqua d'irrigazione, dei combustibili fossili e l'abbattimento dei gas serra diventeranno sempre più importanti per una sostenibilità a lungo termine delle pratiche agricole e dell'agricoltura in generale (Granatstein et al. 2010). Storicamente, l'agricoltura biologica si è concentrata sulla componente ambientale della sostenibilità, evitando i composti sintetici per le loro conseguenze ecologiche negative, dando importanza alla sostanza organica del suolo, al ciclo dei nutrienti e alla biodiversità come componenti essenziali per raggiungere la produttività e la redditività, proteggendo l'ambiente (Granatstein et al. 2010). Purtroppo non tutte le pratiche dell'agricoltura biologica sono sempre sostenibili dal punto di vista ambientale. Ad esempio i fungicidi rameici sono noti per aumentare il contenuto di rame nel suolo e inibire i microrganismi (Viti et al. 2008; Zwieten et al. 2004). La lavorazione del terreno, può facilmente diminuire la qualità del suolo (Fiscus e Neher 2002).

2.2 GESTIONE DEL SUOLO

Il suolo è un sistema vivente molto complesso, costituito da tre fasi (solida, liquida e gassosa) in continua relazione tra loro, aperto verso l'atmosfera e l'idrosfera. La fase solida, di norma, rappresenta circa il 50% in volume, mentre le restanti due fasi hanno volumi variabili in relazione al tipo di suolo e allo stato di idratazione/disidratazione. La fase gassosa prevale nelle condizioni colturali e durante i periodi siccitosi, mentre la fase liquida incrementa a seguito di eventi piovosi o irrigui. La fase solida è costituita da due frazioni, la minerale e l'organica. La frazione organica comprende la frazione costituita da organismi viventi, da organismi e tessuti morti, proteine enzimatiche e sostanze umiche. La presenza di sostanza organica è un elemento fondamentale della fertilità del suolo. Lungo il profilo di suoli naturali la sostanza organica tende a distribuirsi a partire dalla superficie con una concentrazione che, di norma, decresce

dall'alto al basso. Nei suoli coltivati, pur mantenendo un'analoga distribuzione, il carbonio organico si riscontra in valori uniformi nell'orizzonte coltivato, soggetto a lavorazioni. Nei frutteti le lavorazioni superficiali, oltre ad omogenizzare il contenuto del suolo, tendono ad accelerare i processi di mineralizzazione. Mentre vi è la tendenza ad un accumulo di sostanza organica nei primi centimetri del profilo di terreni non lavorati o inerbiti. La gestione del suolo è una parte fondamentale per la riuscita di un frutteto, in particolare una gestione corretta può aumentare il contenuto di sostanza organica, fornire elementi della nutrizione alle piante, ridurre la lisciviazione di minerali o molecole chimiche, garantire la possibilità di intervento tempestivo in campo con attrezzature meccaniche e evitare una competizione eccessiva del cotico erboso con le piante del frutteto. In passato le possibilità di gestione erano poche e riferibili sostanzialmente ad una lavorazione completa o ad un diserbo totale del sottofila, con lo scopo di ridurre e se possibile eliminare ogni forma di competizione delle specie erbacee nei confronti dei fruttiferi. Attualmente accanto alle tecniche tradizionali gli agricoltori hanno a disposizione altre pratiche di gestione sia del sotto-fila che dell'inter-fila:

1. Il diserbo chimico nell'arboricoltura italiana si è diffuso a partire dalla metà del secolo scorso, con un significativo incremento nel successivo ventennio grazie alla disponibilità di prodotti che con diversi meccanismi d'azione causano il disseccamento di infestanti annuali, perenni e in parte anche di specie arbustive. Nonostante i significativi progressi registrati negli anni da parte dei principi attivi e delle tecniche di distribuzione il diserbo chimico rimane una tecnica che ha un grosso impatto ambientale sull'agroecosistema dell'arboreto. Nonostante l'uso di diserbanti chimici possa migliorare la produzione di frutta può però portare a molteplici implicazioni come ad esempio la riduzione e la selezione della componente microbica del suolo, perdita di struttura, istaurarsi di fenomeni di competizione da parte di specie erbacee con elevata capacità di colonizzazione, perdita di biodiversità. Alcuni erbicidi hanno dimostrato di essere dannosi per la salute e la sostenibilità dell'ecosistema (Shorette 2012). Inoltre, un altro problema è che le infestanti stanno diventando sempre più tolleranti, e anzi resistenti, agli erbicidi chimici a causa della loro applicazione estensiva nei sistemi agricoli (Pieterse 2010);
2. La gestione delle infestanti attraverso i sistemi meccanici tradizionali può portare ad un numero considerevole di effetti negativi sulla salute del suolo e sulla biodiversità, ma è possibile ridurre al minimo l'impatto di questi problemi utilizzando sistemi meccanici integrati avanzati. Tutte le scelte di gestione del frutteto portano a dei compromessi sulla sostenibilità del frutteto stesso. In agricoltura biologica, così come in altre pratiche

agricole a basso uso di input esterni, l'approccio alla gestione delle infestanti coinvolge l'intero sistema di gestione del frutteto (Liebman e Davis 2000). Una pratica di gestione delle infestanti è quella del controllo integrato. Nella forma più semplice, per controllo integrato si intende l'uso di uno o più metodi di controllo diretto, in combinazione o in sequenza per migliorare il metodo standard di controllo di una o più infestanti. Questo pratica di gestione integrata delle infestanti può essere applicato anche ad un approccio più olistico, come parte di un sistema integrato di controllo delle malattie e dei parassiti, all'interno di un sistema agricolo integrato (Shaw 1982). Questa tipologia di controllo integrato delle infestanti oltre a far parte dell'agricoltura biologica, può diventare una pratica da usare in agricoltura integrata di primo e secondo livello, con lo scopo di limitare l'uso di input esterni, di migliorare la biodiversità e la sostenibilità ambientale, sociale ed economica del frutteto. La lavorazione del terreno ha diversi fattori positivi. Secondo Hammermeister (2016) "è in grado di decomporre la sostanza organica del suolo attraverso la perturbazione del suolo, l'aerazione del suolo, il miglioramento dello stato d'umidità del suolo e grazie ad una migliore accessibilità da parte dei decompositori sui residui organici". Tuttavia, l'uso eccessivo della lavorazione del terreno può avere notevoli effetti negativi sui parametri di qualità del suolo, tra cui la biodiversità, la struttura e la capacità di trattenere l'acqua (Merwin et al. 1994);

3. L'inerbimento è una tecnica di gestione molto utilizzata. L'inerbimento può essere naturale o artificiale. Quello naturale consiste nel lasciar crescere la flora spontanea della zona nell'interfila, mantenendo libera da infestanti la zona del sottofila. Il problema principale di questo tipo di inerbimento è la crescita delle specie avventizie che quasi mai è omogenea e quasi sempre inizialmente dovuta a specie a foglia larga che competono molto con le piante del frutteto. Il sottofila in questo caso può essere diserbato o soggetto a lavorazioni con sarchiatrici a lame, disco o di altro tipo con lo scopo di ridurre la competizione idrica e nutrizionale. L'inerbimento artificiale consiste nell'andare a seminare il miscuglio più adatto in base alla zona e al tipo di frutteto, controllandolo poi con sfalci periodici durante l'anno. L'erba falciata può essere lasciata nell'interfila, oppure, con opportune trincia-andanatrici si può creare un'andana nel sottofila in modo che diventi pacciamato. Anche il sottofila può essere inerbito, in questo caso le infestanti saranno gestite in modo che non creino troppa competizione con le piante del frutteto. Le infestanti del sottofila possono essere controllate con delle trinciture periodiche, attraverso delle trince di piccole dimensioni che riescono ad entrare nel sottofila. Alcune attrezzature per eliminare efficacemente

le infestanti vicine al tronco utilizzano delle spazzole che ruotando grazie alla presa di forza del trattore schiacciano l'erba e la indirizzano verso la trincia interfilare;

4. Un'altra tecnica di gestione del suolo è la pacciamatura che consiste nella copertura del suolo per ostacolare l'emergenza delle infestanti. La copertura può essere sia di materiale organico che inorganico. Nel caso di materiale organico può essere costituita da corteccia, paglia, compost, sottoprodotti ed altro. Tale materiale poi diventa anche fonte di elementi della nutrizione. Il materiale inorganico invece è costituito da materiale plastico di vario tipo o anche da materiale lapideo. Fondamentale è quindi ridurre la densità delle piante erbacee, in modo da non causare effetti negativi alla produzione di un frutteto, senza ridurre in maniera eccessiva la biodiversità dell'agroecosistema. Le specie vegetali di un territorio occupano diversi habitat in funzione delle proprie esigenze ecologiche e formano dei raggruppamenti che sono il frutto dell'interazione delle specie animali e vegetali sia tra loro sia con fattori ambientali (suolo e clima) e antropici (trattamenti e lavorazioni dei terreni). Pertanto, le coperture vegetali create dopo la realizzazione di un frutteto, risentono inevitabilmente della pressione antropica e variano nella loro composizione floristica durante la stagione vegetativa anche in funzione delle operazioni colturali eseguite.

2.3 GESTIONE DELL'ALBERO

Il ciclo vitale di una pianta non coltivata ha origine con la germinazione del seme e parte da uno stadio di giovanità, caratterizzata da una forte esplorazione radicale e da assenza di fiori, prosegue poi con una fase di transizione che porta allo stadio di maturità, per finire con la senescenza. Il ciclo delle piante coltivate è diverso, sono caratterizzate da maggiore omogeneità che deriva dalla moltiplicazione vegetativa e non da seme e sono contraddistinte da uno stadio di maturità importante per la produzione. Tale stadio è caratterizzato da una fase vegetativa, una di equilibrio vegeto-riproduttivo e di una fase di pre-insenilimento. Attraverso una corretta gestione dell'albero si deve fare in modo che la pianta rimanga nella fase di equilibrio vegeto-riproduttivo evitando che vada verso l'insenilimento o che sia in una fase troppo vegetativa. Per gestire al meglio il frutteto ed ottenere il massimo potenziale produttivo è fondamentale eseguire una potatura adeguata al sistema di allevamento scelto e alla cultivar, gestire bene l'irrigazione, la nutrizione e la difesa. In modo da mantenere la pianta in uno stato fisiologico ottimale per avere il massimo della produzione con il minor impatto sull'agroecosistema.

