olive4 climate

**MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI ATTRAVERSO UNA FILIERA SOSTENIBILE PER IL SETTORE OLIVICOLO-OLEARIO**

# MANUALE PER LA GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI OLIVETI

**Contract Number: LIFE15 CCM/IT/000141**
**Durata: 01/07/2016 - 31/12/2019**
**www.OLIVE4CLIMATE.eu**

**A cura di**

Primo Proietti e Luca Regni

**Ringraziamenti**

Siamo grati a
Hanene Mairech
per il suo prezioso supporto nella preparazione del presente manuale

# Sommario


1 INTRODUZIONE 1

2 IMPIANTO 3

2.1 Fattori climatici 4

2.2 Fattori Pedologici 11

2.3 Orografia ed esposizione del terreno 14

2.4 Scelta della cultivar 15

2.5 Scelta della pianta 19

2.6 Sesto d'Impianto 22

2.7 Aspetti socio-economici 24

2.8 Preparazione del terreno 25

2.9 Piantagione 34

2.10 Operazioni successive all'impianto 39

3 GESTIONE DEL TERRENO 41

3.1 Lavorazioni 41

3.2 L'inerbimento 48

3.3 L'inerbimento temporaneo autunno-vernino 58

4 FERTILIZZAZIONE 61

4.1 Tipi di fertilizzazione 61

4.2 Elementi Nutritivi 66

4.3 Distribuzione dei concimi 68

4.4 La sostanza organica 72

4.5 Fertirrigazione 76

4.6 Concimazione fogliare 78

4.7 Fertilizzazione con metodo integrato 79

4.8 Fertilizzazione con metodo biologico 80

5 IL CONTROLLO DEI PARASSITI IN OLIVICOLTURA 82

5.1 Mosca delle olive (*Bactrocera oleae*) 82

5.2 Tignola dell'olivo (*Prays oleae*) 85
5.3 Fitofagi minori dell'olivo 87
5.4 Le principali malattie dell'olivo 90

**6 IRRIGAZIONE 96**

6.1 Quando irrigare 97
6.2 Il deficit idrico controllato 100
6.3 Metodi irrigui e tipologia di impianto 102
6.4 Qualità dell'acqua 106

**7 POTATURA 107**

7.1 Potatura di allevamento 107
7.2 Potatura di produzione 119
7.3 Come potare correttamente 120

**8 RACCOLTA 136**

8.1 Maturazione delle olive 138
8.2 Maturazione dei frutti e qualità dell'olio 140
8.3 Colore delle olive 142
8.4 Resistenza al distacco dei frutti 144
8.5 Cascola dei frutti 144
8.6 Durezza della polpa 145
8.7 Contenuto in olio dei frutti 146
8.8 I sistemi di raccolta delle olive 147

**9 TRASFORMAZIONE 170**

9.1 Denocciolatore 173
9.2 Correzione Del Fattore Di Potenza 175
9.3 IMPIANTO FOTOVOLTAICO 178

**10 SOTTOPRODOTTI DELLA FILIERA OLEARIA 187**

10.1 Effetto fertilizzante 188
10.2 Acque di vegetazione (AV) 188
10.3 Sansa 194

**11 LINEE GUIDA PER LA RACCOLTA DEI DATI PER ACQUISIRE LA CERTIFICAZIONE DEI CREDITI DI CARBONIO PRODOTTI DAGLI OLIVETI 199**

11.1 Riduzione dell'uso dei fertilizzanti 199
11.2 Gestione delle potature 200

11.3 Inerbimento 201
11.4 Lavorazioni minime 202
12 BIBLIOGRAFIA 203

# 1 INTRODUZIONE

Il comparto olivicolo-oleario è un settore chiave per l'Unione europea, in particolare per quegli Stati che si affacciano sul Mediterraneo. In Spagna, Grecia, Italia e Portogallo, attualmente i quattro più grandi produttori di olio d'oliva al mondo, l'olivicoltura rappresenta uno dei comparti fondamentali dell'economia. Nonostante ciò, i vantaggi economici della produzione di olio d'oliva e delle olive da tavola vanno di pari passo con aspetti legati all'impatto sull'ambiente non altrettanto positivi che caratterizzano questo settore. L'olivicoltura negli ultimi venti o trent'anni è infatti diventata più intensiva e sta utilizzando una porzione sempre più vasta di terreno agricolo. L'olivicoltura e la produzione di olio d'oliva richiedono, inoltre, volumi d'acqua considerevoli e i processi utilizzati dal settore generano grandi quantità di rifiuti, come le acque reflue e rifiuti solidi sotto forma di sansa di oliva contenenti fenoli e sali solubili.

Al fine di ridurre questi problemi negli ultimi 20 anni la Commissione Europea ha finanziato diversi progetti LIFE incentrati sull'analisi e sulla gestione delle conseguenze ambientali dell'olivicoltura, in particolare sulla riduzione dell'impatto ambientale della produzione di olio d'oliva. I temi principali di tali progetti sono quindi stati l'erosione del suolo, la protezione delle acque, il miglioramento delle tecniche di irrigazione, la gestione dei rifiuti (il trattamento delle acque reflue, la prevenzione, il riciclaggio e il riutilizzo dei rifiuti, la protezione del suolo e la produzione di biogas), il controllo degli infestanti, la tutela del paesaggio, le attività di conservazione e il coordinamento con le misure agroambientali della politica agricola comune (PAC).

Con il **progetto LIFE15 OLIVE4CLIMATE** l'Unione Europea conferma quindi il suo impegno attivo nella definizione delle modalità per raggiungere una produzione di olio d'oliva più ecocompatibile, attraverso la definizione e diffusione di nuovi approcci "verdi".

Questo manuale propone un'analisi delle principali fasi che definiscono la moderna olivicoltura in un'ottica di gestione sostenibile della coltura. Le fasi principale dell'olivicoltura, a partire dall'impianto dell'oliveto fino alle fasi di raccolta e trattamento dei co-prodotti, vengono trattate proponendo un approccio che permetta una riduzione degli impatti ambientali. In particolare la gestione sostenibile prevede un approccio che permetta di limitare le emissioni di $CO_2$ in atmosfera e un accumulo di Carbonio nella biomassa vegetale. Tali azioni rendono l'olivo e quindi l'olivicoltura un efficace strumento di mitigazione dei cambiamenti climatici.

L'adozione da parte dell'olivicoltore di tali comportamenti virtuosi nella gestione dell'oliveto può essere premiata con la contabilizzazione di crediti di carbonio potenzialmente vendibili ad aziende interessate a questo tipo di approccio finanziario. La messa in opera di tali azioni di riduzione delle emissioni e stoccaggio del carbonio può infatti essere tradotta in crediti (calcolati come tonnellate di $CO_2$) che possono essere commercializzati nel mercato volontario dei servizi ecosistemici. Il mercato volontario dei crediti di carbonio prevede infatti la vendita dei crediti prodotti dall'applicazione di buone pratiche a soggetti, solitamente del mondo dell'industria, che desiderano ridurre il proprio impatto ambientale. L'ultimo capitolo di questo manuale riporta delle linee guida per la raccolta delle informazioni necessarie alla contabilizzazione di una alcune delle buone pratiche proposte dal progetto OLIVE4Climate.

# 2 IMPIANTO

*Franco Famiani, Luciana Baldoni, Luca Regni, Primo Proietti*

La progettazione di un nuovo oliveto deve tenere in conto obiettivi chiari:

- la sostenibilità ambientale ed economica dell'impianto;
- l'ottenimento di produzioni elevate e costanti;
- lo standard di qualità dell'olio desiderato;
- il contenimento dei costi di gestione dell'impianto.

Per questo occorre garantire che gli alberi possano crescere e fruttificare in maniera ottimale e che sia possibile applicare un elevato livello di meccanizzazione di tutte le operazioni colturali, con particolare riferimento alla raccolta e alla potatura, le due operazioni più onerose per l'oliveto.

***Figura 1: il progetto di un nuovo oliveto deve permettere un'attività vegetativa-produttiva ottimale e un alto livello di meccanizzazione***

La sostenibilità ambientale andrà perseguita limitando gli input e potenziando i servizi agro-ecologici dell'impianto: azione antierosiva, sequestro del carbonio, valenza paesaggistica, ecc.

L'olivo è una specie molto rustica e in grado di adattarsi a condizioni pedologiche e climatiche sfavorevoli, ma mal sopporta alcuni eventi estremi, quali il ristagno idrico, i forti abbassamenti termici autunnali, invernali e primaverili e la nebbia.

Alla grande varietà di condizioni pedoclimatiche in cui la coltura può insediarsi fa riscontro un elevatissimo numero di cultivar, ciascuna ben adattata al proprio territorio di origine.

Per valutare l'idoneità ambientale per la realizzazione di un oliveto e orientare la scelta della cultivar e della tipologia di impianto da realizzare, occorre considerare i seguenti fattori.

## 2.1 Fattori climatici

La vocazione ambientale di un'area per l'insediamento della coltura olivicola può essere valutata sulla base delle serie storiche (almeno un trentennio) e puntuali dei dati climatici locali (temperature, precipitazioni, vento, nebbia, ecc.), dell'analisi fisico-chimica del terreno e dell'esposizione. Una indicazione utile può essere fornita dallo stato vegetativo e produttivo di oliveti eventualmente presenti vicino al sito di impianto.

Per la valutazione dei fattori climatici andranno presi in considerazione i seguenti parametri.

Temperature invernali - Vanno considerate tenendo conto che, per evitare danni alle piante, non dovrebbero scendere al di sotto di -6 -7 °C (temperature che possono danneggiare le foglie), soprattutto se la permanenza a tali basse temperature dovesse mantenersi per alcuni giorni. Laddove le temperature scendano con una certa frequenza al di sotto di -14 -15°C (più di una volta ogni 10-15 anni), anche se per una durata limitata, l'impianto dell'oliveto è sconsigliabile poiché tali temperature potrebbero seriamente danneggiare tutta la parte aerea dell'albero. La concomitanza di neve, nebbia e vento possono aggravare gli effetti del gelo.

***Figura 2: danni da basse temperature su piante adulte e giovani***

Per contro, va considerato che periodi invernali con valori di temperatura compresi fra 0 e +7°C sono necessari per un'ottimale differenziazione delle gemme a fiore e quindi per ottenere abbondanti fioriture. Inoltre, le basse temperature invernali tendono a ridurre sensibilmente le popolazioni di alcuni parassiti e patogeni dell'olivo (funghi, mosca, cocciniglia, tignola, ecc.).

Un’area può considerarsi vocata alla produzione olivicola se i rischi di gelate tardive (aprile-maggio) e/o precoci (autunnali) sono nulli o molto limitati (non più di una gelata ogni 10-15 anni). Nelle zone a rischio di gelate autunnali è preferibile concludere precocemente le operazioni di raccolta, in maniera da ridurre al minimo i rischi di danni ai frutti, appunto conseguenti ad eventuali gelate precoci, che potrebbero determinare l’insorgenza del grave difetto sensoriale di “gelato” nell’olio.

***Figura 3: olive moraiolo danneggiate da una gelata precoce***

Le gelate primaverili possono danneggiare la vegetazione più giovane, provocando piccole lesioni che possono favorire l’insediamento dell’agente della rogna dell’olivo (*Pseudomonas savastonoi*).

Nelle zone olivicole più a nord, le zone collinari comprese tra 150-200 e 450-500 m s.l.m., rispetto a quelle di pianura o di montagna, presentano minori rischi di abbassamenti della temperatura fino a livelli critici.

In aree dove le temperature invernali possono raggiungere livelli critici per la specie, la vicinanza di grandi masse di acqua (laghi e mari) può svolgere un positivo ruolo di mitigazione termica.

