DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

ARCHITETTURA DELL'ALBERO NELL'OLIVICOLTURA INTENSIVA

TIPO TESI: compilativa

Studente:
SILVIO PIERBATTISTA

Relatore:
PROF. DAVIDE NERI

Correlatore:
DOTT. MONICA PANTALONI

DOTT. VERONICA GIORGI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

Alla mia famiglia,
ai miei amici,
alla Dinamo P73
per avermi accompagnato in questo percorso.
A chi ha detto che i limiti, come le paure,
sono spesso soltanto illusioni
per avermi ispirato più di ogni altro.

SOMMARIO

SOMMARIO 3

ELENCO DELLE FIGURE 6

INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI 7

CAPITOLO 1 NANIZZAZIONE DELLE PIANTE ARBOREE 9

1.1 Basi della nanizzazione 10

1.1.1. *Caratteristiche genetiche delle piante arboree e condizioni fisiologiche delle stesse* 10

1.1.1.1. Principali concetti nello sviluppo delle piante arboree 11

1.1.2 Tecniche generali per il controllo della mole 14

1.2 Il controllo degli spazi radicali 16

1.2.1 Controllo attraverso l'utilizzo di barriere fisiche 17

1.2.2 Controllo attraverso l'utilizzo di barriere allelopatiche 18

1.3 Riduzione dell'apparato radicale 18

1.3.1 Tecniche adottate al momento dell'impianto 19

1.3.2 Tecniche adottate durante il ciclo vitale delle piante 22

1.4 Riduzione dell'attività radicale 22

1.4.1 Taglio alla corona radicale 23

1.4.2 Arresto dell'irrigazione 24

1.4.3 Rapporto fosforo-azoto (P/N) 25

1.4.4 La temperatura del suolo 25

1.5 Riduzione del trasporto 26

1.5.1 Impiego di portinnesti nanizzanti 27

1.5.2 L'innesto intermedio 29

1.5.3 Decorticazione e pratiche assimilabili 29

1.5.4 Il cesto di rete 31

1.5.5 L'inclinazione dei rami 31

1.5.6 L'impiego gerarchico di dardi o lamburde 32

1.6 Controllo dei ritmi di crescita dei rami e della chioma 32

1.6.1 L'anticipo della formazione scheletrica 33
1.6.2 La degemmazione 34
1.6.3 L'aumento del numero dei rami 35
1.6.4 La riduzione della durata della crescita 36
1.6.5 La cimatura reiterata 37
1.6.6 L'impatto della luce 37

CAPITOLO 2 L'OLIVO IN CAMPO COME SI COMPORTA L'OLIVO IN CAMPO E COME È NECESSARIO INTERVENIRE PER ADATTARLO ALL'ALTA DENSITÀ 39
2.1 L'habitus dell'olivo 39
2.1.1 Differenze tra olivo in natura e olivo in campo 43
2.2 Architettura ed evoluzione della chioma 44
2.2.1 Parametri usati per valutare l'architettura delle singole cultivar 45
2.2.2 Differenze architetturali tra le cultivar 46
2.3 Forme di allevamento 49
2.3.1 L'illuminazione della chioma 49
2.3.2 Principali forme di allevamento 50
2.4 L'alternanza di produzione 51
2.4.1 Il ciclo biennale 52
2.4.2 Il ciclo annuale 53
2.4.3 Accorgimenti per arginare l'alternanza di produzione 53
2.5 La potatura dell'olivo nell'alta densità 54
2.5.1 Potatura di allevamento 54
2.5.2 Potatura di produzione 55
2.6 Caratteristiche della fioritura 57
2.6.1 Distribuzione delle infiorescenze sul ramo 59
2.6.2 Il periodo di fioritura 60
2.7 La raccolta 60

CAPITOLO 3 PROFILO IMPIANTISTICO DELL'OLIVICOLTURA INTENSIVA . 62
3.1 Valutazioni preliminari 62
3.1.1 La vocazionalità 62
3.1.2 La scelta varietale 63
3.1.3 La scelta dell'astone 64
3.1.4 Sesto d'impianto e orientamento della fila 64
3.2 Costruzione dell'impianto 66
3.2.1 La preparazione del suolo 66

3.2.2 Strutture di supporto meccanico 66
3.2.3 Il sistema di irrigazione..... 67
3.3 La messa a dimora delle e la gestione dell'impianto 69
3.3.1 La raccolta..... 69
CAPITOLO 4 MODELLI ARCHITETTURALI DELL'OLIVO IN ALTA DENSITÀ 71
4.1 Modelli architetturali 72
CONCLUSIONI 78
BIBLIOGRAFIA 80

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1 Dall'alto a sinistra due fotografie di impianti tradizionali e due fotografie di impianti ad alta densità 8
Figura 2 Impianto ad alta densità di olivo cv Arbequina nelle Marche 9
Figura 3 stadi e fasi della pianta (Neri) 12
Figura 4 Evoluzione della pianta durante il ciclo vitale (Zucconi-Brunzini, 19996) 12
Figura 5 diagramma rappresentativo dell'omeostasi vegetativa (Zucconi-Brunzini, 19996) 14
Figura 6 Rappresentazione della branca produttivo dell'olivo cv Leccino (Lodolini 2009) 42
Figura 7 Risultati del rapporto tra branching efficiency e numero di infiorescenze (Rosati et al 2013) 48
Figura 8 Risultati numero di frutti per nodo (Rosati et al 2013) 49
Figura 9 Produzione ottenuta dai vari approcci di potatura meccanica (Lodolini et al 2016) 57
Figura 10 Durata e periodo di massima fioritura (Lodolini et al 2018) 59
Figura 11 Rappresentazione del sesto d'impianto per l'alta densità, considerando i filari come una parete di vegetazione il cui spessore (indicato con s) è di 1.20m 65
Figura 12 Fotografia di una scavallatrice durante la raccolta in un impianto intensivo ... 70
Figura 13 Confronto dei modelli architetturali crescita lenta-chioma compatta e crescita veloce-chioma espansa delle branche dell'olivo 74
Figura 14 Confronto dei due modelli architetturali con il volume assegnato per le singole piante negli impianti ad alta densità 4x2 in cui si procede con la raccolta utilizzando scavallatrici da vendemmia modificate 75
Figura 15 Confronto pre e post potatura dei due modelli di crescita mostrando nell'immagine a destra approssimativamente la quantità di strutture asportate dalla chioma 76
Figura 16 Rappresentazioni di due filari, rispettivamente di un impianto 4x2 in cui si impiegano cultivar assimilabili al modello 1 e di un impianto 4x3 in cui si impiega una cultivar assimilabile al modello 2 77

INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

Attualmente in Italia l'olivicoltura copre più di 1.100.000 ettari, e numerose aziende negli ultimi decenni si sono specializzate in olivicoltura intraprendendo processi di ammodernamento dei loro impianti. La maggior parte degli impianti è di tipo tradizionale, l'alta densità non si è ancora affermata nello stivale così come è avvenuto negli altri Paesi, uno su tutti la Spagna, forte delle cultivar autoctone Arbequina e Arbosana che si sono rivelate particolarmente idonee ad impianti ad alta densità.

L'alta densità rispetto all'olivicoltura tradizionale permette di abbattere i costi di gestione dell'impianto, così da garantire un maggior guadagno all'agricoltore. Questo aspetto nell'agricoltura odierna è di fondamentale importanza, infatti in Italia gli ettari dedicati ad impianti olivicoli ad alta densità sono in continuo aumento, ma c'è una generale diffidenza verso le cultivar internazionali (Arbequina, Abrosana, Koroneki), a causa della non eccelsa qualità dell'olio che se ne ottiene. È invece diffusa la tendenza a sperimentare l'impiego delle cultivar locali, da cui si ottengono olii dalle spiccate caratteristiche organolettiche.

Lo scopo della tesi è quello di individuare le caratteristiche architetturali che deve avere una pianta di olivo da inserire in un impianto ad alta densità, così da poter ragionare su quali cultivar marchigiane e nazionali possono rivelarsi adatte.

Comunque, per inserire l'olivo nell'alta densità, non basta esclusivamente ridurre la mole della pianta, occorre anche tener conto dell'habitus vegetativo e produttivo delle singole cultivar, affinché le piante siano facili da gestire con la potatura e diano una produzione soddisfacente.

Figura 1 Dall'alto a sinistra due fotografie di impianti tradizionali e due fotografie di impianti ad alta densità

Capitolo 1
NANIZZAZIONE DELLE PIANTE ARBOREE

La riduzione della mole nei fruttiferi è un obiettivo fondamentale per l'ottenimento di impianti ad elevata densità, laddove per elevata densità si intendono comunemente impianti arborei in cui il numero di piante per ettaro superi le 1000 unità. Tuttavia la densità varia ampliamente in funzione delle caratteristiche fisiologiche delle singole specie, permettendo per specie più vocate alla nanizzazione e inserite in contesti all'avanguardia nel settore di raggiungere anche le 10.000 unità per ettaro di superficie.

Ridurre la mole è importante anche per avere piante di altezza ridotta, nel caso del "frutteto pedonale" al massimo 2,20 m per poter intervenire unicamente da terra per le operazioni colturali e per la raccolta, senza l'utilizzo di scale in modo da velocizzare le operazioni e da rendere il lavoro più sicuro per gli operatori. Nei frutteti meccanizzati in parete si possono raggiungere 4,5 m di altezza ma spessore ridotto a meno di un metro con gestione delle operazioni di raccolta e potatura con carri a piattaforme laterali che consentono agli operatori di lavorare in squadra senza doversi spostare dalla propria postazione sul carro.

Un altro vantaggio della nanizzazione è l'ingresso in produzione precoce, ciò permette di ripagare anticipatamente i costi di impianto mediamente più elevati rispetto a quelli di impianti tradizionali.

Figura 2 Impianto ad alta densità di olivo cv Arbequina nelle Marche

1.1 **Basi della nanizzazione**

La nanizzazione è una riduzione della taglia complessiva di una pianta che preserva sommariamente le proporzioni diametriche, è frutto di un processo complesso in cui si utilizzano più tecniche e accorgimenti combinati fra loro. (Zucconi, 1996)

La nanizzazione di una pianta arborea viene ottenuta agendo direttamente e indirettamente sugli organi della pianta con varie tecniche che ne amplificano o ne riducono l'attività. Si può dunque agire sull'apparato radicale, sui meccanismi di trasporto delle sostanze e sulla chioma, ottenendo risposte che possono essere più o meno graduali, in funzione del tipo di tecnica utilizzata e delle caratteristiche della pianta legate al suo sviluppo e alla produzione.

Fondamentale è capire l'azione delle tecniche utilizzate e le caratteristiche e peculiarità del materiale che si ha a disposizione così da ottenere i risultati sperati con la minor onerosità possibile e compatibili con il tipo di impianto che si vuole ottenere.

La nanizzazione è comunque differente da una semplice riduzione dell'altezza, ottenuta ad esempio anche con l'asportazione dell'asse centrale, tecnica che da sola non garantisce l'ottenimento di forme contenute in volumi compatibili con quelli disponibili in un impianto ad elevata densità. D'altro canto ci sono forme di impianto in parete in cui la pianta viene obbligata a volumi contenuti ma raggiunge altezze eccessive per poter effettuare tutte le operazioni da terra. Una riduzione della mole ottimale per l'inserimento del sistema pianta in un impianto ad elevata densità oltre a garantire dimensioni e volumi opportune dal punto di vista logistico deve garantire soprattutto un corretto svolgimento delle funzioni fisiologiche che portano alla produzione e al rinnovo delle strutture produttive garantendo anche una buona longevità di impianto.

1.1.1. *Caratteristiche genetiche delle piante arboree e condizioni fisiologiche delle stesse*

Dallo stesso materiale genetico si possono ottenere molteplici risultati, è sufficiente osservare le marcate differenze tra una pianta in natura e piante soggette a svariati interventi che possono portare a forme arbustive o in parete o nanizzate se non addirittura miniaturizzate come nel caso dei bonsai.

Questa molteplicità di risultati a partire da uno stesso genoma è possibile grazie alla libertà epigenetica, caratteristica largamente sfruttata in frutticoltura, che permette alla pianta di svilupparsi diversamente in funzione delle attività radicali, di trasporto e della chioma. La pianta ha lo scopo di sfruttare la propria nicchia ecologica nel migliore dei modi, dunque controllando l'assorbimento dell'apparato radicale, l'attività fotosintetica e il trasporto di

sostanze attraverso tecniche dirette e indirette la pianta trova un nuovo equilibrio nello sviluppo adeguando i potenziali di sviluppo in funzione della disponibilità degli input. La pianta dunque assume una forma diversa da quella assunta in natura, questo fenotipo diverso è frutto della libertà epigenetica, la quale può essere più o meno consistente nelle varie cultivar.

1.1.1.1. Principali concetti nello sviluppo delle piante arboree

- La tendenza di una pianta a mantenere la forma acquisita come frutto di interventi diretti. Una pianta con una spiccata plasticità tende a mantenere agevolmente nel lungo periodo la forma acquisita, mentre, al contrario, una pianta con una certa elasticità tende a riacquisire un fisiotipo più naturale, richiedendo così una maggior onerosità e frequenza di interventi atti a mantenere la forma di impianto precedentemente impostata.
- Esiste una discreta variabilità di forme di impianto, richiedenti interventi e cure diverse in funzione del materiale utilizzato (sia per il nesto che per il portinnesto), degli input disponibili e del tipo di scheletro che si vuole ottenere. In termini di quantità e onerosità degli interventi necessari al raggiungimento della forma auspicata si distinguono forme franche, richiedenti pochi e semplici interventi, e forme guidate, che esigono numerosi e complessi interventi colturali. In termini di stabilità meccanica si distinguono forme libere, con piante dotate di uno scheletro capace di sostenere agevolmente il proprio peso e quello della produzione, e forme obbligate, le quali richiedono invece di un sostegno meccanico artificiale come pali e fili.
- Precedenza nella crescita dei vari organi in relazione alla loro posizione sulla chioma, che può essere basale, apicale o mediale. Si parla dunque di blastia per la precedenza nel germogliamento, di tonia per la precedenza nella crescita del germoglio e della plastia per quanto riguarda la precedenza nella crescita pluriennale.
- Anticipare o ritardare alcune fasi fisiologiche collegate allo sviluppo o alla produzione, è il caso dell'anticipazione per indicare un ottenimento prematuro della desiderata impostazione dello scheletro, o al contrario del ritardo. In modo analogo riferendosi alla produzione si utilizzano i termini di precocizzazione e di produzione tardiva.

1.1.1.2 Fisiologia della crescita e della produzione

Il ciclo vitale delle piante arboree è caratterizzato dall'avere stadi irreversibili al cui interno sono presenti delle fasi reversibili, ed è caratterizzato da diversi ritmi di crescita degli organi.

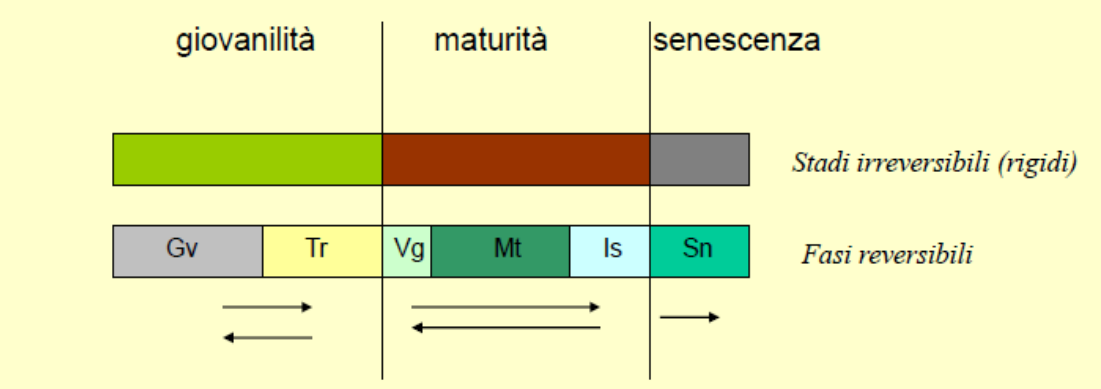

Figura 3 stadi e fasi della pianta (Neri)

Nella sua giovanilità la pianta è caratterizzata da una forte espansione radicale a cui successivamente segue un'espansione della chioma, nel passaggio alla maturità rallenta gradualmente prima l'espansione radicale e successivamente quella della chioma, la quale inoltre muta nella forma, diventando più ampia e meno cespugliosa. La maturità è caratterizzata dalla produzione, che avviene in seguito al raggiungimento di un equilibrio tra apparati epigeo ed ipogeo, mantenuto per diversi anni. Progressivamente la pianta perde vigore, dovuto sia ad una espansione radicale rallentata sia alla presenza di frutti che fungono da importanti poli di attrazione di fotosintetati, ciò impedisce il rinnovo della chioma e conduce la pianta verso la senilità e successivamente alla morte.

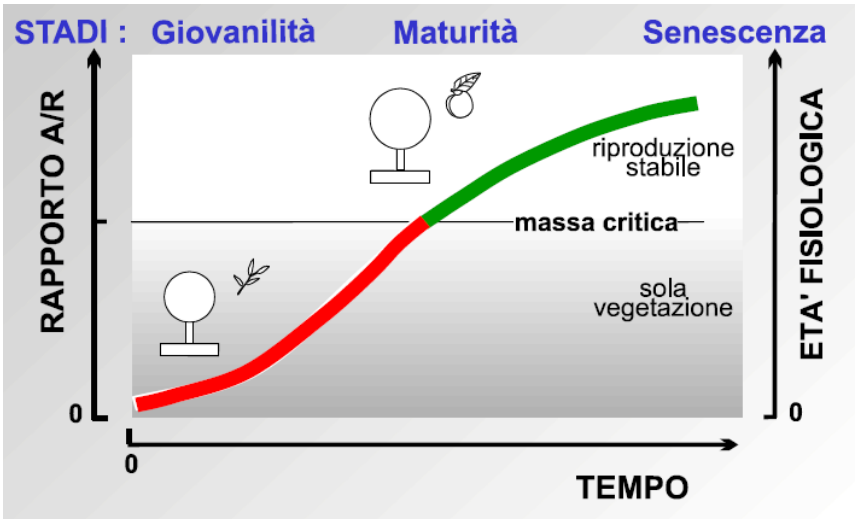

Figura 4 Evoluzione della pianta durante il ciclo vitale (Zucconi-Brunzini, 19996)

Cambiando i ritmi di crescita e le dimensioni degli organi cambiano anche le loro attività e dunque la produzione di sostanze che verranno poi messe in circolo attraverso i sistemi di trasporto così che vengano utilizzate in altri organi per lo svolgimento di processi di sviluppo o di produzione. Per questo motivo la condizione fisiologica della pianta negli stadi e nelle fasi del ciclo vitale è descrivibile con l'utilizzo del modello E/I, il quale mette in rapporto la quantità di fattore epigeo (sostanze prodotte dalla chioma) e la quantità di fattore ipogeo (sostanze prodotte dall'apparato radicale) così da descrivere anche l'intensità dell'attività dei rispettivi organi. Il modello E/I è preferibile al modello A/R poiché quest'ultimo tiene conto dei volumi degli apparati ipogeo ed epigeo, quando in realtà possono esserci delle condizioni per cui ad un'elevata dimensione dell'apparato non corrisponde un'elevata attività e dunque non ad una elevata produzione di fattore epigeo o ipogeo.

Il modello E/I è fondamentale anche per capire l'omeostasi vegetativa, il fenomeno per cui si raggiunge un equilibrio tra gli apparati, in quanto la disponibilità di un fattore influenza la disponibilità dell'altro. Questo si verifica perché un'abbondanza di fattore ipogeo stimola una crescita dell'apparato epigeo, il quale producendo fattore epigeo in abbondanza può stimolare la crescita dell'apparato ipogeo.

L'omeostasi vegetativa è alla base della riduzione della mole, difatti limitando l'espansione o l'attività un apparato si limita l'espansione dell'altro, si spiega così l'effetto vaso, una tecnica con la quale limitando il volume dell'apparato radicale si ottiene una riduzione del volume della chioma.

Nel contesto della frutticoltura attraverso le operazioni colturali messe in atto nei primi anni dopo l'impianto si mira a ridurre al massimo la competizione radicale e della chioma, in questo modo non si limita in velocità l'espansione degli apparati, permettendo di raggiungere nel giro di pochi anni dall'impianto la mole approssimativamente definitiva della pianta.

La pianta non si espande all'infinito, ha un potenziale naturale di crescita riassumibile in numero di organi secondari formati, l'espansione della pianta rallenta in funzione dell'aumento del numero di organi che si formano di anno in anno col fenomeno del germogliamento, in seguito alla stasi vegetativa. Rallentando la crescita annua non si ha l'utilizzo a livello della radice del fattore E prodotto, inoltre l'elevato numero di cime deboli, diretta conseguenza della crescita della chioma, porta a una riduzione del trasporto determinando un accumulo di fattore E. Il surplus di fattore epigeo conduce gli organi alla differenziazione a fiore, in quanto i fiori e i frutti sono poli di attrazione e di utilizzazione di fattore E, la pianta così entra in produzione e la sua mole è definita massa critica, e nel giro di qualche ciclo annuale si raggiunge la massima produzione che consiste in un elevato numero

di poli di attrazione, così che gran parte del fattore E generato dalla fotosintesi venga usata per la produzione e ne rimanga poco disponibile per l'espansione dell'apparato radicale. Viene bloccata quindi l'espansione della pianta, raggiungendo un nuovo equilibrio: l'omeostasi riproduttiva.

La massa critica non è fissa, come detto precedentemente è frutto del raggiungimento di un equilibrio trai gli organi della pianta, è dunque possibile, agendo sulla produzione e sull'accumulo dei fattori ipogeo ed epigeo, posticipare o anticipare il raggiungimento della massa critica e di conseguenza anche l'ingresso in produzione controllando così la mole della pianta.

Al di sotto della massa critica si ha vegetatività, al di sopra si ha invece maturità, mentre con un rapporto E/I molto alto la pianta va verso la senescenza. Ad esempio riducendo l'attività radicale si anticipa la massa critica, al contrario con una robusta potatura si stimola una crescita della chioma ritardando la massa critica. Come già detto però per avere un'efficacie alterazione della fisiologia della pianta è opportuno operare con più tecniche e su più fronti.

Figura 5 diagramma rappresentativo dell'omeostasi vegetativa (Zucconi-Brunzini, 19996)

1.1.2 *Tecniche generali per il controllo della mole*

L'obiettivo è dunque quello di ottenere una riduzione della mole associata ad una precocizzazione di produzione, così da raggiungere rapidamente la massima produzione che coincide con la mole definitiva della pianta.

. La pianta nel corso della sua evoluzione cambia struttura scheletrica, dapprima assurgente con una funzione apicale marcata, successivamente perde gradualmente la funzione apicale e

da crescita acroplastica si passa ad una crescita basiplastica, giungendo infine ad una chioma espansa, con le branche rimaste che si rivestono di strutture secondarie e progressivamente si distanziano fra loro.

La libertà epigenetica permette un abbassamento del baricentro e un'espansione laterale della chioma, risultati che vengono ricercati in frutticoltura attraverso diversi interventi volti a promuovere la basiplaastia

Ricercando e promuovendo un'altezza ridotta e una chioma espansa della pianta si tende ad anticipare i caratteri della maturità: inclinazione, basiplastia, rivestimento e produzione elevata, per ottenere più facilmente questi caratteri tipici di una pianta matura è bene utilizzare talee o gemme da organi di piante mature, che hanno quindi superato lo stadio giovanile e non possono regredire. Così facendo in campo non si avrà lo stadio giovanile, si avrà solo la fase vegetativa dello stadio di pianta matura, molto più facile da superare rispetto alla giovanilità.