2.4 IL MELO: CARATTERISTICHE DELL'ALBERO E DELLA VARIETÀ

Il melo coltivato (*Malus × domestica* Borkh.) deriva da ibridazioni interspecifiche. Appartiene al genere *Malus* della famiglia delle Rosaceae, che annovera una trentina di specie sia da frutto che ornamentali, spontanee delle zone temperate dell'Europa, Asia, America settentrionale. Tra le specie da frutto delle zone temperate è una delle più diffuse insieme alla vite, l'olivo e gli agrumi. Viene coltivata fino agli 800 m di altitudine; in Italia, pur essendo diffusa in tutte le regioni, la coltura è concentrata per buona parte in Trentino Alto Adige, Emilia Romagna, Veneto, Campania e Piemonte. Lo sviluppo della pianta è acrotono, con portamento poco assurgente e chioma ombrelliforme. Le foglie sono alterne, inserite su nodi ravvicinati, di colore verde carico, forma ovale e tomentose nella pagina inferiore. Il margine del lembo è più o meno seghettato, il picciolo (con stipule caduche) presenta una lunghezza variabile. Le gemme sono a legno o miste. Le formazioni fruttifere del melo sono la lamburda, il ramo misto e il brindillo. A seconda del portamento e del modo di fruttificare, le diverse cultivar possono presentare:

1. Prevalenza di brindilli;
2. Prevalenza di lamburde e brindilli;
3. Prevalenza di lamburde.

L'infiorescenza è costituita da un corimbo di 4-9 fiori, provvisto di una rosetta di foglie. Il fiore è ermafrodita, formato da cinque petali rosati, numerosi stami, 3-5 stili uniti alla base e antere gialle. Il fiore centrale (king flower), allega più facilmente e dà frutti meno soggetti a cascola e di pezzatura maggiore. Il frutto è un falso frutto detto pomo, con due cavità: la calicina, dove è inserito il calice, e la peduncolare con il peduncolo del frutto. Le parti che costituiscono il pomo sono:

1. Pericarpo: più o meno pigmentato;
2. Mesocarpo: di consistenza e sapore variabile;
3. Endocarpo: con cinque logge cartilaginee (torsolo) in cui sono contenuti 1-2 semi per loggia, in quanto nelle logge del fiore sono contenuti due ovuli.

Il portainnesto di gran lunga più utilizzato negli impianti è l'M9 (selezione clonale del Paradiso Giallo di Metz), in ragione della bassa vigoria indotta (adatto all'alta densità), della precoce messa a frutto e degli elevati standard produttivi raggiunti, è idoneo per terreni fertili, irrigui e per cultivar vigorose o mediamente vigorose; necessita di strutture di sostegno. La forma di allevamento maggiormente adottata dai produttori di mele attualmente è il fusetto (Fig. 2.1).



Figura 2.1. Pianta allevata a fusetto.

Le piante a completa formazione somigliano ad un cono, largo alla base e sempre più stretto e snello verso la cima, con branchette sempre più corte man mano che si sale; a 70-80 cm da terra presenta un palco di branche disposte uniformemente in tutte le direzioni ed inclinate pressoché orizzontalmente. Questa forma si adatta alle zone a bassa vigoria (ambienti di collina e montagna) dove i tagli di ritorno, applicati per il mantenimento della forma, non danno luogo a forti riscoppi vegetativi. Il materiale vivaistico ideale per questa forma è sia il Knip sia l'astone di un anno a patto che siano ben rivestiti di rami anticipati; l'inserzione dei primi rametti può essere a 70-80 cm. Nel caso di astone nudo o speronato si allungano i tempi di entrata in produzione. Nei primi 3-4 anni è necessario effettuare numerose piegature a carico delle branchette con inclinazione inferiore all'orizzontale oppure, eliminando i rami vigorosi, favorire l'inclinazione naturale delle branchette con il peso dei frutti; i rami troppo vigorosi ed in competizione con l'asse centrale sono comunque sempre da eliminare. Il rinnovamento delle branche avviene tramite taglio di ritorno. La cima viene abbassata al 4-5° anno in corrispondenza di un ramo vecchio, all'altezza desiderata. Le cultivar di melo più coltivate appartengono ai gruppi: -Golden Delicious; -Red Delicious; -Gala; -Fuji. Oltre a questi gruppi ve ne sono degli altri meno coltivati, tra cui vi è il gruppo delle mele ticchiolatura resistenti. Di questo gruppo fa parte la varietà CRIMSON CRISP® (Fig. 2.2). Cultivar di origine americana, selezionata dal Prof. J.Janick, Purdue University, con epoca di maturazione -8-10 rispetto

Golden Delicious. Il frutto è di forma sferica, simmetrica, con sovracoloro rosso brillante della buccia molto esteso; polpa soda, dolce, croccante e succosa.



Figura 2.2. Frutto di Crimson Crisp®.

Dotata di notevoli caratteristiche qualitative, presenta sapore dolce e aromatico, con adeguato tenore in acidi. Ottima attitudine alla conservazione, senza problemi di fisiopatie. Tende ad allegare 1 o massimo 2 frutti per corimbo, con limitate necessità di diradamento (varietà auto diradante). La produzione si concentra nella parte distale dei rami, facendo assumere alla pianta un aspetto procombente-ricadente; richiede una tecnica di potatura “lunga”, che preservi la parte distale dei rami, ed è adatta a tutti gli ambienti.

2.5 OBIETTIVI DELLA TESI

La corretta gestione delle infestanti e il mantenimento di un'adeguata biodiversità del frutteto sono cruciali per una gestione sostenibile del suolo, ma anche dell'intero sistema frutteto. L'obiettivo di questo elaborato è quello di valutare se la gestione del sotto-fila può influenzare la crescita della biomassa di un frutteto, se può andare a condizionare la produzione di frutta sia in termini quantitativi che qualitativi e come può influire sulla biodiversità del frutteto. Si è preso come metodo standard di riferimento per la gestione del sotto-fila il diserbo chimico con glifosate, a cui sono state comparate due operazioni meccaniche alternative: sfalcio integrato (spazzola pettinatrice combinata con trinciatrice o disco tosaerba) e lavorazione integrata

(combinazione di interventi con lama e di interventi di sfalcio integrato). Le lavorazioni meccaniche alternative sono state scelte sulla base dell'ipotesi che potessero rafforzare il numero di specie, la copertura vegetale totale e la produzione di biomassa senza compromettere la produzione del frutteto sia in termini quantitativi che qualitativi. Dai risultati poi si potranno ricavare elementi utili agli agricoltori per individuare quale gestione del sotto-fila, unita ad un adeguata gestione della pianta, permette di unire la miglior produzione e il rispetto degli equilibri dell'agroecosistema. In modo da trovare la tecnica che sia economicamente sostenibile per l'agricoltore, e che minimizzi i danni per l'ambiente o disagi per la società.

3. MATERIALI E METODI

L'area della prova è quella della media/bassa Valdaso. Un territorio piuttosto vario ed eterogeneo, compreso tra gli ambiti amministrativi della provincia di Fermo e Ascoli Piceno. In particolare il meletto è ubicato nel comune di Montalto delle Marche (Valdaso 43°00'13.70" N, 13°35'45.98" E).

3.1 INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area geografica della Valdaso è caratterizzata da rilievi poco acclivi, con pendenze accentuate in prossimità del crinale; gli habitat prevalenti sono quello collinare e fluviale. Nell'area della prova l'uso del suolo è rivolto per massima parte alle colture agrarie. Nonostante la forte antropizzazione, sono presenti nell'area alcune zone con vegetazione spontanea, boschi residui e macchie, vegetazione ripariale, querce isolate o a gruppi, alberature varie. Il fondovalle del fiume Aso conserva ancora il forte carattere di ruralità che aveva in passato e non ha subito la stessa pressione insediativa che ha coinvolto in modo diffuso quasi tutte le vallate marchigiane. Le urbanizzazioni sono minute e frammentarie con l'alternanza di agglomerati colonici sparsi, con quelli produttivi del sistema agricolo. Unica eccezione è rappresentata da alcune espansioni residenziali e produttive di modeste dimensioni e circoscritte, quali Valmir, in Comune di Petritoli, e Rubbianello, in Comune di Monterubbiano. Anche i corsi d'acqua man mano che si risale verso l'interno presentano una fascia abbastanza ampia di vegetazione ripariale che in alcuni tratti si unisce a frammenti residui di formazioni boschive. Le colture specializzate quali frutteti e vigneti non hanno ancora soppiantato del tutto, come è avvenuto in altri territori, i nuclei di vegetazione spontanea rimasti.