Temperature estive e autunnali - Ad esse è legato il contenuto di acido oleico e di altri acidi grassi insaturi, poiché le alte temperature estivo-autunnali possono determinare l'incremento degli acidi grassi saturi (palmitico e stearico), a danno degli acidi grassi mono- e poli-insaturi. Gli oli prodotti in ambienti più freddi sono più ricchi in acidi grassi insaturi, la cui ragione biologica può essere connessa al loro maggiore potere energetico, che conferirebbe alle cellule una maggiore resistenza alle basse temperature. Nelle zone con climi relativamente freddi anche il contenuto in fenoli totali negli oli tende ad essere più elevato. L'alto contenuto in acido oleico e in fenoli conferisce pregio all'olio.

Nel corso della stagione vegetativa, le temperature minime non dovrebbero scendere sotto ai 10°C dalla mignolatura alla fioritura, ai 15°C durante la fioritura, ai 20°C dall'allegagione all'invaiatura dei frutti, ai 5°C nel periodo di maturazione e durante la raccolta.

Durante la stagione vegetativa le temperature ottimali per favorire là fotosintesi dell'albero, che è alla base dell'attività vegeto-produttiva, sono intorno a 25°C.

L'olivo è in grado di resistere a temperature particolarmente elevate (fino a oltre 40-45°C) ma, se prolungate nel tempo, esse limitano fortemente l'attività vegeto-produttiva degli alberi, soprattutto se sono associate a carenza idrica, in quanto può venir compromessa la regolare traspirazione fogliare con conseguente eccessivo innalzamento della temperatura fogliare. Dove la radiazione solare e le temperature estive raggiungono valori molto elevati, sarebbe preferibile adottare forme di allevamento (es. globo) che evitino l'esposizione delle branche alla luce solare diretta, onde evitare dannose ustioni del legno. Metodi di protezione dalla luce solare eccessiva, come l'imbiancatura del tronco e delle branche con prodotti a base di calce, sono ormai in disuso in quanto costosi.

Precipitazioni - In relazione alla piovosità si possono stabilire i seguenti limiti:

- Con piovosità superiore a 700 mm/anno l'olivo ha in genere un'adeguata attività vegeto-produttiva anche in coltura asciutta; tuttavia, l'irrigazione può comunque risultare utile in caso di annate con periodi particolarmente caldi e siccitosi durante la stagione vegetativa;
- Con piovosità compresa fra 500 e 700 mm/anno in coltura asciutta si possono ancora ottenere buoni livelli di crescita e produzione degli alberi, ma l'irrigazione può determinare significativi miglioramenti nello sviluppo e nella fruttificazione delle piante;
- Con precipitazioni inferiori a 400-500 mm/anno l'irrigazione diventa una pratica molto importante, poiché determina fortissimi incrementi della crescita vegetativa e della

produzione. In alternativa possono essere messi in atto una serie di accorgimenti che consentano di ridurre lo stress idrico delle piante (accurato controllo delle erbe infestanti, minor numero di olivi per ettaro, adeguata intensità di potatura, ecc.).

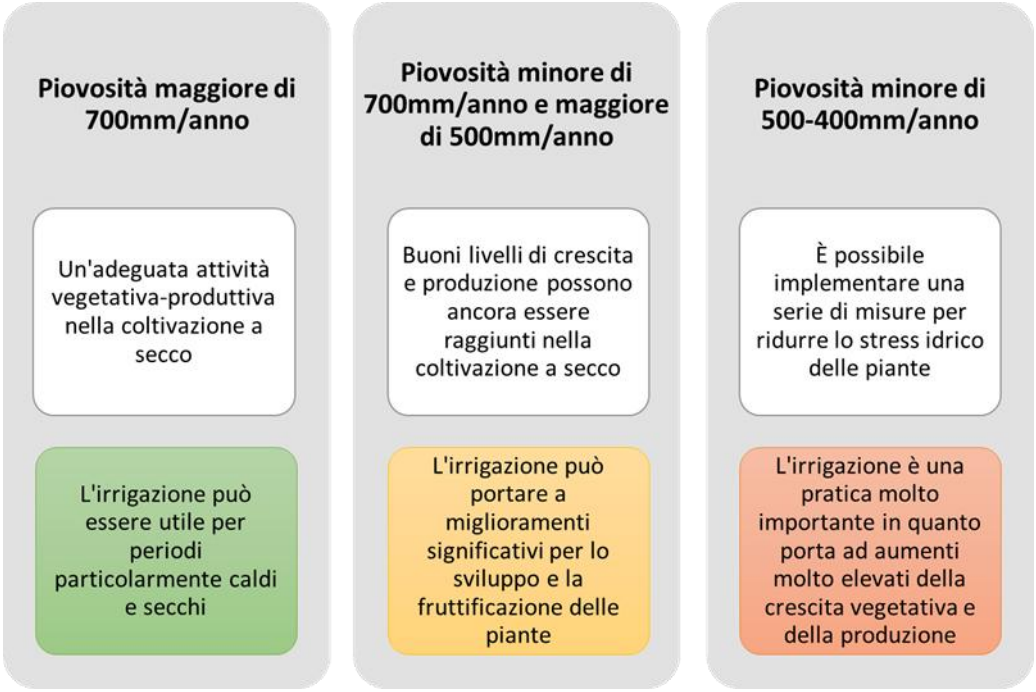



***Figura 4: gestione dell'irrigazione***

Distribuzione delle precipitazioni - In coltura asciutta la distribuzione delle precipitazioni durante la stagione vegeto-produttiva dovrebbe essere tale da evitare periodi senza piogge di oltre 40-45 giorni. I frutti, infatti, hanno minore forza delle foglie nell'attrarre l'acqua disponibile e quindi, in condizioni di carenza idrica, possono facilmente avvizzire.

***Figura 5: effetto dello stress idrico***

L’avvizzimento può essere reversibile e, quando la disponibilità idrica torna ad aumentare, i frutti possono recuperare la loro turgidità. Ma lo stress idrico prolungato e/o ripetuto ha, comunque, un considerevole effetto negativo poiché rallenta la crescita dei frutti e riduce l’accumulo di olio. Il prolungato stress idrico durante la maturazione e l’inolizione dei frutti può indurre l’insorgenza del difetto sensoriale “secco – legno” nell’olio.

Umidità relativa - L’elevata umidità dell’aria, più frequente nei fondovalle (nebbia), vicino a laghi e in zone costiere, favorendo gli attacchi della maggior parte dei parassiti, determina condizioni sfavorevoli all’olivo. In siti caratterizzati da elevata umidità, occorre scegliere cultivar dotate di buona tolleranza ai potenziali parassiti.

***Figura 6: evitare aree con nebbie ricorrenti***

Ventosità - Altro fattore climatico di cui tenere conto è la ventosità:

- i venti impetuosi possono spezzare rami e branche e far cadere fiori e frutti;
- quelli marini, trasportando salsedine, possono esercitare un’azione caustica sulle foglie e sui giovani germogli;
- i venti nordici possono provocare repentini abbassamenti di temperatura, mentre quelli caldi possono causare bruciature apicali nelle foglie e danneggiare i fiori e i frutti;

- il vento può inoltre interferire con trattamenti antiparassitari ed erbicidi (effetto deriva).

***Figura 7: Frangivento di Eucalipto***

I danni del vento si possono evitare, anche in aree particolarmente ventose, utilizzando dei tutori robusti e predisponendo fasce frangivento (con cipressi, eucalipti, ecc.) a difesa delle colture o, meglio, apposite barriere meccaniche costituite da reti frangivento ancorate a pali di ferro, legno o cemento, distanti tra loro non oltre i 5 m, in funzione dell'altezza della cortina e dell'intensità attesa dei venti, che consentono una protezione per una distanza corrispondente a 8-10 volte l'altezza del frangivento. La fittezza della rete frangivento dovrebbe essere del 50-60%, per evitare di creare turbolenze a valle del riparo. Reti con maggiore fittezza (60-70%) possono proteggere gli alberi anche dalla salsedine.

Grandine - La grandine è sempre dannosa, anche se i maggiori danni sono provocati durante le fasi di fioritura e accrescimento/maturazione dei frutti. La grandine non produce solo danni diretti, rompendo le infiorescenze e i germogli, lesionando i rami e i frutti, ma anche indiretti poiché, attraverso le ferite sui rami, favorisce la penetrazione di infezioni batteriche, come la rogna. Inoltre, attraverso le lesioni della buccia dei frutti, la microflora presente sullo strato ceroso che ricopre la drupa (pruina), può avviare reazioni chimiche responsabili di diverse alterazioni, quali

l'aumento dell'acidità dell'olio, la formazione di sostanze sgradevoli, ecc. Subito dopo una grandinata, è consigliabile quindi effettuare trattamenti disinfettanti, soprattutto con condizioni favorevoli allo sviluppo della rogna.

***Figura 8: rogna su Moraiolo in seguito alla grandine***

Neve - La neve in sé non provoca danni seri all'olivo, ma se troppo abbondante, può determinare la rottura delle branche, soprattutto se la vegetazione delle chiome è piuttosto densa e le branche principali hanno un ampio angolo di inserzione sul tronco.

***Figura 9: generalmente, la neve non provoca danni***

## 2.2 Fattori Pedologici

Per valutare le caratteristiche pedologiche del terreno destinato all'impianto olivicolo è necessario esaminare il suo profilo ed effettuare analisi chimico-fisiche.

Per l'esame del profilo occorre scavare una trincea (o più di una se il terreno è disforme o la superficie molto ampia) di almeno 1 m di profondità, in maniera da poter valutare la profondità utile, le variazioni di tessitura, la presenza di pietre, strati rocciosi o salini o calcarei, il livello della falda freatica, ecc.

L'esame andrebbe fatto dopo 2-3 giorni di tempo asciutto dall'escavazione. Nella valutazione occorre considerare che è importante che le piante dispongano di un volume di terreno che non limiti la crescita radicale, che garantisca l'ancoraggio della pianta e che fornisca adeguate quantità di acqua ed elementi nutritivi. In genere, nel suolo è possibile distinguere:

- uno strato attivo, rappresentato dalla parte più superficiale, caratterizzata da maggiore sofficità, porosità, contenuto in elementi nutritivi e sostanza organica, presenza di microrganismi aerobi;
- uno strato inerte, rappresentato dal sottosuolo, caratterizzato da maggiore compattezza e minore porosità, permeabilità, ecc.

Franco di coltivazione - Rappresenta la distanza che intercorre tra la superficie del suolo e lo strato di suolo che costituisce un ostacolo alla crescita delle radici. In generale è necessario assicurare un franco di coltivazione di almeno 50-60 cm. E' necessario inoltre fare attenzione al livello della falda freatica superficiale, che può innalzarsi a seguito di forti piogge.

Caratteristiche fisico-chimiche del terreno - Attraverso l'analisi fisico-chimica del terreno è possibile ottenere le indicazioni utili su tessitura o granulometria, pH, contenuto di sostanza organica, capacità di scambio cationico (CSC), calcare totale e attivo, contenuto in elementi nutritivi, salinità, sodicità, ecc.

L'olivo predilige suoli:

- di medio impasto (35-50% di sabbia, 25-45% di limo, 20-25% di argilla), franco-argillosi, franco-limosi e franco-limo-argillosi;
- profondi, con franco di coltivazione fertile, fresco, ben drenato e pH compreso tra 6,8 e 7,5.

Tuttavia, l'olivo presenta una larga adattabilità ai diversi terreni, essendo in grado di crescere e produrre in maniera accettabile anche in suoli ricchi di scheletro o di calcare (fino al 50-60% di calcare totale), rocciosi, poveri e siccitosi, con estremi di pH fino a 5,5 o 8,5, relativamente salini e/o sodici. Anche su terreni sciolti (sabbiosi) l'olivo può crescere e produrre bene, purché sia assicurata una buona disponibilità di acqua e un adeguato apporto di elementi nutritivi. Problemi si

potrebbero avere invece su terreni molto argillosi (argilla >40-45%), in pianura, a causa di problemi di ristagno idrico, cui l'olivo è molto sensibile.