L'inclinazione gioca un ruolo fondamentale in quanto può essere manipolata per stimolare una maggiore basiplastia in piante tendenzialmente acroplastiche, riduce la funzione di cima precocizzando la produzione e stimolando i rivestimenti, determina infine la gerarchia tra le branche scheletriche.

L'operazione con la maggior incidenza sull'omeostasi è la coercizione dell'apparato radicale, effettuabile con interventi che limitano la porzione di suolo esplorabile dalla pianta, si parla di barriere fisiche o fisiologiche per l'apparato radicale, (vedi cap. 1.2) a cui impediscono una libera crescita secondo quelli che sono i naturali potenziali di crescita della pianta, provocando un aumento del rapporto E/I . Tuttavia spesso non si rivela sufficiente e soddisfacente per l'ottenimento di una buona pianta da inserire in un contesto ad elevata densità in quanto la pianta tende a sfuggire e ad aggirare i limiti imposti ad uno solo dei suoi apparati sfruttando l'energia degli apparati lasciati "liberi". Occorre perciò integrare con operazioni che alterano l'omeostasi permettendo di anticipare la produzione, come ad esempio lo scortecciamento, che isola la porzione di pianta sovrastante alla zona scortecciata impedendo la migrazione di fattore E nelle radici; l'inclinazione dei rami che incide sull'entità del trasporto; la cimatura, che elimina poli di attrazione di fattore I provocando l'accumulo di fattore E nei rami.

L'utilizzo di portinnesti permette di avere un apparato radicale con potenziale di crescita diverso rispetto a quello del nesto, permettendo anche, qualora ci sia un'elevata disponibilità di portinnesti, di scegliere il portinnesto con la vigoria più adatta in ogni situazione. Eppure non sempre ricorrere a portinnesti nanizzanti si rivela essere una buona soluzione, non solo a causa della disponibilità non sempre soddisfacente per alcune specie, ma anche perché

l'epibionte su portinnesto nanizzante raggiunge la situazione di pianta ferma lentamente a causa della poca vigoria dell'apparato radicale. Ciò fa sì che si allunghi il periodo improduttivo dell'impianto ritardando il raggiungimento della massa critica, ritardando l'ingresso in produzione.

Al contrario piante con portinnesto franco avranno una crescita rapida e vigorosa che porterà la pianta a raggiungere dimensioni eccessive in ottica di un impianto ad alta densità, le operazioni richieste per ridurre la chioma devono essere fatte a pianta ferma, di conseguenza la pianta impiegherà una gran quantità di energie per effettuare una crescita indesiderata che poi richiederà interventi di potatura robusti.

Nei due casi sopracitati si ha uno spreco, rispettivamente di tempo e di energie. Per evitare questo inconveniente è più consono ricorrere a portinnesti franchi, che permettano quindi di avere una rapida crescita e conseguentemente una rapida occupazione degli spazi ma intervenire con delle tecniche che permettano anche una modulazione della vigoria. Dunque si preferisce una rapida crescita in condizioni in cui sia possibile rallentarla e arrestarla facilmente così da ottenere la mole desiderata.

«È sempre vantaggioso utilizzare portinnesti relativamente vigorosi rispetto agli spazi assegnati e, ricercando con altri mezzi di provocare un repentino arresto della crescita quando si siano raggiunte le dimensioni desiderate.» (Neri, Zucconi 1996)

È preferibile cioè avere un portinnesto che dia la massima vigoria compatibile con la possibilità di controllarne la crescita piuttosto che una minima vigoria creando problemi relativi al lento raggiungimento della condizione di pianta ferma.

Per ottenere una buona nanizzazione è importante anche raggiungere lo scopo con una gradualità d'azione negli interventi, così da avere un maggior controllo della fisiologia della pianta al variare di condizioni esterne, una buona longevità di impianto, una discreta semplicità esecutiva (la quale permette di potersi affidare a operatori poco specializzati) e soprattutto una buona produttività complessiva, ottenibile solo con tecniche nanizzanti che non stressano la pianta ma la mantengono in buone condizioni fisiologiche così che possa garantire una produzione abbondante.

1.2 **Il controllo degli spazi radicali**

Il contenimento dell'apparato radicale può essere effettuato delimitando dei confini all'espansione radicale con svariate tecniche riconducibili a due modelli per il meccanismo utilizzato:

- **Barriere fisiche:** utilizzando vasi o delimitando direttamente il volume di terreno fisicamente utilizzabile dall'apparato radicale.

- **Barriere allelopatiche:** sfruttando la naturale escrezione dall'apparato radicale di sostanze allelopatiche che inibiscono lo sviluppo radicale di altre piante, fungono quindi da segnale, indicano che il volume di suolo in cui sono presenti è già stato occupato e sfruttato.

L'apparato radicale può reagire in modo diverso in funzione della propria vigoria, una pianta giovane sarà restia ad accettare dei confini alla propria espansione radicale, cercherà di superarli in modo deciso, fino ad avere squilibri nella formazione della radice a tal punto da provocare una perdita del geotropismo negativo, ciò comporterebbe inoltre un maggior utilizzo di energie. Una pianta matura invece sarà più propensa ad accettare i limiti imposti e ad arrestare gradualmente l'espansione radicale favorendo la parte aerea che avrà maggior fattore E a disposizione.

1.2.1 *Controllo attraverso l'utilizzo di barriere fisiche*

La riduzione in vaso è poco utilizzata in frutticoltura, la barriera fisica del vaso permette di ottenere una buona nanizzazione, ma richiede di essere combinata ad altre tecniche, poiché la pianta altrimenti cercherebbe di superare la barriera imposta espandendo la propria radice. Il ridotto volume di suolo a disposizione provoca un accumulo di sostanze allelopatiche e un esaurimento precoce delle sostanze nutritive, di conseguenza richiede frequenti concimazioni e cambi di substrato, provocando in ogni caso problemi di longevità dell'impianto.

Diverso è invece il funzionamento dello scasso, che provoca un dissodamento del terreno favorendo meccanicamente l'esplorazione radicale. Localizzare lo scasso a trincea permette di indirizzare l'espansione radicale in una zona desiderata. Il terreno dissodato viene esplorato per primo, successivamente l'esplorazione rallenta, permettendo di anticipare la massa critica, successivamente si ha una lenta esplorazione del terreno non dissodato permettendo di posticipare l'insenilimento. Lo scasso a trincea viene fatto sull'interfila, con una profondità che va dagli 80 ai 140 cm, accoppiato ad una lavorazione superficiale lungo la fila, permettendo così di integrare l'operazione con interramento di sostanza organica o altri concimi e ammendanti. Un interessante aspetto è la possibilità di poter facilmente operare una potatura delle radici superficiali stimolando la formazione di radici più profonde, così da evitare o quantomeno ridurre l'impegno di sostegni meccanici.

Simile allo scasso a trincea è la coltura su andane in quanto si lavora il terreno per formare andane di terreno dissodato che permette una rapida esplorazione radicale in superficie che successivamente rallenta dando risultati assimilabili a quelli dello scasso a trinca.

1.2.2 *Controllo attraverso l'utilizzo di barriere allelopatiche*

Una densità di impianto elevata simula l'effetto vaso, sfruttando però l'escrezione di sostanze allelopatiche da parte degli apparati radicali limitrofi, però una vicinanza degli apparati radicali non coerente con i potenziali minimi di sviluppo dell'apparato radicale spinge le piante a forzare l'esplorazione tentando di superare il volume imposto, consistendo in uno sforzo energetico non indifferente della pianta, la quale rimanda il raggiungimento della massa critica.

L'irrigazione a goccia (frequentemente combinata con l'applicazione di fertilizzanti: fertirrigazione) effettuata in ambienti aridi permette di controllare il volume di suolo a disposizione della pianta controllando il volume di suolo reso umido, oltre il quale c'è uno strato secco e inospitale per l'apparato radicale, anche perché l'azione lisciviante operata dall'acqua ha permesso di accumulare le sostanze allelopatiche oltre l'ampolla umida che si è creata inibendo ulteriormente uno sviluppo radicale indesiderato. È una tecnica molto modulabile in base ai volumi d'acqua somministrati e anche grazie alla possibilità di fertirrigare, permette dunque di controllare la crescita dei germogli in funzione della quantità d'acqua evitando di avere strutture produttive troppo grandi per la densità di impianto stabilita. Inoltre, aumentando nel corso degli anni il volume dell'ampolla umida, si permette un lento accrescimento dell'apparato radicale per evitare una precoce senescenza.

L'inerbimento è una tecnica che sfrutta la competizione radicale e la produzione di sostanze allelopatiche da parte di piante erbacee, così da ridurre la possibilità della pianta di espandere la propria radice. L'utilizzo di un prato polifita è preferito rispetto ad un prato monofita in quanto quest'ultimo ha minori effetti positivi in seguito all'interazione con il suolo. È possibile operare inerbimento prima o dopo l'impianto, a pieno campo o solo sull'interfila, ma è comunque una tecnica poco modulabile, un altro svantaggio è dato dalla maggior richiesta dell'impianto di acqua e di sostanze nutritive, condizione critica se il suolo è povero di colloidi che trattengono acqua e nutrienti. D'altro canto però nel lungo periodo un prato polifita permette l'accumulo di humus, il quale può migliorare la fertilità del terreno.

1.3 **Riduzione dell'apparato radicale**

L'obiettivo principale è ottenere una riduzione dell'apparato utilizzando tecniche che mirano ad una riduzione dei potenziali di crescita. È fondamentale avere una chioma compatibile con i volumi radicali a disposizione nell'impianto, altrimenti non si ha precoce

raggiungimento della massa critica. Occorre dunque avere una buona crescita iniziale già al primo anno, altrimenti si avrebbe un ritardo nello sviluppo radicale e di conseguenza anche dello sviluppo della chioma, ritardando la massima produzione.

L'Entità di riduzione degli apparati radicali deve essere in linea con gli spazi disponibili e non deve interferire con l'esigenza di anticipare il completamento della crescita radicale stessa.

Le tecniche sono diverse e si basano su diversi meccanismi d'azione, è comunque possibile dividerle in tecniche adottate al momento dell'impianto e tecniche adottate in un secondo momento.

1.3.1 *Tecniche adottate al momento dell'impianto*

Permettono di agire fin da subito per regolare la dimensione e lo sviluppo della pianta ma anche l'habitus produttivo alterando il rapporto A/R. Ha senso parlare di rapporto A/R rispetto a E/I in quanto si tratta di astoni allevati in vivaio in condizioni ottimali per lo sviluppo degli apparati, dunque c'è una proporzione diretta tra la massa degli apparati e la rispettiva attività.

- La potatura dell'astone all'impianto permette di regolare il rapporto A/R, è una tecnica che si basa sia sull'azione diretta sull'apparato radicale, sia sul tipo di astone scelto per la messa a dimora, il quale può avere un numero variabile di gemme già formate, o addirittura già differenziate. Operando una potatura radicale con espianto a radice nuda si ha un rapporto A/R elevato, un risultato analogo è ottenibile anche con l'impiego di astoni con un elevato numero di gemme o con diversi rami anticipati. Il germogliamento al primo anno non dipende unicamente dal rapporto A/R, dipende soprattutto dal numero di gemme già presenti, un astone con un buon numero di gemme e anticipati già ben formati e robusti avrà subito una buona quantità di foglie, portando un rallentamento della crescita. Un'altra pratica che porta a precoce produzione e conseguente rallentamento e successivo arresto nel giro di qualche anno della crescita consiste nell'utilizzo di astoni già ramificati, magari già con gemme differenziate a fiore o addirittura che abbiano già prodotto. Si rivelano essere ottimi per contesti ad alta densità in cui non si ricercano forme di allevamento con strutture scheletriche, ma forme di allevamento caratterizzate dall'avere solamente rivestimento dell'asse centrale. Un'eccessiva potatura radicale provoca una condizione di stress per la pianta, che non ha un apparato ipogeo sufficiente, così facendo la pianta investirà molte energie per riformare un apparato radicale coerente con le proprie esigenze fisiologiche. La pianta l'anno seguente avrà un rapporto A/R basso, che porterà ad una forte crescita

della chioma, dando come risultato una pianta con dimensioni maggiori rispetto ad una pianta su cui la potatura radicale fatta all'impianto è stata meno consistente. Questo fenomeno può verificarsi con intensità variabili quando si attua una potatura radicale all'impianto, per questo è opportuno combinarla con altre tecniche per il controllo radicale.

- La scelta dell'epoca di impianto in suoli caldi anche in inverno permette di controllare il tempo a disposizione della pianta per effettuare la crescita radicale prima della primavera, e dunque della ripresa vegetativa, la quale concorre con la crescita radicale. Con suoli caldi anche d'inverno si intendono suoli le cui temperatura media si aggira intorno ai 7-8 °C, permettendo condizioni compatibili con la crescita radicale. Impiantando a Novembre si dà tempo in abbondanza alla pianta per espandere la propria radice, successivamente a primavera riprende la crescita della chioma, provocando rallentamento e successivo arresto della crescita radicale. Si ottiene una pianta di dimensioni elevate. Al contrario impiantando a Marzo si ha subito competizione tra radice e chioma, ottenendo crescita contenuta di entrambi gli apparati, combinando con altre tecniche è possibile ottenere una chioma contenuta e un precoce ingresso in produzione.
- La profondità di impianto permette di agire sulla crescita radicale in quanto le radici si sezionano alla profondità ottimale in funzione della presenza di ossigeno nel suolo. La pianta quindi formerà apparati ipogei più profondi in suoli compatti e più superficiali in suoli leggeri. Solitamente la profondità di impianto è di circa 25-30cm, aumentando di 20-25 cm in suoli compatti e fino a 30-40 cm in suoli più leggeri si pone la radice in condizioni non ottimali per lo sviluppo, che sarà dunque più contenuto. Un notevole vantaggio di questa tecnica è quello di lasciare porzione di terreno superficiale libera, così che la pianta nei 2-3 anni seguenti potrà esplorare la porzione di suolo, ma le radici già formate dovrebbero compiere uno sforzo non indifferente per eseguire un'esplorazione con geotropismo positivo, risulta più conveniente alla pianta la formazione di radici dal fusto, che risentono però della concorrenza delle radici principali che opererebbero una dominanza apicale. Così facendo si evita una forte crescita, permettendo di anticipare l'ingresso in produzione, lasciando volumi di suolo in superficie liberi e esplorabili in un secondo momento nel giro di qualche anno, così da migliorarre la longevità dell'impianto.

  Ricorrendo invece ad impianto in campo inerbito si ha porzione superficiale di

suolo già occupata dalle radici delle piante erbacee, impiantando l'astone in superficie lo si metterà nella condizione di dover sviluppare apparato radicale più in profondità rispetto all'altezza della messa a dimora. Questo condurrebbe la pianta a dover compiere uno sforzo non indifferente in quanto è un processo di espansione lungo e dispendioso, portandola a formare un apparato radicale di minori dimensioni. Dunque tanto minore sarà la profondità di impianto tanto minore sarà la dimensione dell'apparato radicale. Si otterranno piante con apparato radicale profondo, così da richiedere un minore impiego di sostegni meccanici, occorrono però piante con innesto alto.

- L'apparato radicale fascicolato è frutto oltre che di tecniche effettuate al momento dell'impianto, anche della scelta del materiale da impiegare, frutto della selezione di questo carattere che risulta molto vantaggioso in realtà ad elevata densità. Il concetto è analogo a forme di allevamento della parte epigea in cui non si hanno strutture scheletriche ma si ha solo rivestimento di un asse centrale, infatti un apparato radicale fascicolato non è formato da grandi radici scheletriche, ma da una moltitudine di radici secondarie non gerarchizzate che competono a vicenda e portano ad ottenere un volume ridotto.

  Si ha un elevato numero di radici secondarie se rapportato al volume di suolo disponibile, ciò permette di avere subito una forte espansione radicale che permette una rapida crescita della chioma al primo anno. Successivamente l'esplorazione rallenta vista la mancata formazione di un apparato radicale gerarchizzato, rallenta di conseguenza anche la crescita della chioma, così da avere una pianta nanizzata e precoce.

  Un apparato radicale fascicolato è ottenibile sia grazie a caratteristiche genetiche sia con la potatura del fittone, sia con la disposizione delle radici in orizzontale, ancor di più se disposte leggermente verso l'alto, con queste accortezze si scongiura il rischio di avere una gerarchizzazione dell'apparato radicale. Lo svantaggio principale è quello di avere piante poco longeve e bisognose di supporti meccanici. L'effetto dato dall'impiego di piante con apparato fascicolato è modulabile con una maggiore profondità di impianto, che dà maggior stabilità meccanica alla pianta, dovendo ricorrere però a piante innestate in alto, oppure con impianto superficiale microirrigato, in modo da controllarne l'espansione, ottenendo però piante molto instabili.

1.3.2 *Tecniche adottate durante il ciclo vitale delle piante*

Sono tecniche che mirano a limitare un'eccessiva espansione radicale negli anni cercando comunque di garantire una buona stabilità meccanica della pianta e una buona longevità di impianto.

- La soppressione selettiva delle grandi radici consiste nella potatura di una delle grandi radici scheletriche, così facendo, oltre ad operare una riduzione diretta del volume della radice, si limita lo sviluppo radicale negli anni seguenti a causa della gran presenza delle sostanze allelopatiche prodotte dalla radice principale asportata e dalle sue secondarie. La scelta della radice scheletrica da potare è importante in termini di stabilità meccanica, è opportuno valutare correttamente la disposizione delle strutture scheletriche così da non intaccare eccessivamente sulla stabilità. È comunque una tecnica non sempre applicabile e da combinare con altre operazioni per il controllo della chioma.
- Il taglio delle radici in filari è una tecnica usata in impianti vecchi, in cui si opera una potatura effettuata con una lama lungo tutta la fila così da ringiovanire l'impianto stimolando una nuova espansione radicale, che può essere favorita interrando sostanza organica. La profondità di taglio deve essere tale da tagliare anche radici profonde così da impedire che esse possano riformare strutture scheletriche, si parla dunque di una profondità di circa 60-80 cm.

1.4 **Riduzione dell'attività radicale**

L'insieme di tecniche e accorgimenti di cui si tratta in questa sezione ha come obiettivo quello di agire sul rapporto E/I, dato che nelle condizioni in cui si attuano queste tecniche non sempre la massa degli apparati coincidono con la rispettiva attività.

Queste tecniche sfruttano i principi della riparazione dei danni alla funzionalità delle parti aerea o radicale della pianta (da Zucconi 1991). Il concetto di base è la crescita compensativa, di cui sono chiari esempi gli apparati radicali in condizioni di aridità o in cui si hanno abbondanti concimazioni, che si espandono in modo molto diverso in funzione delle esigenze della pianta. Nel nostro caso l'attenzione viene posta maggiormente sull'analisi della risposta alla repentina riduzione di attività della radice nelle varie condizioni.

In ogni caso si hanno sempre risposte dinamiche e variabili, non solo in funzione dell'entità dell'intervento fatto ma anche della condizione fisiologica della pianta al momento dell'intervento.

Il primo principio sostiene che una pianta privata di una sua funzione, in tutto o in parte, tende a ripristinarla in accordo con l'equilibrio della omeostasi vegetativa.

Il secondo principio è quello del costo energetico, causato dalla necessità della pianta di compensare un danno o uno squilibrio repentino impiegando energie che non saranno più disponibili per la crescita, la quale sarà più lenta e di minore entità.

Il terzo principio spiega la crescita lenta in seguito al costo energetico, in quanto definisce l'inerzia della pianta, la quale continua a perseguire obiettivi che variano in funzione del momento d'intervento. Dunque la pianta tende ad avere obiettivi prevalenti che variano in funzione della stagione e investe energie nel tentativo di raggiungerli.

Il quarto principio definisce come diverse condizioni di trasporto in contesti in cui sono stati effettuati gli stessi interventi con la stessa inerzia diano risposte diverse. Un esempio è la cimatura del germoglio, a cui seguono risposte diverse in funzione della presenza o meno di altri organi dominanti che influiscono dunque sul trasporto delle sostanze. In ambito radicale un chiaro esempio è la potatura radicale, se operata nel pieno dell'espansione radicale porta la pianta a riformare apparato ipogeo, se invece fatta a tarda primavera, quando la crescita radicale è ormai ferma si ha un rapporto E/I elevato, così da anticipare la massa critica.

1.4.1 *Taglio alla corona radicale*

Tecnica che consiste nella potatura radicale relativa alla corona assorbente (la parte distale dell'apparato ipogeo, in cui non sono presenti radici scheletriche ma sono presenti solamente radici secondarie con forte attività assorbente). L'obiettivo non è quello di apportare una forte diminuzione radicale né in termini di quantità né di attività, si mira ad una repentina ma non eccessiva diminuzione dell'attività radicale, assimilabile a quella che avviene contestualmente ad un normale ricambio radicale.

La differenza sostanziale tra una diminuzione dell'attività artificiale e quella naturale conseguente al ricambio radicale è la tempistica, in quanto si attua una diminuzione dell'attività in un momento critico per la crescita dei rami, la cui crescita rallenta e si arresta anticipatamente aumentando il periodo di latenza per la differenziazione a fiore. Infatti il taglio a corona, se ben fatto, può dare produzione già dal ciclo successivo, in suoli umidi permette anche il controllo repentino dell'assorbimento radicale, analogo al controllo operabile su suoli aridi con l'irrigazione a goccia.

Il taglio può essere fatto al primo anno o nei successivi, ogni anno in modo ciclico, in tal caso conviene di anno in anno distanziare leggermente il punto di taglio dal tronco così da avere sia un'espansione ottimale sia un migliore sfruttamento del suolo.

È una tecnica profondamente diversa rispetto alla soppressione delle grandi radici (v. 1.3.2) in quanto non si ha la diminuzione di suolo utilizzato sfruttando l'elevata concentrazione di sostanze allelopatiche in quanto la concentrazione di queste sostanze nella corona radicale è ancora ridotta, è dunque possibile una nuova esplorazione nella porzione di terreno interessata, perciò è assimilabile all'inaridimento del suolo, che inattiva gli assorbenti radicali terminali.

L'inconveniente principale di questa tecnica è dato dal fatto che sono molteplici i fattori che incidono sulla crescita radicale, come temperatura del suolo, ossigenazione del suolo (strettamente correlata alla tessitura e struttura), la presenza di sostanze nutritive e dal periodo di crescita radicale che si alterna periodicamente a quella della chioma. Risulta dunque difficile conoscere con precisione la situazione in cui si trova l'apparato radicale della pianta in quanto non è possibile basarsi su un'osservazione diretta e precisa come quella esercitabile sull'apparato epigeo al momento degli interventi di potatura. Come nella chioma il taglio di strutture diverse, seppur alla stessa altezza, provoca risposte diverse, così un taglio uniforme dell'apparato epigeo intacca situazioni diverse che daranno risposte diverse.

Se il taglio viene operato quando la pianta è giovane e in forte fase di espansione è molto probabile che venga stimolata una reazione vegetativa, in una pianta matura invece il fattore I viene impiegato nella fruttificazione a discapito della ricrescita radicale. Oltre all'età e allo stadio della pianta gioca un ruolo fondamentale l'epoca di operazione correlata alle condizioni pedoclimatiche in cui viene fatto. Un taglio invernale in suoli caldi, in cui le radici sono in espansione, stimola la pianta a riformare un apparato radicale (che risulterà più espanso rispetto a quanto sarebbe stato senza l'intervento di taglio), a discapito della crescita aerea, che sarà soltanto posticipata all'anno seguente in cui si avrà una forte crescita (anch'essa maggiore rispetto quanto sarebbe avvenuto senza l'intervento di taglio) grazie alla spinta di un apparato radicale ampio, ritardando inoltre la produzione. Invece un taglio in primavera avanzata, con espansione radicale ormai quasi ferma e espansione aerea rallentata provocherà un arresto anticipato della crescita stagionale e un aumento del periodo di latenza per la differenziazione a fiore.