3.2 CARATTERISTICHE DEL SUOLO

I suoli della Valdaso sono di origine plio-pleistocenica, con alla base depositi sabbiosi-conglomeratici, cui segue una successione peltica (argille azzurre superiori) all'interno delle quali a varie profondità si hanno stratigrafie sabbioso-conglomeratiche o sabbioso-argillose a geometria tabulare o lenticolare (Attore A. et-al, 2016). I suoli hanno una profondità sempre superiore a 80-100 centimetri, tale da consentire di avere un notevole volume di suolo esplorabile dalle radici. Tale profondità è legata in molti casi al fatto che i suoli si sono sviluppati su versanti caratterizzati da substrati sciolti, di origine colluviale, oppure su antichi terrazzi alluvionali. Nel caso di suoli evolutisi su materiali più consolidati, come depositi pelitici o arenacei, i processi di alterazione e la pedogenesi hanno permesso un buono sviluppo

di orizzonti pedogenetici e anche un discreto spessore del suolo. La Available Water Capacity (capacità di acqua facilmente utilizzabile) è quasi sempre superiore a 150 millimetri, quindi molto elevata. Questa proprietà del suolo mitiga la crisi idrica estiva, assicurando un certo contenuto di umidità negli orizzonti profondi, inoltre ha anche l'effetto di contrastare lo scorrimento idrico superficiale, e quindi di ridurre i fenomeni erosivi. Il drenaggio è buono. I suoli hanno tessiture variabili, che si possono ricondurre a una classificazione franca fine, limoso fine e argilloso fine. Il contenuto di argilla supera raramente il 40%, e i suoli non presentano, se non in misura limitata fenomeni vertici. Dal punto di vista delle caratteristiche chimiche sono suoli in prevalenza calcarei, con un contenuto in carbonati totali che varia dal 10 al 35 %. Il complesso di scambio risulta quindi sempre saturo, lo ione calcio è presente in notevole quantità, lo ione sodio invece non raggiunge mai livelli guardia, se non nel substrato inalterato profondo. Il pH è sempre nella sfera dell'alcalinità, variando da 7,5 a 8,7. Il contenuto in materia organica è abbastanza basso, in media compreso tra 0,5 e 1,5% nell'orizzonte arato. Più nel dettaglio, i suoli, si possono classificare in luvisols, calcisols, cambisols e regosols (Attore A. et-al, 2016). La prova si è svolta in un terreno argilloso, caratterizzato da un contenuto in sostanza organica pari a ~1,16% e con pH 8,25.

3.3 CARATTERISTICHE TERMOPLUVIOMETRICHE

I caratteri climatici della Valdaso sono influenzati dalle brezze dell'Adriatico e dalla dorsale appenninica che protegge l'area con effetti stabilizzanti (Fig. 3.1; Fig. 3.2). Le precipitazioni medie annue sono di circa 750-800 mm. I periodi più piovosi sono la primavera e l'autunno, d'estate sono abbastanza frequenti eventi temporaleschi soprattutto nel pomeriggio e nelle zone più ad Ovest, più vicine alle montagne, mentre d'inverno si possono avere saltuariamente abbondanti nevicate. Le temperature minime invernali raramente scendono al disotto di -5°C, le gelate invernali sono spesso dovute al fenomeno dell'inversione termica dove l'aria fredda scende dai crinali e ristagna nel fondovalle. Le temperature massime estive possono avere punte di 35-38 °C. Durante l'estate è frequente il ricorso all'irrigazione, l'acqua utilizzata proviene dall'invaso artificiale formato dalla diga di Gerosa, che ha una capacità di accumulo di 12 milioni di metri cubi di acqua. Oltre a questo vaso vi è un secondo vaso di più piccole dimensioni che riesce ad accumulare circa 700.000 metri cubi di acqua.

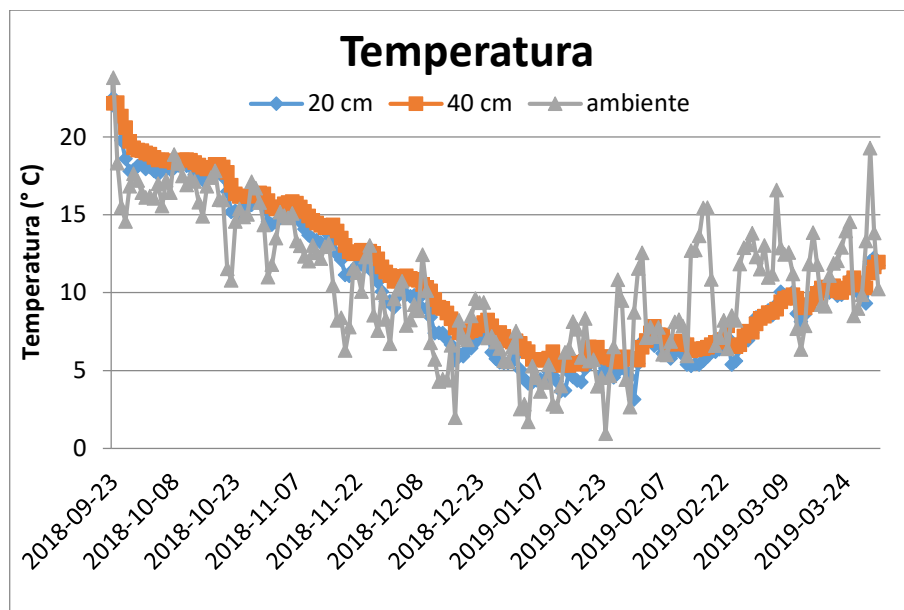


Figura 3.1. Temperature rilevate dalla stazione meteo del frutteto a livello di atmosfera e di suolo (a 20 e 40 cm di profondità).

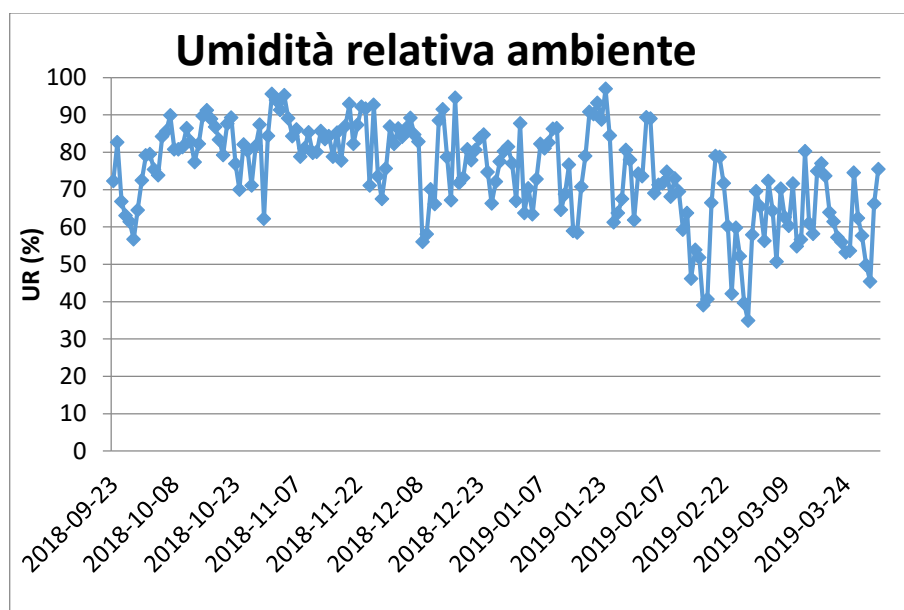


Figura 3.2. Umidità rilevata dalla stazione meteo del frutteto.

3.4 IL MELETO

La prova è stata condotta nel 2017-2018 e nel 2018-2019 in un meleto di 3 anni (*Malus × domestica* Borkh., cv. Crimson Crisp; innestate su M9), allevato a fusetto con sesto d'impianto 4 x 1 m (2,500 piante/ha). L'impianto è coperto da rete antinsetto e antigrandine bianca durante il periodo estivo ed è irrigato con irrigazione a goccia. Lo studio è stato impostato con un disegno a blocchi completamente randomizzati con 3 trattamenti replicati in 3 parcelle da 9

alberi ciascuna (81 alberi in totale), individuando all'interno di ognuna 3 alberi per le misurazioni (27 alberi campionati) (Fig.3.4).



Figura 3.3. Attrezzature utilizzate per la prova. In alto a sinistra spazzola, a destra diserbo, in basso al centro lama.

Gli interventi (Fig. 3.3) sono stati eseguiti come segue: pratica 1 - diserbo chimico (glifosate) applicato due volte durante la stagione vegetativa usando lancia irroratrice localizzata schermata dopo aver protetto la base del tronco dei meli con shelter realizzati in foglio plastico; pratica 2 - sfalcio integrato con interventi eseguiti impiegando una piccola testa trinciante laterale inter-ceppo abbinata a spazzola pettinatrice (ditta Falconero), che ruotando in avanti, alletta l'erba con le setole flessibili anche quando l'erba è alta o molto vicina al ceppo, predisponendola sotto alla trinciatrice stessa; pratica 3 - lavorazione integrate con un primo

intervento di lavorazione meccanica con lama sarchiatrice (ID-David company) e successivi interventi con sfalcio integrato nella restante parte dell'anno. (Tab. 3.1)

Diserbo		Lavorazione integrata		Sfalcio integrato	
2018	2019	2018	2019	2018	2019
21-mag	19-apr	14-lug	07-mar	17-mag	07-mar
03-ago	16-lug	01-ago	05-apr	20-giu	18-apr
		28-ago	10-mag	14-lug	10-mag
		23-nov	06-giu	04-ago	06-giu
			29-giu	28-ago	29-giu
			27-lug		27-lug
			22-ago		22-ago
			14-ott		14-ott

Tabella 3.1. Date degli interventi eseguiti nel frutteto.

Fiume								
Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4	Fila 5	Fila 6	Fila 7	Fila 8	Fila 9
Diserbo	Lama	Spazzola	Lama	Spazzola	Diserbo	Spazzola	Diserbo	Lama



Figura 3.4. Filari interessati dalla prova con indicazione dei relativi trattamenti applicati.

3.5 MISURAZIONI E CAMPIONAMENTI

I frutti sono stati raccolti a mano, pesati con bilancia dinamometrica digitale e contati separatamente per ciascuna pianta campione (Fig. 3.5).



Figura 3.5. Calibro a stecca utilizzato per la suddivisione in classi.

Dopo la raccolta le mele sono state portate in laboratorio, dove sono stati misurati i parametri relativi a solidi solubili, durezza della polpa, sostanza secca e grandezza dei frutti (Fig. 3.6). Per la misura dei solidi solubili è stato prelevato uno spicchio di frutto, gli spicchi di 3 frutti sono stati centrifugati e dal succo sono stati misurati i gradi Brix. La misurazione è stata fatta con un rifrattometro. Il rifrattometro è uno strumento ottico e di semplice utilizzo: basta prelevare alcune gocce di mosto da analizzare e deporle sul vetrino. Si chiude il coperchio e si punta il rifrattometro verso una sorgente luminosa. Guardando nell'oculare si vedrà una scala di lettura sulla quale si distingueranno una zona blu e una bianca. Si legge quindi il valore corrispondente sulla scala alla linea di demarcazione chiaro/scuro.