***Figura 10: l'olivo è molto sensibile al ristagno idrico***

La modificazione/correzione della tessitura, in genere, non è economicamente sostenibile. Laddove sussistano altre condizioni ottimali di coltivazione, può avere senso economico la rimozione o triturazione delle pietre più grossolane o la miscelazione di strati di terreno con tessitura diversa per l'ottenimento di una composizione granulometrica finale migliore e idonea alla coltivazione dell'olivo.

***Figura 11: suolo ricco di scheletro***

Profondità del suolo - La profondità utile non dovrebbe essere inferiore a 80 cm, considerando che la maggior parte delle radici dell'olivo si sviluppa nei primi 70 cm di spessore del terreno. Modificazioni della profondità del suolo economicamente sostenibili sono attuabili solo quando con lo scasso è possibile rimuovere le limitazioni dovute a presenza di orizzonti compatti o quando con la realizzazione di un sistema drenante è possibile abbassare la falda idrica nei suoli in cui questa sia eccessivamente alta.

Acidità del suolo - I primi sintomi di tossicità dovuta ad eccesso di acidità del suolo si manifestano intorno a pH 5,5 dovuti ad un elevato rilascio nella soluzione del terreno di ioni quali alluminio e manganese e per l'immobilizzazione di altri elementi nutritivi (calcio, magnesio, potassio, fosforo, molibdeno, boro, rame). Viceversa, quando il pH sale a valori superiori a 8,5, in presenza di un elevato contenuto in calcare attivo, si possono avere problemi di clorosi ferrica. Per quanto riguarda il pH, sono attuabili interventi di correzione che, però, sono costosi e spesso non risolutivi e quindi la loro applicazione deve essere valutata molto attentamente. Il pH dei terreni acidi può essere aumentato con apporti di calce viva o calce spenta o con carbonati, quali dolomite e carbonato di calcio e magnesio. In genere, gli interventi di correzione devono essere ripetuti ogni 2-3 anni nei terreni sabbiosi e ogni 5-10 anni in quelli argillosi. Il pH dei terreni alcalini può essere abbassato apportando solfato di calcio. Nelle situazioni di reazione troppo alta a causa di eccesso di calcare, è consigliabile scegliere cultivar resistenti alla clorosi ferrica.

Salinità dei suoli e delle acque - L'olivo è una delle specie arboree più resistenti alla salinità (concentrazione dei sali sciolti nella soluzione circolante del suolo), che è misurata come conducibilità elettrica specifica dell'estratto saturo del terreno espressa in dS/m: si può stimare una riduzione della produzione di circa il 10% se la conducibilità elettrica assume valori intorno a 4 dS/m, di circa il 25% con valori intorno a 5 dS/m e del 50% e oltre con valori intorno a 8 dS/m. Va considerato che le differenti cultivar di olivo manifestano sostanziali differenze in termini di tolleranza alla salinità (es. la cv. Frantoio viene considerata tollerante, Coratina, Carolea, Maurino e Moraiolo come mediamente tolleranti e Leccino come suscettibile).
L'olivo è anche una delle specie arboree più resistenti alla sodicità (espressa dalla percentuale di sodio scambiabile: ESP), manifestando problemi solo quando l'ESP raggiunge valori di 20-40.
L'olivo ha una resistenza all'eccesso di cloruri nel terreno superiore alla maggior parte delle specie arboree da frutto, infatti tollera terreni con concentrazioni nell'estratto saturo di cloruri fino a 10-15 meq/l, manifestando in corrispondenza di tali valori una limitata riduzione di produzione.
L'eccesso di salinità, sodio, boro o cloruri può dipendere dall'uso di acque di irrigazione ricche in tali composti. In caso di forte accumulo di questi elementi, si può intervenire con abbondanti irrigazioni con acque di buona qualità che portino in profondità gli elementi in eccesso; questa

pratica richiede un'ampia disponibilità di acqua e risulta efficace quando il terreno abbia un buon potere drenante. La correzione dei terreni sodici, comunque, è piuttosto difficile.

Patogeni del terreno o dell'acqua di irrigazione - La presenza di funghi patogeni nel terreno o nelle acque irrigue, quali *Verticillium dahliae* o *Armillaria mellea*, temibilissimi per l'olivo, dovrebbe essere accertata. Per quanto riguarda il *Verticillium*, si sconsiglia di realizzare un impianto olivicolo su un terreno in cui precedentemente erano presenti olivi attaccati da tali patogeni o se il terreno era stato coltivato con specie soggette a tale patogeno (come solanacee, cucurbitacee, fragola, ecc.). Eventualmente si consiglia di lasciare il terreno incolto o coltivato con graminacee per qualche anno prima di realizzare il nuovo oliveto. Anche in caso di precedente presenza di piante arboree con marciumi radicali causati da *Armillaria mellea* è opportuno rimandare la piantagione di alcuni anni, facendo nel frattempo coltivazioni con specie erbacee.

In ogni caso, quando si prepara il terreno per il nuovo impianto, per ridurre i rischi di natura fito-sanitaria, è molto importante rimuovere quanto più possibile i residui di ceppaie e radici.

## 2.3 Orografia ed esposizione del terreno

L'olivo può essere coltivato su terreni pianeggianti, collinari o terrazzati, l'unica limitazione riguarda l'esposizione e la possibilità di accesso delle macchine operatrici.

Nel caso di terreni in collina, per una conveniente utilizzazione delle macchine per l'esecuzione delle pratiche colturali, la pendenza non dovrebbe essere superiore al 15-20%.

***Figura 12: ad alte latitudini, le zone collinari sono le migliori per far crescere l'olivo grazie alle temperature più miti e alla minore umidità atmosferica***

L’olivo predilige le zone costiere e sub-costiere, purché arieggiate e asciutte, ma vegeta e produce bene anche nelle aree interne, di media ed alta collina, preferibilmente con orientamento dei versanti a sud, sud-ovest, ovest, dove, rispetto alla pianura o alla montagna, le temperature invernali sono meno rigide, ridotto è il rischio di gelate tardive e la luminosità è elevata.

Si sconsiglia l’impianto nelle zone pianeggianti delle aree interne, con elevata umidità atmosferica e presenza di nebbie persistenti.

Le esposizioni a est e sud-est, a causa dell’elevata escursione tra giorno e notte, possono comportare qualche rischio nelle zone soggette a gelate.

L’esposizione a nord spesso non è idonea a causa della forte riduzione delle disponibilità di luce, dei bassi livelli termici e del maggior rischio di attacchi parassitari.

## 2.4 Scelta della cultivar

La scelta delle cultivar da utilizzare per la realizzazione del nuovo impianto è strategica per l’ottenimento di buoni risultati e quindi richiede molta attenzione. In caso di errore infatti, si avrebbero ripercussioni negative sulla produzione e gestione dell’oliveto per tutta la durata dell’impianto.

La scelta della/e cultivar è funzionale alla tipologia di oliveto che si intende realizzare:

- Impianto per la produzione di oli di alta qualità o tipici regionali o a basso impatto ambientale;
- Impianto intensivo o superintensivo finalizzato all’aumento della produzione unitaria di oli standard e alla meccanizzazione integrale o semi-integrale delle operazioni colturali (raccolta e potatura).

### 2.4.1 Caratteristiche generali delle cultivar

Le caratteristiche generali da tenere in considerazione in tutti i casi sono le seguenti:

- entità e la costanza di produzione di frutti e la resa in olio;
- tolleranza alle avversità pedo-climatiche (gelate, siccità, salinità del terreno, ecc.) e la resistenza ai patogeni (*Verticillium*, occhio di pavone, rogna, *Xylella*, ecc.) e ai fitofagi (mosca, cocciniglia, ecc.) endemici nella zona considerata;
- auto-compatibilità e l’inter-incompatibilità. La gran parte delle cultivar, infatti, è autoincompatibile e non compatibile con molte altre cultivar, quindi è necessario conoscere l'inter-compatibilità delle cultivar selezionate. Questo impone l’impiego di almeno due cultivar interfertili nello stesso appezzamento. In genere, è consigliabile l’impiego di un

maggior numero di cultivar (3 o 4) per evitare che la mancata fioritura di una cultivar, e quindi l'assenza di polline fertile, condizioni la produzione dell'altra ed anche per tenere conto di eventuali sfasature temporali nella fioritura fra le diverse cultivar a seguito di particolari andamenti stagionali.

- Caratteristiche dell'olio, con particolare riferimento alla composizione in acidi grassi. Infatti, in alcuni ambienti di coltivazione (quando le temperature rimangono elevate lungo la maturazione dei frutti), alcune varietà possono dare un olio con una bassa percentuale di acido oleico (<70%) e un alto contenuto di acido linoleico (> 10%); in queste condizioni è molto importante selezionare accuratamente quelle cultivar in grado di garantire il normale equilibrio degli acidi grassi insaturi/saturi, oltre ad un elevato contenuto in sostanze antiossidanti (soprattutto sostanze fenoliche e tocoferoli) e un buon profilo sensoriale.
- Consistenza della polpa e la pigmentazione dei frutti, poiché le olive con elevata durezza della polpa e pigmentazione limitata o tardiva, in genere, presentano una maggiore resistenza a danni meccanici durante la raccolta e/o il trasporto e/o l'eventuale conservazione, che possono causare alterazioni della qualità dell'olio (aumento dell'acidità e dell'ossidazione).

***Figura 13: rami delle cultivar Arbequina e Maurino, entrambe caratterizzate da un basso vigore***

Per la realizzazione degli impianti intensivi vanno seguiti i seguenti criteri di scelta delle varietà:

- l'idoneità alla meccanizzazione delle operazioni colturali, con particolare riferimento alla raccolta. Per un ottimale utilizzo dei vibratori del tronco per la raccolta sono richieste cultivar con frutti di peso medio o elevato (> 2,0 g), maturazione poco scalare (onde evitare il mancato distacco dei frutti immaturi), non troppo contemporanea (poiché altrimenti si avrebbe perdita di prodotto per cascola pre-raccolta, nel caso in cui si intervenisse in ritardo, ad esempio a seguito di piogge persistenti) e resistenza al distacco media.

- Nel caso di impiego di agevolatori pneumatici o elettrici (pettini, sferzatori, ganci scuotitori, ecc.) vanno prese in considerazione varietà di vigoria media o bassa, altrimenti potrebbe essere difficile contenerne l'altezza entro i limiti di 4,0-4,5 m, che rendono efficiente l'utilizzo di tali attrezzature. Se si utilizzano più cultivar potrebbe essere utile sceglierle con epoca di maturazione in successione, in maniera da poter facilmente raccogliere ciascuna di esse nell'epoca ottimale.
- Il vigore delle varietà, nonché il loro habitus vegetativo (assurgente e compatto, espanso o piangente), oltre che per l'adattabilità ai sistemi di raccolta, è importante anche per la scelta delle distanze di piantagione e della forma di allevamento. Inoltre va tenuto conto del fatto che, generalmente, i genotipi poco vigorosi hanno una maggiore efficienza produttiva e una più precoce entrata in produzione rispetto a quelli più vigorosi.

Una volta esaminate le caratteristiche delle cultivar disponibili, occorre scegliere quelle da impiegare in funzione dell'obiettivo produttivo/commerciale che si intende perseguire e del metodo di coltivazione che si intende adottare. Considerando che difficilmente saranno disponibili cultivar che soddisfano tutti i requisiti richiesti, occorre stabilire delle priorità. Ad esempio, se l'obiettivo è l'ottenimento di un olio vergine o extra vergine di qualità standard, i requisiti prioritari che le cultivar devono avere sono rappresentati dall'elevata produttività e dalla idoneità alla meccanizzazione della raccolta, al fine di ottenere un ottimo rapporto qualità/prezzo.

- Se l'obiettivo è quello di produrre un olio a Denominazione di Origine Controllata (DOP) o a Indicazione Geografica Protetta (IGP), per la scelta della varietà si deve fare riferimento alle norme riportate nei relativi disciplinari di produzione, i quali definiscono sia le cultivar da utilizzare sia le relative percentuali. Se il nuovo oliveto rappresenta un ampliamento, per la scelta occorre tenere presenti le varietà già in coltivazione nell'azienda, in maniera che le proporzioni finali siano in linea con le prescrizioni dei disciplinari.