1.4.2 *Arresto dell'irrigazione*

In suoli aridi e poveri di colloidi in cui non c'è una buona ritenzione dell'acqua e dei nutrienti in essa solubili un arresto repentino dell'irrigazione ha effetti simili a quelli del taglio radicale effettuato a stagione avanzata. Arrestando l'assorbimento radicale si arresta anche la produzione di fattore I rallentando la crescita dei rami.

In suoli non secchi a causa di clima umido o a causa della presenza di colloidi che trattengono l'acqua interrompendo l'irrigazione si ha uno sfasamento della crescita dei rami in quanto non è possibile arrestare l'assorbimento radicale in modo repentino.

Rallentando la crescita dei rami si favorisce la differenziazione a fiore, a gemme ormai formate è consigliabile riprendere a irrigare così da avere la massima efficienza fotosintetica e avere una buona produzione.

1.4.3 *Rapporto fosforo-azoto (P/N)*

Alterando il rapporto P/N portandolo a favore del fosforo in una situazione di crescita dei rami rallentata la si arresta aumentando conseguentemente il periodo di latenza per la differenziazione a fiore, mantenendo contenuta la chioma e aiutando inoltre la maturazione dei tessuti, che indurendosi, conferiscono maggior resistenza agli stress alla pianta.

Il fosforo si comporta da antidoto fisiologico ai nitrati, i quali stimolano invece la crescita, riducendo la polarizzazione del trasporto del fattore I verso la chioma, quindi può agevolare il naturale fenomeno dell'arresto della crescita dei rami. Se invece viene somministrato quando l'inerzia della pianta è quella di un forte sviluppo della chioma si ha un risultato opposto: il fosforo complementa l'abbondante disponibilità di azoto aumentandone l'effetto e aumentando la crescita della chioma. Ciò avviene perché non si ha un rapporto P/N elevato, ma si ha un rapporto più equilibrato in cui il fosforo non funge da fattore limitante per la crescita della pianta, permettendo alla pianta di usufruire pienamente dell'azoto che ha a disposizione.

L'azione del fosforo è più efficacie quando è possibile controllare la soluzione di minerali in fertirrigazione così da combinare la somministrazione del fosforo alla riduzione di azoto nella soluzione circolante. Se il suolo è povero di nitrati e si ha poca crescita radicale aumentando il fosforo e riducendo l'apporto di azoto si ha un repentino arresto della crescita

1.4.4 *La temperatura del suolo*

L'accrescimento della chioma è strettamente influenzato dalla temperatura del suolo, che influisce la crescita e lo sviluppo delle radici. Ciò è valido considerando un range di temperatura che va dagli 8 ai 32 °C nel suolo, dato che alle nostre latitudini è difficile trovare valori esclusi da questo range, salvo casi eccezionali.

Sotto i 18°C si ha una riduzione dell'espansione radicale con conseguente minor produzione di fattore I, provocando un elevato rapporto E/I, anticipando la massa critica. La temperatura infatti agisce sulla formazione di radici scheletriche e sulla velocità di trasporto sia del fattore I alla chioma che del fattore E alle radici. Una buona temperatura del suolo

permette un elevato trasporto di fatti E ed I, permettendo di conseguenza un elevato sviluppo di tutta la pianta, perciò si può affermare che la crescita della chioma è proporzionalmente diretta alla temperatura del suolo.

Invece la produzione è inversamente proporzionale alla temperatura del suolo poiché una temperatura del suolo che incoraggia un buon trasporto delle sostanze permette alle radici di essere un buon polo d'attrazione di fattore E. In caso contrario il fattore E rimarrebbe nella chioma favorendo la differenziazione a fiore, si avrebbe quindi produzione.

In vivaio si sfruttano suoli caldi per avere una rapida crescita delle piante, al contrario nei frutteti si cerca di avere un suolo freddo per anticipare la produzione e avere una mole ridotta della pianta. Combinando una bassa temperatura del suolo ad una tessitura franca si permette una buona profondità dell'apparato radicale così che la pianta abbia minor esigenza di sostegno meccanico e si ha un lento sviluppo radicale che garantisce maggior longevità d'impianto.

Gli accorgimenti pratici per avere temperature del suolo minori consistono nel preferire l'esposizione a Nord e forme di allevamento che provocano ombreggiamento del suolo. Si può anche ricorrere a pacciamatura con teli bianchi, che riflettono la luce e limitano l'irradiazione del terreno, oppure intervenendo direttamente con irrigazione per raffreddare il terreno, a pioggia o sottochioma, quest'ultima preferibile poiché si ha minor evaporazione e si limitano i consumi di acqua.

1.5 **Riduzione del trasporto**

Alla base degli interventi atti a limitare il trasporto di sostanze fra apparato ipogeo ed epigeo c'è il concetto per cui la crescita di chioma e apparato radicale si può avere solo se c'è lo scambio dei rispettivi prodotti, già definiti precedentemente con fattore E per la chioma e fattore I per l'apparato radicale.

I fattori E ed I permettono la formazione di substrato edafico, utilizzabile dagli organi vegetali per funzioni plastiche (di crescita) ed energetiche (respirazione cellulare). Esistono correlazioni inibitive tra gli apparati, poiché la crescita di uno dipende dalla disponibilità del prodotto dell'altro, che quindi fa da fattore limitante alla crescita.

I sistemi di trasporto si occupano di trasportare i fattori prodotti dall'organo di produzione all'altro, ma il trasporto di queste sostanze varia continuamente, in funzione del periodo nel ciclo stagionale, dell'età della pianta, della formazione di strutture gerarchizzate e dalla forma che hanno assunto gli organi durante la crescita

Per quanto riguarda l'età l'intensità del trasporto diminuisce all'aumentare di essa, si spiega infatti come all'aumentare dell'età della pianta diminuisca gradualmente lo sviluppo annuale degli organi.

La forma assunta dall'organo durante la crescita incide sul trasporto in funzione dell'inclinazione dell'asse dell'organo rispetto alla direzione della forza di gravità. Infatti un ramo poco inclinato rispetto alla direzione della forza di gravità permette un elevato trasporto di fattori E ed I e conseguentemente un'elevata crescita vegetativa. Invece maggiore è l'angolo di incidenza tra l'asse del ramo e la direzione della forza di gravità e maggiormente viene ostacolato il trasporto provocando un ristagno di fattore E nella chioma e minor richiamo di fattore I dalle radici. Il ristagno di fattore E nella chioma incoraggia la differenziazione a fiore, proprio per questo la pianta matura forma rami con angoli aperti, per permetterne la produzione.

Gli organi di trasporto sono autonomi, pertanto è possibile regolarlo ricorrendo a varie tecniche, principalmente limitando la migrazione di fattore E dalla chioma oppure limitando l'arrivo di fattore E in essa. In entrambi i casi il risultato ottenuto è un rapporto E/I nella chioma elevato così da avere mino crescita dei rami e maggior differenziazione a fiore.

Si ottengono già dei risultati operando sul trasporto di un solo fattore eppure diverse prove sperimentali hanno confermato che intervenendo con più tecniche sul trasporto di entrambi i fattori si ottengono risposte proporzionalmente più intense.

1.5.1 *Impiego di portinnesti nanizzanti*

L'impiego di portinnesti nanizzanti non agisce solamente sul trasporto, si viene infatti a creare una condizione fisiologica molto particolare e non omogenea in quanto il portinnesto nanizzante agisce sullo sviluppo complessivo della pianta in base alla disaffinità tra nesto e portinnesto, al ridotto potenziale di crescita radicale del portinnesto e alla riduzione del trasporto floematico e xilematico.

È doveroso sottolineare come l'innesto oltre a dare risultati variabili in funzione delle varietà e del tipo di materiale utilizzati (è infatti differente utilizzare materiale da seme o da propagazione agamica) dà anche risultati diversi in funzione dei ruoli assegnati. La stessa combinazione di bionti dà risultati diversi in base a quale bionte fa da nesto e quale da portinnesto a causa della diversa risposta data dalla pianta in base ai potenziali di crescita degli apparati, all'habitus del bionte impiegato come nesto e dall'entità del trasporto di sostanze.

Ricorrendo a portinnesti nanizzanti disaffini con la varietà principale si ottiene una riduzione sia del trasporto. La disaffinità provoca la disorganizzazione dei vasi che si manifesta con discontinuità dei tessuti e dunque si ha trasporto di fattori I ed E non ottimale,

non solo quantitativamente ma anche qualitativamente. È minore la quantità di soluti che migrano da un apparato all'altro e inoltre alcuni soluti in particolare possono non essere trasportati.

Ovviamente si ottiene il risultato sperato di smorzare la vigoria della pianta e di favorirne la produzione, però la disaffinità d'innesto può provocare l'insorgenza di problemi solo in un secondo momento, quando la pianta è ormai matura. Infatti la discontinuità dei tessuti conferisce minor stabilità meccanica alla pianta che può richiedere maggiori sostegni, rischiando altrimenti di spezzarsi negli anni di carica a causa dell'elevata produzione. Inoltre se alcuni soluti in particolare non vengono trasportati possono nel lungo periodo dare problemi allo stato di salute della pianta che ne sarebbe indebolita.

Invece ricorrendo a portinnesti nanizzanti fisiologici si sfruttano le caratteristiche genetiche della pianta che ha un ridotto potenziale di sviluppo radicale che inciderà sull'epibionte per limitarne la crescita della chioma. Questi portinnesti non svolgono la funzione nanizzante solamente in termini di minor produzione di fattore E dovuta alla minor vigoria radicale, ma permettono anche di ridurre il trasporto di soluti, come dimostrato da prove sperimentali in cui l'effetto nanizzante si è ottenuto anche impiegando il caule di portinnesti nanizzanti fisiologici per fare innesti intermedi, con riduzione tanto maggiore quanto più lunga è la porzione di bionte nanizzante usato come innesto intermedio La riduzione del trasporto è comunque di minor intensità rispetto a quella causata dai portinnesti nanizzanti disaffini.

Il ridotto potenziale di sviluppo unito al ridotto trasporto riduce la trasmigrazione di fattore E nelle radici, le quali crescendo meno vigorosamente opereranno minormente la trasmigrazione di fattore E verso la chioma, limitandone la crescita.

Come il portinnesto influenza la vigoria della chioma così la chioma influenza la vigoria del portinnesto, nonostante essa risenta, come già detto, del ridotto potenziale di crescita radicale. Infatti una chioma che riesce ad essere più vigorosa della chioma che avrebbe naturalmente il bionte usato come portinnesto, producendo maggiori quantità di fattore E, ne determinerebbe una crescita proporzionalmente superiore rispetto al naturale potenziale di crescita radicale, ciò sta a dimostrazione del fatto che intervenire con una sola tecnica, come già detto ricorrentemente, non è sufficiente ad raggiungere gli obiettivi prefissati.

L'utilizzo di portinnesti nanizzanti fisiologici ha delle controindicazioni, la lenta crescita della chioma fa sì che occorra più tempo per l'occupazione degli spazi assegnati in campo oltre che ritardare l'ingresso in produzione. È possibile risolvere questo problema impiegando portinnesti relativamente più vigorosi e ricorrendo a operazioni e accorgimenti per facilitare la transizione a massa critica e dunque precocizzare la produzione.

1.5.2 *L'innesto intermedio*

L'innesto intermedio fatto con varietà nanizzanti, innestando il caule fra l'apparato epigeo ed ipogeo, con proporzioni diverse in funzione dell'effetto nanizzante che si vuole ottenere.

Alla base dell'effetto nanizzante c'è la diversa porosità dei vasi xilematici e floematici tra il materiale nanizzante e la varietà principale, dunque una minor porosità si traduce in minor traporto di fattori E ed I. Di conseguenza impiegando una maggiore porzione di intermedio si ottiene una maggior riduzione del trasporto. Ne risulta un rapporto E/I elevato nella chioma e basso nelle radici, la limitata disponibilità di substrato edafico che ne deriva riduce l'espansione degli apparati, nanizzando complessivamente la pianta.

Esiste anche la possibilità di ricorrere ad un anello di corteccia, così da poter intervenire in stadi diversi della crescita e avere comunque un effetto nanizzante.

Nel caso dell'innesto intermedio è possibile permetterne la formazione di germogli che facciano da poli di attrazione di fattore I, così che oltre a verificarsi la limitazione meccanica del trasporto venga ulteriormente ridotta la quantità di fattore I a disposizione della chioma amplificando l'effetto nanizzante.

Una variante di queste tecniche è rappresentata dall'inversione di polarità d'innesto del materiale da innestare, causando l'inversione lungo il tratto innestato, dei tessuti xilematici e floematici, rivelandosi molto utile in casi in cui non si hanno a disposizione portinnesti nanizzanti. Lo stesso meccanismo è sfruttato per l'innesto di gemme, determinando una riduzione contenuta del trasporto, in quanto la porzione di tessuti a polarità invertita è ridotta, ma favorisce comunque la formazione di rami aperti più inclini ad un habitus produttivo.

Tra gli svantaggi principali di queste tecniche vi sono l'onerosità delle operazioni da attuare e il costo discretamente elevato che ne deriva.

1.5.3 *Decorticazione e pratiche assimilabili*

Queste tecniche mirano ad arrestare il trasporto floematico tra apparati epigeo ed ipogeo, permettendo di trattenere il fattore E nella parte aerea, favorendone la produzione, non permettendo l'arrivo di tali sostanze nelle radici, di cui si avrà minor crescita e dunque minor produzione di fattore I. Al di sotto del punto in cui verrà effettuata l'operazione si avrà forte tendenza a germogliare a causa del basso rapporto E/I.

La decorticazione provoca un effetto repentino, la cui durata varia in funzione dei tempi di rimarginazione che dipendono dalle caratteristiche della pianta e dalla quantità di corteccia asportata.

Sul ramo singolo è possibile intervenire già alla ripresa vegetativa poiché l'effetto ottenuto perdura anche oltre la rimarginazione dei tessuti, in quanto nel frattempo la pianta avrà fatto crescere altri germogli che opereranno dominanza sul ramo precedentemente decorticato.

Sul tronco invece è preferibile intervenire già è iniziato il naturale processo di rallentamento della crescita dei rami così che anche una volta che i tessuti saranno stati rimarginati non si avrà il rischio di un riscoppio vegetativo poiché le gemme saranno dormienti, infatti l'interruzione del trasporto nella fase di rallentamento della crescita agevola l'ingresso in dormienza delle gemme.

Un vantaggio della decorticazione è che è una tecnica modulabile, si ha un effetto proporzionale all'altezza della fascia apportata, ci sono comunque dei limiti dettati dall'incapacità della pianta di rimarginare i tessuti in seguito all'asportazione di una fascia di altezza eccessiva. È possibile però superare questi limiti e quindi asportare una porzione maggiore coprendo poi la zona decorticata evitando la disidratazione dei tessuti e permettendo alla pianta di riuscire a rimarginarla. Nel caso in cui la pianta non riesca a ricreare i tessuti e a rimarginarli si avrà un grave danno alla pianta, che ne uscirà indebolita e a causa del poco rinnovo degli organi degli apparati tenderà velocemente all'insenilimento.

Esistono diverse tecniche che derivano dalla decorticazione:

- L'inversione della corteccia provoca un arresto repentino del trasporto floematico, ma la polarità invertita fa sì che anche in seguito alla rimarginazione dei tessuti il trasporto rimanga ridotto per alcuni mesi, aumentando la durata dell'effetto dell'operazione, ma in seguito la pianta avrà formato nuovi tessuti di trasporto terminando l'effetto ottenuto con l'operazione.
- Utilizzando la corteccia di un nanizzante, analogamente a quanto già visto con l'innesto di portinnesti nanizzanti, si riduce il trasporto proporzionalmente all'altezza della fascia di corteccia nanizzante utilizzata. Si ottiene un effetto più duraturo poiché oltre all'intaglio dei tessuti di trasporto che ha un effetto immediato sul trasporto di sostanze anche in seguito alla rimarginazione si avrà una porzione di tessuti con minor capacità di trasporto di sostanze.
- L'impiego del cinto, una legatura estesa su una fascia del tronco o di una branca, non causa un repentino arresto del trasporto, in quanto la riduzione di esso avviene con la crescita dell'organo che viene strozzato. Il vantaggio principale è di evitare subito un basso rapporto E/I al di sotto del punto di applicazione, ciò avverrà solamente in un secondo momento, in seguito alla crescita dell'organo, ma non si formeranno succhioni poiché la crescita sarà già rallentata e le gemme basali

saranno già dormienti. Al posto del cinto si possono usare delle fascette metalliche al di sotto delle quali si metteranno delle guaine in plastica per proteggere la pianta da lesioni alla corteccia. In questo caso il vantaggio acquisito rispetto al classico cinto consiste nel poter regolare l'intensità della strozzatura operata sull'organo della pianta regolando la fascetta, in funzione della stagione e delle esigenze dell'operatore.

- L'intaglio è una tecnica che consiste nell'operare due intagli a semiluna sui rami a distanza di 5-10 cm e della profondità di 1-2 cm. Non se ne ottiene un arresto repentino del trasporto in quanto non tutti i tessuti di trasporto vengono intaccati, infatti operando correttamente il 20-30% del trasporto rimane, ma la riduzione è immediata. Lo svantaggio principale consiste nell'indebolire meccanicamente i rami su cui si opera che necessiteranno di sostegni meccanici.

1.5.4 *Il cesto di rete*

Questa tecnica consiste nel disporre una rete di materiale plastico all'interno della buca di impianto. La densità della maglia di rete è tale da permettere, in seguito all'impianto, la prima crescita radicale che sarà di conseguenza rapida, il controllo sulla crescita avverrà solamente quando le radici, aumentando di spessore, saranno strozzate dalle maglie del cesto di rete.

In questo modo si arresta la crescita della pianta solo quando essa avrà già compiuto la crescita desiderata, regolata in base alla dimensione delle maglie, si avrà quindi un elevato rapporto A/R determinando la riduzione della taglia complessiva della pianta, ma a differenza del portinnesto nanizzante si raggiunge la massa finale, programmata dall'agricoltore, con la massima velocità esponenziale.

Il problema principale di questa tecnica è nella difficoltà nel reperire i materiali, anche a causa dei diversi spessori delle maglie, e nella durabilità di questi materiali.

1.5.5 *L'inclinazione dei rami*

Questa tecnica sfrutta il fenomeno per cui l'intensità del trasporto dipende dall'angolo di incidenza tra l'asse dell'angolo di trasporto e l'asse gravitazionale, tanto più ampio sarà l'angolo che si forma e tanto minore sarà l'intensità di trasporto.

L'inclinazione è regolabile, permette di agire in modo graduale, ed è di largo e diversificato impiego, sfruttabile per rami e branche in diverse situazioni, anche per far assumere alla pianta la forma d'allevamento desiderata. Ad esempio aumentando l'angolo d'inclinazione gradualmente dall'alto verso il basso si incoraggia la pianta ad assumere una forma assurgente. Al contrario garantendo a tutti i rami principali un elevato angolo di inclinazione si ottiene

basiplastia, infatti il comportamento dell'intera pianta dipende dall'angolo medio dei suoi rami.

1.5.6 *L'impiego gerarchico di dardi o lamburde*

Questa tecnica si basa sulla diversa attrazione di fattore I e di trattenimento e attrazione di fattore E dei rami.

Un ramo vigoroso produce fattore E in grande quantità, ma non è incline a trattenerlo permettendo che esso raggiunga l'apparato radicale, che così si espande e produce maggior fattore I che andando nella chioma ne permette l'espansione.

I rami corti e in particolar modo i rami a frutto hanno scarsa presenza di foglie, ma forte capacità di attirare fattore E.

Ciò emerge osservando la risposta della pianta al test del taglio di ritorno, consistente nell'operare o meno un taglio di ritorno in due rami analoghi, infatti il ramo che non subirà il taglio avrà in posizione terminale una lamburda, che stimolerà poco la crescita in quanto sarà polo di attrazione di fattore E, mentre il ramo che subirà il taglio di ritorno avrà in posizione terminale una gemma a legno, che darà luogo a forte crescita vegetativa.

Dunque regolando la presenza nella chioma di strutture produttive e vegetative è possibile ottenere dalla pianta il comportamento desiderato.

1.6 **Controllo dei ritmi di crescita dei rami e della chioma**

Nell'arco delle stagioni, con la naturale crescita della pianta, si ha la formazione e successiva crescita di nuovi germogli, dunque aumentando il numero geometrico dei germogli si ha automaticamente minor crescita individuale dei rami in quanto ci saranno più poli di attrazione. Ciò comporta un aumento del periodo latente in seguito all'arresto della crescita annuale dei germogli, che avranno maggior fotosintesi a disposizione da destinare alla produzione, tendendo dunque a differenziare a fiore.

È pertanto possibile vedere la correlazione fra l'attitudine riproduttiva della pianta e la lunghezza media dei rami, e per questo piante giovani che subiscono una potatura leggera entrano in produzione in anticipo rispetto a piante giovani che subiscono interventi di potatura più decisi. Ciò avviene perché la potatura leggera permette alla pianta di ricoprirsi anticipatamente di rivestimenti, l'aumento geometrico di germogli determina una minor crescita dei rami, così da avere un precoce ingresso in produzione e l'anticipato raggiungimento della forma definitiva della pianta, che sarà dunque di dimensioni minori.

Con le tecniche di potatura è possibile formare anticipatamente lo scheletro definitivo così da poter indurre la formazione di rivestimenti equamente distribuiti in modo da avere una buona efficienza fotosintetica.

È possibile agevolare il periodico rallentamento della crescita così da incoraggiare la produzione e precocizzare la condizione di pianta ferma con queste tecniche, che variano dalla potatura oculata nei primi anni d'impianto, allo stimolare la formazione di rami in numero maggiore o al favorire la crescita di alcuni rami piuttosto che altri.

1.6.1 *L'anticipo della formazione scheletrica*

Una delle maggiori esigenze in frutticoltura consiste nello sviluppare la massima superficie fogliare in una pianta giovane così da precocizzare la produzione e il conseguente arresto nello sviluppo. Agendo con una potatura troppo aggressiva si ottiene il risultato opposto ritardando la strutturazione dello scheletro e l'ingresso in produzione, viene infatti preferita una potatura leggera ma oculata, che mira a distanziare fin da subito i centri di crescita così da stimolare la formazione dello scheletro già in piante molto giovani.

Il germogliamento naturale non è gerarchizzato nei primi anni, portando la pianta ad avere numerosissimi centri di crescita in competizione tra loro, i numerosi germogli diventeranno poi branchette lunghe e con poche foglie, concentrate all'esterno a causa della competizione per la luce. In questo caso la pianta ha una corona fotosintetizzante poco estesa e solo successivamente la pianta opererà delle selezioni che avranno come risultato una pianta con scheletro definitivo costituito a poche branche, opportunamente distanziate così da limitare la competizione, e rivestite di strutture secondarie. Ne deriva una corona fotosintetizzante più estesa, ma ottenuta dopo 20-30 anni di crescita e selezione, condizioni non compatibili con le esigenze della frutticoltura.

In natura, terminata la selezione e formato lo scheletro definitivo, si ha comunque un elevato rapporto F/L, indicando con F la corona fotosintetizzante e con L il legno della pianta, quindi le dimensioni raggiunte. Un rapporto F/L elevato è l'obiettivo desiderato anche in frutticoltura, ma in tal caso diventa necessario intervenire con una potatura oculata e mai troppo aggressiva che combini la necessità di ottenere un rapporto F/L elevato e uno scheletro definitivo fin da subito così da limitare le energie investite dalla pianta nella formazione dello scheletro e soprattutto permettendo di ridurre il numero di interventi così da avere minor necessità di manodopera. "Lo scheletro di una pianta da frutto potata anticipa di decenni la formazione di una corona estremamente ampia e lo fa con un dispendio di energia molto inferiore a quello che avviene in condizioni naturali" (Neri, Zucconi 1996)

Gli interventi di potatura mirano a distanziare i centri di crescita già nella pianta giovane, cercando di risparmiarle l'operazione di selezione, permettendo alla pianta di sfruttare al massimo la crescita, così da non sprecare energie nella formazione di rami che poi verrebbero soppressi dalla stessa pianta, e un altro obiettivo è quello di non avere cime così da mantenere contenute le dimensioni della pianta.