Figura 3.6. Refrattometro a sinistra, penetrometro a destra

Ogni varietà, per quello che riguarda la durezza della polpa, presenta un proprio specifico valore di consistenza al quale corrisponde il momento ottimale per la raccolta. Tale valore viene espresso in kg/cm², e viene rilevato attraverso uno strumento chiamato penetrometro, che presenta un puntale in grado di misurare la resistenza della polpa alla compressione, dopo aver eliminato dal frutto una porzione di buccia di circa 3 cm² che essendo più dura va ad influenzare il rilevamento. Il puntale per le mele presenta una superficie liscia circolare di 11 mm di diametro. La biomassa prodotta dalla crescita dell'inerbimento è stata stimata prelevando il materiale erbaceo presente all'interno di aree campione della superficie di 0.50 m² (1m x 0.5m) individuate in modo casuale a intervalli di circa un mese nel periodo da aprile a ottobre, prima dell'applicazione degli interventi di gestione del sotto-fila (Fig. 3.7).



Figura 3.7. Telaio utilizzato per prelevare la biomassa del sotto-fila.

Il materiale erbaceo è stato raccolto in buste di plastica per la misurazione del peso fresco e successivamente collocato in stufa a 65° C per 48 ore all'interno di buste di carta per la determinazione del peso secco mediante bilancia digitale. Per la sostanza secca i frutti dopo la raccolta del 2019 sono stati portati in laboratorio, si è prelevato un pezzo di polpa di peso noto ($5 \pm 0,5$ g), si è messo in stufa all'interno di buste di carta, per 48 ore a 70°C. Al termine del processo di essiccazione è stata nuovamente pesata. La grandezza dei frutti è stata misurata in laboratorio con l'ausilio di un calibro digitale, facendo 2 misurazioni per frutto in posizioni perpendicolari lungo la sezione massima del frutto. In campo durante la raccolta i frutti sono stati anche suddivisi in classi attraverso l'uso del calibro a stecca, con la seguente suddivisione:

classe 60-65-70-75-80-85-90. L'altezza delle piante (Fig. 3.8) è stata misurata attraverso un'asta graduata al fine di valutarne l'accrescimento, mentre il diametro del fusto è stato rilevato durante le stagioni di riposo vegetativo circa venti centimetri al di sopra del punto d'innesto attraverso un calibro digitale, entrambi i dati sono stati campionati prima dell'intervento di potatura.



Figura 3.8. Asta graduata per la misura dell'altezza delle piante.

I dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza (ANOVA) e comparazione delle medie mediante test Tukey-Kramer HSD ($p \leq 0.05$) usando il software JMP (Release 8; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2009).

4. RISULTATI

4.1 BIOMASSA PRODOTTA DALL'INERBIMENTO

Per quello che riguarda la produzione di biomassa si è osservata una differenza tra i trattamenti integrati e il diserbo (Fig. 4.1; 4.2). I trattamenti con lavorazione e sfalciato integrato hanno raggiunto valori vicini a 8 grammi di sostanza secca prodotta mediamente per giorno. In particolare la lavorazione integrata mostra picchi più alti rispetto allo sfalciato integrato, anche se quest'ultimo durante il mese di agosto 2018 e settembre 2019 ha prodotto più biomassa secca.

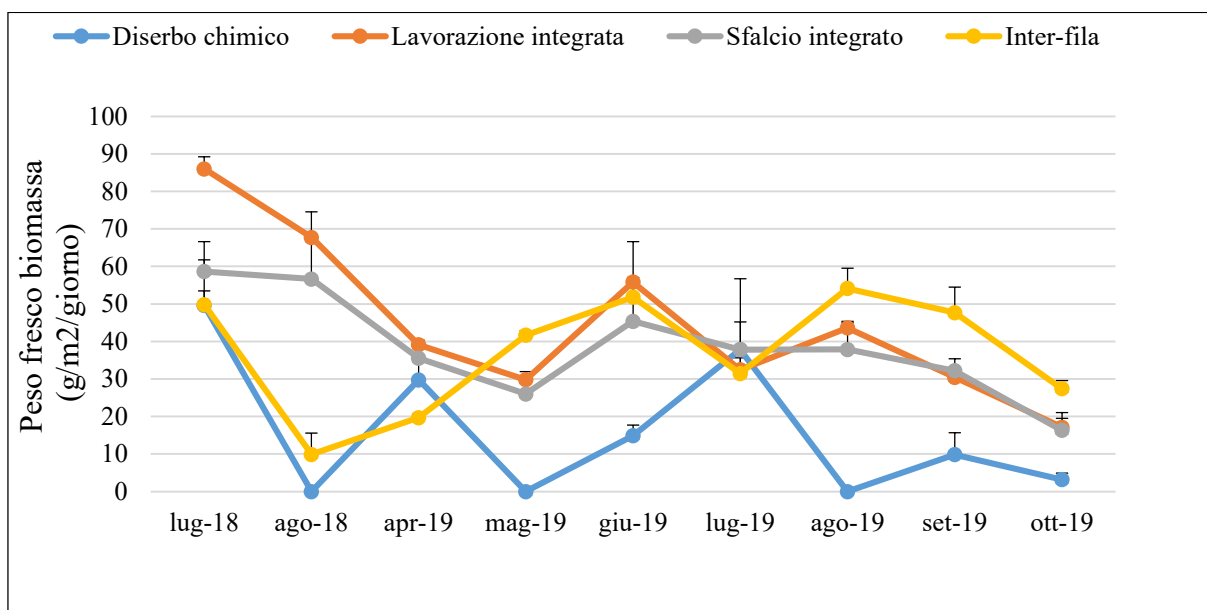


Figura 4.1. Produzione della biomassa, peso fresco.

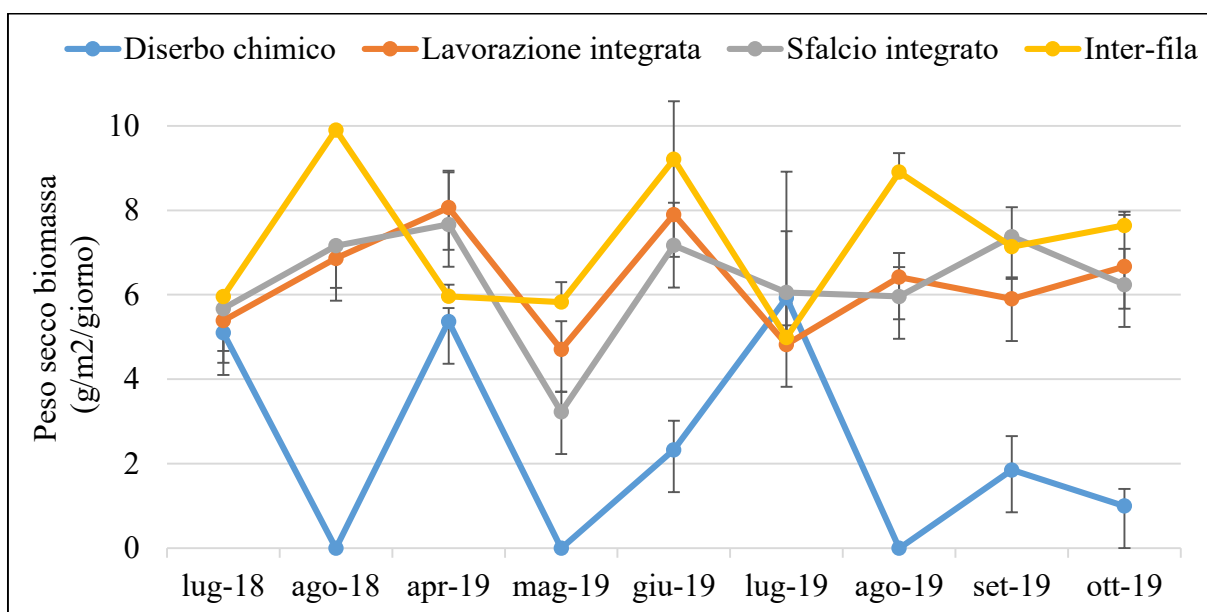


Figura 4.2. Produzione della biomassa, peso secco.

In generale la biomassa contenuta in tutte le parcelle all'inizio del periodo dei rilevamenti è comparabile tra i trattamenti, questa biomassa è il risultato della crescita durante l'inverno. Successivamente c'è però una differenza tra le parcelle, infatti nei trattamenti integrati la biomassa aumenta dal mese di Giugno, subisce un rallentamento nel mese di Luglio, ha un nuovo picco di produzione durante il mese di Agosto per poi scendere gradualmente durante i primi mesi dell'autunno. Il calo di produzione della biomassa durante i mesi estivi, probabilmente è dovuto alle alte temperature della stagione estiva in concomitanza di ridotte disponibilità di acqua per l'irrigazione. Nelle parcelle diserbate chimicamente dopo l'applicazione del trattamento erbicida c'è un calo della produzione di biomassa che arriva fino allo zero, questa situazione si riscontra nel mese di agosto 2018, maggio e agosto 2019.



Figura 4.3. Sotto-fila dopo la lavorazione integrata.

Contrariamente agli altri trattamenti durante i mesi centrali dell'estate le parcelle diserbate evidenziano un picco di produzione di biomassa dovuto al periodo intermedio tra le due applicazioni dell'erbicida. È interessante notare come il periodo di picco di produzione di biomassa nel diserbo corrisponda al picco negativo degli altri trattamenti, e in questa fase le produzioni di biomassa sono comparabili.



Figura 4.4. Sotto-fila dopo lo sfalcio integrato.