Per ciascuna cultivar pre-selezionata con il criterio sopra indicato, andranno valutati altri aspetti, quali:

- La quasi totalità delle cultivar ha una distribuzione geografica molto circoscritta, quindi a ciascun areale corrispondono solo alcune varietà locali, che manifestano un perfetto equilibrio con le condizioni pedologiche, ambientali e agronomiche dell'area. Quindi il primo gruppo di varietà da prendere in considerazione deve certamente includere quelle dell'area in cui l'oliveto verrà realizzato.
- Nel caso in cui le varietà locali non corrispondano alle esigenze del nuovo impianto (troppo vigorose, poco produttive, olio di qualità non corrispondente agli obiettivi, ecc.), andranno prese in considerazione varietà a più larga diffusione o adatte ai sistemi intensivi di

coltivazione, per le quali è già noto il comportamento agronomico in un ampio spettro di ambienti diversi.

Se l'obiettivo è l'ottenimento di oli di alta gamma, ossia che presentino particolari caratteristiche compositive, sensoriali e/o salutistiche (es. alto contenuto in sostanze antiossidanti), occorre concentrare la scelta su cultivar in grado di fornire tale tipologia di prodotto anche ricorrendo, qualora di interesse, alla produzione di oli monovarietali. A tal fine, un ruolo importante può essere svolto dalle cosiddette varietà "minori", in quanto caratterizzate da un adattamento ad areali particolari, a limitata diffusione, che spesso producono olio caratterizzato da peculiari e interessanti caratteristiche compositive e sensoriali, con elevato grado di tipicità.

Se l'oliveto sarà condotto secondo il metodo di produzione integrata o biologica, particolare rilevanza va data alla resistenza alle avversità biotiche e biotiche. Tra queste ultime, la bassa suscettibilità all'attacco della mosca rappresenta un aspetto di fondamentale importanza, soprattutto in caso di coltivazione biologica. A Tale riguardo occorre considerare che la suscettibilità all'attacco di tale fitofago è superiore per le varietà a frutto grosso, mentre le varietà a maturazione precoce e con epicarpo resistente alla penetrazione possono più facilmente sfuggire agli attacchi tardivi. Nelle coltivazioni condotte con metodo biologico è sconsigliata la compresenza di cultivar che maturano in epoche diverse o di cultivar da olio e da mensa, in quanto ciò favorirebbe il susseguirsi di più generazioni di mosca.
Più in generale, quando si deve realizzare un nuovo impianto in un'area caratterizzata da una elevata presenza di un determinato patogeno o parassita, la resistenza delle cultivar a tale avversità diventa il principale fattore da tenere presente per effettuare la scelta. Spesso, varietà con particolari caratteri di resistenza si possono trovare tra quelle minori diffuse nella zona, grazie al forte e specifico adattamento a quell'ambiente.

### 2.4.2 Scelta della cultivar e impollinazione

In tutte le situazioni, quando la cultivar principale è auto-incompatibile, particolare attenzione deve essere data alla scelta degli impollinatori. Se si tratta di una cultivar per la quale sono conosciuti gli impollinatori più efficaci, la scelta deve concentrarsi su questi. Altrimenti, si deve fare riferimento alle cultivar che, nella zona in esame, sono solitamente consociate a quella considerata. Le cultivar impollinatici da privilegiare sono quelle che hanno fioritura abbondante, con elevata produzione di polline e il più possibile coincidente con la cultivar da impollinare. In genere, anche le cultivar auto-compatibili si avvantaggiano dell'impollinazione incrociata e quindi della consociazione con cultivar impollinatrici. Pertanto, è consigliabile inserire impollinatori anche quando si scelgono varietà auto-compatibili.

### 2.4.3 Scelta di una cultivar diffusa in un ambiente diverso da quello in cui si intende realizzare il nuovo oliveto

Se si intende impiegare una cultivar precedentemente diffusa in un altro ambiente, occorre valutare la sua risposta vegetativa e produttiva nel nuovo ambiente, anche in termini di sensibilità alle avversità e di qualità del prodotto. In generale, i problemi maggiori possono verificarsi quando una cultivar è spostata da nord a sud, per la possibilità che si verifichi mancato soddisfacimento delle esigenze in freddo, sfasamento dell'epoca di fioritura rispetto alle cultivar locali, variazioni della composizione in acidi grassi e della quantità dei polifenoli, ecc. Pertanto, prima dell'introduzione di una varietà in un ambiente con caratteristiche climatiche diverse da quelle originali, è consigliabile effettuare sperimentazioni preliminari per verificarne la risposta.

## 2.5 Scelta della pianta

In commercio sono disponibili piante propagate con diversi sistemi:

- Piante da innesto: sono generalmente innestate su portinnesti franchi (semenzali) perché non sono disponibili per l'olivo portinnesti in grado di conferire particolari vantaggi. L'innesto, tuttavia, trova utile applicazione per quelle varietà con bassa capacità di radicazione per talea. Le piante innestate vengono generalmente messe in commercio un anno dopo l'innesto. In condizioni di carenza idrica possono avere un più facile attecchimento grazie al apparato radicale inizialmente più profondo. Dopo qualche anno, tuttavia, l'apparato radicale risulterà uguale a quello delle piante da talea.

***Figura 15: piante da innesto***

***Figura 14: piante da talea***

- Piante da talea: derivano dalla radicazione di porzioni di rami. Le talee radicate (barbatelle) vengono poi allevate in vaso e possono essere pronte per la messa a dimora già ad un anno di età. Le piante da talea sono uniformi, a rapida entrata in produzione e il costo è generalmente più basso rispetto a quelle innestate. Inoltre, nel caso di necessità di riallevare le piante dalla base (per esempio a seguito di danni da freddo), non occorre reinnestare.
- Piante da vitro: È preferibile ricorrere alla moltiplicazione in vitro solo nel caso di acquisto delle piante sul mercato internazionale, perché le piante micro-propagate sono più controllate dal punto di vista fito-sanitario, riducendo così il rischio di trasmissione di malattie virali, batteriche o fungine.

Indipendentemente dal sistema di propagazione con cui sono state ottenute, le piante migliori sono quelle di 1,0-1,5 anni di età (nel caso delle piante innestate si intende a partire dal momento dell'innesto), di altezza minima superiore agli 80-100 cm, allevate in contenitori di dimensioni adeguate (volume circa 4 l), con apparato radicale ben sviluppato nell'intero pane di terra.

**Figura 16: pianta da innesto di 1 anno  e pianta da talea di 2 anni**

È preferibile acquistare piante con fusto singolo, eventualmente ramificato lateralmente con rami brevi o con qualche germoglio nella porzione apicale. Le piante così preparate in vivaio potranno essere allevate in campo con qualsiasi forma di allevamento.
Per l'impianto possono essere utilizzate anche piante più piccole o più grandi (sconsigliabile oltre 2-2,5 anni) di quelle indicate sopra. Nel primo caso bisogna porre particolare attenzione al controllo delle infestanti lungo il filare e alla potatura di allevamento. Nel secondo caso c'è il rischio di maggiore crisi di trapianto, soprattutto se le piante sono state allevate in vasi di dimensione insufficiente per un corretto sviluppo dell'apparato radicale.

Nell'Unione Europea, le piante devono soddisfare i requisiti imposti dalle norme comunitarie e quindi essere accompagnate dal Passaporto delle piante e dal documento di commercializzazione con l'indicazione "Qualità CE", che impone l'assenza dei principali parassiti e la rispondenza varietale. Avendo la possibilità di scegliere, è opportuno acquistare piante certificate dal punto di vista sanitario e genetico secondo il Servizio Nazionale di Certificazione Volontaria del materiale di propagazione vegetale (D.M. 16/6/1993), che garantisce una qualità superiore alla "Qualità CE".
In caso di oliveto biologico le piante devono provenire da vivai che adottano il metodo di produzione biologica.

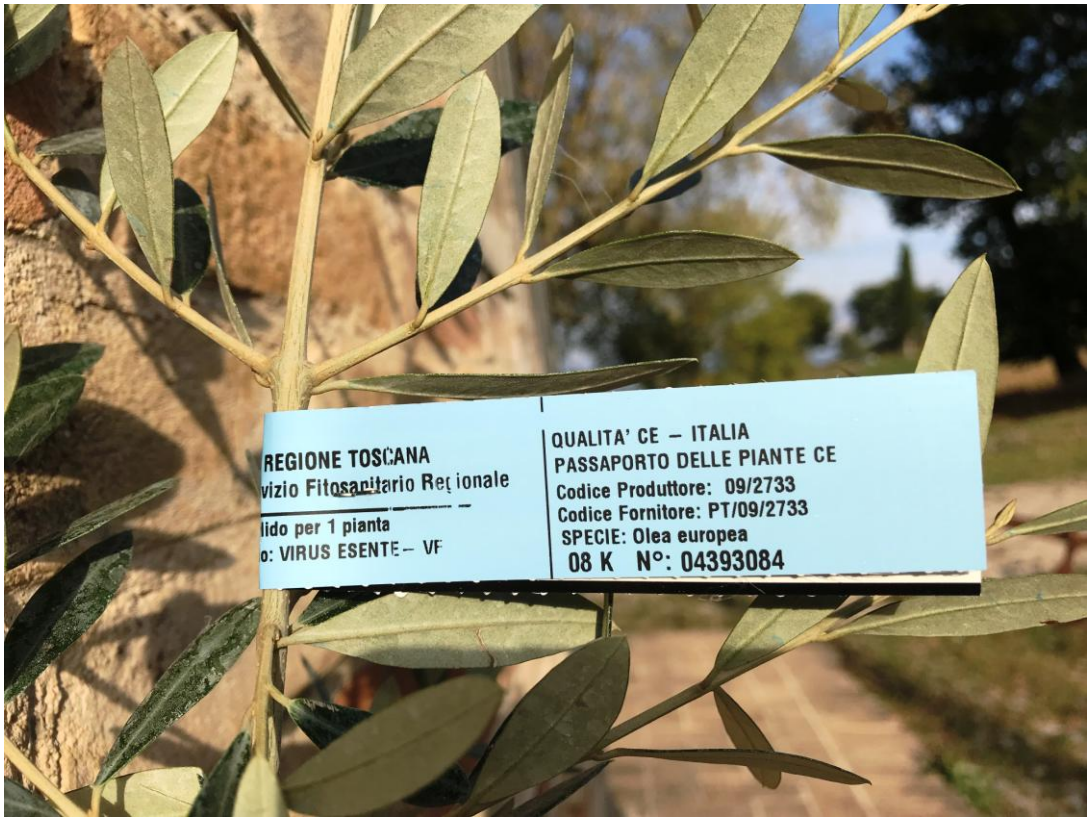



***Figura 17: pianta certificata virus esente***

## 2.6 Sesto d'Impianto

La densità di piantagione deve essere stabilita in funzione delle dimensioni che le piante potranno raggiungere nella fase adulta (che dipende dalla vigoria delle cultivar, dalla fertilità del terreno, dalle condizioni climatiche, dalla forma di allevamento adottata e dalla tecnica colturale applicata, con particolare riferimento all'irrigazione) e della necessità di meccanizzare l'esecuzione delle pratiche colturali, con particolare riguardo alla raccolta. A pieno sviluppo, le chiome degli alberi devono rimanere ben illuminate e arieggiate e, quindi, la disposizione e le distanze di piantagione devono essere definite in maniera da evitare l'ombreggiamento reciproco tra piante vicine.