In realtà è possibile lasciare centri di crescita senza avere funzioni di cima solamente in impianti superdensi in cui le pipante non hanno branche vere e proprie, le ramificazioni sono sostanzialmente analoghe a strutture secondarie di branche primarie propriamente dette. Al contrario in piante più grandi, in impianti meno densi, lasciare ramificazioni con funzione di cima è indispensabile per precocizzare la formazione delle branche principali in quanto le ramificazioni con funzione di cima, forti del dominio apicale, evitano la competizione con gli altri germogli potendo espletare la crescita desiderata per la formazione dello scheletro definitivo già nei primi anni d'impianto.

L'obiettivo è dunque quello di avere un elevato rapporto F/L, sinonimo di uno scheletro cono branche distanziate e molto rivestite, così da avere elevata superficie fogliare già nei primi anni d'impianto. In tal caso la potatura verde fatta già alla prima foglia permette di concentrare la crescita in pochi centri, ottenendo rapidamente l'allungamento e l'inclinamento dei germogli, favorendone così il rivestimento.

Un ulteriore vantaggio tratto dal lasciare pochi centri di crescita consiste nel permettere comunque una completa espansine dell'apparato radicale contestualmente alla crescita della chioma.

In conclusione intervenire per anticipare l'ottenimento di uno scheletro equilibrato permette di precocizzare l'ingresso in produzione e conseguentemente l'arresto della pianta garantendo dimensioni compatte e sostenibilità economica.

1.6.2 *La degemmazione*

È possibile anticipare ulteriormente la crescita della chioma nel modo desiderato dall'agricoltore ricorrendo a inclinazioni e degemmazione, oppure favorendo la formazione di rami anticipati completi (che abbiano formato già le gemme per l'anno seguente) così da avere molti germogli alla seconda ripresa vegetativa.

La degemmazione consiste nell'operare una selezione delle gemme sull'astone, lasciandone un numero ben preciso e distanziando opportunamente le une dalle altre è possibile ottenere una forte crescita dei pochi germogli rimasti, naturalmente inclinati per effetto dell'epinastia e privati delle inibizioni di crescita.

Diminuendo il numero di gemme si hanno meno centri di crescita, di solito si opera una riduzione che oscilla tra 1/4 e 1/8 delle gemme totali, in base alla specie, alla varietà e al tipo di impianto che si vuole ottenere. I centri di crescita rimasti godranno di una forte crescita, molto rapida, poiché possono sfruttare sia il prodotto delle radici sia le risorse immagazzinate nell'astone che, se degemmato, non richiede di essere raccorciato, cosa che invece avverrebbe se venissero lasciate tutte le gemme e si volesse ricorrere appunto al taglio dell'astone al primo palco.

Inoltre, si ha una risposta prevedibile sulla base del numero di gemme lasciate, è infatti fondamentale operare lasciando il giusto numero di gemme e alla giusta distanza in quanto le gemme operano un controllo sulla crescita delle gemme nel raggio di qualche cm. Si tratta di una gerarchia al germogliamento che però viene meno in seguito alla degemmazione, che distanzia le gemme al piunto che il controllo tra esse venga smorzato, in modo da avere la massima creascita dei germogli e comunque una buona inclinazione dei rami che si formeranno, con angoli di 50-70°. Un eccessivo distanziamento però annullerebbe del tutto il controllo delle gemme, non permettendo che si verifichi l'epinastia, garantendo comunque una forte crescita, ma si avrà un portamento assurgente dei rami che si formeranno.

Per ottenere un buon risultato è necessario lasciare un numero di gemme adeguato in funzione dell'apparato raadicale, in modo da avere la massima crescita dei germogli pur mantenendo l'epinastia così da avere angoli di inserzione eleati.

Dunque con la degemmazione è possibile ottenere una fortissima crescita al primo anno che provoca un anticipato arresto della chioma, un notevole vantaggio per la frutticoltura moderna. Questa tecnica è impiegata con la potatura verde e bruna così da ottenere risposte molto modulabili.

1.6.3 *L'aumento del numero dei rami*

Possono verificarsi situazioni in cui il numero dei rami può non essere sufficiente per la creazione dello scheletro, richiedendo di intervenire con operazioni e accorgimenti per auentare il numero dei rami.

È possibile intervenire con cimature precoci per stimolare l'aumento dei rami in seguito al germogliamento dei meristemi ascellari. Questa operazione può anche essere effettuata più volte nella stessa stagione di crescita, a patto però che ci sia un elevato potenziale di crescita, in alcuni casi ottenuto effettuando prima di procedere con la cimatura somministrando trattamenti a base di acqua e azoto per ridurre la dormienza.

Anche ricorrendo ad intaccature o incisioni della corteccia per interrompere le correlazioni inibitive isolando le gemme degli apici che operano dominanza è possibile aumentare il numero dei rami, favorendo il rivestimento dello scheletro.

È però fondamentale garantire la corretta e omogenea dormienza lungo tutto il ramo così da poter avere il germogliamento laterale sperato, quindi è doveroso impiegare varietà con un fabbisogno in freddo facilmente soddisfacibile dal clima in cui verrà effettuato l'impianto, facendo però attenzione a non scegliere varietà con fabbisogno in freddo troppo basso così da evitare danni da gelate in seguito ad un germogliamento precoce causato dal precoce soddisfacimento del fabbisogno in freddo. Inoltre è provato come si abbia una dormienza ridotta in apici di germogli che hanno terminato la crescita tardivamente, determinando un consistente vantaggio nella crescita apicale, favorendo l'acrotonia della branca, effetto indesiderato per la nanizzazione, in tal caso è opportuno intervenire operando un raccorciamento del ramo nell'ultima fase della sua crescita annuale.

La gerarchia al miglioramento operata dagli apici viene smorzata quando essi non si trovano in situazioni di vantaggio, infatti operando delle inclinazioni si favorisce il rivestimento (vedi 1.5.5).

1.6.4 *La riduzione della durata della crescita*

È auspicabile provocare una riduzione della durata della crescita annuale dei rami per ottenere piante più compatte, sfruttando il maggior periodo di latenza per agevolare la differenziazione delle gemme laterali. La riduzione della durata di crescita annuale è ottenibile sia intervenendo a livello dell'apice per limitare il richiamo di fattore I sia al livello radicale per ridurre la produzione di fattore I come per esempio il controllo dell'irrigazione o il taglio radicale.

È possibile intervenire direttamente sugli apici con la potatura Lorette, una tecnica che estende a tutta la chioma la cimatura tardiva dei getti lasciando solamente le gemme dormienti, così che il germoglio abbia più tempo a disposizione per la differenziazione delle gemme. Ovviamente è importante effettuare la cimatura tardiva nel periodo giusto, cioè quando la crescita sta per terminare e la radice ha ridotto la produzione di fattore I, così facendo l'apice non riuscirà a richiamare il fattore I, si avrà localmente un elevato raporto E/I relativamente alto. Infatti il fattore I non viene richiamato e il fattore E non è impiegato per la crescita dell'apice e il surplus di fattore E che ne consegue agevolerà la differenziazione delle gemme dormienti rimaste.

Per effettuare correttamente la potatura Lorette non basta tener conto solamente del periodo di esecuzione ma anche dei rami più vigorosi su cui è consigliato lasciare un maggior numero di gemme.

Risultati simili possono essere ottenuti anche utilizzando sostanze brachizzanti, ovvero sostanze chimiche capaci di ridurre l'allungamento assiale dei rami arrestando la distensione cellulare in senso longitudinale. La problematica principale è che queste sostanze non provocano un arresto della crescita, la quale avviene diametralmente, c'è comunque un'elevata divisione cellulare e anche un elevato trasporto che non viene perciò intaccato. Così facendo, terminato l'effetto delle sostanze brachizzanti, riprenderebbe la crescita longitudinale recuperando la crescita precedentemente persa.

Si possono ottenere risultati interessanti anche non ricorrendo ad altre operazioni oltre all'uso di brachizzanti somministrando queste sostanze della fase declinante della crescita annuale, agevolando quindi un processo naturale e sfruttando gli stessi principi della cimatura tardiva.

1.6.5 *La cimatura reiterata*

È una tecnica che consiste nella ripetizione della cimatura precoce, intervenendo con intervalli brevi tra le operazioni di taglio in modo da scoraggiare la crescita dei germogli interessati, arrestandoli.

Ripetendo la cimatura e ottenendo l'arresto del germoglio si elimina la pompa di fattore I costituita dall'apice, ottenendo così oltre all'arresto della crescita maggior dormienza delle gemme, agevolando così la differenziazione a fiore.

1.6.6 *L'impatto della luce*

La luce influenza fortemente lo sviluppo della pianta, e dunque anche la sua mole, ne è un esempio la pianta nel bosco, a causa della forte competizione per la luce, è obbligata a svilupparsi principalmente in alto e a sopprimere i rami in basso, che a causa dell'ombreggiamento hanno un bilancio fotosintetico passivo. Al contrario l'esposizione eccessiva non è ben sopportata dalla pianta, proprio per questo in natura i rami dello stesso palco crescono della stessa lunghezza, così da usufruire dell'ombreggiamento dei rami limitrofi. Quindi piante isolate o in climi caratterizzati da elevata irradiazione sono sovraesposte e assumono un comportamento opposto, cercano di evitare la sovraesposizione con la formazione di una chioma più compatta caratterizzata da maggior ombreggiamento tra rai limitrofi.

In impianto è possibile sfruttare questo aspetto disponendo sul suolo dei teli di plastica bianchi o argentei, che riflettendo i raggi solari aumentano la luce a cui è esposta la chioma della pianta e garantendo più luce ai palchi più bassi, così da agevolarne la produzione ed evitarne l'ombreggiamento. Inoltre i teli svolgono una funzione pacciamante evitando il surriscaldamento del suolo in estate garantendo temperature invernali più elevate.

Questa tecnica è attuabile soprattutto in impianti in serra, in cui è possibile stendere i teli già al primo anno d'impianto, è però importante garantire una buona crescita della pianta prima di indurla all'arresto così da garantire una buona occupazione dello spazio.

Capitolo 2
L'OLIVO IN CAMPO
COME SI COMPORTA L'OLIVO IN CAMPO E COME È NECESSARIO INTERVENIRE PER ADATTARLO ALL'ALTA DENSITÀ

È indispensabile comprendere l'habitus dell'olivo e come esso varia nei diversi tipi di impianto per ottenere i migliori risultati possibili, non solo per quanto riguarda la produzione, ma anche per tutta una serie di fattori quantitativi e qualitativi che influiscono sui costi e sui ricavi che derivano dall'impianto, come ad esempio la precocità di ingresso in produzione, l'onerosità degli interventi colturali necessari, la facilità di raccolta, la longevità dell'impianto stesso etc.

Così facendo è possibile progettare nel migliore dei modi un impianto di olivo, adattando la struttura della pianta alle esigenze che comporta la realizzazione di un impianto ad alta densità, come la meccanizzazione della raccolta e del maggior numero possibile di interventi colturali.

2.1 **L'habitus dell'olivo**

«Originaria dell'area mediorientale questa specie è oggi diffusa in tutto il bacino del Mediterraneo. L'utilizzo delle olive e dell'olio a scopi alimentari, il cui inizio si perde nel tempo, rappresenta un comune denominatore per tutti i paesi che si affacciano sul Mare nostrum (Lodolini 2009)»

L'olivo è una pianta arborea dal portamento arbustivo, dalla base della pianta si formano dei polloni che crescendo vanno poi a sostituire le strutture epigee già esistenti, così la pianta rinnova la propria chioma. L'olivo è però facilmente coltivabile a fusto unico, pratica preponderante in olivicoltura, è infatti sufficiente intervenire con qualche intervento di potatura nei primi anni di vita della pianta per modificare il naturale habitus di crescita.

È una specie rustica, capace di sopravvivere non troppo difficilmente per centinaia di anni e in alcuni casi anche per migliaia di anni senza ricevere molte cure da parte dell'uomo, sfruttando strategie di sopravvivenza ben precise.

Tra queste le più significative sono le seguenti:

- L'elevata capacità trasmigrante delle radici, in grado dunque di esplorare continuamente nuove porzioni di suolo dalla struttura, tessitura e presenza di nutrienti più adatta.
- Una stretta correlazione tra nuovi organi radicali che esplorano nuove porzioni di suolo e nuove porzioni epigee che garantiscano quindi il rinnovo della chioma, nel caso in cui una struttura radicale arresti la sua espansione per qualche ragione allora si osserva un arresto dell'espansione della struttura epigea corrispondente.
- La pianta risparmia energie evitando di procedere con lo sviluppo di strutture epigee o ipogee che si rivelino svantaggiose, siano esse per esempio radici che hanno esplorato zone non sufficientemente ricche di nutrienti o di acqua, oppure branchette o branche con un bilancio fotosintetico passivo. Questa capacità determina un'elevata adattabilità dell'olivo all'ambiente.
- L'alternanza di produzione permette un ulteriore risparmio di energie, è conseguenza di una strategia evolutiva in quanto l'olivo presenta un lungo ciclo vitale con un lungo periodo riproduttivo così da garantire una elevata efficienza riproduttiva (legata alla produzione di seme). Quindi la pianta in alcune annate, dette annate di scarica, investe poche energie nella produzione, che quindi sarà scarsa, così può preparare nel migliore dei modi le annate di carica, in cui la produzione sarà abbondante. L'alternanza di produzione avviene sia a causa di condizioni sfavorevoli in cui si trova la pianta, sia perché la pianta può decidere di investire energie principalmente per la crescita vegetativa per rinnovare le proprie strutture ipogee ed epigee e concentrarsi principalmente sulla produzione nell'anno seguente.
- La proverbiale longevità di questa specie è data dalla capacità di rinnovare l'intera chioma con polloni che si originano dalla base del tronco, infatti in piante molto vecchie inizia a formarsi una cavità nel tronco centrale, rimanendo però vitali i tessuti di trasporto all'esterno della cavità, essi permettono la formazione e lo sviluppo di nuovi fusti che si formano dalla ceppaia. Così facendo la pianta riesce, grazie alla capacità trasmigrante delle radici che possono colonizzare nuove porzioni di suolo dando alla pianta spinta vegetativa, a formare nuovi fusti indipendenti, posti esternamente a quello che precedentemente era il tronco, ognuno strettamente correlato alla rispettiva porzione di apparato radicale. Così

facendo la pianta riesce a sostituire interamente la propria chioma con nuovi organi.

L'olivo da seme presenta uno stadio giovanile lungo, in cui si concentra principalmente nell'esplorazione radicale e successivamente in quella aerea così da occupare in breve tempo lo spazio a disposizione. Successivamente inizia la fase di transizione in cui la pianta, seppur sia ancora nello stadio giovanile, inizia a mostrare in alcune porzioni della chioma caratteri tipici della maturità come la presenza di fiori. In seguito avviene l'ingresso nello stadio maturo, ma occorreranno alcuni anni affinché la pianta raggiunga il massimo produttivo, a questo punto è priorità per la pianta trovare un equilibrio tra crescita vegetativa e produzione, ricorrendo all'alternanza di produzione per trovare nel modo più efficace questo equilibrio vegeto-riproduttivo.

L'olivo invecchiando perde gradualmente attività vegetativa e riproduttiva, anche se quest'ultima presenta una riduzione minore, in questo modo la produzione utilizzerà gran parte dei fotosintetati disponibili a discapito della crescita vegetativa, provocando il collasso della chioma. Come già detto precedentemente l'intera chioma può essere sostituita da un pollone originato dalla ceppaia nell'arco di una decina d'anni.

La branca produttiva dell'olivo presenta diversi tipi di rami: rami vegetativi, rami misti, rami a frutto e rami esauriti non più capaci di produrre, però non è possibile descrivere la branca produttiva dell'olivo considerando i tipi di rami che essa presenta, poiché la distinzione non è molto netta e questo ci obbliga a considerare delle zone sulla branca caratterizzate da un certo tipo di rami o da una combinazione di essi.

È più opportuno quindi parlare di zona vegetativa in cui sono presenti succhioni, zona mista con rami misti e rami a frutto, zona produttiva con rami misti e rami a frutto e zona esaurita con rami produttivi che hanno già fruttificato e rami misti ormai non più in grado di dare produzioni rilevanti. Nella branca produttiva esiste un ciclo poliennale in cui le zone che la compongono evolvono in correlazione al cambiamento dell'inclinazione dei vari rami di ogni zona. Infatti (come già spiegato nel cap.1) l'habitus del singolo ramo è influenzato dalla sua inclinazione, infatti anno dopo anno ogni ramo, sotto al peso della sola vegetazione nel caso di rami vegetativi, o anche della produzione nel caso di rami misti e a frutto, si inclina e di conseguenza cambia anche la ripartizione dei fotosintetati nel ramo tra crescita e produzione.

Più precisamente i rami della zona vegetativa crescendo e facendo più vegetazione nel corso degli anni si inclineranno ed evolveranno in zona mista, analogamente la zona mista anche a causa del peso dei frutti evolve in zona a frutto, la zona a frutto rimarrà tale finché avrà la forza vegetativa di produrre nuovi germogli abbastanza lunghi da ricevere sufficiente

radiazione luminosa da essere stimolata a fruttificare. Quando la zona a frutto non avrà sufficiente spinta vegetativa allora la sua produzione sarà nulla o comunque poco rilevante, diventerà zona esaurita.

La branca produttiva varia nel tempo in funzione delle caratteristiche delle singole varietà richiedendo dunque approcci diversi per quanto riguarda la potatura. Varietà in cui la zona vegetativa cresce lentamente si ha minor inclinazione annuale a causa del peso della vegetazione, inoltre se la zona produttiva è espansa è più facile che i germogli terminali risultino fertili per l''anno successivo, queste caratteristiche fanno sì che il turno per la sostituzione della zona produttiva sia lungo, cioè vada dai 4 ai 6 anni. In varietà in cui la crescita vegetativa è più rapida analogamente si ha la fogliazione principalmente nella zona distale del germoglio, incoraggiando l'inclinazione del ramo, ne deriva un turno più breve proprio a causa di un'evoluzione più rapida delle zone che compongono la branca, in tal caso si parla di turni della durata di 2-3 anni. (Famiani F. et al 2009)

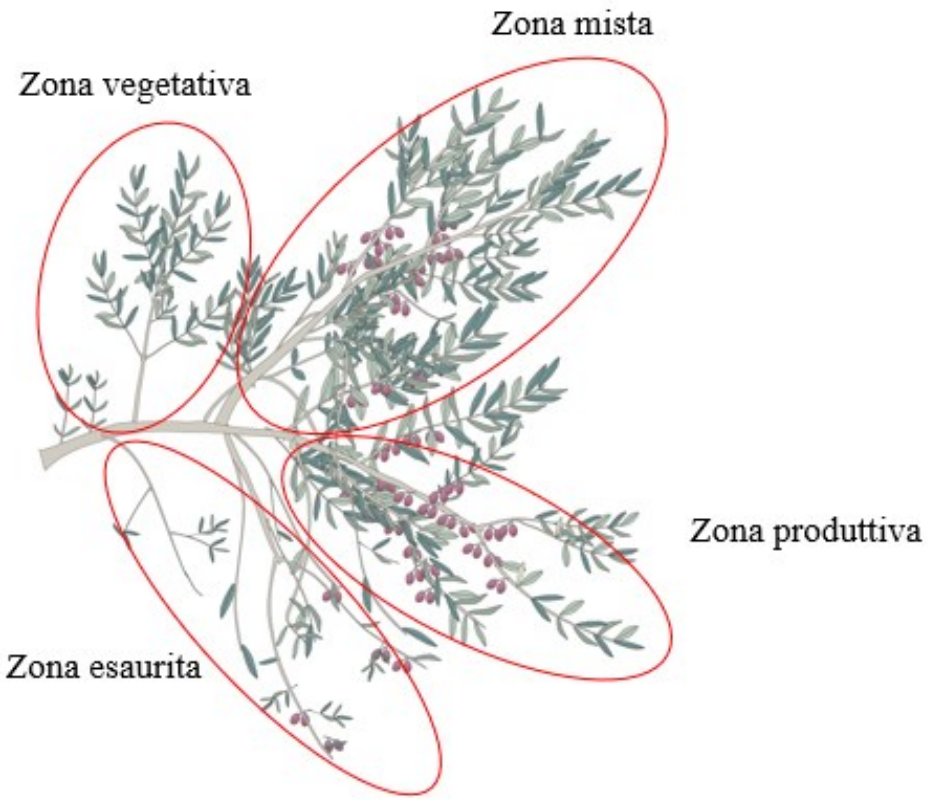

Figura 6 Rappresentazione della branca produttivo dell'olivo cv Leccino (Lodolini 2009)

2.1.1 *Differenze tra olivo in natura e olivo in campo*

L'olivo coltivato non viene propagato da seme bensì da talea o marze innestate prelevate da porzioni di pianta matura, in tal modo il ciclo vitale dell'olivo in campo è diverso da quello dell'olivo in natura, poiché propagando una porzione di pianta matura non si ha nel nuovo individuo lo stadio giovanile. Si ha una fase vegetativa a causa del rapporto A/R molto basso, ma visto che la pianta non dovrà superare lo stadio giovanile è possibile anticipare l'ingresso in produzione.

forme di allevamento che prevedono nella quasi totalità dei casi la formazione di un tronco centrale, come già detto, sia per gli accorgimenti presi o gli interventi colturali effettuati per massimizzare il guadagno. E, come ogni coltura arborea, l'olivo ha alcune caratteristiche che non risultano congeniali agli spazi assegnati in impianto e alle esigenze economiche dell'agricoltore, sia per impianti tradizionali che per impianti ad alta densità.

Gli spazi assegnati all'olivo in impianto sono ridotti rispetto a quelli che avrebbe in natura, ovviamente in funzione del sesto d'impianto adottato, riducendo la possibilità esplorativa sia della chioma che dell'apparato radicale. Oltre a dover adottare la forma d'allevamento più congeniale agli spazi disponibili per permettere una buona illuminazione di tutta la chioma, così da promuovere la produzione in ogni porzione di chioma, c'è anche da tener conto del fatto che la pianta non potrà adottare le strategie che gli permettono di rinnovare interamente la chioma e quindi di essere longeva come frequentemente riesce ad essere in natura.

La difficoltà nel rinnovare le proprie strutture epigee è correlata alla ridotta libertà nell'esplorazione radicale della pianta, a causa della presenza degli apparati radicali delle altre piante presenti in impianto, incontrando maggiori difficoltà nell'avere spinta vegetativa per rinnovare le strutture produttive presenti sulla chioma. Questi fattori determinano minor longevità delle piante in impianto, longevità che diminuisce a mano a mano che la densità d'impianto aumenta, rendendo necessari interventi colturali per stimolare la crescita vegetativa per rinnovare le strutture produttive, in modo da garantire maggior longevità all'impianto, scongiurando di dover sostenere gli elevati costi dovuti al reimpianto dell'oliveto troppo frequentemente.

La difficoltà non sta solamente nel promuovere il rinnovo della chioma, ma anche nell'ottenere il giusto equilibrio tra crescita vegetativa e produzione, così da evitare che ci sia troppa spinta vegetativa a discapito della produzione oppure che la poca crescita vegetativa non sia sufficiente per il rinnovo epigeo. Si rivela quindi indispensabile conoscere le problematiche principali legate ad un impianto di olivo, sia esso tradizionale o ad alta densità.

2.2 **Architettura ed evoluzione della chioma**

Oltre al già citato problema della riduzione degli spazi a disposizione dell'olivo in un contesto produttivo subentrano altri fattori da considerare nella gestione dell'oliveto, sia dal punto di vista della scelta della forma di allevamento che per le tecniche colturali a cui si dovrà ricorrere.