Successivamente la biomassa del diserbo mostra un andamento simile agli altri trattamenti, infatti col finire dell'estate torna ad aumentare un po' e poi tende a diminuire, ma l'aumento che si riscontra è più tardivo (Settembre) rispetto ai trattamenti integrati, questo probabilmente è dovuto al fatto che nel periodo in cui torna ad aumentare la produzione dei trattamenti integrati nel diserbo la biomassa è uguale a zero a causa dell'applicazione del diserbante. Tuttavia tranne che nel picco estivo la produzione di biomassa del diserbo è considerevolmente minore e decisamente trascurabile rispetto agli altri trattamenti. L'inter-fila mostra invece un andamento molto simile a quello dei trattamenti integrati, con la differenza che la produzione di biomassa risulta quasi sempre maggiore rispetto a tutti i trattamenti del sotto-fila.



Figura 4.5. Sotto-fila dopo il diserbo.

4.2 PRODUZIONE DEI FRUTTI

La produzione media di frutti in tutti i trattamenti è compresa tra 5,4 kg e 6 kg del 2018 e 5,6 kg e 7,1 kg del 2019 per albero. Dal grafico (Fig. 4.6) si nota come i valori siano più bassi nello sfalcio integrato rispetto agli altri in entrambi gli anni della prova. La produzione tendenzialmente più alta si è riscontrata nelle parcelle del diserbo per il 2018, mentre nel 2019 la produzione è più alta nelle parcelle della lavorazione integrata. Le differenze di produzione tra i vari trattamenti nel 2018 sono minime, anche nel 2019 nonostante la differenze siano maggiori e tra la lavorazione integrata e lo sfalcio integrato ci siano 1,5 kg non risulta significativo dal punto di vista statistico e quindi le produzioni sono comparabili tra i vari trattamenti. Nel 2019 la produzione media delle piante è aumentata in tutti i trattamenti, l'aumento maggiore si riscontra nella lavorazione integrata dove l'incremento di produzione media è di 1,4 kg, mentre nello sfalcio integrato si registra un aumento di solo 0,2 kg, nelle parcelle diserbate invece si registra un incremento di 0,8 kg. Il minor aumento di produzione che si registra nello sfalcio integrato può essere dovuto ad una maggiore competizione tra gli alberi e le infestanti, in quanto in questo trattamento le radici delle infestanti non vengono disturbate dagli attrezzi e rimangono sempre in attività sottraendo sostanze nutritive ed acqua alle piante durante tutto l'anno.

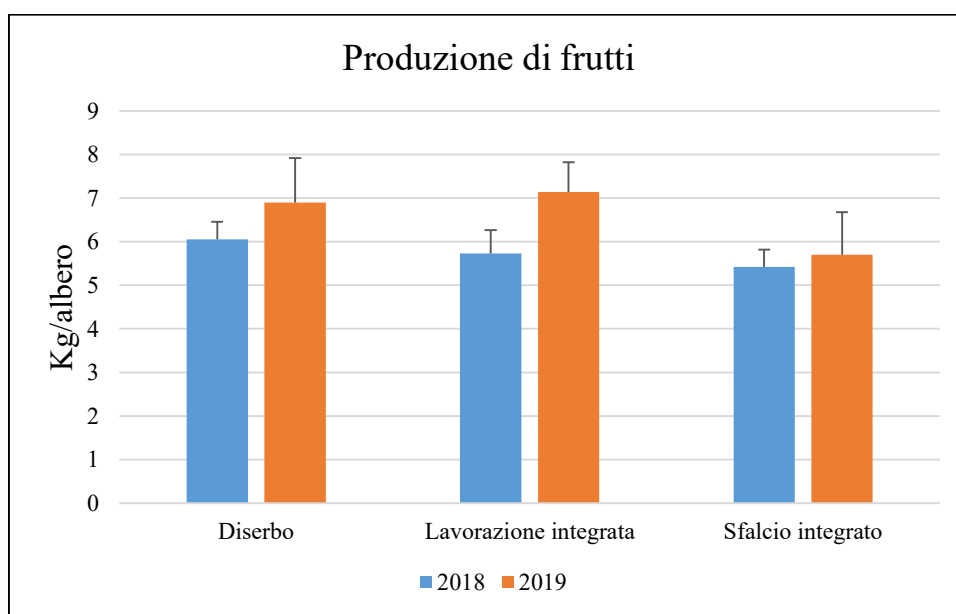


Figura 4.6. Produzione di frutti.

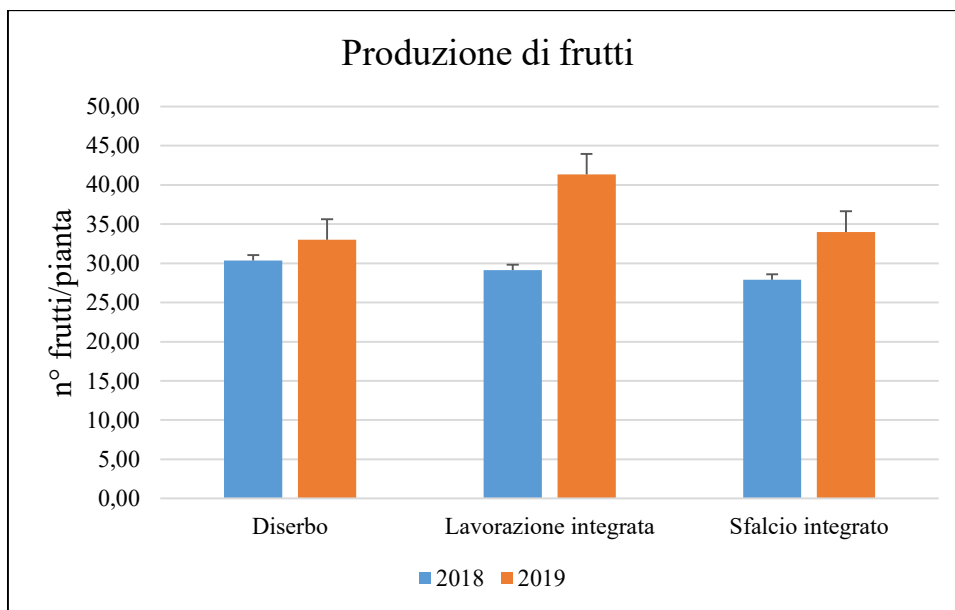


Figura 4.7. Produzione di frutti.

Per quello che riguarda il numero di frutti per pianta (Fig. 4.7), nel 2018 i tre diversi trattamenti sono sostanzialmente equiparabili, con il diserbo che presenta un numero leggermente maggiore di frutti per pianta (30,33), rispetto allo sfalcio che invece ha il numero minore di frutti per pianta (27,89). Nel 2019 la tendenza è diversa, rispetto all'anno precedente il numero di frutti per pianta aumenta in tutti i trattamenti, ma il diserbo ha la crescita minore, solo tre frutti per pianta, le parcelle dello sfalcio integrato hanno circa sette frutti in più per pianta. Il trattamento che mostra la crescita maggiore è quello della lavorazione integrata, con dodici frutti in più per pianta. Comparando entrambi i grafici della produzione si può notare un andamento simile tra kg/pianta e numero di frutti per pianta, anche se nel 2019 il numero di frutti per pianta della lavorazione integrata cresce molto più rispetto ai kg. Questo indica che si hanno più frutti, ma con un peso minore per frutto.

4.3 QUALITÀ DEI FRUTTI

La qualità dei frutti è stata analizzata prendendo in considerazione quattro parametri diversi: la durezza del frutto (espressa come kg/cm²), il contenuto in zuccheri (espresso in gradi Brix), la sostanza secca (espressa in percentuale) e la grandezza del frutto espressa in mm. La resistenza della polpa alla compressione tende a diminuire con l'avvicinarsi della maturazione fisiologica dei frutti. La durezza misurata in entrambi gli anni (2018-2019) è pressoché uguale tra i trattamenti (Fig. 4.8), le mele che derivano dalle particelle dello sfalcio integrato presentano valori di durezza leggermente più alti, questa piccola differenza si nota di più nel 2019, dove anche la durezza nei diversi trattamenti è più alta rispetto all'anno precedente. Anche qui i

risultati tra i vari trattamenti sono comparabili e la diversa gestione del sotto-fila non ha portato a durezza significativamente diverse dei frutti.

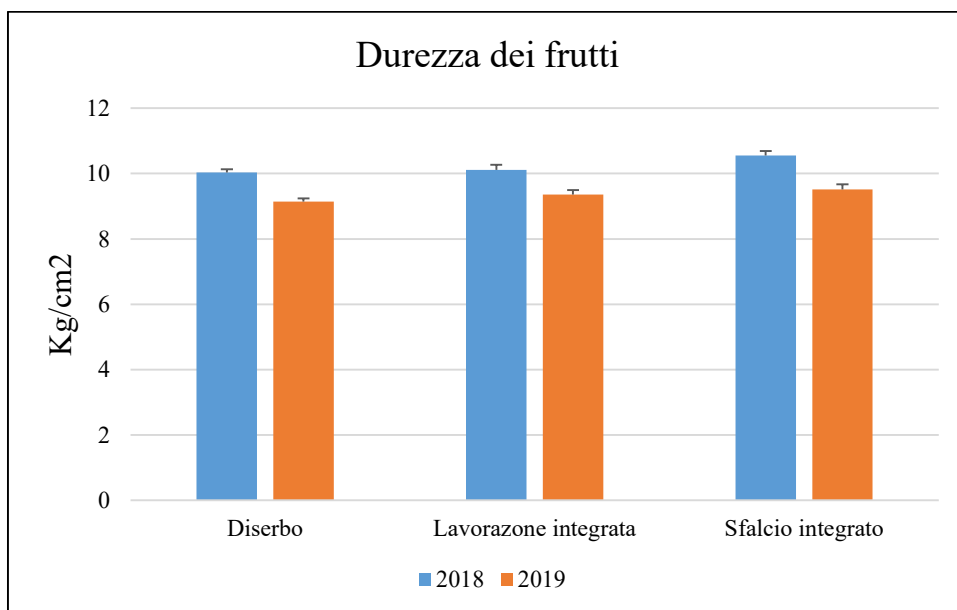


Figura 4.8. Durezza dei frutti.