Per l'olivo, a differenza di altre specie da frutto, non sono disponibili portinnesti in grado di indurre un ridotto vigore e sono pochissime le cultivar caratterizzate da bassa vigoria, pertanto, con l'eccezione degli impianti superintensivi, si applicano distanze di piantagione relativamente elevate. I ritmi di accrescimento delle piante sono piuttosto lenti e quindi il tempo necessario affinché queste arrivino al completo sviluppo è relativamente lungo (8-10 anni). Di conseguenza, nei primi anni dopo l'impianto non si ha un'ottimale utilizzazione dell'energia luminosa disponibile. Per contro, elevate densità di impianto consentono inizialmente di intercettare una maggiore quantità di radiazione solare e quindi di ottenere produzioni per ettaro più elevate, ma successivamente determinano un'eccessiva competizione tra le piante, soprattutto per la luce, con conseguenti problemi produttivi e necessità di eseguire, periodicamente, interventi drastici di potatura per contenere le chiome nello spazio a loro riservato.

***Figura 18: la distanza tra le piante, in agricoltura biologica, deve essere maggiore***

Nella maggior parte delle situazioni rilevabili in Italia, i migliori risultati si ottengono con un numero di piante per ettaro compreso tra 200 e 400: le più alte densità sono applicate con cultivar relativamente poco vigorose e/o in ambienti meno favorevoli allo sviluppo degli alberi e in assenza di irrigazione, viceversa, le minori densità sono utili per cultivar più vigorose e/o in ambienti favorevoli e in presenza di irrigazione, dove si prevede un forte sviluppo vegetativo. La forma di allevamento a monocono, a parità delle altre condizioni, per la minore espansione laterale delle chiome, consente di adottare distanze di piantagione relativamente minori.

I sesti di impianto più impiegati sono:

- A quadrato, variabili da 5x5 m a 7x7 m, che permettono una uniforme illuminazione delle chiome e la possibilità di transitare con i mezzi meccanici longitudinalmente e trasversalmente.
- A rettangolo, con distanze variabili da 6 a 8 m tra le file e da 4 a 7 m lungo la fila. La maggiore distanza tra le file, a parità di numero di piante per ettaro, può facilitare il transito dei mezzi meccanici negli interfilari. In generale, il sesto a rettangolo è da preferire con cultivar poco vigorose e ad habitus vegetativo assurgente e con forma di allevamento a monocono, mentre quello a quadrato è più adatto per cultivar vigorose, ad habitus espanso e con forma di allevamento a vaso o a globo.

Nel caso di varietà particolarmente vigorose o in ambienti aridi, caratterizzati da disponibilità idriche limitate (precipitazioni ≤ 300-400 mm/anno e impossibilità di irrigare), il numero di piante per ettaro può ridursi fino a 100-150 piante/ha, con disposizione degli alberi in quadrato a 8x8 m o 10x10 m. In effetti, riducendo il numero di alberi per unità di superficie, aumenta il volume di terreno disponibile per ogni pianta e quindi le riserve di acqua e nutrienti utilizzabili dalla stessa.
Per ottimizzare l'utilizzo dell'energia disponibile durante la fase iniziale di sviluppo, è stato sperimentato l'aumento della densità degli olivi con l'interposizione lungo la fila di una pianta supplementare da asportare al momento della comparsa di fenomeni di competizione (sesto variabile o dinamico). Questo tipo di sesto, tuttavia, non sembra consigliabile perché il vantaggio dell'aumento della produzione nei primi anni di vita dell'impianto può venire annullato dai maggiori costi di impianto e dalla spesa necessaria per il diradamento, che deve essere effettuato quando iniziano ad esserci problemi di ombreggiamento tra piante contigue (in genere 10-12 anni dopo l'impianto).

Per quanto riguarda il rapporto tra densità di impianto e meccanizzazione delle operazioni colturali e in particolare della raccolta, va considerato che per un'agevole movimentazione dei vibratori del tronco è necessario avere una distanza di almeno 5 m tra le file e, nel caso di uso di telai intercettatori a ombrello rovescio, una distanza tra le piante lungo i filari che consenta di disporre

di uno spazio di almeno 1-1,5 m tra le chiome, in maniera da non avere ostacoli all'apertura del telaio stesso.

In caso di impianto di oliveti che saranno coltivati secondo il metodo biologico è preferibile avere delle distanze di piantagione maggiori di almeno 0,5 m di quelle dell'oliveto condotto con metodo convenzionale al fine di consentire una migliore illuminazione ed aerazione delle chiome, condizioni queste che contrastano lo sviluppo di patogeni e parassiti.

### 2.6.1 Densità e distribuzione degli impollinatori

Gli impollinatori, indispensabili negli impianti con cultivar auto-incompatibili, possono rappresentare il 10-15% minimo del numero totale di alberi ed essere uniformemente distribuiti all'interno della piantagione, oppure disposti su filari che si alternano a quelli delle cultivar principali. In quest'ultimo caso è opportuno non scendere sotto il 15-20% (1 filare ogni 5-6).
Se l'appezzamento è localizzato in un'area con venti predominanti durante il periodo della fioritura, gli impollinatori dovrebbero essere posti in maniera da essere ben investiti dal vento stesso e quindi assicurare la migliore distribuzione del polline.
Se il nuovo impianto è realizzato in una zona dove ci sono altri oliveti, anche questi potranno contribuire all'impollinazione di quello nuovo, soprattutto se questo è di limitata estensione.

## 2.7 Aspetti socio-economici

Per valutare l'idoneità del sito di impianto occorre considerare anche la presenza delle infrastrutture necessarie a coltivazione, raccolta e molitura dei frutti come:

- La presenza di frantoi nelle vicinanze, tenendo conto infatti della necessità di ridurre al massimo i tempi di sosta delle olive dal momento della raccolta a quello della molitura, soprattutto in aree con temperature relativamente elevate durante la raccolta (a meno di non disporre di sistemi di raffreddamento dei frutti);
- La disponibilità di manodopera specializzata, in grado di eseguire le principali operazioni colturali nell'oliveto, con particolare riferimento a quelle più complesse, tra le quali soprattutto la potatura;
- La presenza di idonei servizi di assistenza tecnica, di allerta meteorologica e fitosanitaria, oltre a quelli di valorizzazione dei prodotti e di promozione del territorio.

## 2.8 Preparazione del terreno

### 2.8.1 Ripulitura del terreno, sistemazione superficiale e drenaggio

Innanzitutto occorre assicurarsi che non ci siano vincoli idrogeologici e paesaggistici da rispettare e, nel caso, richiedere le eventuali autorizzazioni alle autorità competenti (ad esempio per movimenti terra di una certa consistenza).

Il terreno deve essere liberato dalle piante arboree di eventuali coltivazioni precedenti, avendo cura di non lasciare residui, soprattutto delle ceppaie e delle radici più grandi. Allo scopo potranno essere utilizzate ruspe, pale meccaniche o escavatori. La stessa operazione deve essere eseguita in caso di reimpianto, il quale può essere fatto immediatamente dopo l'estirpazione del vecchio oliveto (ad eccezione di quando presenti focolai di armillaria, come prima riportato), in quanto l'olivo non soffre del fenomeno della stanchezza del terreno.

In terreni con numerosi arbusti, si possono utilizzare appositi decespugliatori ad asse orizzontale che tagliano e trinciano la vegetazione in maniera da poterla utilizzare per arricchire il terreno di sostanza organica.

Se nell'appezzamento sono presenti pietre di una certa dimensione occorre procedere allo spietramento. In presenza di pietre non molto grandi si possono anche utilizzare delle macchine schiacciasassi che le frantumano, ma va valutata la convenienza economica di tale operazione.

Se la superficie del terreno è irregolare è opportuno livellarla, con ruspe o pale meccaniche di grande potenza, eliminando gli avvallamenti e i dossi, onde facilitare la movimentazione delle macchine ed evitare eventuali ristagni idrici che, oltre a creare problemi di asfissia radicale, possono favorire l'attacco di agenti dei marciumi del colletto e della verticilliosi.

Se per il modellamento della superficie è necessario effettuare sbancamenti che vanno oltre lo strato superficiale attivo del terreno, per evitare di portare in superficie strati profondi poco fertili, sarebbe opportuno accumulare lateralmente lo strato superficiale, per poi ridistribuirlo sulla superficie una volta completata l'operazione di sbancamento. Questa operazione consente il mantenimento degli strati più fertili del terreno, dove si sviluppa la gran parte delle radici, con conseguente migliore e più regolare crescita delle piante. Se l'intervento non fosse praticabile perché eccessivamente costoso, occorre almeno eseguire un'abbondante fertilizzazione organica nella/e zona/e dove è stato portato in superficie terreno "vergine" profondo. Nelle zone collinari le operazioni di sbancamento e di riporto devono essere effettuate in maniera da non peggiorare la stabilità delle pendici. A tal fine è importante assicurare una buona coesione tra la terra sul posto

e quella riportata, scarificando il terreno e facendo poi riporti progressivi di 30-40 cm di spessore, ben compattando ad ogni riporto mediante ripetuti passaggi dei mezzi.

L’olivo è particolarmente sensibile al ristagno idrico anche perché sono favoriti gli attacchi fungini (marciumi radicali), per cui va garantito un buon drenaggio delle acque superficiali.

In aree pianeggianti, in caso di rischio di ristagno idrico (es. scarsa permeabilità di terreni argillosi e/o presenza di falda freatica alta e/o per il verificarsi di piogge intense e di lunga durata e/o in situazioni in cui le acque defluiscono con difficoltà per la scarsa pendenza), occorre realizzare un’affossatura (scoline) o un drenaggio (tubi drenanti interrati), che devono garantire un franco di coltivazione di almeno 50-60 cm.

Il drenaggio è particolarmente consigliato in caso di falda freatica alta. Viene generalmente realizzato con tubi in polietilene o in PVC corrugato e fessurato, posti con apposite macchine ad una profondità di 1-1,5 m e distanti tra loro 5-10 m in terreni argillosi e 20-25 m in terreni relativamente sciolti. La pendenza dei dreni non deve essere inferiore al 3‰ e i dreni devono sfociare in collettori in grado di smaltire l'acqua raccolta. Per evitare l’occlusione dei fori dei dreni è preferibile utilizzare tubi rivestiti con fibra sintetica o fibra di cocco.
In caso di terreni argillosi od ove si verifichino ristagni in profondità, con rischio di smottamento dei terreni in pendio a causa di un insufficiente drenaggio naturale, può essere utile l’installazione di drenaggi. Eventualmente andranno realizzati in corrispondenza di eventuali compluvi, dove l’acqua tende ad accumularsi.

L’affossatura è efficace nell’eliminare l’acqua in tutte le situazioni che determinano il ristagno, mentre il drenaggio può non essere sufficiente in terreni con permeabilità particolarmente bassa (es. molto argillosi); infatti, in tale situazione il deflusso dell’acqua verso i dreni sarebbe così lento da renderli poco efficaci. Nelle situazioni più difficili la distanza tra i fossi non dovrebbe essere maggiore di 20 m, mentre in terreni piuttosto permeabili può arrivare fino a 35-40 m. Le scoline devono versare l’acqua in scoli naturali quali fossi, fiumi, laghi, ecc., oppure in fossi di raccolta artificiali (capofossi o collettori). L'affossatura pone come inconvenienti la tara produttiva, la necessità di manutenzione frequente e l’ostacolo alla circolazione di mezzi.

Nelle aree collinari, fino a pendenze del 5-10%, per ridurre il ruscellamento superficiale e favorire l’accumulo di riserve idriche nel suolo, è opportuno disporre i filari trasversalmente rispetto alla pendenza e, quindi, le operazioni connesse alla gestione del suolo saranno effettuate per traverso.

***Figura 19: oliveto terrazzato con muri a secco***

Con pendenze maggiori si deve applicare la sistemazione a rittochino, che consiste nel disporre i filari nella direzione della massima pendenza (lungo la quale si eseguono poi le operazioni colturali). In questo caso è opportuno che la lunghezza dei filari non sia superiore a 100-150 m, se la pendenza è compresa tra il 10 ed il 20% e a 50-100 m se è maggiore del 20%.