È fondamentale ricordare che la struttura della chioma è il risultato dell'interazione di fattori genetici, ambientali e antropici, dunque la conoscenza dell'architettura di una coltura arborea si rivela indispensabile in quanto essa ci permette di avere un quadro completo sull'insieme dei processi che portano la pianta ad ottenere la sua struttura definitiva. In questo modo possiamo conoscere in quale stadio dello sviluppo si trovi la pianta così da poter prevedere quale sia la sua tendenza di crescita in quel preciso istante e come probabilmente reagirà a determinati interventi di potatura. Di conseguenza sarà più facile intervenire nel modo corretto, ovvero ottenere l'effetto desiderato con il minor numero di interventi, abbassando i costi per l'agricoltore e i rischi per la pianta, che risparmierà energie e subirà un minor numero di interventi invasivi.

Per descrivere l'architettura di una specie arborea è necessario comprendere le modalità di crescita, ramificazione e mortalità, infatti nel processo di evoluzione della chioma della pianta non si può considerare solamente la crescita dei singoli germogli e di come essi ramificano, ma è necessario anche conoscere secondo quali criteri la pianta opera la selezione dei rami nei diversi stadi di crescita.

Per quanto riguarda la crescita del singolo germoglio essa può essere monopodiale (al termine della stagione crescita la gemma terminale è a legno e da essa riprende la crescita nell'anno seguente proseguendo nella stessa direzione) o simpodiale (la gemma terminale degenera, per cui la crescita riprende da gemme laterali facendo sì che si formi una biforcazione) , le ramificazioni possono essere isotone, se crescono alla stessa intensità in tutte le direzioni oppure possono seguire dei gradienti di crescita. In tal caso occorre distinguere le ramificazioni laterali in base a come esse si dispongono in rapporto all'asse principale su cui si inseriscono. Si parla dunque di asse anfitono qualora le ramificazioni si dispongano su di un piano orizzontale, nel caso si dispongano su di un piano verticale si ha un ulteriore distinzione tra asse epitono e ipotono. Una volta avvenuta la crescita e la ramificazione degli assi è il momento per la pianta di operare una selezione delle branche e dei rami così da assicurare un bilancio fotosintetico positivo di tutta la chioma. Anche la mortalità dei rami avviene secondo un gradiente, e come per i gradienti di crescita e di ramificazione, anch'esso varia nel corso

della vita della pianta, infatti è possibile individuare prima un gradiente di mortalità acropeto e successivamente evolve in basipeto.

La pianta costituisce la propria chioma con delle **reiterazioni**, ovvero le nuove strutture che si vanno a formare acquisiscono le caratteristiche dell'elemento su cui sono inseriti. Si distinguono poi reiterazioni totali, quando una reiterazione conduce all'ottenimento di un'intera unità architetturale, oppure parziali quando esse conducono solamente alla formazione di una porzione di essa. La chioma di una pianta adulta è frutto di un insieme di reiterazioni totali e parziali.

Nel caso dell'olivo lo studio della sua architettura non è stato tanto approfondito quanto invece è avvenuto per altre specie arboree, ma si sta rivelando necessario in seguito alla continua e crescente diffusione di impianti ad alta densità per individuare i motivi per cui poche cultivar si rivelano più idonee di tutte le altre.

2.2.1 *Parametri usati per valutare l'architettura delle singole cultivar*

La maggior parte delle specie arboree da frutto possono essere inserite in impianti ad alta densità riducendone il vigore impiegando portinnesti nanizzanti (vedi cap. 1.5.1), nel caso dell'olivo non è possibile poiché la produzione avviene su germogli di un anno sufficientemente lunghi, e di conseguenza una vigoria ridotta ostacolerebbe la produzione. Le cultivar più impiegate per impianti ad alta densità nel mondo sono principalmente Arbequina, Arbosana e Koroneki, comprendere i motivi per cui si rivelano idonee è fondamentale per capire quali sono le cultivar nostrane più adattabili in impianti intensivi, così da permettere realmente la modernizzazione degli impianti olivicoli.

Riprendendo lo studio di Rosati et al (…) sul ruolo dell'architettura della chioma negli impianti di olivo ad alta densità i parametri a cui si è fatto riferimento per valutare le caratteristiche architetturali della chioma delle singole cultivar sono stati:

- Diametro del tronco
- Numero dei nodi sul tronco
- Numero, diametro e angolo di inserzione delle branche laterali inserite sul tronco principale
- Diametro, lunghezza, numero dei nodi e angolo di inserzione dei rami a frutto

Da queste misurazioni sono stati successivamente ottenuti dei parametri nel tentativo di esprimere al meglio le differenze architetturali tra le cultivar e sono i seguenti:

- Branching frequency, parametro ottenuto dal numero di branche laterali formatesi dal tronco per numero di germogli. Una cultivar con un'elevata branching

frequency è meno vigorosa anche per una questione di numero elevato di centri di crescita in contemporanea, e inoltre è facilmente deducibile che questo aspetto si traduca anche in un maggior riempimento della chioma.

- Branching efficiency, un altro parametro ottenuto rapportando il numero di branche laterali alla sezione trasversale del tronco, in questo modo si fa riferimento alla grandezza del tronco, parametro inversamente proporzionale al vigore della pianta.

Inoltre è stato posto l'accento sui rami a frutto, misurandone il numero di infiorescenze alla fioritura e il numero di frutti alla raccolta, così da valutare come hanno reagito le varie cultivar nella condizione forzata dettata dagli spazi ristretti dell'impianto ad alta densità nel periodo più fisiologicamente delicato e più economicamente rilevante.

2.2.2 *Differenze architetturali tra le cultivar*

Le cultivar Arbosana e Arbequina sono state utilizzate come termine di paragone: è possibile dedurre quali siano i parametri architetturali significativamente rilevanti per la valutazione dell'adattabilità di una determinata cultivar per impianti ad alta densità in base ai valori assunti da Arbosana e Arbequina rispetto alla media delle altre cultivar. In poche parole se Arbosana e Arbequina differiscono rispetto alle altre cultivar in modo rilevante per un dato parametro è deducibile che esso sia utile per capire l'idoneità di una cultivar per impianti intensivi.

Analizzando i risultati emerge una stretta correlazione tra i parametri utilizzati per la descrizione dell'architettura dell'olivo, infatti cultivar che formano un tronco più sottile, dunque con minor capacità di trasporto di sostanze tra gli apparati epigeo ed ipogeo, sono anche caratterizzate da elevata branching frequency. Il maggior numero di branche laterali comporta che esse siano di dimensioni minori sia in termini assoluti che rapportate alla sezione trasversale del tronco, la quale, come già detto, è minore rispetto alla media delle altre cultivar.

Quindi quando si parla di maggiore o minor vigore nell'olivo non si fa riferimento esclusivamente alla crescita annuale di germogli o all'incremento annuale della sezione del tronco, ma si intendono dei parametri misurabili o ricavabili da altre misurazioni che cercano di descrivere l'habitus delle singole cultivar che di conseguenza strutturano chiome più o meno contenute in volume e più o meno piene.

Analizzando i dati raccolti per i germogli di un anno si evince come la lunghezza degli internodi è direttamente proporzionale alla lunghezza del germoglio, ma non è un parametro discriminante in quanto Arbosana e Arbequina non mostrano valori così distanti dalle altre cultivar. Arbosana e Arbequina si differenziano sensibilmente per il numero di nodi in

relazione al diametro del germoglio, oltre ad avere mediamente germogli più sottili (anche grazie all'elevata branching frequency che si traduce in numerosi centri di crescita poco vigorosi) hanno anche un maggior numero di nodi a parità di diametro del singolo germoglio.

In sintesi, Arbosana e Arbequina hanno tronchi più sottili, branche più sottili e germogli più sottili, e genericamente un maggior numero di branche e di nodi in relazione alla lunghezza e allo spessore del germoglio, di conseguenza formano una chioma più contenuta e più densa, in questo modo i danni provocati dalla raccolta con scavallatrici saranno minori, aspetto fondamentale per gli impianti ad alta densità.

Per quanto riguarda invece l'angolo di inserzione delle branche e l'angolo dei singoli germogli di un anno non si è riscontrata una notevole e significativa differenza nelle cultivar, pertanto si assume che questi non siano parametri rilevanti per considerare l'idoneità delle cultivar ad impianti intensivi.

Per quanto riguarda i dati relativi alla fioritura e alla produzione si sono rivelati più significativi due parametri ottenuti moltiplicando il numero di infiorescenze sia con la branching frequency che con la branching efficiency rispetto al numero assoluto di infiorescenze e di frutti, anche a causa della correlazione negativa tra numero di frutti e peso di quest'ultimi.

Rapportando il numero di infiorescenze a parametri che tengono conto dell'habitus della chioma si evita di affidarsi a dati assoluti come il numero di fiori o di frutti, ottenendo dei nuovi parametri che tengano conto sì della produzione, ma in funzione del numero di potenziali strutture produttive. E infatti mentre per quanto riguarda il numero dei fiori e dei frutti Arbosana e Arbequina non assumevano valori eccellenti ma al di sopra della media, tenendo conto del numero di infiorescenze e della branching efficiency hanno assunto valori molto più alti rispetto alle altre cultivar.

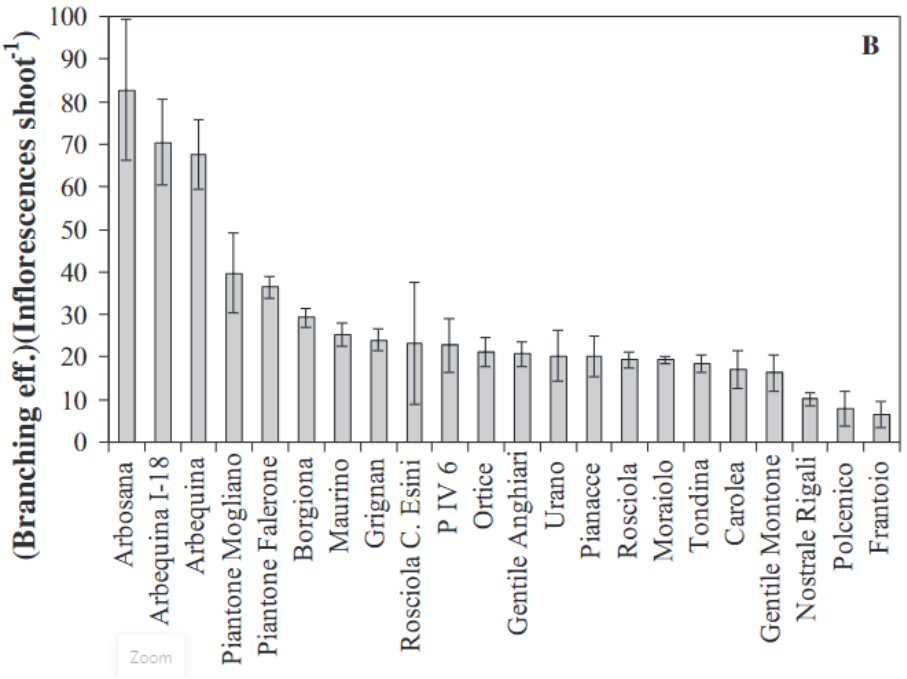

Figura 7 Risultati del rapporto tra branching efficiency e numero di infiorescenze (Rosati et al 2013)

Quindi considerando solamente il singolo germoglio a frutto non si vedono sostanziali differenze con le altre cultivar, sostanziali differenze che però si vedono in campo in impianti intensivi, questo perché è impensabile considerare la produzione senza considerare come le singole cultivar si dispongono negli spazi ristretti assegnati alle singole piante, cioè come le singole cultivar formano lo scheletro della chioma e come riempiono quest'ultima.

I risultati di questo studio confermano che Arbosana e Arbequina sono nettamente le cultivar più adatte all'alta densità, in quanto dal tronco più sottile rispetto alle altre cultivar si formano più branche, più sottili, in questa maniera la singola pianta investe meno energie in strutture permanenti (quelle che compongono lo scheletro), formando una chioma più contenuta, più densa e con un maggior numero di germogli e quindi di zone produttive.

Ci sono due cultivar che nei parametri utilizzati per analizzare Arbosana e Arbequina si sono contraddistinte rispetto alle altre cultivar nostrane analizzate, e sono Piantone di Mogliano e Piantone di Falerone. Risultati discreti sono stati ottenuti anche da Borgiona, Maurino e Rosciola.

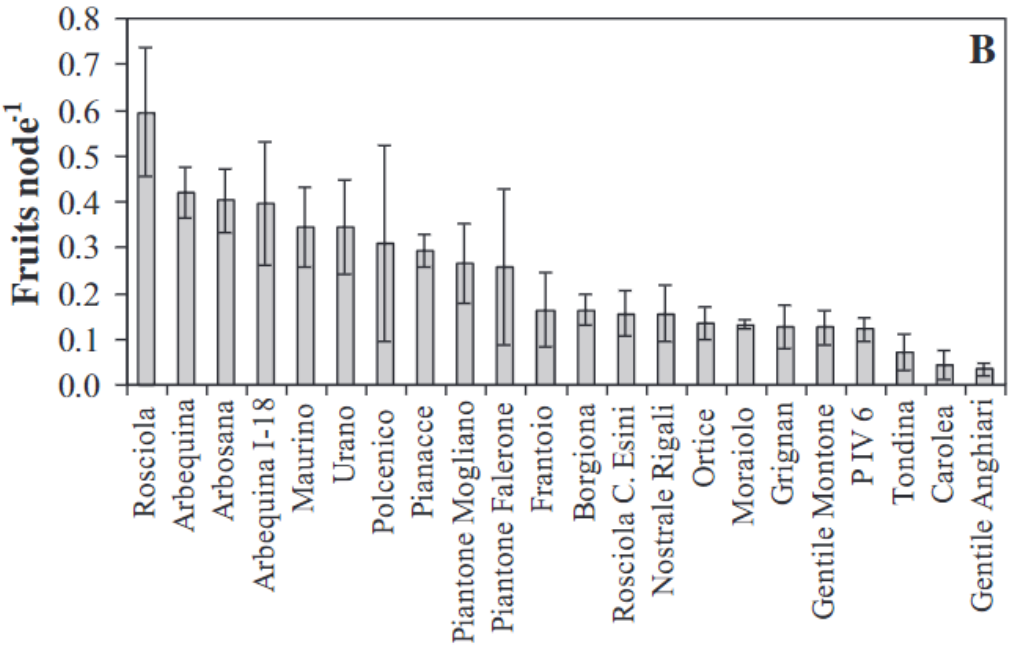

Figura 8 Risultati numero di frutti per nodo (Rosati et al 2013)

2.3 **Forme di allevamento**

La forma di allevamento da adottare è strettamente correlata al tipo di impianto che si vuole ottenere, sia esso tradizionale o ad elevata densità. In entrambi i casi si ha una certa variabilità nei sesti d'impianto in base alla conformazione del terreno, alla disponibilità idrica, all'habitus produttivo delle singole cultivar impiegate, e alle tecniche di raccolta e di gestione della chioma.

Per impianti tradizionali il sesto d'impianto varia da 8x8m ai 5x5, principalmente in funzione della disponibilità d'acqua e del tipo di raccolta a cui si intende, per impianti ad elevata densità invece subentra anche il fattore dell'adattabilità della cultivar all'impianto visto l'esiguo spazio assegnato per lo sviluppo della chioma e delle strutture produttive, dunque si può arrivare nel caso di impianti ad alta densità ad un sesto d'impianto di 4x1.5 con oltre 1600 piante per ettaro. Per ulteriori approfondimenti riguardo la struttura degli impianti e le esigenze logistiche vedere cap. 3

2.3.1 *L'illuminazione della chioma*

È di fondamentale importanza che la chioma sia correttamente illuminata in modo tale che non ci siano porzioni di essa che rimangano costantemente in ombra. In tal caso la pianta, con i processi di selezione delle strutture epigee, procederebbe all'autopotatura di quelle branche

secondarie o dei rami che, a causa dell'ombreggiamento, hanno un bilancio fotosintetico negativo.

Ovviamente una buona illuminazione è garantita sia orientando correttamente i filari in base all'esposizione e alla giacitura dell'appezzamento sia scegliendo la forma di allevamento più adatta e effettuando le operazioni di potatura nel modo più corretto.

I fotosintetati sono destinati alla crescita vegetativa, alla crescita radicale e alla produzione, e come abbiamo visto l'olivo adotta come strategia evolutiva il prolungato rinnovo delle strutture ipogee ed epigee per tutto lo stadio della maturità. Quindi vien da sé che affinché un germoglio di olivo proceda con l'induzione a fiore debba esserci un'abbondanza di fotosintetati e di conseguenza un'abbondante illuminazione delle foglie.

Nel caso di frutti prodotti da zone della chioma poco illuminate a causa di una non ottimale produzione di fotosintetati non si ha un'ottimale maturazione, ciò è testimoniato dal fatto che i frutti risultano di dimensioni minori e hanno un minor contenuto in olio. (articolo gestione chioma)

Una potatura che provoca un ombreggiamento delle branche comporta che esse vadano incontro ad insenilimento precoce in quanto la pianta è poco stimolata a formare nuovi germogli che potrebbero rinnovare la branca. Infatti la luce stimola la formazione di gemme avventizie dal legno, quindi permettendo una buona illuminazione è possibile avere maggior formazione di germogli che potrebbero anche determinare una maggior produzione.

È importante quindi garantire che le branche siano ben distanziate quando si imposta lo scheletro della pianta e che le branche esaurite vengano sostituite adeguatamente con branche correttamente illuminate.

2.3.2 *Principali forme di allevamento*

Le principali forme di allevamento per l'olivo sono il vaso, il globo, il monocono e l'asse centrale.

- Vaso: è la forma più diffusa per gli impianti tradizionali e presenta numerose varianti come il vaso libero, il vaso policonico (tra le varianti è quella più utilizzata), vaso a cono rovescio ecc. La struttura è formata da un tronco di altezza variabile in funzione sia della gestione dell'inerbimento che della tecnica di raccolta, se per esempio si ricorre alla raccolta meccanica per mezzo di vibratori si può avere un tronco anche alto 1-1.20 m. Dal tronco partono 3-4 branche principali posizionate sul piano orizzontale in modo che occupino omogeneamente lo spazio a disposizione, così da garantire buona illuminazione e buon ricircolo d'aria. Sulle branche principali si inseriscono inferiormente e lateralmente branche secondarie

di dimensione descrescente dalla base verso l'apice, così che ogni branca assuma la forma di un semicono e il vaso all'interno sia vuoto. Per agevolare la raccolta meccanica per mezzo di vibratori oltre a prediligere una forma di allevamento con un tronco più alto è importante garantire che la vibrazione venga trasmessa con efficacia impostando strutture lineari senza bruschi cambi di direzione e con pochi germogli esili e flessibili che sarebbero poco sollecitati.

- Globo: forma molto diffusa in ambienti molto caldi in cui si corre il rischio che il sole ustioni il legno, pertanto si procede nell'impostare la chioma della pianta come una sorta di sfera con 4-5 branche principali e numerose branche secondarie che riempiano la chioma anche centralmente.
- Monocono: la pianta è dotata di un unico fusto con un primo palco di branche intorno al metro di altezza, le branche sono di dimensioni decrescenti dalla base all'apice, così che la pianta assuma la forma di un cono. La disposizione delle branche attorno al fusto deve essere regolare così che siano ben distanti fra loro.
- Asse centrale: è la forma di allevamento più impiegata nell'alta densità, impiegata solo per alcune cultivar che si rivelano adatte all'olivicoltura intensiva, finalizzata ad ottenere una pianta su cui gli interventi di potatura e di raccolta possono essere svolti meccanicamente. Richiede inevitabilmente l'impiego di sostegni meccanici come pali e fili. Il tronco deve essere libero da ramificazioni per i primi 50-70 cm così da poter gestire il suolo agevolmente e permettere l'utilizzo delle scavallatrici per la raccolta. La pianta non deve superare i 2.5 m di altezza e 1,5-2 m di spessore, per garantire il passaggio nell'interfila delle macchine operatrici senza che esse danneggino le piante. L'insieme delle piante può formare una continuità di vegetazione così che il filare assuma le sembianze di una parete di vegetazione.

2.4 **L'alternanza di produzione**

L'alternanza di produzione, come già detto, è una strategia che l'olivo adotta per evitare di investire energie nella produzione in anni sfavorevoli oppure per garantire un rinnovo della chioma così da evitare che la stessa pianta si tenda troppo all'insenilimento.

Per l'olivicoltura è una tematica fondamentale, conoscere le dinamiche che causano i cosiddetti anni di scarica all'olivo permette di evitare che ciò accada, così da avere una produzione costante durante le annate, scenario che si rivela essere molto più consono all'agricoltura odierna.

L’alternanza di produzione avviene su più livelli, interessa la produzione di rami della stessa branca, branche della stessa pianta e piante dello stesso impianto.

L’alternanza di produzione si manifesta in piante che hanno già da diversi anni raggiunto la maturità, il fenomeno oltre ad essere influenzato da condizioni climatiche avverse è strettamente correlato all’equilibrio vegeto-riproduttivo della pianta. Tuttavia nel caso di impianti ad alta densità è necessario considerare che il rinnovo radicale è altamente limitato e subentrano inoltre fattori come la potatura, la concimazione e l’irrigazione che potrebbero concorrere ad accorciare la longevità dell’impianto. In questo modo dopo alcuni anni di intensa produzione la pianta può risultare esausta, necessitando di forte rinnovo della chioma e se ciò non avviene può anche morire prematuramente.

Questo scenario ovviamente non è economicamente vantaggioso, è importante perciò garantire che la pianta produca in modo omogeneo e soprattutto che abbia un equilibrio vegeto-riproduttivo sostenibile nel tempo, così da avere una buona longevità.

Il ciclo di sostituzione delle branche produttive in cui le zone a frutto e miste progressivamente si esauriscono e vengono sostituite da succhioni vegetativi avviene in alcuni anni, è importante guidare questo processo con la potatura regolando l’equilibrio vegeto-riproduttivo così che la pianta non senta il bisogno di dedicare più energie al rinnovo della chioma a discapito della produzione. Anche il rinnovo radicale è marcato, l’elevata trasmigrazione delle radici alla ricerca di nuove nicchie di suolo richiede molte energie, e in un impianto con suolo fertile opportunamente concimato e irrigato il rinnovo e l’esplorazione radicale sono poco stimolati così da ridurre il rischio che ci sia alternanza di produzione. In ogni caso stagioni con condizioni ambientali fortemente negative o fenomeni endogeni o esogeni che stimolino la pianta ad intraprendere una forte crescita vegetativa o radicale possono comunque portare ad anni di scarico.

2.4.1 *Il ciclo biennale*

Il germoglio su cui avviene la produzione di frutti è costituito da due porzioni: la porzione basale di un anno, su cui si formano le infiorescenze e la porzione apicale dell’anno in corso, in cui avvengono crescita vegetativa e successivamente l’induzione a fiore. Quindi affinché si verifichi completamente il ciclo del singolo germoglio bastano due stagioni di crescita, ma in funzione della cultivar e della gestione dell’oliveto può verificarsi crescita nella porzione terminale anche per cinque anni, permettendo la produzione.

Durante il ciclo biennale il germoglio deve svolgere più processi nella stessa stagione di crescita: esso deve provvedere alla crescita vegetativa della porzione terminale e contemporaneamente alla fioritura e alla conseguente produzione della porzione basale del

germoglio. Condizioni non ottimali dal punto di vista climatico e della disponibilità d'acqua e di nutrienti provocano una limitata disponibilità di nutrienti che si tramuta in un periodo di induzione a fiore più breve e di conseguenza in una fioritura ridotta nell'anno seguente.