Nel 2018 nelle parcelle diserbate (Fig. 4.9) il grado Brix è di 13,7, mentre nella lavorazione integrata e nello sfalcio integrato i gradi Brix sono 13,9. Nel 2019 invece i risultati sono più variabili, infatti il valore più alto è dato dallo sfalcio integrato con 14 gradi Brix, il valore più basso è stato registrato nella lavorazione integrata con 13,6 gradi Brix, mentre nelle parcelle diserbate il valore è stato di 13,8 gradi Brix.

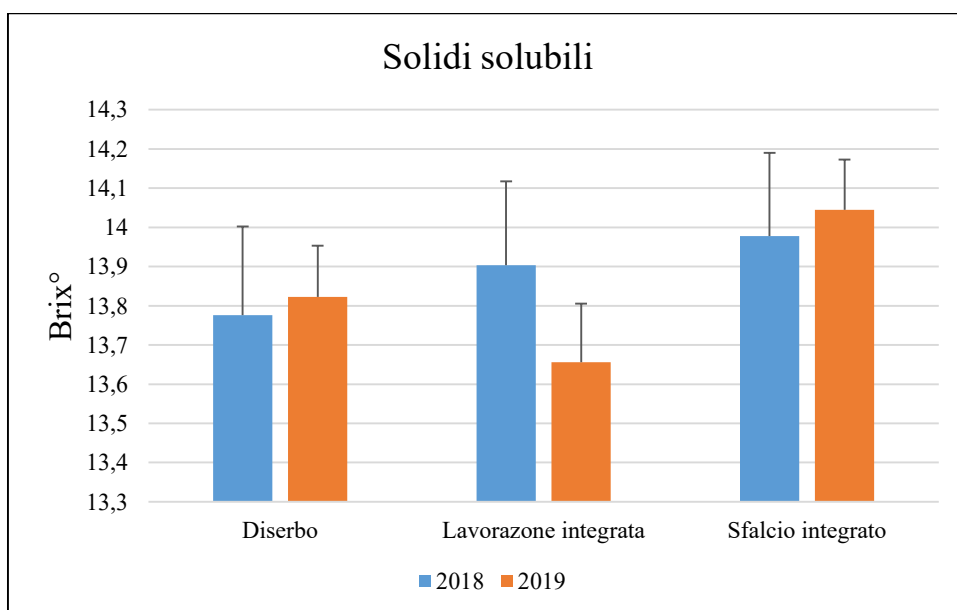


Figura 4.9. Solidi solubili.

Dal grafico (Fig. 4.10) della sostanza secca (solo 2019) si nota come nello sfalcio integrato il contenuto sia in media del 15,6%, diserbo e lavorazione integrata si equivalgono rispettivamente con 15,4% e 15,3%. La differenza fra i trattamenti non è elevata e i risultati si possono equiparare tra di loro e rispecchiano l'andamento del contenuto in solidi solubili.

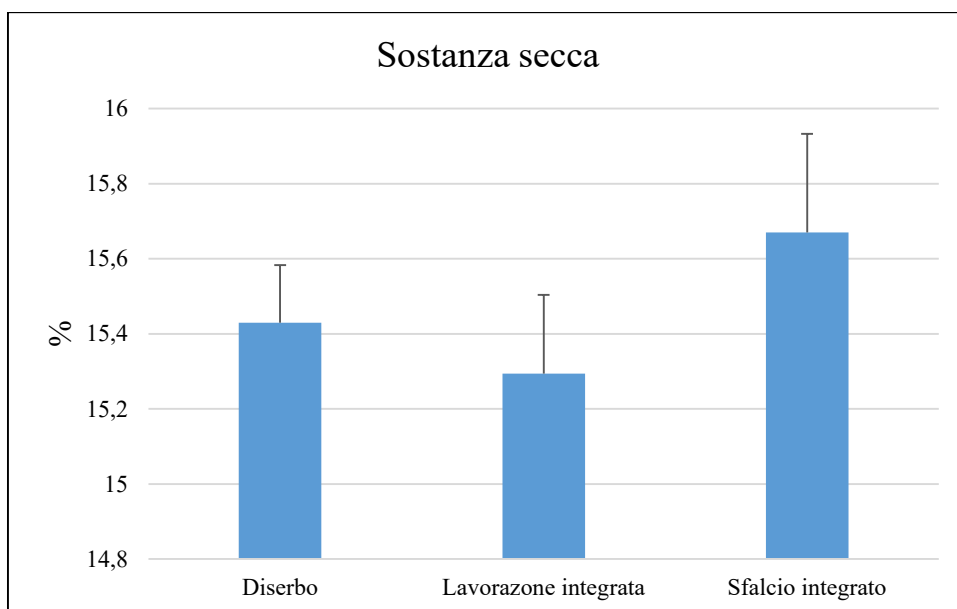


Figura 4.10. Sostanza secca.

Nel 2018 le parcelle diserbate possedevano i frutti di dimensioni maggiori (Fig. 4.11), mentre le parcelle con lo sfalcio quelli di dimensioni minori. Tra il diserbo e lo sfalcio c'era una differenza di grandezza di circa 3,6 mm. Nel 2019 invece la grandezza è quasi uguale tra i tre trattamenti. In particolare, il diserbo e lo sfalcio integrato hanno lo stesso valore (78,5 mm), mentre la lavorazione integrata (77,9 mm) ha prodotto i frutti più piccoli. Nel secondo anno della prova le differenze tra i vari trattamenti si sono livellate, in particolare le parcelle trattate con lo sfalcio integrato hanno avuto una crescita delle dimensioni dei frutti importanti, infatti dal primo al secondo anno la grandezza è cresciuta di 5,2 mm, arrivando ad avere frutti con una grandezza identica alle parcelle diserbate, che in entrambi gli anni avevano i frutti di dimensioni maggiori. Questa differenza può essere dovuta al fatto che, nei primi anni, le piante presenti nelle parcelle diserbate non avendo competizione con le infestanti hanno a disposizione una maggiore quantità di acqua e di sostanza nutritive, mentre le parcelle con lo sfalcio integrato risentono più della competizione rispetto sia al diserbo che alla lavorazione integrata, dove il passaggio con la lama ad inizio anno dà vita ad una competizione minore con le piante rispetto allo sfalcio in cui le infestanti sono presenti per tutto il corso dell'anno e sono solo sfalciate.

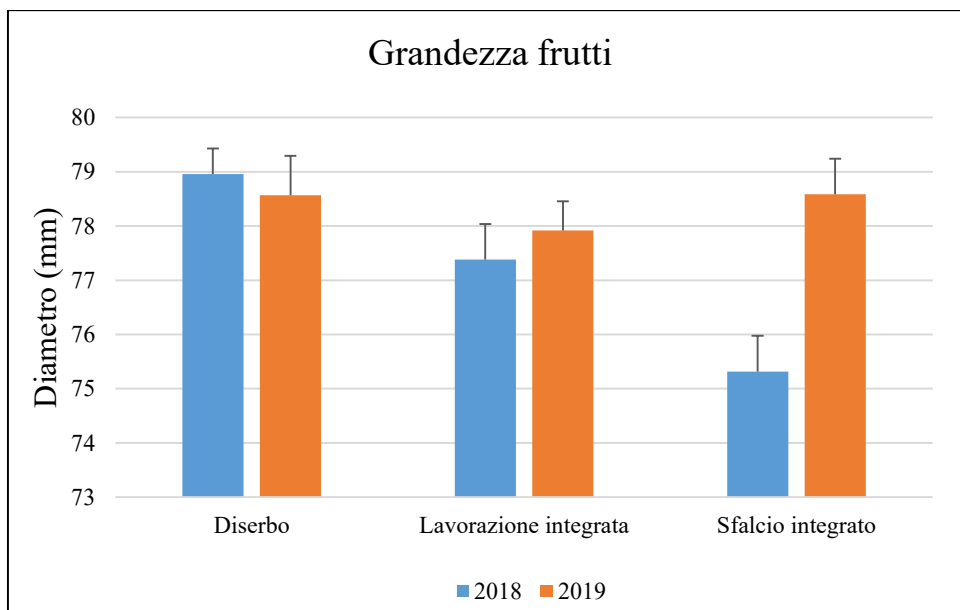


Figura 4.11. Grandezza dei frutti.

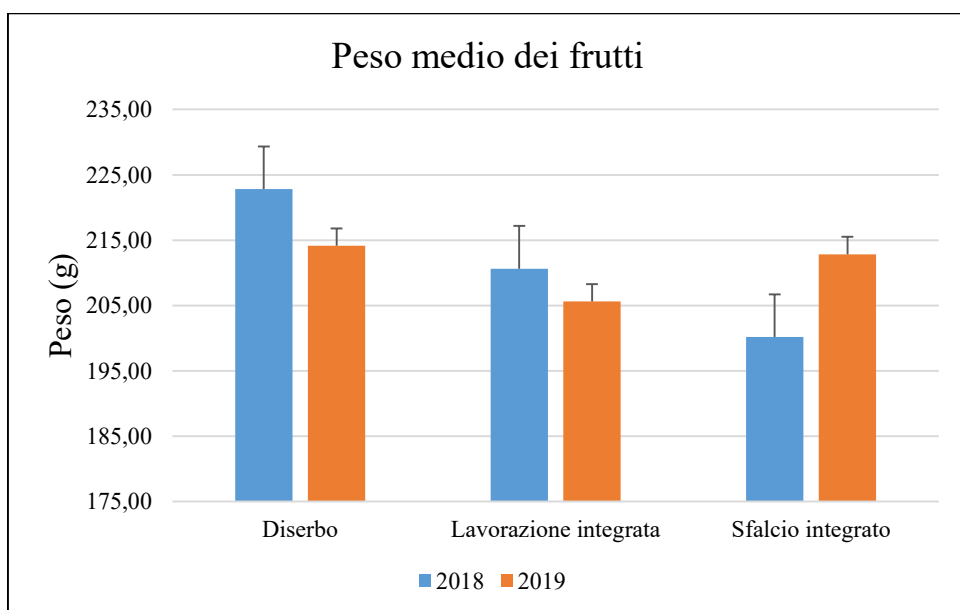


Figura 4.12. Peso medio dei frutti.