Quando la pendenza del terreno supera il 10%, soprattutto se l'appezzamento è lungo, è utile tracciare alcuni fossi temporanei secondo le curve di livello, ad una distanza fra loro variabile da 30 a 70-80 m, in funzione della pendenza e della permeabilità del terreno. I fossi devono avere una profondità di almeno 15-20 cm, una pendenza variabile dall'1% al 2,5% e una lunghezza non superiore a 200 m. Tali fossi dovranno essere ripristinati costantemente negli anni, ogni volta che verranno eseguite le lavorazioni. In caso di inerbimento non è necessario realizzare i suddetti fossi. L'acqua dei fossi va allontanata dall'oliveto mediante scoli naturali o artificiali che convoglino le acque verso valle, preferibilmente consolidati mediante inerbimento, posa di pietre o lastre di cemento nel fondo, ecc.

In caso di eccessiva lunghezza dell'appezzamento nel senso della pendenza, è opportuno ridurla realizzando dei capofossi trasversali.

Nel caso di confluenza di acque superficiali da terreni soprastanti, è opportuno realizzare un fosso di guardia a monte dell'appezzamento, di almeno 50-70 cm di profondità, che raccolga le acque della pendice a monte e le convogli nella rete idraulica principale.

Quando la pendenza dell'appezzamento supera il 30%, occorre realizzare dei terrazzamenti. Questa operazione, considerati i costi per la sua esecuzione e le difficoltà che crea per la meccanizzazione, è giustificabile solo in casi particolari: produzione di oli in aree rinomate in grado di spuntare prezzi molto elevati o necessità di consolidare le pendici.

***Figura 20: terrazzamenti***

Al momento della sistemazione superficiale occorre anche provvedere alla realizzazione delle infrastrutture di servizio, quali strade poderali, scavi per l'interramento di tubazioni dell'impianto di irrigazione, laghetti o serbatoi per la raccolta dell'acqua, pozzi e, se ci si trova in zone fortemente ventose, barriere frangivento.

### 2.8.2 Fertilizzazione di fondo

Ha lo scopo di portare fosforo, potassio ed eventualmente sostanza organica negli strati del terreno dove si svilupperà l'apparato radicale delle piante. Per eseguirla razionalmente, occorre effettuare le analisi del terreno e confrontare i valori ottenuti con quelli di riferimento, in modo da stabilire le quantità di fertilizzanti da apportare. La fertilizzazione di fondo non riguarda i concimi azotati, che, essendo soggetti a lisciviazione, dovranno essere apportati annualmente.

***Tabella 1. Parametri ideali del terreno destinato all'impianto di un oliveto (Tombesi, 2002).***

| Parametri | Range ideale |
|---|---|
| pH | 7,0-8,0 |
| Ca scambiabile | 1650-5000 ppm |
| K scambiabile | 50-150 ppm |
| P assimilabile | 5-35 ppm |
| Mg scambiabile | 100-200 ppm |
| N | >0,1 % |
| Sostanza organica | >1% |

In terreni di media fertilità (Tabella 1), generalmente, occorrono 150-250 kg/ha di fosforo, 200-300 kg/ha di potassio e, se disponibili, 40-60 t/ha di letame maturo (si può arrivare a distribuirne fino a 100 t/ha in terreni poveri).

Se il contenuto di sostanza organica del terreno fosse particolarmente basso, sarà necessario aumentarlo gradualmente nel corso di più anni, effettuando adeguati apporti di sostanza organica anche con la coltura in atto. Nei terreni sciolti la sostanza organica viene mineralizzata rapidamente e anche fosforo e potassio hanno un'elevata mobilità, pertanto è preferibile frazionare negli anni l'apporto di sostanza organica e concimi, in modo da evitare fenomeni di depauperamento. Il letame bovino maturo è il fertilizzante organico più utilizzato perché ottimo e relativamente più facile da reperire, ma possono essere usati anche letami di altri animali (equini, ovini, conigli, polli, ecc.), fertilizzanti ottenuti dal compostaggio di varie sostanze, anche mescolate fra loro (sansa, paglie, stocchi, letami di varia origine, ecc.), compost che si trovano in commercio, anche derivanti da residui solidi urbani (RSU), purché di elevata qualità (basso contenuto di Sali e di metalli pesanti, in particolare). In genere i compost, rispetto al letame, vanno utilizzati in dosi ridotte del 30-50%, considerato che hanno un contenuto in sostanza secca relativamente elevato (dal 35 al 55%).

Nel caso in cui il contenuto in sostanza organica ed in elementi nutritivi del terreno sia considerato sufficiente (Tabella 1), non sarà necessario eseguire la fertilizzazione di base. In quest'ultimo caso, anzi, se ne dovrà tenere conto nella gestione della fertilizzazione durante la fase di allevamento e di produzione dell'arboreto, non effettuando o riducendo l'apporto di quegli elementi non lisciviabili (es. fosforo e potassio) presenti in quantità superiori a quelle di riferimento fino a quando il loro livello non sarà sceso al livello di sufficienza.

Lo spessore di terreno preso in considerazione per valutare la quantità di sostanza organica e di elementi nutritivi da apportare è quello in cui si sviluppano la maggior parte delle radici (fino a 60-80 cm di profondità).

Nell'utilizzo degli ammendanti disponibili sul mercato deve essere valutata attentamente la convenienza economica, considerato che devono essere utilizzati in elevate quantità per poter incidere significativamente sul bilancio umico.

***Figura 21: fertilizzazione con letame prima dell'impianto***

Nel caso di coltivazione biologica, nell'ambito dei Paesi dell'Unione Europea occorre utilizzare i fertilizzanti organici consentiti dall'Allegato II del Regolamento CEE 2092/01.
Se non sono disponibili i fertilizzanti sopra menzionati, una valida alternativa per apportare sostanza organica è rappresentata dal sovescio, da effettuare con miscugli di graminacee e leguminose, come ad esempio:

- con semina autunnale: orzo (75 kg/ha) + veccia villosa (25 kg/ha) o sativa (50 kg/ha), in alternativa orzo (50 kg/ha) + favino (100 kg/ha);
- con semina primaverile: con le stesse essenze e quantità delle semine autunnali o sostituendo l'orzo con l'avena (70/80 kg/ha) oppure con loietto italico (15-20 kg/ha).

La massa vegetale prodotta va interrata sul posto allo scopo di produrre sostanza organica. Il sovescio può essere fatto prima dello scasso o dopo l'impianto, in quest'ultimo caso l'interramento

dovrà essere più superficiale. Al momento dell'utilizzazione, il sovescio generalmente apporta 4-6 t/ha di sostanza organica secca, equivalenti a 0,4-1,8 t di humus. È bene ricordare che con il sovescio praticato come fertilizzazione di fondo, l'obiettivo principale è avere una buona resa in humus, quindi è opportuno effettuare lo sfalcio in epoca relativamente avanzata, dopo la spigatura delle graminacee e la fioritura delle leguminose, quando è iniziato il processo di maturazione e quindi si ha un aumento del contenuto in lignina e cellulosa nella massa vegetale.

Per quanto riguarda gli apporti di fosforo (P) e potassio (K), si possono utilizzare perfosfato semplice (19-21% di $P_2O_5$) o triplo (46-45% di $P_2O_5$), Scorie Thomas (16-18% di $P_2O_5$), solfato di potassio (48-52% di $K_2O$), salino potassico (40% di $K_2O$).

Per gli impianti coltivati secondo il metodo biologico, la fertilizzazione si basa sull'apporto di sostanza organica, ma ci sono anche concimi di origine naturale che possono essere utilizzati. Per il fosforo si possono impiegare fosfato naturale tenero (ottenuto dalla macinazione delle fosforiti), fosfato alluminio-calcico (Phospal) o Scorie Thomas. In terreni tendenzialmente acidi sono preferibili il fosfato naturale e le Scorie Thomas, mentre in terreni tendenzialmente alcalini calcarei meglio usare fosfato alluminio-calcico. Per il potassio si possono usare sali grezzi di potassio e solfato di potassio contenente sale di magnesio.

La fertilizzazione di fondo viene eseguita prima di un'aratura non troppo profonda in maniera che con la lavorazione i fertilizzanti vengano interrati nello spessore di terreno che poi sarà esplorato dalle radici.

### 2.8.3 Scasso

Consiste nella lavorazione profonda del terreno prima dell'impianto per:

- favorire l'approfondimento delle radici e il percolamento dell'acqua anche attraverso la rimozione di eventuali ostacoli meccanici;
- migliorare l'aerazione del suolo;
- interrare ammendanti e materiali per correggere la composizione chimica ed il pH del terreno;
- migliorare la disponibilità di elementi nutritivi;
- mescolare eventuali strati diversi di terreno;
- completare la rimozione dei residui radicali di colture precedenti.

Profondità. L'esecuzione dello scasso è particolarmente importante nei terreni compatti, per favorire lo sviluppo radicale delle piante, in tal caso occorre raggiungere una profondità di 80-100 cm. Nei terreni sciolti invece, se dotati di un buon grado di aerazione naturale e che non presentino ristagni idrici, è sufficiente raggiungere una profondità di 50-70 cm.

Modalità di esecuzione. È preferibile utilizzare l'aratro da scasso quando è utile il mescolamento di diversi strati del terreno (es. argilla e sabbia). Negli altri casi, poiché lo strato superficiale del terreno è generalmente più fertile di quelli sottostanti, è preferibile eseguire una doppia lavorazione o lavorazione a due strati, che consiste nell'effettuare un'aratura profonda circa 40 cm, con la quale si interrano i residui organici e i fertilizzanti utilizzati per la fertilizzazione di fondo, seguita da una discissura fino alla profondità di 80-100 cm con ripper, che incide e solleva il terreno in profondità e rompendo la suola di lavorazione creata dall'aratro da scasso. Ottimi risultati si ottengono anche con rippatura incrociata, alla distanza di 40-50 cm.

***Figura 22: scasso***

La doppia lavorazione va particolarmente bene quando lo strato profondo è roccioso o sassoso, in quanto permette di dissodare il terreno senza portare in superficie troppe pietre. In ogni caso, se con le operazioni di scasso si portano in superficie delle pietre, queste andranno allontanate o frantumate. Altri vantaggi della lavorazione a due strati sono rappresentati dalla concentrazione dei fertilizzanti apportati con la fertilizzazione di fondo nello strato di terreno dove si sviluppa la maggior parte delle radici, dalla non creazione della suola di lavorazione, che può determinare difficoltà alla infiltrazione delle acque in eccesso con possibili conseguenze anche sulla stabilità delle pendici, dalla riduzione dell'erosione che spesso si ha in terreni collinari lavorati a rittochino, soprattutto se la rippatura è eseguita prima nel senso della pendenza e poi nel senso trasversale alla stessa ed anche l'aratura è fatta secondo quest'ultimo senso.

Epoca di esecuzione. Il periodo migliore per eseguire lo scasso è l'estate che precede l'impianto, ma può essere effettuato anche in altre epoche, purché il terreno sia in tempera. Nel caso della

doppia lavorazione, le due operazioni possono essere eseguite disgiuntamente, per esempio una in primavera e l'altra tra la fine dell'estate e l'inizio dell'autunno.

### 2.8.4 Rifinitura

Dopo lo scasso e prima dell'apertura delle buche vanno eseguite una o più lavorazioni superficiali di rifinitura, per affinare e uniformare il terreno. A tale scopo si utilizzano erpici (a dischi o a denti) o estirpatori. Questa operazione è utile anche per completare l'estirpazione degli eventuali residui colturali rimasti.

***Figura 23*: rifinitura**

### 2.8.5 Squadro

Con lo squadro si definisce la posizione dei filari e delle piante lungo i filari.