La condizione di disponibilità limitata di fotosintetati in un momento in cui sono sovrapposti processi vegetativi e riproduttivi fa sì che si verifichi alternanza di produzione. Per evitare che ciò accada è necessario provvedere a sostenere la pianta con nutrienti e acqua in modo che la stagione di crescita si allunghi e la pianta riesca a produrre, ad allungare la porzione terminale dei germogli e a garantirne una sufficiente induzione a fiore. In questo caso la potatura non sembra sia determinante.

2.4.2 *Il ciclo annuale*

Il ciclo annuale delle strutture produttive è incentrato sulla formazione del frutto, un processo che dura 20-23 settimane dalla piena fioritura sino alla maturazione commerciale (Lodolini e Neri 2012). La crescita e la maturazione del frutto parzialmente si sovrappongono alla crescita vegetativa e all'induzione a fiore. Il frutto si rivela essere un forte polo di attrazione di fotosintetati, soprattutto nella fase di indurimento del nocciolo e un'elevata carica produttiva potrebbe provocare una ridotta crescita vegetativa soprattutto in ambienti o in condizioni che determinino una ridotta stagione di crescita. La mancata crescita vegetativa dovrà essere poi recuperata nell'anno seguente, così facendo la pianta si troverebbe ad intraprendere un anno di scarica.

Come in ogni pianta arborea la maturazione fisiologica dell'endocarpo rimanda un segnale alla pianta, che considererà la quantità di frutti fisiologicamente maturi (e quindi capaci di germinare) e in base ad essa è più o meno stimolata a produrre l'anno seguente. Tanto più è abbondante la produzione di un anno e tanto minore sarà stimolata la pianta a produrre nell'anno seguente. Ciò avviene anche nell'olivo, infatti una prolungata presenza del frutto maturo sulla pianta a causa di una raccolta ritardata può ridurre la differenziazione a fiore e di conseguenza incoraggiare l'alternanza di produzione (Lodolini e Neri 2012)

2.4.3 *Accorgimenti per arginare l'alternanza di produzione*

In conclusione, per evitare che l'alternanza di produzione si verifichi in modo significativo così da intaccare sensibilmente i ricavi economici dall'impianto, è fondamentale garantire una lunga stagione di crescita vegetativa concimando e irrigando opportunamente.

Nel caso di impianti intensivi la pianta di olivo si rivela essere quasi forzata in un ambiente in cui non glie è possibile esplorare molto lo spazio sia con le radici che con la chioma, e con l'elevata produzione di frutti il rischio che la pianta invecchi precocemente è molto concreto.

La potatura si rivela fondamentale per far sì che la pianta non invecchi troppo e he l'equilibrio vegeto-riproduttivo sia adatto non solo a garantire una buona longevità d'impianto ma anche a permettere alla pianta di gestire correttamente i processi vegetativi e riproduttivi nei singoli germogli delle zone produttive, così da avere una produzione costante negli anni.

2.5 **La potatura dell'olivo nell'alta densità**

Come già detto, l'asse centrale è la forma di allevamento progettata per l'olivicoltura intensiva, e al netto delle considerazioni fatte riguardo l'habitus delle varie cultivar di olivo risulta fondamentale riconsiderare la branca produttiva.

Infatti, le condizioni in cui si trova l'olivo in impianti intensivi rispetto ad impianti tradizionali sono molto diverse, sia per i ridotti spazi assegnati alle singole piante sia per la necessità di meccanizzare le operazioni di gestione dell'impianto, compresa la potatura e la raccolta. Come visto nel capitolo 2.2.2 sono diverse anche le cultivar impiegate poiché si rivela fondamentale utilizzare piante meno vigorose e più inclini a produrre mantenendo chiome di volume contenuto.

Nell'impianto intensivo le operazioni colturali cambiano nel modo in cui esse sono svolte e nel modo in cui la pianta reagisce sia per la crescita vegetativa che per la produzione. Di conseguenza è importante tener conto di queste differenze e analizzarle per comprendere come gestire al meglio un oliveto ad alta densità.

2.5.1 *Potatura di allevamento*

Per la potatura di allevamento è altamente consigliabile procedere manualmente, vista la poca quantità di legno asportato e la capacità richiesta all'operatore di comprendere la situazione della pianta e decidere quali centri di crescita lasciare per ottenere una pianta più idonea possibile agli spazi assegnati in impianto.

Per l'asse centrale si usano solitamente piantine di 6-7 mesi alte 30-40 cm (articolo gestione chioma) e all'impianto vengono legate a delle canne direttamente collegate alla struttura di sostegno composta da pali e fili (genericamente 3).

Gli interventi di taglio possono essere effettuati in estate e in autunno, in base a come si decide di operare nell'asportazione delle parti di pianta. L'asportazione negli anni di formazione della pianta deve essere molto leggera, per stimolare una crescita più naturale possibile e per evitare che la pianta venga stimolata ad intraprendere crescita vegetativa ritardando l'ingresso in produzione.

Nei primi 3-4 anni bisogna permettere la formazione del fusto eliminando parzialmente i rami laterali vicini alla cima così che la funzione di cima dell'asse centrale sia rafforzata rilegando regolarmente la cima al tutore. I rami nella porzione basale vanno eliminati fino a 50-70 cm di altezza da terra, in funzione delle caratteristiche delle macchine operatrici che dovranno poi intervenire nella gestione dell'impianto. Fin da subito è consigliata l'eliminazione di succhioni e polloni.

Può anche rivelarsi utile intervenire in primavera nei primi anni di impianto prima che ci sia la ripresa vegetativa per intervenire sui germogli andando a fare delle cimature che scoraggerebbero la crescita in quei punti.

2.5.2 *Potatura di produzione*

In impianti intensivi non è più possibile considerare le piante come singoli elementi come invece avviene in impianti tradizionali, infatti bisogna considerare tutto il filare come una parete di vegetazione. Anche in questo caso la potatura di produzione ha l'obiettivo di mantenere la forma di allevamento impostata, assicurare una buona illuminazione della superficie fogliare e un buon ricircolo d'aria, garantire un buon equilibrio vegeto-riproduttivo e inoltre permettere che la raccolta meccanica avvenga senza causar troppi danni alla pianta, che altrimenti risulterebbe vulnerabile ad attacchi parassitari

La potatura di produzione viene fatta combinando interventi cesori meccanici fatti con barre falcianti e manuali utilizzando strumenti di taglio agevolati. Gli interventi meccanici si distinguono in topping e hedging: il primo abbassa la chioma con un taglio orizzontale e il secondo contiene lateralmente la pianta effettuando tagli verticali. Gli interventi manuali sono indispensabili in quanto risulta fondamentale la capacità decisionale dell'operatore per rinnovare le branche produttive, eliminare i rami più spessi di 3-4 cm che danneggerebbero la scavallatrice durante la raccolta e sfoltire alcune porzioni di chioma.

Il topping e l'hedging possono essere fatti in inverno o in tarda primavera-estate, sortendo risultati diversi in base alla combinazione scelta. Si può infatti intervenire con entrambi i tipi di taglio nello stesso periodo oppure facendo prima uno e poi l'altro. Ovviamente i risultati sono diversi poiché è diversa la fisiologia della pianta nei due diversi periodi, oltre al fatto che operare tagli alla pianta nel periodo invernale la espone inevitabilmente a danni da freddo.

Parlando in termini generici una serie di tagli invernali modifica il rapporto A/R quando la pianta è ferma, permettendole di "organizzarsi" e avere alla ripresa un'attitudine prevalentemente vegetativa per rimediare alla quantità di superficie fotosintetizzante asportata. Invece gli interventi effettuati a ripresa vegetativa ormai inoltrata non stimolano la pianta altrettanto intensamente visto che la pianta ha già impiegato energie per la crescita

vegetativa e deve sostenere anche altri processi come l'induzione a fiore nei germogli dell'anno e la fioritura nei germogli dell'anno precedente.

Lo studio condotto da Lodolini et al (2016) ha valutato le diverse reazioni di un impianto olivicolo intensivo ai diversi periodi di esecuzione del topping e dell'hedging in termini di dimensioni della chioma, di nuova vegetazione emessa sotto forma di succhioni e di produzione paragonando i dati raccolti a piante potate manualmente in primavera usate come controllo.

La dimensione della chioma è stata descritta con tre parametri: diametro parallelo al filare, diametro perpendicolare al filare e altezza della chioma. Entrambi gli interventi di taglio hanno dimostrato di influenzare le dimensioni della chioma se paragonata ai dati del controllo.

Nel caso del diametro parallelo al filare non si sono viste differenze rilevanti, al contrario il diametro perpendicolare al filare ha visto una contrazione nel caso in cui l'hedging sia stato effettuato in estate, a conferma del fatto che ha operato una riduzione della chioma in un momento in cui la pianta fa fatica a sostenere crescita vegetativa.

Analogamente considerando l'altezza salta all'occhio come il topping estivo contribuisca sensibilmente a contenere verticalmente la chioma, che non supera i 2,5 m, a differenza degli altri approcci e del controllo.

Se dovessimo guardare unicamente alle dimensioni della chioma allora procedere in estate con entrambi gli interventi di hedging e topping risulterebbe essere la scelta migliore proprio perché non asportando abbondanti quantità di legno in inverno si stimola meno la pianta a vegetare, tuttavia non è possibile considerare unicamente le dimensioni della chioma. È indispensabile considerare anche l'emissione di succhioni e la produzione.

Per quanto riguarda l'emissione di succhioni si è ricorso a due parametri misurati al termine della stagione di crescita: il numero di succhioni emessi dal tronco centrale e dalle branche primarie e la somma della lunghezza dei singoli succhioni, così da avere chiare informazioni riguardo la quantità di fotosintetati utilizzati che altrimenti sarebbero stati impiegati dalla pianta per altri processi (tra cui anche processi produttivi). I dati riguardanti i succhioni sono poi stati divisi in due sezioni in base all'altezza in cui si trovavano i succhioni emessi, individuando come altezza discriminante i 2.0 m.

I risultati dimostrano come in termini numerici i diversi approcci non mostrano significative differenze, non considerando il controllo il numero di succhioni emessi oltre i 2 m di altezza è molto maggiore rispetto al numero di succhioni emessi al di sotto dei 2 m (si parla di 3-5 succhioni al di sotto e 20-29 al di sopra), questa differenza è certamente causata anche dal topping che, operando tagli oltre i 2 m stimola la formazione di vegetazione, ma

anche a causa del naturale habitus dell'olivo che cerca la verticalità. La differenza sostanziale è nella somma della lunghezza dei succhioni emessi, in quanto il topping estivo ha fatto ottenere i risultati più bassi, sia combinato all'hedging invernale che estivo.

È importante specificare come tra i vari approcci per gli interventi di potatura non si sono evidenziate notevoli differenze per la crescita vegetativa dei rami misti di un anno.

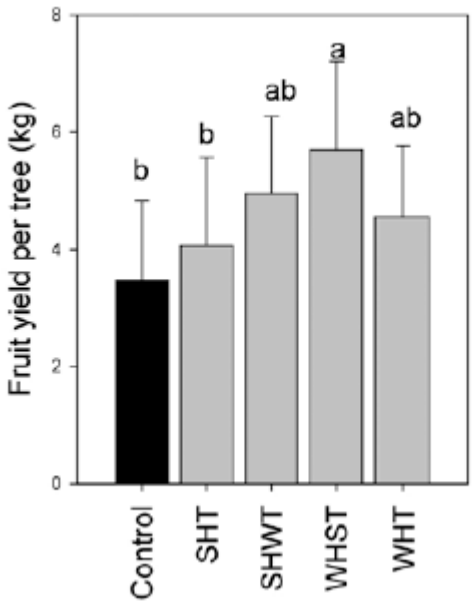

Figura 9 Produzione ottenuta dai vari approcci di potatura meccanica (Lodolini et al 2016)

Analizzando la produzione il controllo ha ottenuto il risultato peggiore, mentre il risultato migliore è stato ottenuto con l'hedging invernale e il topping estivo, ottenendo una produzione superiore del 47% rispetto all'hedging estivo e al topping estivo. Eppure le piante che hanno ricevuto hedging invernale e topping estivo hanno fatto registrare il maggior numero di succhioni, ma il valore più basso di lunghezza totale, questo, unitamente ai valori produttivi ottenuti, fa pensare che in questo modo si assicura un buon equilibrio vegeto-riproduttivo, provocando la formazione di molti germogli, ma corti e poco vigorosi.

2.6 **Caratteristiche della fioritura**

L'olivicoltura intensiva richiede che le piante in campo siano il più possibile simili tra loro in quanto le operazioni di potatura e di raccolta sono meccanizzate, di conseguenza mentre l'olivicoltura tradizionale tende ad una certa eterogeneità varietale in campo nell'alta densità si tende a formare impianti in cui è presente una sola cultivar o comunque in cui si formano

dei blocchi monovarietali. In questo modo l'omogeneità architetturale è garantita, ma si affaccia un'ulteriore problematica, quella dell'autofertilità.

L'impollinazione nell'olivo è anemofila e non è mai stata un problema visto che il polline può essere spostato anche per 7 km (Lodolini et al 2017), ma in impianti intensivi, a causa dell'esiguo numero di cultivar impiegate e alla limitata circolazione di aria (non si hanno più forme di allevamento in volume ma forme in parete) risulta fondamentale conoscere le caratteristiche di fioritura e di compatibilità tra le cultivar. Attualmente le cultivar più impiegate sono autofertili, per poter impiegare cultivar nostrane è indispensabile analizzarne le caratteristiche riproduttive.

Nel caso in cui non si abbia a che fare con varietà autofertili bisogna conoscere la compatibilità fiorale tra le cultivar e il periodo di fioritura così da sapere se sono sovrapponibili e dunque se è possibile che avvenga la fecondazione.

In ogni caso è opportuno precisare come il periodo di fioritura può variare sensibilmente in funzione delle condizioni climatiche, pertanto le prove fatte sono state condotte nello stesso impianto, così da avere risultati attendibili.

Lo studio già citato condotto da Lodolini et al (2017) ha studiato le caratteristiche di fioritura sui rami misti di un anno di 11 cultivar inserite in un impianto ad alta densità di tre anni. Le varie cultivar hanno mostrato un numero di infiorescenze per numero di germogli variabile, ma generalmente si nota una maggior propensione a produrre infiorescenze nella parte bassa della chioma rispetto alla parte alta, con differenze più o meno sostanziali, di conseguenza per avere una buona prduzione risulta importantissimo garantire una buona illuminazione a tutta la chioma per tutta la vita dell'impianto. Il valore medio registrato per numero di infiorescenze è stato di 10, con il valore più elevato fatto registrare da Arbequina e Coroncina (13) e il più basso da Piantone di Falerone e Rosciola Colli Esini (6).

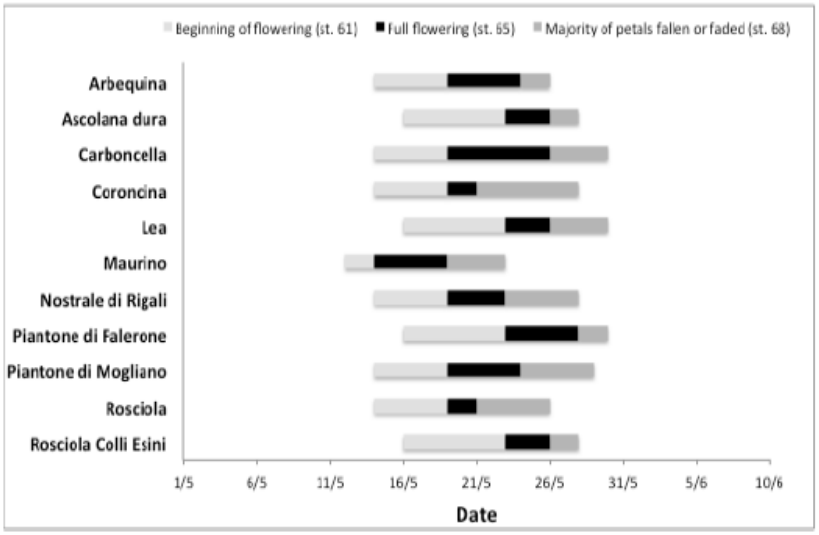

Figura 10 Durata e periodo di massima fioritura (Lodolini et al 2018)

Il numero di fiori in cui è avvenuto l'aborto dell'ovario, e sono dunque definiti maschili, è un dato importante perché oltre a determinare minor fertilità garantiscono comunque una buona fonte di polline per l'impollinazione incrociata di altre piante. Le varietà che hanno mostrato i valori più elevati, come Lea e Ascolana dura possono dunque essere inserite in impianto con la funzione di impollinatori. I valori delle altre cultivar considerate sono stati comunque bassi, a testimoniare una buona fertilità, menzione speciale per il Piantone di Falerone che ha fatto registrare il valore più basso di fiori maschili.

2.6.1 *Distribuzione delle infiorescenze sul ramo*

È una caratteristica di fondamentale importanza, conoscerla ci permette infatti di prevedere che effetto avrà la potatura laterale meccanizzata (hedging) sulla formazione di infiorescenze.

Una cultivar che produce molti fiori nella parte distale è svantaggiata nella produzione se inserita in un impianto intensivo ove si procede con l'hedging, e questo è il caso dell'Ascolana dura, che tra le cultivar studiate, ha fatto registrare la percentuale più alta di infiorescenze nella porzione apicale del germoglio (circa il 25%).

Tra le altre cultivar ci sono Maurino, Piantone di Falerone, Rosciola e Rosciola Colli Esini che non producono infiorescenze nella parte apicale del germoglio ma le producono in modo abbastanza omogeneo nella zona mediale e basale, eccezion fatta per Rosciola Colli Esini che ha fatto registrare il dato più interessante con ben l'81% di infiorescenze prodotte nella porzione basale, in tal caso l'hedging inciderebbe molto poco sulla quantità di infiorescenze e dunque sulla produzione.

2.6.2 *Il periodo di fioritura*

Lo studio sopracitato ha considerato non solo il periodo di fioritura ma anche la durata della massima fioritura, così da poter valutare la compatibilità temporale tra le cultivar su due livelli Una buona durata di massima fioritura è stata registrata per Piantone di Falerone, Piantone di Mogliano, Arbequina, Maurino (5 giorni) e Carboncella (7 giorni). Mediamente la fioritura è durata 13 giorni, con valori più elevati fatti registrare da Carboncella (16 giorni), Lea e discreti valori anche per il Piantone di Falerone e il Piantone di Mogliano.

Per valutare che l'impollinazione tra le cultivar sia possibile dal punto di vista temporale è consigliabile valutare principalmente la sovrapposizione dei periodi di piena fioritura, perciò Maurino è una varietà precoce, Rosciola, Nostrale di Rigali, Coroncina, Carboncella, Piantone di Mogliano e Arbequina sono intermedie e Ascolana dura, Rosciola Colli Esini, Piantone di Falerone e Lea sono tardive.

I risultati inoltre evidenziano Carboncella come una cultivar molto interessante se impiegata come impollinatore, grazie all'elevata percentuale di fiori maschili, per avere un lungo periodo sia di fioritura che di piena fiortiura, che appare sovrapponibile con la maggior parte delle altre cultivar studiate.

2.7 **La raccolta**

Nell'olivicoltura ad alta densità la raccolta può essere effettuata meccanicamente utilizzando macchine scavallatrici semoventi dotate di elementi scuotitori che muovendo la pianta permettono che le drupe si stacchino e vengano intercettate da elementi raccoglitori. Questo sistema di raccolta inevitabilmente provoca dei danni meccanici alle piante ed è doveroso valutare l'entità dei danni così da avere un ulteriore strumento di valutazione per l'adattabilità di determinate cultivar all'alta densità, in quanto una pianta tanto più viene danneggiata alla raccolta tanto è più vulnerabile a danni da freddo, attacchi patogeni o parassitari.

La conformazione della chioma non è importante solamente per l'entità dei danni che si verificano con la raccolta, ma anche e soprattutto per l'efficienza di raccolta, in quanto l'architettura dell'albero influenza la trasmissione della vibrazione degli elementi vibratori (Lodolini et al 2016). In particolare oltre alle dimensioni della pianta o più genericamente della parete di vegetazione che si viene a formare in campo, risultano importanti per l'efficacia della raccolta la densità di fogliame e la flessibilità delle branche e delle strutture secondarie, questa caratteristica è inoltre collegata all'entità dei danni effettuati dalla scavallatrice, infatti rami

molto rigidi oltre a rallentare il movimento in campo della scavallatrice e di conseguenza a limitarne l'efficienza di raccolta, possono essere danneggiati.

L'entità dei danni nei risultati dello studio condotto da Lodolini et al (2016) è stata valutata in base al danneggiamento di rami e di corteccia in due impianti con la stessa densità d'impianto ma utilizzando due diverse macchine scavallatrici, analizzando in totale 14 cultivar.

I risultati mostrano che tra le cultivar analizzate Piantone di Falerone, Piantone di Mogliano, Maurino e, come era prevedibile, Arbequina hanno subito lievi danni, dimostrandosi adatte alla raccolta meccanica.

Per quanto riguarda il Piantone di Falerone però negli anni seguenti ha fatto registrare progressivamente un aumento dei danni in seguito alla raccolta, probabilmente a causa della diminuzione di flessibilità delle strutture della chioma a mano a mano che la pianta invecchia.

-

Capitolo 3
PROFILO IMPIANTISTICO DELL'OLIVICOLTURA INTENSIVA

L'olivicoltura ad alta densità ha l'obiettivo di ottenere un maggior controllo della produzione, con anticipo di entrata in produzione, e riduzione dei costi di gestione dell'impianto, meccanizzando le operazioni colturali, in modo particolare la raccolta.

In funzione della meccanizzazione cambia tutta la struttura dell'impianto, in modo da permettere il passaggio e il funzionamento delle macchine operatrici, questo comporta ovviamente che cambi anche l'architettura della chioma. Se ne ottiene una forma di allevamento in parete, in cui il filare assume le sembianze di una parete di vegetazione formata dalle chiome contigue delle singole piante.

3.1 **Valutazioni preliminari**

Tra le valutazioni preliminari rientrano una serie di osservazioni e di scelte che vanno fatte prima di procedere alla costruzione dell'impianto, per stabilire la convenienza economica, le cultivar da impiegare e la struttura migliore.

3.1.1 *La vocazionalità*

In agricoltura è indispensabile valutare la vocazionalità di un appezzamento per sfruttarne al meglio le potenzialità così da avere piante in salute che permettano di ridurre i costi di gestione o di avere maggior produzione. Nel caso dell'olivicoltura ad alta densità fare un impianto in un terreno vocato garantisce una migliore crescita degli astoni appena impiantati così da avere un precoce entrata in produzione, inoltre le piante possono superare i danni meccanici causati dalla raccolta ed essere meno esposte al rischio di attacchi parassitari. Un ambiente ottimale per la crescita può indurre una maggiore resilienza. Non bisogna tralasciare un altro fondamentale aspetto: i costi d'impianto per un oliveto ad alta densità sono molto elevati, piante in salute che hanno a disposizione la giusta quantità di input riescono a garantire produzioni elevate, permettendo di rientrare nei costi d'impianto più agevolmente.

La vocazionalità di un appezzamento si valuta in base al clima, alle caratteristiche del suolo e alla disponibilità di nutrienti e di acqua.

- Il clima: le temperature non dovrebbero scendere sotto i -5, -6°C per evitare significativi danni da freddo, e non dovrebbero superare i 30°C durante la fioritura (la fase fenologica più delicata) così da non inficiare l'allegagione causando la cascola dei fori. Inoltre, l'andamento climatico durante l'anno dovrebbe garantire un numero di ore di freddo fisiologico sufficiente per soddisfare il fabbisogno a freddo così da garantire che l'induzione a fiore sia abbondante e omogenea su tutta la chioma. Sono sufficienti inverni con circa 300 ore in cui la temperatura è poco al di sotto di 10°C. L'elevata umidità può rivelarsi pericolosa, soprattutto durante l'allegagione (impollinazione anemofila), inoltre può favorire la diffusione e l'attacco di patogeni e parassiti.
- Il suolo: deve essere sciolto o comunque deve garantire un buon drenaggio, i ristagni idrici sono molto pericolosi per l'olivo
- La disponibilità di acqua e di nutrienti deve ovviamente essere adeguatamente programmata, evitando eccessi per poter programmare al meglio i ritmi di crescita.