Il peso medio (Fig.4.12) dei frutti ha un andamento simile alla grandezza dei frutti. Nel 2018 le parcelle diserbate avevano frutti tendenzialmente più grandi rispetto agli altri trattamenti, mentre le parcelle con lo sfalcio integrato avevano i frutti di dimensione minore. Nel 2019 il peso medio dei frutti è minore nelle parcelle diserbate e in quelle con la lavorazione integrata, mentre nelle parcelle con lo sfalcio integrato il peso medio aumenta di circa 12 g. In particolare il minor peso medio dei frutti nella lavorazione integrata è in accordo anche con il numero di frutti per pianta, infatti nel 2019 nelle parcelle con lavorazione integrata si evidenzia una crescita del numero di frutti per pianta, con frutti di dimensioni più piccole rispetto gli altri

trattamenti, anche se la produzione totale degli alberi è comparabile con quella degli altri trattamenti. Dalla divisione in classi dei frutti (Tab.4.1) si nota che la classe più rappresentata in entrambi gli anni è la 75. Pochi sono i frutti nelle due classi estreme (60 e 90), il numero di frutti aumenta nelle classi intermedie e la maggior parte si trovano nelle classi 70-75-80 (Fig. 4.13).

Tabella 4.1. Suddivisione in classi dei frutti raccolti.

	Classe 60		Classe 65		Classe 70		Classe 75		Classe 80		Classe 85		Classe 90	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Diserbo	3	2	11	26	49	98	97	129	87	37	19	5	0	0
Lavorazione integrata	2	0	11	30	54	122	108	156	75	61	11	3	1	0
Sfalcio integrato	0	6	16	26	63	112	95	131	66	28	11	2	0	1
Totale	5	8	38	82	166	332	300	416	228	126	41	10	1	1

4.4 CRESCITA DELLE PIANTE

L'altezza e il diametro delle piante sono stati misurati all'inizio della prova, e nei due anni successivi (16/01/2019 e 5/12/2019).



Figura 4.14. Pianta attaccata da *Nectria galligena*.

Le piante essendo ai primi anni di sviluppo si sono alzate in altezza e sono aumentate di diametro. Molte durante la potatura sono state raccorciate o sono state soggette ad un taglio di riorno. Durante la potatura molte piante erano attaccate dal cancro rameale del melo (*Nectria galligena*), probabilmente l'attacco deriva dal materiale vivaistico, con la potatura si è cercato di eliminare dove possibile le parti della pianta attaccate dal fungo (Fig. 4.14).

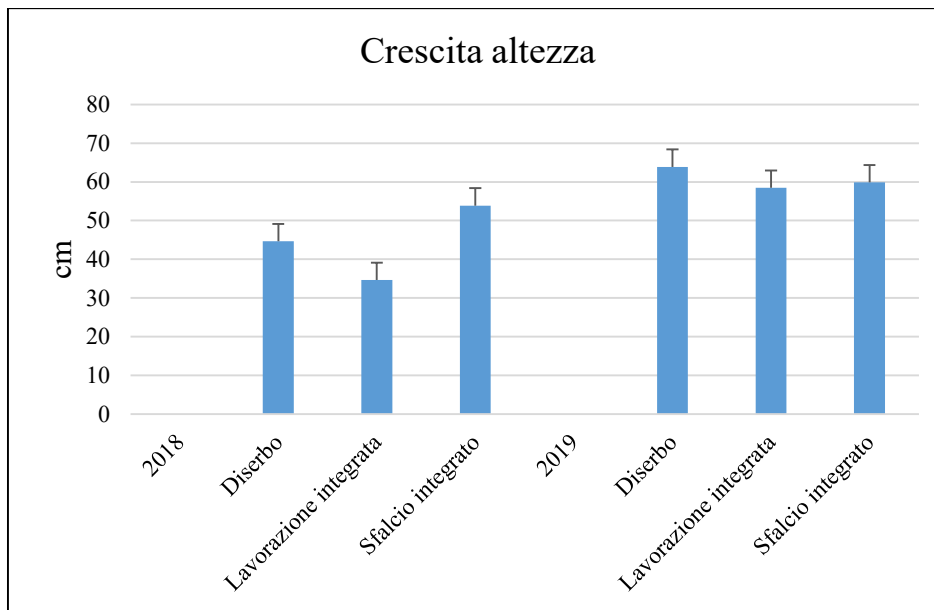


Figura 4.15. Crescita delle piante in altezza.

Per quello che riguarda la crescita delle piante (Fig. 4.15) nel 2018 (dati del 16/01/2019) lo sfalcio integrato è il trattamento che mostra la crescita maggiore (53 cm), mentre la lavorazione integrata evidenzia una crescita minore (34,6) con il diserbo che ha una crescita di 44,6 cm. Nonostante il 2018 sia stato un anno particolarmente caldo durante l'estate, lo sfalcio non ha mostrato problemi di competizione tra cotico erboso e meli per l'acqua, mentre la lavorazione, pratica in passato usata per evitare l'evaporazione dell'acqua dal suolo, ha mostrato una crescita bassa. Nel 2019 (dati del 05/12/2019) le differenze tra i vari trattamenti si presentano molto più lievi. Le parcelle diserbate mostrano la crescita in altezza maggiore con 63 cm, mentre la lavorazione integrata e lo sfalcio integrato hanno una crescita in altezza rispetto l'anno precedente rispettivamente di 58,5 cm e 59,8 cm. Mettendo a confronto i trattamenti per i due anni si nota come tutti e tre mostrano nel secondo anno una crescita maggiore rispetto al primo anno di prova, ad esempio le parcelle con la lavorazione integrata, che mostrano la differenza maggiore, nel 2019 sono cresciute in altezza di circa 24 cm in più rispetto l'anno precedente, mentre le parcelle con lo sfalcio integrato mostrano una differenza minima di crescita fra i due anni, quindi considerando entrambi gli anni della prova si nota come nello sfalcio integrato le piante siano cresciute maggiormente in altezza. Questa differenza apprezzabile dai dati però, non è statisticamente significativa. L'aumento in diametro (Fig. 4.16) delle piante ha un andamento diverso rispetto alla crescita in altezza. Infatti mentre la crescita in altezza è risultata maggiore nel secondo anno di prova, l'incremento del diametro è maggiore nel primo anno della prova. Questa differenza è dovuta alla normale crescita della pianta innestata su un portainnesto nanizzante, in cui dopo un primo veloce accrescimento del diametro, la pianta

continua ad aumentare in diametro, ma sempre meno velocemente rispetto ai primi anni di vita. La lavorazione integrata è il trattamento che mostra la differenza di crescita maggiore tra primo (5,6 mm) e secondo (3 mm) anno. Nel trattamento diserbato invece la differenza tra i due anni è stata molto limitata. Nel 2018 (dati del 16/01/2019) le piante delle parcelle diserbate e con la lavorazione integrata hanno avuto lo stesso aumento di diametro, mentre lo sfalcio integrato mostra un aumento minore. Nel 2019 (dati del 05/12/2019) il diserbo continua ad avere l'aumento di diametro più alto, mentre la lavorazione integrata in questo caso ha l'aumento minore e molto simile allo sfalcio integrato. A differenza dell'altezza, dove le piante trattate con lo sfalcio integrato, mostravano quella maggiore, per il diametro l'incremento più grande lo hanno avuto, in media le piante delle parcelle diserbate.

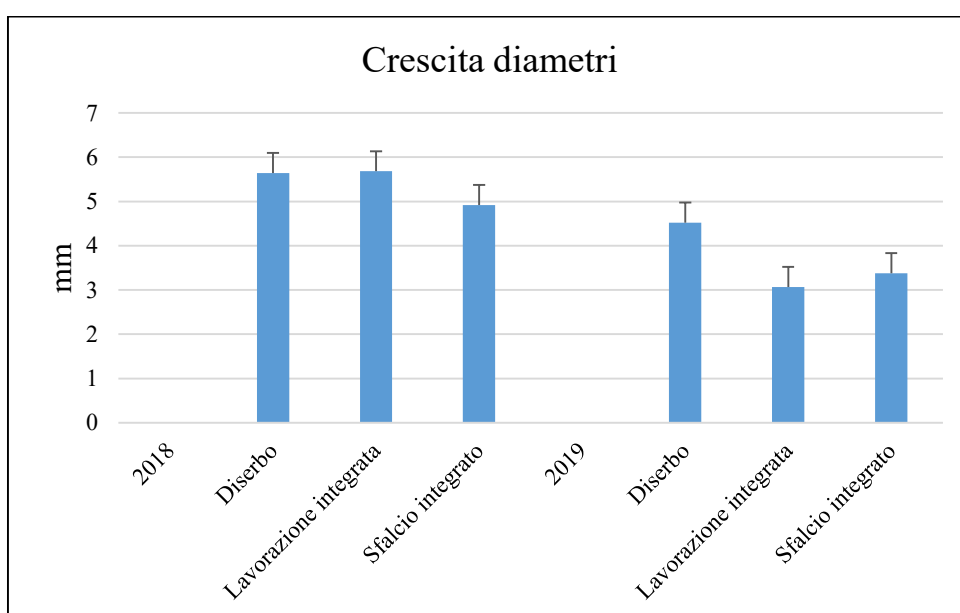


Figura 4.16. Crescita in diametro delle piante.

Dall'analisi della crescita in altezza e dell'incremento del diametro nei due anni di prova, nonostante le piccole differenze riscontrate tra gli anni e tra i vari trattamenti, si può affermare che, una gestione diversa del sotto-fila non ha portato ad accrescimenti in altezza o di diametro significativo tra i vari trattamenti della prova.