Lo squadro può essere effettuato con l'ausilio di diversi strumenti, quali tacheometri, squadri agrimensori, fettucce metriche, paline, fili, sistemi GPS, ecc. Come primo passo, va definito l'orientamento dei filari mediante un allineamento di base di riferimento tracciato con delle paline, in genere in direzione nord-sud o lungo il lato maggiore dell'appezzamento, dopodiché, utilizzando un tacheometro o, più semplicemente, uno squadro agrimensorio o una corda metrica, perpendicolarmente a questo vengono definiti degli allineamenti principali a distanze regolari (in genere multipli della distanza tra le file). Quando si dispone solo della corda metrica, per lo squadro si usa il sistema basato sul teorema di Pitagora, realizzando un triangolo rettangolo con i lati rispettivamente di 3 e 4 m e l'ipotenusa di 5 m. A livello pratico, andando a posizionare uno dei

2 lati sull'allineamento che rappresenta il filare di riferimento, si potrà individuare la direzione ad esso perpendicolare posizionando la terza palina rispettivamente a 3 e 5 m di distanza dagli estremi del primo lato. Il primo cateto può essere altresì posizionato sull'allineamento in testata, individuando così la direzione dei filari.
Una volta individuati gli allineamenti principali si completa lo squadro con l'aiuto di corda metrica, paline e picchetti, individuando la posizione di tutti i filari e, lungo questi, di tutti i punti dove dovranno essere collocate le piante (picchettamento).

## 2.9 Piantagione

### 2.9.1 Epoca

Nei climi ad inverno mite, dove i rischi di danni da freddo sono trascurabili, soprattutto se caratterizzati anche da limitate precipitazioni primaverili, è preferibile effettuare la piantagione in autunno, altrimenti a fine inverno – inizio primavera. In quest'ultimo caso, in ambienti miti si può fare a partire da circa un mese prima della fine dell'inverno, mentre in quelli a rischio di gelate è meglio posticipare a dopo l'inizio della primavera. Con piante in vaso è comunque possibile eseguire la piantagione anche successivamente purché si assicuri una buona disponibilità di acqua. In ambienti caldi e/o aridi, dove il problema principale è rappresentato dall'aridità primaverile-estiva, la piantagione può essere convenientemente fatta durante l'inverno.

### 2.9.2 Realizzazione delle buche e piantamento

Prima di scavare le buche, dovendo rimuovere le canne dello squadro, per conservare memoria della esatta posizione è necessario prevedere un sistema di riferimento in modo da piantare i tutori esattamente nella posizione della canna o ad una distanza fissa. Per esempio si può fare uso di un'assicella lunga 1-1,2 m su cui siano stati fatti 3 segni, 2 alle estremità e uno al centro. Prima di scavare la buca si fa coincidere il segno centrale con il picchetto, mettendo due canne in corrispondenza dei 2 segni laterali, quindi si toglie il picchetto centrale e si scava la buca. Poi si riutilizzerà la stessa asticella per piantare il tutore nella stessa posizione in cui si trovava la canna dello squadro.

In corrispondenza di ciascuna pianta dovranno essere scavate delle buche del diametro e profondità di circa 40 cm. L'operazione può essere eseguita a mano o con una trivella meccanica. Al momento dell'apertura delle buche il terreno deve essere asciutto, soprattutto se argilloso, per evitare il compattamento delle pareti. Le buche potrebbero anche venire aperte qualche tempo prima della piantagione, affinché gli agenti atmosferici migliorino la struttura delle pareti e della terra accantonata intorno alle buche, che verrà poi disposta intorno al pane di terra delle piante.

Sul fondo della buca va piantato il tutore (vedi paragrafo successivo), posizionandolo a nord della piantina, soprattutto se ha un diametro elevato, per evitare l'ombreggiamento delle foglie inserite lungo il fusticino. Nel caso in cui non fosse stata eseguita la fertilizzazione di base, sul fondo della buca si può aggiungere del concime o della sostanza organica (es. letame) ben matura, ricoprendo poi con un sottile strato di terra, per evitare che le radici vadano direttamente a contatto del concime.

***Figura 23: trivella meccanica***

Le piante, dopo aver accertato che il pane di terra sia ben umido (innaffiare le piante il giorno prima della piantagione), andranno disposte lungo i filari in prossimità delle buche dove andranno piantate. Per estrarre il pane di terra dal vaso basterà rovesciarlo, avendo cura di non romperlo, dopodiché va posizionato in maniera che il colletto della pianta rimanga a non più di 5 cm sotto il livello del terreno (o meno se si prevede un assestamento della terra che porti più in profondità la pianta), orientando il fusticino vicino al palo tutore. Solo in casi particolari le piante possono essere messe un po' più in profondità: con piante autoradicate e in terreni sciolti, se si vuole favorire l'approfondimento delle radici, oppure con piante innestate e in zone a rischio di gelate, per coprire il punto di innesto e favorire l'affrancamento (emissione di radici nella zona sopra all'innesto).

Una volta posizionata la pianta, si riempirà la buca mettendo sotto e intorno al pane di terra la terra accantonato al momento dello scavo, comprimendolo leggermente in maniera da farla ben aderire al pane di terra stesso e quindi creare una buona continuità per favorire lo sviluppo dell'apparato radicale. Per evitare il ruscellamento dell'acqua irrigua e piovana, soprattutto nel caso di terreni in pendenza, è consigliato disporre la terra in modo da formare una piccola conca intorno alla pianta.

***Figura 25: corretto posizionamento della pianta***

Una volta piantata, la pianta va legata al tutore in 2 o 3 punti, a seconda della sua altezza, con legacci di plastica tubolari morbidi. Per evitare il contatto diretto tra la pianta e il tutore e rendere più elastico il nodo, il filo andrebbe disposto a 8, con una piegatura tra tronco e palo, evitando di stringere troppo il fusto.

Subito dopo la messa a dimora, le piante vanno irrigate somministrando almeno 10 l/pianta di acqua, per migliorare il contatto fra terreno e radici e per fornire l'acqua necessaria al buon attecchimento degli alberi.

Nel caso di impianti intensivi o per piantare grandi superfici, si può fare ricorso all'uso di macchine trapiantatrici che, una volta stabiliti orientamento e distanza dei filari, possono scavare le buche o solchi e piantare gli alberi in successione lungo i filari.

***Figura 26: legatura della pianta al tutore***

### 2.9.3 Tutori e armature

Materiale dei tutori. Si possono scegliere diversi tipi di materiali. Quelli in legno sono solitamente di castagno, ma possono anche essere di ornello, carpino o pino. Si possono trovare in commercio pali trattati con prodotti che ne prolungano la durata, oppure si possono trattare in azienda, immergendo la loro parte basale in una soluzione di solfato di rame all'1% per 3-4 giorni oppure possono essere lasciati al naturale, accettandone una più breve durata (5-6 anni), tenendo conto del fatto che i tronchi durante dopo questo tempo avranno raggiunto una sufficiente robustezza per autosostenersi. I pali in plastica devono essere del tipo rinforzato (a sezione esagonale o ottagonale stellata, cioè con rinforzo interno). Oggi è facile trovare in commercio anche pali di bambù o di altro materiale (ferro, materiali riciclati, ecc.) la cui scelta dipende dal prezzo e dalle caratteristiche tecniche.

I pali in ferro zincato sono disponibili in varie tipologie, sono pratici e maneggevoli. Presentano solitamente le asole per i fili. Possono anche essere ricoperti in plastica (sono più cari, ma migliori dal punto di vista estetico). Per i pali si può anche ricorrere a soluzioni miste: quelli di testata in legno o cemento armato precompresso, più robusti, e quelli intermedi in ferro zincato.

Per la realizzazione della struttura di sostegno dell'impianto di irrigazione si possono utilizzare pali di legno, cemento armato precompresso o ferro.

*Figura 27: il tutore in tondino di ferro zigrinato può danneggiare la pianta*

Dimensioni dei tutori. I tutori, conficcati nel terreno ad una profondità di circa 0,5-0,7 m, devono avere un'altezza fuori terra di m 1,5 per piante allevate a vaso e di m 2-2,5 per quelle allevate a monocono. I pali di legno devono avere un diametro di circa 8 cm, mentre quelli in plastica possono avere una larghezza intorno a 6 cm, e quelli di bambù di 3,5-4 cm.

Se il nuovo oliveto è dotato di impianto di irrigazione a goccia sostenuto da una struttura costituita da pali e filo, su cui sono attaccate le linee gocciolanti, i tutori possono essere legati al filo stesso, per aumentare la stabilità complessiva della struttura di sostegno, e possono essere utilizzati anche pali meno robusti. Va tuttavia ricordato che, in tutti i casi, l'installazione di ali di irrigazione sospese può determinare problemi alla raccolta con vibratore del tronco e intercettatore a ombrello rovescio.

### 2.9.4 Pacciamatura

Per evitare la crescita delle erbe infestanti vicino alle piante di olivo, può essere effettuata la pacciamatura lungo i filari (prima della messa a dimora delle piante), per una larghezza di 1-1,5 m. La pacciamatura, oltre a facilitare la gestione del suolo lungo il filare, favorisce lo sviluppo iniziale delle piante per la mancata competizione con le infestanti e per la creazione di migliori condizioni per l'accrescimento dell'apparato radicale.

***Figura 28: giovani piante con protezioni***

In zone dove possono verificarsi attacchi di roditori (arvicole, lepri, ecc.) è opportuno applicare alle piante delle protezioni ("shelter") intorno al fusticino, rappresentate da tubi di plastica rigidi (generalmente in polipropilene). Gli "shelter" facilitano anche l'esecuzione delle operazioni di gestione del terreno lungo i filari, riducendo il rischio di danneggiare le piante con i mezzi meccanici, mentre quando si usa il diserbo chimico evitano i rischi conseguenti alla bagnatura delle piante. Shelter alti 70-120 cm, se utilizzati per piante alte 60-120 cm, che devono essere allevate a vaso e impalcate a m 1,0-1,2 da terra, ne determinano un più rapido accrescimento in altezza e una facile esecuzione della potatura di allevamento.

## 2.10 Operazioni successive all'impianto

Dopo l'impianto, a partire dalla ripresa vegetativa, o nel caso di impianto primaverile, dopo 10-15 giorni dalla messa a dimora delle piante, si consigliano le seguenti operazioni:

- concimazioni localizzate di azoto (2-4 somministrazioni durante la primavera, per un quantitativo complessivo di circa 50 g/pianta, evitando il diretto contatto del concime con il fusticino);

- irrigazioni di soccorso, in assenza di impianto di irrigazione, in caso di siccità;
- eliminazione delle infestanti con lavorazioni superficiali o diserbo chimico;
- eliminazione degli eventuali germogli che si sviluppano lungo il fusto delle piante e asportazione dei germogli più bassi, con interventi estivi;
- eventuali trattamenti antiparassitari in caso di attacco di patogeni e/o fitofagi, con particolare riguardo a margaronia, tignola, oziorrinco, occhio di pavone e rogna. In particolare i fitofagi, danneggiando gli apici, determinano l'interruzione della crescita e lo sviluppo di germogli laterali, con conseguenti rallentamenti dell'accrescimento e maggiori difficoltà nella formazione della chioma;
- sostituzione delle piante non attecchite.

***Figura 29: durante la primavera-estate, per facilitare l'irrigazione, può essere creato un piccolo bacino intorno alla pianta***

***Figura 30: Il controllo delle infestanti nei primi anni dopo l'impianto è molto importante***

# 3 GESTIONE DEL TERRENO

*Primo Proietti, Luca Regni, Hanene Mairech, Luciana Baldoni*

Le priorità perseguite attraverso la gestione del terreno sono:

- valorizzare le risorse idriche, incrementando la formazione di riserve grazie ad una migliore infiltrazione e conservazione dell'acqua nel terreno;
- conservare le risorse nutritive;
- eliminare/limitare l'erosione del terreno;
- migliorare le condizioni strutturali del terreno, anche per evitare ristagni idrici;
- agevolare l'esecuzione delle altre operazioni colturali.

La gestione del terreno può comportare o l'eliminazione delle erbe, attraverso lavorazioni, diserbo chimico o pacciamatura, o il controllo della vegetazione infestante mediante inerbimento controllato. Considerate le finalità del presente manuale, il diserbo chimico non sarà preso in considerazione.