Un'altra valutazione molto importante è sulla giacitura e sull'esposizione dell'appezzamento, che deve possibilmente essere esposto a Sud o a Sud Est per assicurare una buona illuminazione e non deve superare il 20-25% di pendenza, altrimenti la meccanizzazione non è più possibile in quanto le macchine operatrici non riuscirebbero a lavorare in sicurezza.

3.1.2 *La scelta varietale*

Oltre a valutare la vocazionalità dell'appezzamento è opportuno scegliere adeguatamente le cultivar da impiantare in campo, è importante che le piante siano vigorose nei primi anni d'impianto affinché possano raggiungere rapidamente la massa finale ed entrare in produzione. Successivamente è preferibile che la pianta concentri più energie nella produzione a discapito della crescita vegetativa così che sia più facile gestirne la chioma. È auspicabile avere numerose ramificazioni così che ci sia un elevato numero di centri di crescita, ciò si tramuta in un elevato numero di strutture riproduttive e che esse siano facilmente rinnovabili. (vedere cap. 2).

La meccanizzazione delle operazioni di gestione dell'impianto richiede che la chioma delle piante sia omogenea, questo fattore unito all'esiguo numero di cultivar idonee all'alta densità fa sì che l'impianto sia organizzato in blocchi varietali. Come già detto nel cap. 2.6

in questo modo potrebbero esserci problemi per l'impollinazione, già compromessa dalla parete di vegetazione che ostacola il vento che trasporta il polline, in quanto molte varietà sono autoincompatibili e l'esigua variabilità varietale in campo accentua questo problema. Perciò è consigliabile che le varietà scelte siano quantomeno interfertili e preferibilmente autocompatibili (anche solo parzialmente). Si può valutare anche l'eventuale inserimento di impollinatori in campo.

Un' altra importante caratteristica desiderabile per le varietà da impiantare sono la resistenza agli stress biotici e abiotici.

3.1.3 *La scelta dell'astone*

«La pianta ideale dovrebbe essere allevata in vivaio, con un tronco unico ben definito con un'altezza superiore ai 60cm e con ramificazioni laterali. Tuttavia per abbattere i costi d'impianto si possono utilizzare anche piante più piccole (da talea o moltiplicate in vitro) che vengono fatte crescere ad asse unico in campo, stimolando una forte ramificazione laterale. (Cioccolanti 2012)»

Attualmente vengono principalmente utilizzati astoni non ramificati di 8-12 mesi ottenuti da talee o per micropropagazione, in questo modo oltre ad abbattere i costi d'impianto si facilita la piantumazione, che può anche essere migliorata con l'utilizzo di macchine agevolatrici, e il conseguente attecchimento nel caso in cui si usi materiale micropropagato caratterizzato dall'avere un apparato radicale giovane e dunque molto recettivo.

In alternativa è anche possibile ricorrere ad astoni ramificati di 2 anni di età alti circa 1.70m così da ridurre le operazioni di legatura alle strutture di sostegno in quanto la pianta ha già un fusto resistente e da poter anticipare l'ingresso in produzione. Bisogna precisare come astoni con queste caratteristiche oltre ad essere più costosi sono anche più difficili da reperire.

3.1.4 *Sesto d'impianto e orientamento della fila*

La scelta della distanza tra le file dipende principalmente dalla necessità di accesso delle macchine operatrici e di garantire una buona illuminazione, questo dipende sia dalle caratteristiche della chioma delle piante (altezza e spessore) sia dall'esposizione dell'appezzamento. Infatti, tanto più l'orientamento dei filari si allontana dall'optimum (Nord-Sud) tanto più si dovrà aumentare la distanza tra le file, per evitare ombreggiamento recriproco. Analogamente più ci si avvicina all'Equatore e più è possibile avvicinare i filari. La distanza tra le file più diffusa è di circa 4-4.5 m, c'è comunque una notevole variabilità nell'olivicoltura ad alta densità in Italia.

Per quanto riguarda la scelta della distanza lungo la fila bisogna valutare il tipo di architettura della chioma che si vuole ottenere, in funzione dell'equilibrio vegeto-riproduttivo, dell'habitus produttivo della cultivar (se produce maggiormente su rami lunghi o corti) e di quanto rapidamente si desidera che la pianta occupi gli spazi assegnati.

Distanze troppo ridotte possono causare l'insorgenza di difficoltà nella gestione dell'impianto oltre che portare ad un eccessivo ombreggiamento reciproco soprattutto nella parte bassa e non permettere una buona produzione. Occorre permettere alla pianta di formare strutture abbastanza lunghe e ben illuminate da poter produrre con il minimo di interventi.

D'altro canto distanze eccessive sono controproducenti non solo perché diminuirebbe il numero di piante in campo e dunque la produzione per ettaro, ma anche perché le piante richiederebbero un numero maggiore di interventi per indirizzare la crescita delle strutture secondarie lungo la fila.

In conclusione lungo la fila sono molto diffuse distanze che vanno da 1,60 a 2 m, anche in tal caso esiste nel panorama olivicolo molta variabilità da 1 a 3 m.

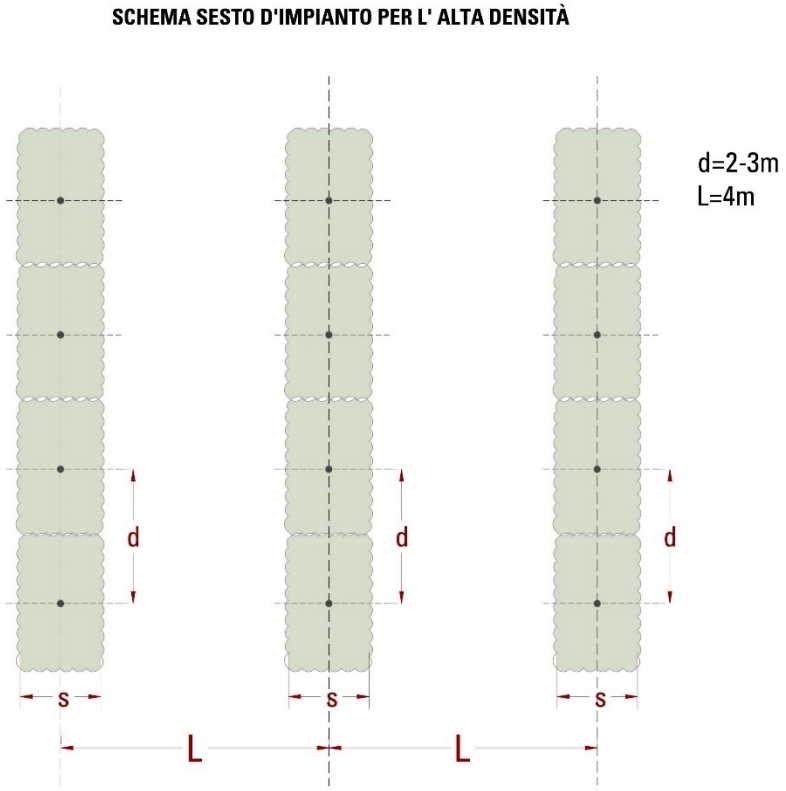

Figura 11 Rappresentazione del sesto d'impianto per l'alta densità, considerando i filari come una parete di vegetazione il cui spessore (indicato con s) è di 1.20m

3.2 **Costruzione dell'impianto**

L'impianto viene realizzato dapprima preparando il terreno e successivamente disponendo gli elementi di sostegno meccanici a cui andranno poi assicurati i dispositivi irrigatori.

3.2.1 *La preparazione del suolo*

L'attecchimento degli astoni viene incoraggiato con lavorazioni medio-profonde del suolo, cercando di non portare in superficie materiale inerte che ostacolerebbe il primo attecchimento dell'astone. Per favorire l'esplorazione radicale e l'infiltrazione dell'acqua si procede con una ripuntatura a 90 cm seguita da un'aratura a 30cm, intervenendo successivamente per sminuzzare il terreno superficialmente, così da garantire l'intimo contatto tra il terreno e le radici degli astoni appena messi a dimora.

Prima di procedere con la piantumazione viene effettuata una concimazione di fondo con indicativamente 10.000 kg/ha di letame (Cioccolanti 2012) Si può anche ricorrere alla pacciamatura del terreno lungo la fila per contenere lo sviluppo di infestanti e mantenere elevata l'umidità del terreno.

3.2.2 *Strutture di supporto meccanico*

Il supporto meccanico si rende necessario nei primi anni d'impianto per poter assicurare i tutori ai fili della struttura in modo da assicurare la crescita verticale degli astoni. Già nel corso dei primi anni d'impianto il fusto delle piante aumenta di dimensioni al punto da non avere più il bisogno di una struttura di supporto, che però si rivela utile anche nel guidare la crescita delle strutture laterali.

La struttura di sostegno si compone di pali di testata, pali rompitratta, fili, ancore e tendi filo.

- Pali di testata: sono 2, posti all'estremità del filare, alti 2-2.20 m, spessi 7.5-10 cm di diametro, fatti di legno, cemento precompresso o ferro. Dal materiale di costruzione derivano caratteristiche come il costo, la durata e la facilità di trasporto e di ancoraggio dei fili.
- Pali rompitratta: sono di numero variabile in funzione della lunghezza del filare, sono infatti disposti solitamente ogni 13-20 m e sono alti intorno ad 1.50 m. Possono essere di legno, cemento precompresso o acciaio, e analogamente ai pali di testata possono essere più o meno durevoli, più o meno costosi o più o meno comodi per la messa in opera.

- Fili: il filo metallico offre sostegno non solo per la pianta ma anche per l'ala gocciolante, è spesso solitamente 2-2.5 mm e viene solitamente impiegato su due palchi all'altezza di 80 e 170 cm, sorreggendo l'ala gocciolante nel palco più alto. Non è raro trovare però impianti in cui il filo sia stato disposto per un solo palco, a 170 cm di altezza. Un'alternativa recente consiste nell'utilizzo di un filo di poliestere tipo "deltex" disposto ad un solo palco, a 180 cm da terra che permette di ricorrere a pali rompitratta ogni 50 m, ma richiedendo l'uso di ancore più stabili e quindi più costose, permettendo comunque di ridurre i costi della messa in opera degli elementi di sostegno.
- Ancore: svolgono la funzione di fissare il palo di testata e, insieme agli elementi tendi filo, di mantenere i fili in tensione. Le ancore possono essere piastre in cemento armato o in acciaio nel caso in cui siano eliche che vengono inserite (avvitate) nel terreno oppure possono essere formate in campo con gettate di calcestruzzo unendole ad un'asta metallica per l'ancoraggio (quest'ultima è la soluzione più costosa)

3.2.3 *Il sistema di irrigazione*

La sufficiente disponibilità di acqua e di input in generale permette di avere una pianta in ottime condizioni, che sia resistente a stress biotici ed abiotici e che soprattutto riesca ad espletare nel migliore dei modi i processi fisiologici che portano alla produzione. L'irrigazione si rende necessaria nell'alta densità per ogni specie frutticola in quanto la ridotta distanza tra le piante fa sì che ci sia molta competizione radicale.

L'irrigazione gioca dunque un ruolo chiave, permette di soddisfare il fabbisogno idrico delle piante e permette anche di controllare lo sviluppo radicale, strettamente correlato allo sviluppo della chioma. È infatti possibile con l'irrigazione stimolare la formazione di un buon apparato radicale nell'astone appena messo a dimora, per poi evitare nella pianta adulta che le radici debbano esplorare nuove porzioni di suolo, sprecando così energie e inducendo successivamente ad uno sviluppo eccessivo della chioma, che nell'alta densità non è desiderato.

Nell'olivicoltura ad alta densità viene impiegata quasi esclusivamente la microirrigazione, che permette anche di effettuare fertirrigazione garantendo così un ottimo controllo nella somministrazione di input alla pianta. Si devono evitare condizioni di stress idrico o nutrizionale nelle fasi più delicate (ripresa vegetativa, fioritura, allegagione, induzione a fiore, accrescimento terminale del frutto e inoliazione).

La microirrigazione offre numerosi vantaggi: permette di localizzare con precisione il punto di erogazione dell'acqua in modo che si bagni la porzione di terreno desiderata, riduce le perdite per evaporazione ed evapotraspirazione e soprattutto permette di indurre deficit idrici controllati. Infatti durante il ciclo annuale è possibile non irrigare o comunque irrigare in deficit durante le fasi fenologiche in cui la pianta è meno suscettibile agli stress idrici, mentre nel corso degli anni è possibile controllare anche la mole della chioma (vedere cap. 2.2.2).

Le ali gocciolanti possono essere appese ai fili della struttura, appoggiate a terra lungo il filare oppure interrate, come nel caso della sub-irrigazione. Questo tipo di irrigazione prevede l'interramento delle ali gocciolanti solo dopo il secondo anno di impianto (prima sono adagiate sul terreno), quando le radici si saranno sviluppate sufficientemente in profondità da poter assorbire l'acqua erogata. La profondità di interramento è di 30-40 cm, con una distanza dal tronco di 50-120 cm. La sub-irrigazione permette di ridurre ulteriormente l'evaporazione e l'evapotraspirazione, erogare acqua direttamente nella zona assorbente delle radici, così da poterne diminuire la quantità (riducendo i costi), contenere lo sviluppo delle infestanti ed evitare che il vento incida negativamente sull'omogeneità di distribuzione dell'acqua dalle ali gocciolanti. Lo svantaggio principale è il rischio che i gocciolatori vengano occlusi dall'ingresso delle radici, questo rischio è evitabile utilizzando dell'acido fosforico a basso pH.

Una caratteristica della microirrigazione è la bassa portata degli erogatori, i lunghi tempi di erogazione d'acqua, la frequenza di adacquamento, che si traduce nella necessità di avere tubi di ridotto diametro, ma soprattutto nella disponibilità idrica quasi continua. Difficile fare questo tipo di irrigazione se il consorzio che gestisce l'acqua obbliga a turni molto ampi (es. una irrigazione alla settimana per azienda).

L'acqua viene condotta dalla fonte all'oliveto con una condotta principale, collegata al punto di pompaggio, da cui si dipartono gli elementi di condotta secondaria posti a monte e perpendicolarmente ai filari, l'acqua confluisce poi nelle condotte terziarie e infine nelle ali gocciolanti che vengono fissate al filo o disposte sul terreno.

I gocciolatori possono essere interni o esterni, di portata variabile (mediamente 2-4 l/h) e nel caso in cui l'appezzamento abbia delle pendenze sono dotati di labirinti per far sì che ci sia un'erogazione omogenea dell'acqua su tutto il filare.

3.3 **La messa a dimora delle e la gestione dell'impianto**

Come già detto la messa a dimora delle piante può essere effettuata con macchine agevolatrici che permettono ad un gruppo di 5 persone la piantumazione di 4000-5000 piante in una sola giornata di lavoro (Cioccolanti 2012). La meccanizzazione della piantumazione aumenta al diminuire della dimensione dell'astone impiegato. La pacciamatura può essere fatta prima della piantumazione, e in tal caso sarà necessario tagliare il telo pacciamante a mano in corrispondenza del punto di messa a dimora dell'astone, o in seguito ad essa, con l'utilizzo di macchine combinate.

La profondità di impianto è di 2-5 cm dal colletto, mentre se l'astone è innestato è buona norma disporre il punto 'innesto a 5-8 cm di profondità per evitare che il portinnesto formi dei germogli.

È consigliato al momento della piantumazione l'impiego dello shelter, cioè di un dispositivo che può essere fatto di cartone o di plastica, cavo, che avvolge il fusto per i primi 30-50 cm guidandone la crescita verticale, inibendo la formazione di germogli laterali che altrimenti andrebbero rimossi e limita lo sviluppo delle infestanti.

La potatura, come già detto nel cap. 2, viene effettuata sia meccanicamente con l'hedging e il topping, sia manualmente in quanto occorre la capacità decisionale dell'operatore nel fare tagli selettivi che permettano il corretto rinnovo delle strutture riproduttive.

Nell'alta densità spesso si ricorre a turni di potatura biennali o triennali, con interventi di topping e di hedging solamente all'ultimo anno del ciclo, per contenere le dimensioni della chioma. Nei primi anni si ricorre ad una potatura molto leggera, che consiste nell'asportazione di organi danneggiati dalla scavallatrice durante la raccolta, mentre al secondo o al terzo anno si ricorre al topping (altezza di taglio variabile dai 2.20 ai 2.80 m) e all'hedging (per contenere lo spessore della parete), unendo a questi interventi meccanici anche gli interventi cesori manuali per ringiovanire le branche produttive.

Ricorrendo a turni di potatura biennali e triennali si abbattono i costi derivati dalla potatura e ovviamente con l'impiego di macchine operatrici se ne riducono anche i tempi, permettendo maggior tempestività d'azione.

3.3.1 *La raccolta*

L'utilizzo di macchine scavallatrici per la raccolta permette di ottenere rese elevate con costi ridotti e in pochissimo tempo. Le macchine scavallatrici operano a cavallo del filare provocando la vibrazione dei fusti e delle branche con bacchiatori orizzontali così che le drupe si stacchino e vengano intercettate e trasportate in un serbatoio di raccolta. La resa dipende sia

dall'elasticità delle ramificazioni (influisce anche sull'entità dei danni provocati alla raccolta) sia dalla facilità di distacco delle drupe, fattore influenzato sia dalle caratteristiche varietali sia dal livello di maturazione raggiunto dalle drupe.

Le massime dimensioni delle piante con cui riescono ad operare le scavallatrici sono 2.5 metri di larghezza e 3.5 m di altezza, la macchina riesce ad avanzare di circa 1.5 km/h, così da effettuare la raccolta di un ettaro nel giro di un'ora e mezza con approssimativamente il 90-95% della resa (Cioccolanti 2012). Tuttavia, se si usa una scavallatrice da vendemmia modificata, le dimensioni del filare devono essere più ridotte (2,2 m di altezza e 1,2 m spessore delle strutture rigide della pianta)

I due principali svantaggi della raccolta con macchine scavallatrici sono rappresentati dallo schiacciamento delle drupe e dai danni meccanici subiti dalle piante. Per quanto riguarda lo schiacciamento delle drupe è uno svantaggio relativo in quanto l'elevata velocità di raccolta permette di procedere rapidamente con la molitura, così che non possano avvenire processi ossidativi che alterino in maniera significativa le caratteristiche organolettiche dell'olio.

Nel caso dei danni alla vegetazione possono essere la scortecciatura e lo schianto o la rottura dei rami, in ogni caso in seguito alla raccolta è buona norma asportare le porzioni di vegetazione danneggiate così da limitare la superficie di attacco di agenti patogeni e parassiti. Comunque è un obiettivo centrale della potatura quello di garantire un'architettura della pianta tale da essere danneggiata in modo quasi del tutto irrilevante durante la raccolta.

Figura 12 Fotografia di una scavallatrice durante la raccolta in un impianto intensivo

Capitolo 4
MODELLI ARCHITETTURALI DELL'OLIVO IN ALTA DENSITÀ

Prima di analizzare con più precisione i modelli architetturali dell'olivo in alta densità è doveroso menzionare come lo scopo dell'alta densità sia quello di creare reddito. Questa precisazione diventa necessaria per motivare adeguatamente le caratteristiche necessarie di una cultivar per rivelarsi adattabile all'alta densità, in quanto l'obiettivo non è quello di avere un'elevata produzione per ettaro in termini assoluti, piuttosto è quello di avere un'elevata produzione rapportata ai costi. Le voci di costo da considerare si dividono in costi (o investimenti) per la messa a dimora dell'impianto e costi di gestione. Mentre i costi per la messa a dimora dell'impianto sono elevati, i costi di gestione possono essere notevolmente abbattuti se la cultivar utilizzata si presta bene alle operazioni meccanizzate di raccolta. Questo avviene quando le operazioni di potatura risultano sufficienti a mantenere la chioma della pianta entro gli spazi assegnati, richiedendo interventi di potatura manuale minima solamente per il rinnovo di branche produttive esaurite (intervento sulle singole branche ogni 3-5 anni) e l'eliminazione di quelle sovrannumerarie quando indirizzate nell'interfilare o troppo dense e possibilmente dopo una produzione significativa. La potatura meccanizzata si può introdurre solo quando le piante sono in equilibrio, limitandola al topping estivo. Nel caso della raccolta invece è auspicabile avere un'elevata resa unita a trascurabili danni meccanici alla chioma o comunque di lieve entità.

C'è anche da sottolineare come gli investimenti iniziali nell'alta densità possono essere ammortizzati nel breve termine grazie alla possibilità di avere produzione già nei primi anni d'impianto.

Un ulteriore vantaggio economico ma anche ambientale dell'alta densità è legato alla microirrigazione che permette un notevole risparmio d'acqua.

Questa serie di fattori rende l'alta densità più economicamente vantaggiosa rispetto agli impianti tradizionali.

4.1 **Modelli architetturali**

Una volta appurata l'entità degli spazi assegnati alle piante negli impianti olivicoli ad alta densità è possibile individuare quali cultivar siano più adatte all'alta densità valutando il loro habitus produttivo, vegetativo e l'architettura che ne deriva.

La mole della pianta è controllabile combinando l'effetto di più strumenti: la potatura, l'irrigazione e la concimazione. La potatura contiene direttamente la chioma asportandone porzioni e indirettamente stimolandone o inibendone la crescita, mentre l'irrigazione e la concimazione ci permettono di controllare la vigoria della pianta.

In ogni caso questo non è sufficiente, bisogna inevitabilmente impiegare cultivar adatte, ma non è possibile considerare adatta una cultivar basandosi esclusivamente sulla possibilità di impostarne la chioma affinché rientri negli spazi assegnati dagli impianti ad alta densità. È necessario valutarne principalmente la vigoria e l'habitus produttivo.

La vigoria idealmente dovrebbe essere buona nei primi anni (così da avere un'entrata in produzione precoce) e limitata successivamente in maniera tale da poter controllare la mole della pianta nel modo più agevole possibile.

Invece, quando si parla di habitus produttivo, bisogna tener conto della tendenza della pianta a formare infiorescenze su diversi tipi di ramo (corti, medi, lunghi, misti e produttivi) presenti nella branca. Inoltre, un impianto ad alta densità, si rivela conveniente se permette di abbattere sensibilmente i costi di gestione dell'oliveto, pertanto si rivela fondamentale poter gestire la branca produttiva nel modo più semplice possibile (e di conseguenza più economico).

Pertanto è saggio considerare di allontanarsi dai 2 m di distanza lungo la fila in virtù del fatto che forzare la pianta entro spazi eccessivamente ridotti oltre ad inficiare negativamente la produzione richiede maggior interventi di gestione. Quindi per quanto riguarda la distanza lungo la fila è bene considerare anche valori di 2-3 m. Mentre per la distanza tra i filari 4 m sembra essere un valore adatto nella maggior parte delle situazioni.

Dagli studi analizzati emerge come alcune cultivar marchigiane e nazionali si siano dimostrate più adatte all'alta densità, gli aspetti presi in esame sono il numero di ramificazioni e la rispettiva vigoria, il numero di infiorescenze sia in termini assoluti sia in relazione al numero di ramificazioni presenti, la compatibilità fiorale e le risposte alla potatura e alla raccolta meccanica.