5. CONCLUSIONI

Una maggiore biodiversità e una gestione corretta delle erbe infestanti sono fondamentali per una maggiore sostenibilità dei frutteti. Nell'attuale contesto di agricoltura integrata o biologica in cui operano gli agricoltori, l'utilizzo di pratiche alternative al diserbo è sempre più importante. L'attenzione all'ambiente e all'agroecosistema, oltre che dalle direttive europee e nazionali, è richiesta sempre più spesso dai cittadini di tutto il mondo. L'Accordo Agroambientale della Valdaso è un esempio di come gli agricoltori siano disposti a ridurre o eliminare l'uso di pratiche pericolose per l'ambiente e di come siano disposti a sperimentarne di nuove. Inoltre questo accordo mostra come gli agricoltori e i cittadini se messi davanti a temi importanti, con l'aiuto di istituzioni pubbliche e delle università, siano in grado di trovare soluzioni accettabili per entrambe le parti, senza dare le colpe ad una o all'altra categoria. La sostenibilità deve essere raggiunta in tutte le sue accezioni, quindi oltre a quella sociale, si deve raggiungere una sostenibilità ambientale che permetta di vivere al meglio l'ambiente in cui coesistono paesi e agricoltura. Il tutto deve essere raggiunto però, permettendo all'agricoltore e all'azienda agricola di essere sostenibile economicamente. Uno degli aspetti della sostenibilità nel frutteto è legato al sistema di gestione del suolo con particolare riguardo alla fascia a ridosso delle piante fruttifere, identificata come sotto-fila. Gli obiettivi di questo elaborato riguardano come una diversa gestione del sotto-fila può influire sulla produzione qualitativa e quantitativa di un frutteto, sulla produzione di biomassa del sotto-fila e sulla biodiversità mantenendo la sostenibilità del frutteto. Per raggiungere questi obiettivi nella prova sperimentale si sono confrontate tre diverse tecniche di gestione del sotto-fila:

1. Diserbo: utilizzo di sostanze chimiche (Glifosate);
2. Lavorazione integrata: primo passaggio con lama interfilare e successivi sfalci con trincia interfilare;
3. Sfalcio integrato: uso di una spazzola e di una trincia interfilare.

Sono stati valutati gli effetti sul sistema frutteto valutando i principali parametri relativi a:

1. Produzione di biomassa del sotto-fila;
2. Produzione e qualità dei frutti;
3. Crescita delle piante.

Dai campionamenti e della elaborazione i dati mostrano come l'approccio tradizionale del diserbo non sempre porta a dei vantaggi sostanziali. Per quello che riguarda la produzione di biomassa del sotto-fila nelle due stagioni prese in considerazione, le due tecniche di gestione

integrata portano ad una produzione di biomassa maggiore rispetto a quella del diserbo. In particolare nei periodi successivi all'applicazione del trattamento erbicida c'è un annullamento della biomassa in quanto nel sotto-fila c'è una totale assenza di erbe infestanti. La produzione di frutti nei vari trattamenti è equiparabile, sono nel primo anno della prova le parcelle diserbate mostravano una produzione leggermente maggiore come peso medio e grandezza dei frutti, ma allo stesso tempo la lavorazione integrata ha un numero maggiore di frutti per pianta. Anche per la qualità dei frutti, tra le tre pratiche in prova nei due anni considerati, non si sono riscontrate differenze significative. Infatti i valori di sostanza secca, gradi Brix, durezza e classe dimensionale sono sovrapponibili tra i trattamenti, e le minime differenze che si sono riscontrate non sono significative dal punto di vista statistico. Queste minime differenze tra le tre diverse pratiche si ritrovano anche nella crescita delle piante, soprattutto nella crescita in altezza, dove i tre trattamenti sono praticamente sovrapponibili. Solo nella crescita del diametro, le parcelle diserbate hanno avuto una crescita tendenzialmente maggiore, dovuta al fatto che non ci sono infestanti che competono per i minerali, la luce e l'acqua in alcuni momenti dell'anno. Dai risultati si può sostenere che i risultati produttivi dati dal trattamento chimico si hanno in egual modo applicando le tecniche di gestione integrata. Dal lavoro svolto non emergono quindi differenze dovute all'applicazione delle diverse tecniche. L'unica differenza che si nota è il minor numero di passaggi in campo e il minor costo del trattamento nel caso del diserbo. I trattamenti integrati infatti necessitano di essere ripetuti più volte durante l'anno, e questo è un costo che l'agricoltore deve sostenere non solo in termini economici, ma anche di tempo e praticità. Comunque i risultati non devono essere considerati guardando al singolo frutteto, ma in un contesto di comprensorio come quello della Valdaso, così come devono essere considerati non nel breve periodo, ma nel lungo. Considerando i risultati, in un'ottica globale e a lungo termine, risulta evidente che il potenziale miglioramento delle proprietà del suolo, della qualità delle acque, il minore impatto ambientale e i relativi effetti sull'agroecosistema che si possono raggiungere con una corretta applicazione delle tecniche integrate dovrebbero ridurre l'importanza che può ricoprire per l'agricoltore il numero maggiore di passaggi in campo di queste tecniche e il conseguente minor costo che ha l'uso del diserbante. Oltre a ciò l'uso delle tecniche alternative, grazie al possibile aumento della sostanza organica, può portare ad una minore necessità di ricorrere a fertilizzanti chimici, che sono un costo per l'azienda, e una migliore gestione dell'agroecosistema frutteto può portare ad un aumento di microrganismi ed insetti utili che possono ridurre l'uso di prodotti fitosanitari. Tale risultato con il diserbo è più difficile da raggiungere, tanto che durante la prova si sono ritrovati ampie popolazioni di afide lanigero (*Eriosoma lanigerum*), sviluppate all'interno degli shelter che sono necessari per la

protezione del tronco delle piante giovani, andando ad introdurre una ulteriore problematica fitosanitaria da gestire (Fig. 5.1).



Figura 5.1. Afide lanigero (*Eriosoma lanigerum*) su pianta diserbata, dopo aver tolto lo shelter.

Inoltre, attraverso un'adeguata politica e interventi di comunicazione che promuovano i vantaggi ecosistemici del sistema di gestione e attraverso la collaborazione tra gli agricoltori nelle filiere si può pensare di spuntare un prezzo di vendita maggiore del prodotto. Tutto questo va a soddisfare il requisito iniziale riguardo alla sostenibilità ambientale, sociale ed economica per l'agricoltore e per la popolazione della zona.

6.BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Attore A., Silvestri M., Quercetti F., Seghetti L., in *Il Piceno e il Pecorino*, a cura di Giavedoni F., Slow Food Editore, Bra 2016.

D. Granatstein, M. Wiman and E. Kirby, K. Mullinix, 2010. *Sustainability Trade-Offs in Organic Orchard Floor Management*

Fiscus, D.A. and Neher, D.A. 2002. Distinguishing sensitivity of free-living soil nematode genera to physical and chemical disturbances. *Ecological Applications* 12:565–575.

Hammermeister A.M. (2016): Organic weed management in perennial fruits. *Scientia Horticulturae*, 208: 28–42.

Merwin I.A., Stiles W.C. (1994): Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. *Journal of the America Society for Horticultural Science*, 119: 209–215.

Pieterse P.J. (2010): Herbicide resistance in weeds – a threat to effective chemical weed control in South Africa. *South African Journal of Plant and Soil*, 27: 66–73.

Sansavini S., Costa G., Gucci R., Inglese P., Ramina A., Xiloyannis C., in *Arboricoltura generale*, Patron Editore, Bologna 2014.

Shorette K. (2012): Outcomes of global environmentalism: longitudinal and cross-national trends in chemical fertilizer and pesticide use. *Social Forces*, 91: 299–325.

Valli R., Corradi C., Battini F., in *Coltivazioni erbacee e arboree*, Edagricole scolastio 2005.

Zwieten, L. Van, Rust, J., Kingston, T., Merrington, G. and Morris, S. 2004. Influence of copper fungicide residues on occurrence of earthworms in avocado orchard soils. *Science of the Total Environment* 329(1/3):29–41.

<https://www.forigo.it/news/agricoltura-sostenibile-per-il-futuro-del-nostro-pianeta>.

<http://www.vivaizanzi.it/it/home/>.

7. RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare in primo luogo il Professore Davide Neri, che mi ha permesso di partecipare a questo lavoro di tesi, seguendomi e consigliandomi nel migliore dei modi.

Ringrazio i miei genitori che mi hanno permesso questo periodo di studi, impegnativo non solo per me, mi sono stati vicino per tutti gli anni trascorsi e continuano ad essere essenziali per la mia crescita personale e non solo.

Un grazie speciale è rivolto al Ph.D. Student Md Jebu Mia e alla Dott.ssa Francesca Massetani, per l'enorme aiuto che mi hanno dato nell'elaborazione dei dati, nella stesura dell'elaborato e nei rilievi in campo, rispondendo a tutte le mie domande.

Al Dott. Giorgio Murri persona molto disponibile e sempre pronta a dare consigli.

Grazie ai frutticoltori della Valdaso Pio Geminiani e Gianfranco Vagnoni gentili e disponibili ad ogni nostra esigenza.

Un grazie ai miei amici più vicini, Vasco, Mirco, Andreino, Marco e Subi; in particolare Cristiano ed Elena che mi sono stati sempre vicino, sostenendomi e spronandomi ad andare avanti anche nei momenti bui che hanno preceduto la scrittura di questo elaborato, grazie davvero, perché senza di voi non ci sarei riuscito.

Ai miei colleghi di universitari Marco, Giandomenico, Andrea, Giusi e Stefano con cui ho studiato e vissuto parte della mia vita.

Ai maestri Ibrahim e Denise e tutti i compagni di corso, entrati da più di un anno nella mia vita, a cui devo molto non solo per quello che mi hanno insegnato artisticamente, ma soprattutto per quello che mi insegnano nella vita quotidiana.

Infine un grazie a tutte le persone che sono entrate o che entreranno nella mia vita, e a tutte quelle che, in punta di piedi o facendo molto rumore ne sono uscite.