Da queste conoscenze è possibile costruire un modello rappresentativo di varietà adatte all'olivicoltura ad alta densità, chiamato "modello crescita lenta/chioma compatta" in quanto la crescita lenta dell'intera chioma durante la maturità della pianta è la caratteristica più

desiderabile nel nostro caso. La crescita lenta permette di ottenere una chioma compatta, dunque la cima non è forte e quindi l'altezza della pianta risulta più facile da gestire, in più, permette di mantenere la branca produttiva negli spazi assegnati in quanto la ridotta crescita annua delle ramificazioni che la compongono ne contiene le dimensioni. In questo modo non sarà necessario intervenire manualmente sulla branca, contenendo i costi di gestione.

Ne risulta una pianta il cui scheletro non supera i 2-2,20, con branche contenute e compatte la cui lunghezza si aggira intorno agli 80cm, e che nel corso del ciclo della branca non supera 1 m.

A questo modello possiamo accostare le seguenti cultivar italiane:

- Piantone di Mogliano (autoctona marchigiana)
- Maurino (distribuzione nazionale)
- Rosciola (Colli Esini, autoctona marchigiana)

Di contro l'altro modello formulato è chiamato "crescita veloce/chioma espansa" perché una rapida crescita oltre a dare internodi più lunghi e dunque una chioma di dimensioni maggiori e con una cima forte (che rende di difficile contenimento l'altezza della pianta) fa sì che la branca produttiva, a causa dell'allungamento delle sue ramificazioni, tenda a superare gli spazi assegnati provocando ombreggiamento lungo la fila e allargandosi verso l'interfilare, richiedendo interventi di taglio più frequenti che si tramutano in costi di gestione maggiori.

La pianta supera abbondantemente i 2-2,20m auspicabili per poter procedere per la raccolta con scavallatrici da vendemmia modificate, le branche superano 1 m di lunghezza e nel corso degli anni, a causa della crescita veloce, possono superare 1.5m di lunghezza, in modo che non siano gestibili neanche aumentando la distanza lungo la fila.

A questo modello possiamo invece accostare le seguenti cultivar:

- Carboncella (autoctona marchigiana)
- Ascolana dura (autoctona marchigiana)

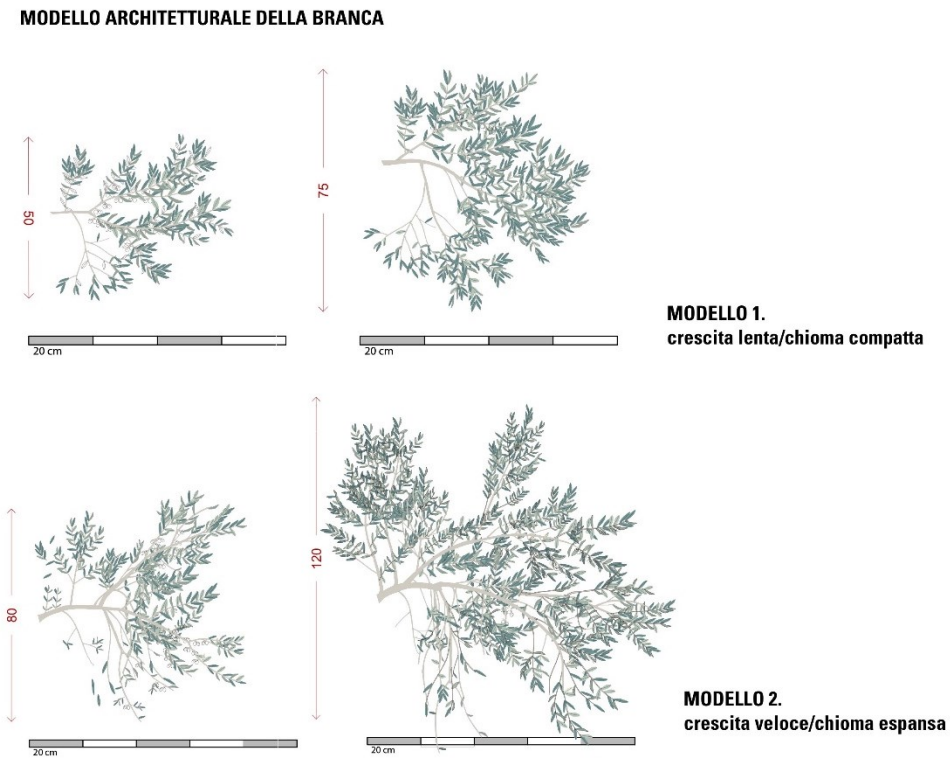

Figura 13 Confronto dei modelli architetturali crescita lenta-chioma compatta e crescita veloce-chioma espansa delle branche dell'olivo

Nell'immagine sopra vengono confrontati i due modelli di crescita delle branche riproduttive. Questo carattere è importante in relazione agli spazi assegnati alla singola pianta nell'impianto ad alta densità, salta subito all'occhio come il modello 1 (crescita lenta-chioma compatta) sia al di sotto dell'altezza massima per la raccolta con scavallatrici per la vendemmia modificate (2,20m). Le branche nell'impianto ad alta densità di Agugliano dell'Università politecnica delle Marche hanno una lunghezza inferiore ad 1m. Questo modello è compatibile con un sesto d'impianto 4x2.

Il modello 2 (crescita veloce-chioma espansa), con una cima forte, nelle stesse condizioni di alta densità (4x2) supera abbondantemente i 2,20m e le branche superano 1m di lunghezza. In questo caso per poter utilizzare macchine scavallatrici con passo di 2,20m (modificate dalle vendemmiatrici) occorrono interventi di potatura molto forti con aumento dei costi di gestione e rischio di alternanza di produzione. D'altra parte, anche fra le piante, si ha una sovrapposizione con rischio di ombreggiamento reciproco. Per questo modello di crescita occorre utilizzare macchine per la raccolta progettate appositamente per l'olivo, con passo di 3,0m, che riescono a raccogliere anche con piante alte 3-3,5m e distanze sulla fila non inferiori a 2,5m, meglio se 3m.

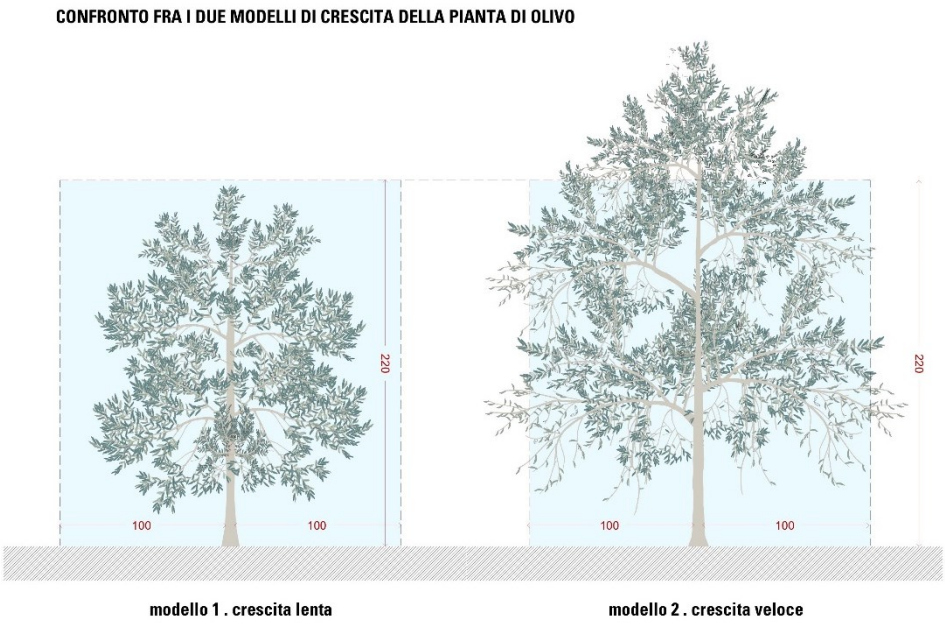

Figura 14 Confronto dei due modelli architetturali con il volume assegnato per le singole piante negli impianti ad alta densità 4x2 in cui si procede con la raccolta utilizzando scavallatrici da vendemmia modificate

Per valutare la convenienza nell'impiegare cultivar la cui architettura è paragonabile al modello 2 è necessario considerare la potatura. Come già detto, alla base dell'alta densità, la convenienza economica è data dal risparmio nella gestione dell'impianto, pertanto si fa riferimento al concetto di potatura selettiva minima. La potatura selettiva, fatta dunque manualmente, deve essere minima in quanto occorre limitare l'asportazione di porzioni di pianta, così da non stimolare eccessivamente la crescita vegetativa (che porterebbe la chioma a superare gli spazi assegnati) e non perdere produzione. Questa perdita di produzione avviene perché l'olivo tende a produrre nei rami di un anno, che inevitabilmente si trovano nella porzione esterna della branca, pertanto operando dei tagli indiscriminati (ad esempio con una barra falciante) si asportano di conseguenza le porzioni di chioma potenzialmente più produttive.

Nell'immagine sottostante si evince come con il modello 1 è possibile intervenire effettuando una potatura più leggera, dunque più economica e che eviti che la pianta acquisisca un'attitudine eccessivamente vegetativa negli anni seguenti. Al tempo stesso la potatura deve essere sufficiente a ridurre le porzioni ombreggiate e a stimolare una buona ramificazione primaverile che è la base per avere una buona induzione a fiore estiva-autunnale.

Al contrario invece il modello 2 per essere mantenuto negli spazi desiderati richiede che vengano fatti tagli più importanti, che, di conseguenza, comportano maggiori costi di gestione, minori strutture riproduttive e stimolano la crescita vegetativa nella pianta.

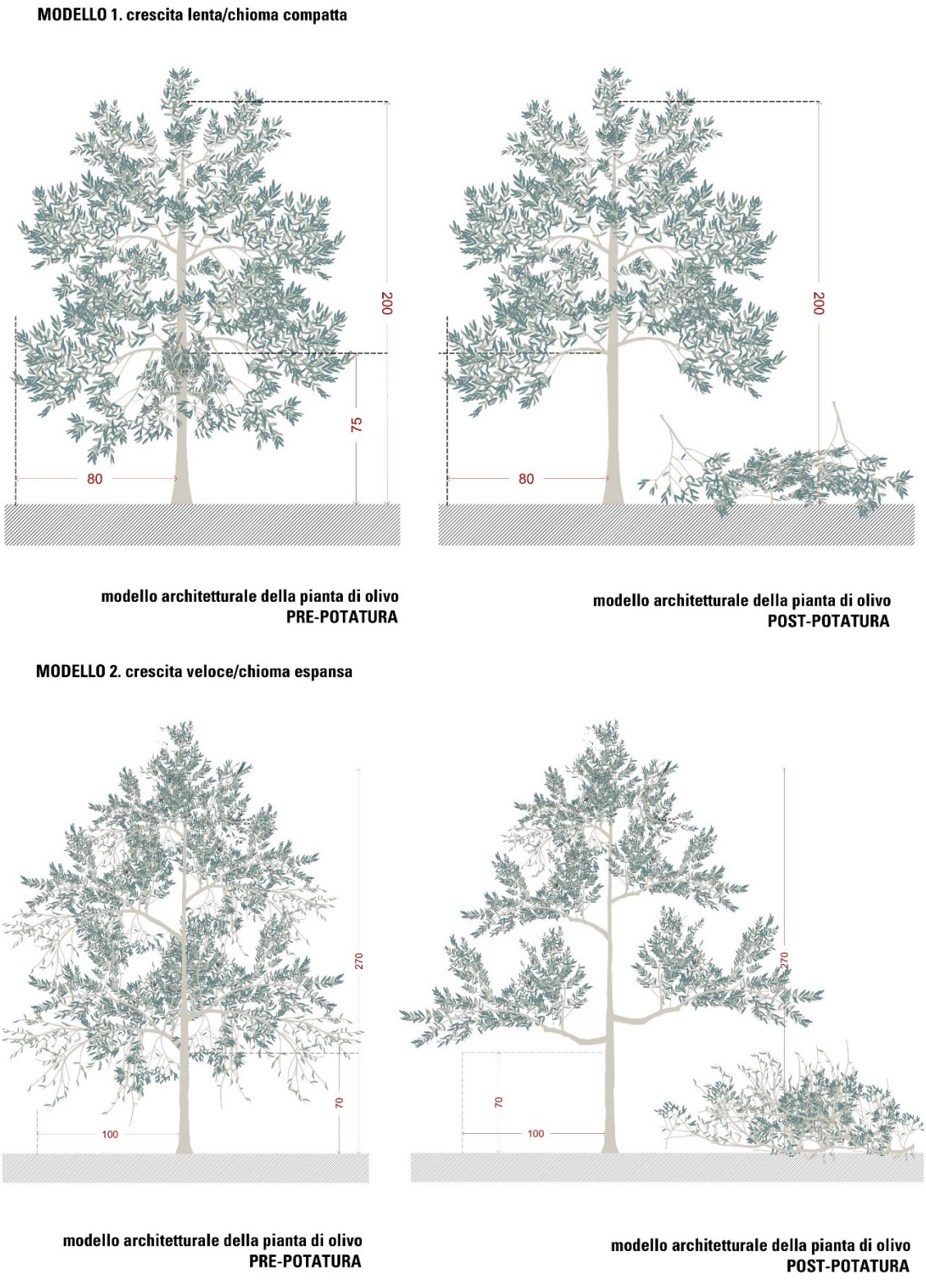

Figura 15 Confronto pre e post potatura dei due modelli di crescita mostrando nell'immagine a destra approssimativamente la quantità di strutture asportate dalla chioma

In conclusione dunque il modello 1 grazie alla sua altezza e al contenuto allungamento della branca è adattabile in impianti intensivi con sesto d'impianto 4x2 (1250 pt/ha) ed è effettuabile la raccolta meccanica con scavallatrici da vendemmia opportunamente modificate.

Il modello 2 invece può essere inserito in impianti ad alta densità aumentando la distanza lungo la fila in maniera tale da tener conto anche dell'allungamento nella branca nel corso degli anni. Dunque si può ricorrere ad un sesto d'impianto 4x3 (833 pt/ha), la cui convenienza è inficiata dal minor numero di piante per ettaro, mentre gli investimenti sono gli stessi, ma è comunque uno scenario da considerare nel caso in cui le piante diano una produzione che renda questo modello di impianto economicamente sostenibile. Questo modello richiede maggiore attenzione anche nella gestione della fertirrigazione per evitare eccessi di crescita estiva in annate particolarmente piovose laddove la dose di concime azotato fosse applicata in un unico intervento a fine inverno. La difficoltà di controllo della crescita vegetativa obbliga anche ad una difesa più accurata per ridurre il rischio di defogliazioni e patogeni, soprattutto in zone con umidità dell'aria elevata e gelate da irraggiamento particolarmente gravi nei primi due metri da terra.

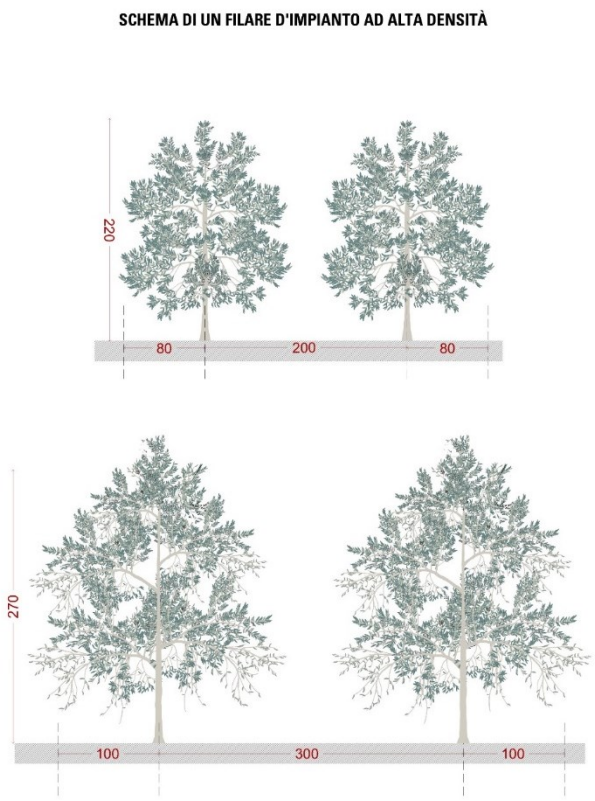

Figura 16 Rappresentazioni di due filari, rispettivamente di un impianto 4x2 in cui si impiegano cultivar assimilabili al modello 1 e di un impianto 4x3 in cui si impiega una cultivar assimilabile al modello 2

CONCLUSIONI

L'obiettivo principale nell'agricoltura contemporanea è quello di garantire un reddito dignitoso ad imprenditori e operatori: l'obiettivo pratico che ne deriva non è solo quello di ottenere produzioni abbondanti e di qualità, ma anche quello di abbattere i costi di investimento e di gestione in modo che i ricavi permettano un guadagno netto soddisfacente. La sostenibilità economica oggi è particolarmente difficile da raggiungere anche in funzione degli aspetti sociali legati all'urbanizzazione e alla globalizzazione, in particolare alla riduzione della manodopera generica e specializzata disponibile in campagna. D'altra parte ogni opzione tecnica per essere durevole deve tenere conto degli aspetti ambientali, a partire dalla difesa della biodiversità e delle risorse genetiche, e dalla creazione di sistemi di gestione conservativi del suolo e della fertilità.

Nel caso dell'olivicoltura la via da percorrere per raggiungere questo obiettivo sembra essere quella di creare impianti con varietà di olivo autoctone in cui sia possibile procedere con la raccolta meccanizzata, aumentando la densità d'impianto e cercando di ridurre al minimo gli interventi (e dunque i costi) di gestione. In tal caso risulta necessario allevare le piante in parete, condizione ben lontana da come si presenta l'olivo in natura o negli impianti tradizionali, gestire la fertilità del terreno con applicazioni localizzate di compost e residui organici, applicare nutrienti e acqua con fertirrigazioni di precisione e favorire una copertura del suolo con inerbimenti spontanei, permanenti e controllati.

Per far sì che la pianta rimanga nei ridotti spazi ad essa assegnati nell'alta densità è necessario scegliere nel vastissimo panorama varietale dell'olivo il materiale genetico che si rivela più adatto. Ma non è comunque sufficiente, bisogna operare su più fronti integrando con il controllo dell'irrigazione, della concimazione e intervenendo direttamente sulla pianta con una potatura minima selettiva.

Non è comunque possibile standardizzare l'impianto secondo regole fisse, va rispettata la fisiologia delle piante, pertanto le varietà non sono state valutate solamente per la loro vigoria, ma anche per la resistenza agli stress, l'habitus vegetativo, l'habitus produttivo e l'evoluzione della chioma negli anni, per assicurarsi che non insorgano problemi di gestione superati i primi anni d'impianto.

Nel nostro studio le cultivar nazionali e marchigiane che più si sono dimostrate adatte all'alta densità sono varietà che rispondono al "modello crescita lenta/chioma compatta" in quanto la crescita lenta dell'intera chioma durante la maturità permette di ottenere una chioma compatta, dunque la cima non è forte e l'altezza della pianta risulta più facile da gestire. Questa crescita permette di mantenere le branche produttive negli spazi assegnati. In questo modo non sarà necessario intervenire manualmente sulla singola branca per circa tre anni, e si potrà limitare la potatura annuale a minimi interventi selettivi che permettono a rotazione di ringiovanire le strutture produttive e mantenere costante la produzione negli anni contenendo i costi di gestione. Le varietà di questo gruppo sono:

- Piantone di Mogliano (autoctona marchigiana)
- Maurino (distribuzione nazionale)
- Rosciola (Colli Esini, autoctona marchigiana)

In ogni caso non è possibile non considerare anche di allargare i sesti d'impianto in modo da impiegare altre cultivar che diano comunque risultati produttivi interessanti permettendo comunque di effettuare la raccolta meccanizzata e di ricorrere ad interventi di potatura minimi. È stato quindi descritto un secondo gruppo a "crescita veloce/chioma espansa" che con opportuni interventi può essere gestito con raccolta meccanica in continuo.

Questa necessità di allargare la rosa di cultivar adatte all'alta densità deriva dalla complessità del prodotto finale, cioè l'olio. Nonostante sia ipotizzabile impiegare solamente alcune varietà che si rivelano molto adatte all'alta densità (come ad esempio la cultivar Arbequina), così da standardizzare il sesto d'impianto, le operazioni di potatura e la raccolta, non è comunque la soluzione migliore per il mercato nazionale. L'attenzione del consumatore per l'olio non è solamente circoscritta ai valori nutrizionali, include anche le caratteristiche organolettiche, che si dividono in aroma fruttato, gusto amaro e piccante e l'eventuale presenza di sentori olfattivi e gustativi.

È quindi necessario continuare a diversificare il prodotto finale per soddisfare le diverse esigenze dei consumatori, perciò non è conveniente inserire in impianti ad alta densità solamente poche cultivar che non offrirebbero dei prodotti finali così diversificati. Questo è un aspetto che rende ancor più attuale il principio generale richiamato nelle sedi internazionali (FAO) volto alla difesa delle risorse genetiche.

In questa direzione vanno le prospettive dell'olivicoltura italiana e della ricerca, che devono collaborare per cercare di adattare all'alta densità nuove cultivar, migliorare quelle già esistenti o crearne di nuove attraverso il breeding. In questo modo sarà possibile diffondere notevolmente l'olivicoltura ad alta densità in tutto lo stivale.

BIBLIOGRAFIA

Zucconi, F, Neri, D, Brunzini, L & Sabbatini, P, 1996. Nanizzazione delle piante arboree. Osimo (AN): *Spazio verde*.

Famiani, F., Proietti, P., Lodolini, E.M., &Neri, D., 2009. Gestione della chioma. A cura di *L'olivo e l'olio.* Città di Castello (PG): *Bayer CropScience,* pp. 2-23.

Lodolini, E.M., 2009. Olivo. In: Neri, D., Massetani, F. & Giorgi, V., a cura di *La potatura*. Faenza (RA): *Edagricole,* pp. 235-246

Morelli, G., Raimbault, P., Gasperini, S. & Roatti, B., 2017. Legami inscindibili. *Acer,* 2/2017, pp. 25-32

Millet, J., 2016. Disegni rivelatori. *Acer*, 3/2016, pp. 29-34

Rosati, A., Paoletti, A., Caporali, S. & Perri, E., 2013. The role of tree architecutre in super high density olive orchards. *Scientia Horticulturae,* 161 (2013), pp. 24-29.

Filippucci, M., Rinchi, G., Brunori, A., Nasini L., Regni, L. & Proietti, P., 2016. Architecture modelling of an olive tree. Generative tools for the scientific visualization of morphology and radiation relationships. *Ecological Informatics*, 36 (2016), pp. 84-93.

Lodolini, E.M. & Neri, D., 2012. How growth and reproduction cycles affect alternate bearing in olive. *Acta Hortic*, 949, pp. 191-198.

Lodolini, E.M., Polverigiani, S., Grossetti, D. & Neri, D., 2016. Pruning management in a high density olive orchard. *Acta Hortic,* 1199, pp. 385-390.

Lodolini, E.M., Polverigiani, S., Bignozzi, P., Santinelli, A. & Neri, D., 2018. Infiorescence characteristics and pollination compatibility of two local olive cultivars in high density plantation. *Acta Hortic,* 1229, pp. 243-247.

Lodolini, E.M., Tarragoni, A, Giobbi, V., Massetani, F. & Neri, D., 2018. Flowering time of eleven cultivars in high-density orchard in central Italy. *Acta Hortic,* 1229, pp. 293-298.

Lodolini, E.M., Polverigiani, S., Sirugo, M. & Neri, D., 2018. Damage to several olive cultivars by two over-the-row harvesters in high density orchards. *Acta Hortic,* 1199, pp. 415-419.

Cioccolanti, T., 2012. Intensificazioni dell'olivicoltura: aspetti fisiologici e architetturali, pp. 19-60.

Lodolini, E.M., Neri, D., Massetani, F. & Zucconi, F., 2006. Modello architetturale della branca produttiva in quattro varietà di olivo, pp. 17-21