## 3.1 Lavorazioni

### 3.1.1 Vantaggi e svantaggi delle lavorazioni

Le lavorazioni superficiali del terreno, eseguite con diversi strumenti (aratri, estirpatori o erpici), a diverse profondità e in diversi momenti dell'anno, risultano molto efficaci per:

- il controllo delle erbe infestanti, che esercitano una forte competizione con gli alberi di olivo, soprattutto durante la stagione estivo-autunnale; infatti, rappresentano la tecnica più diffusa nelle zone aride, mentre la loro importanza si riduce nelle zone con buona disponibilità idrica naturale o negli oliveti irrigui, soprattutto con alberi adulti;
- la possibilità di interrare i fertilizzanti e i residui della potatura dopo tranciatura,
- l'azione di contrasto verso lo sviluppo di parassiti del terreno in quanto espongono le larve degli insetti all'azione degli uccelli insettivori e, in estate, i nematodi e i funghi alla disidratazione,
- la distruzione di eventuali tane di roditori.

***Figura 31: nei giovani oliveti le lavorazioni sono importanti per eliminare il rischio della competizione***

Di contro, le lavorazioni causano diversi problemi:

- in collina favoriscono l'erosione superficiale; la gravità dell'erosione e le relative ripercussioni sulla produttività degli alberi spesso non sono adeguatamente considerate, in quanto il continuo livellamento della superficie del suolo attuato con le lavorazioni può mascherare il fenomeno che in realtà, con pendenze elevate, può causare ogni anno la perdita di decine di tonnellate di suolo per ettaro (in terreni collinari l'erosione può facilmente raggiungere e superare 20-30 t/ha/anno di terreno), equivalenti ad uno spessore di parecchi millimetri; pertanto, con pendenze superiori al 5-10%, sarebbe opportuno scegliere sistemi alternativi alle lavorazioni per la gestione del terreno; infatti, pur se in un terreno appena lavorato la velocità d'infiltrazione dell'acqua è più elevata, in seguito a piogge di relativa intensità si può formare una "crosta" superficiale impermeabile, che riduce l'infiltrazione dell'acqua piovana fino a determinare, nel caso di piogge frequenti, fenomeni di scorrimento superficiale simili a quelli riscontrati con il diserbo,
- possono causare, soprattutto con l'uso di aratri, la formazione della "suola di lavorazione", cioè di un sottile strato impermeabile che si forma al di sotto dello strato lavorato nei terreni relativamente ricchi di argilla o di limo, che riduce l'infiltrazione dell'acqua negli strati profondi del terreno;
- impediscono l'accrescimento delle radici nello strato superficiale del terreno, costringendole a svilupparsi più profondamente, in condizioni, quindi, di minore aerazione

e scarso contenuto in sostanze nutritive; ciò è più grave nei terreni pesanti, e quindi insufficientemente aerati. In tali condizioni occorre, quindi, ridurre la profondità di lavorazione; l'assenza di radici vicine alla superficie del terreno (dove le stesse sono distrutte dalle lavorazioni) impedisce, inoltre, di assorbire acqua in occasione di piogge di bassa intensità e intermittenti, come quelle che spesso si verificano in estate, che bagnano solo pochi centimetri di terreno;

- provocano ferite alle radici determinando, oltre al danno diretto, anche il rischio che, attraverso le ferite, possano penetrare agenti patogeni;
- determinano una riduzione della sostanza organica nel terreno, poiché l'esposizione all'aria e al sole ne accelera la mineralizzazione;
- costituiscono una tecnica di gestione del terreno piuttosto onerosa in termini di macchine necessarie, carburanti e manodopera (mediamente 8-12 ore per ettaro per anno).
- riducono la portanza, cioè la capacità del terreno di sopportare un peso senza subire danni strutturali; conseguentemente il transito delle macchine quando il terreno è bagnato determina il compattamento dello stesso e ciò impedisce di eseguire tempestivamente le operazioni colturali (es. trattamenti antiparassitari, raccolta, ecc.).

***Figura 32: in pendenza, per ridurre il rischio di erosione, possono essere effettuati dei solchi trasversalmente***

In suoli tendenzialmente compatti è opportuno non lavorare quando siano molto asciutti ed evitare l'impiego di macchine operatrici che sminuzzano eccessivamente le zolle (alcuni tipi di frese).

Nel caso di formazione di suola di lavorazione, si può ricorrere al sub-soiling, che consiste nel realizzare periodicamente (ogni 3-4 anni) un solco al centro dell'interfilare, mediante un ripuntatore, fino a 40-50 cm di profondità.

***Figura 33: tecnica del sub-soiling***

Il compattamento è deleterio poiché, diminuendo la permeabilità, aumenta i rischi di erosione in collina o di ristagno idrico in pianura e determina asfissia radicale a seguito della carenza di ossigeno e dell'accumulo di composti (es. etilene) che inibiscono lo sviluppo delle radici, a cui conseguono riduzione di vigore e produttività, ingiallimenti delle foglie, marciumi radicali, ecc. Per questo motivo nei terreni lavorati, è preferibile evitare l'uso di mezzi meccanici pesanti durante i periodi piovosi. Quindi, nei terreni tendenzialmente compatti, in genere è opportuno sostituire la lavorazione autunnale con un inerbimento temporaneo (vedere più avanti).

### 3.1.2 Frequenza, epoca e profondità di lavorazione

Nel corso dell'anno, normalmente, sono sufficienti 2-3 (3-4 negli ambienti più caldi) lavorazioni, in primavera/estate.

Una lavorazione autunnale potrebbe eventualmente essere utile sia per interrare i concimi organici e quelli minerali poco mobili (fosforo e potassio), sia per facilitare l'infiltrazione delle piogge autunno-vernine, anche rompendo l'eventuale suola di lavorazione.

In ambienti non particolarmente siccitosi, quando non sia necessario interrare i fertilizzanti e soprattutto quando si temano fenomeni erosivi, la lavorazione autunnale va sostituita con un inerbimento temporaneo autunno-vernino.
Le lavorazioni primaverili-estive, distruggendo le piante erbacee, riducono il consumo idrico dalla vegetazione erbacea, elevato già dall'inizio della primavera poiché le piante erbacee, che hanno un apparato radicale molto superficiale, risentono precocemente dell'innalzamento della temperatura del suolo e, quindi, iniziano a svilupparsi prima degli olivi. Tuttavia, in molte aree olivicole, la competizione idrica in questo periodo può essere poco importante, in quanto si verifica in concomitanza con abbondanti piogge.

***Figura 34: lavorazioni autunnali in un oliveto***

Il numero degli interventi necessari nel periodo primaverile - estivo dipende dal decorso climatico.

- Una prima lavorazione si esegue prima dell'emissione delle infiorescenze (aprile), alla fine del periodo piovoso. Tale intervento va fatto con cautela poiché il danneggiamento dell'apparato radicale in questo periodo può ripercuotersi negativamente sull'accrescimento dei germogli e sulla fioritura.
- In giugno-luglio si pratica una seconda lavorazione e, se fossero ricresciute nuove piante, se ne dovrebbe effettuare un'altra in agosto.

Nonostante gli inconvenienti connessi alle lavorazioni, questo sistema di gestione del terreno è molto utile in giovani impianti e in ambienti soggetti a significative carenze idriche, dove è quindi importante ridurre al minimo la competizione idrica esercitata dalle piante erbacee.

In ogni caso, per non influire negativamente sulle caratteristiche fisiche del terreno, occorre evitare di lavorare quando il terreno è troppo bagnato o troppo asciutto: la condizione migliore è quella di "tempera", cioè quando, prendendo un po' di terra in mano, essa si frantuma facilmente senza polverizzarsi o impastarsi.

***Figura 35: Inerbimento naturale temporaneo autunno-invernale***

Tenendo conto della distribuzione superficiale dell'apparato radicale dell'olivo, vanno evitate lavorazioni profonde, soprattutto quando l'oliveto è giovane o durante la stagione di crescita. La profondità di intervento non deve essere più di 10 cm per le lavorazioni primaverili-estive e più di 15-25 cm per l'eventuale lavorazione autunnale.

### 3.1.3 Strumenti per la lavorazione

Per la prima lavorazione primaverile sono più adatti estirpatori leggeri o erpici a dischi, mentre per le successive sono preferibili erpici a denti. In particolare, l'erpice a dischi si usa quando, a causa delle piogge primaverili che obbligano a ritardare la lavorazione, si deve intervenire con infestanti già molto sviluppate, mentre non andrebbe impiegato successivamente, poiché provocherebbe elevate perdite di acqua per evaporazione e favorirebbe la formazione della suola di lavorazione. L'uso di fresatrici (zappatrici rotative) deve essere limitato il più possibile, poiché favorisce la

diffusione di infestanti e provoca la formazione della suola di lavorazione. Tuttavia, oggi sono disponibili modelli di frese (“a chiodo”, a “coltello dritto”) che limitano fortemente questo rischio. In alcune zone c’è la tendenza a ridurre la profondità e il numero delle lavorazioni, utilizzando spesso solo il vibrocoltivatore che, attraverso la vibrazione dei denti, migliora l’effetto dirompente, riduce l’ingolfamento causato da residui vegetali ed evita la rottura degli organi lavoranti in seguito all’urto contro le pietre. Con questa macchina, maggiore è la larghezza dei denti e migliore è il rimescolamento del terreno e l’azione contro le infestanti.

Per l’eventuale lavorazione autunnale si usano aratri, estirpatori o erpici. Gli aratri (ad eccezione di quelli rotativi) e gli erpici a dischi consentono l’interramento dei concimi, ma possono determinare la formazione della suola di lavorazione. Per ridurre questo rischio nei terreni che sono soggetti al problema, oltre ad utilizzare attrezzi provvisti di organi di taglio non conformati ad "L", è opportuno operare in condizioni di adeguata umidità del terreno, variare la profondità di lavoro da un anno all’altro, eseguire ogni 3-4 anni una ripuntatura fino a 40-50 cm di profondità al centro dell’interfilare. Un’alternativa è costituita dalla vangatrice, che opera bene anche in terreni tenaci e di collina, permette di interrare la sostanza organica e non provoca la formazione della suola di lavorazione.

***Figura 36: nei primi anni post impianto, le lavorazioni localizzate sono migliori delle lavorazioni complete***

Con alberi adulti si possono impiegare macchine (frese, estirpatori, erpici a dischi o piccoli aratri) dotate di dispositivi a spostamento laterale, comandate da un tastatore per ritrarsi in

corrispondenza del tronco, che consentono di operare anche sulla fila, anche se a volte, in estate, quando si hanno rami carichi pendenti, può risultare difficoltoso passare sotto le chiome con queste attrezzature. Tuttavia, se non si dispone di attrezzature che operano anche in vicinanza del tronco, l'inconveniente non è molto grave, in quanto l'ombreggiamento della chioma ostacola lo sviluppo delle erbe infestanti e, comunque, la loro presenza in prossimità del tronco danneggia in misura minima l'attività della pianta adulta.

Nei primi anni dopo l'impianto, le lavorazioni localizzate (con motocoltivatore) intorno agli alberi, associate allo sfalcio o al diserbo nell'interfilare, sono migliori delle lavorazioni complete andanti (cioè su tutta la superficie del terreno). Infatti, con i mezzi pesanti utilizzati per le lavorazioni andanti, spesso si lesionano gli alberi o, se non si passa troppo vicino ad essi, rimane dell'erba che entra in concorrenza con le radici, ancora molto superficiali. In alternativa alla lavorazione localizzata, sempre nei primi anni dall'impianto, si può attuare la pacciamatura.

## 3.2 L'inerbimento

La pratica dell'inerbimento deriva dall'evidenza che la flora infestante, se opportunamente gestita per ridurne il potere competitivo, può rappresentare una risorsa in grado di incrementare la fertilità del terreno e la biodiversità.

### 3.2.1 Vantaggi e svantaggi dell'inerbimento

È particolarmente idoneo per coltivazioni biologiche o integrate, ma può portare vantaggi in ogni oliveto, poiché:

- riduce o elimina gli inconvenienti connessi alle lavorazioni e al diserbo chimico e migliora le caratteristiche agro-ecologiche dell'oliveto, che acquisisce così maggiore autonomia e stabilità, con conseguente riduzione degli input esterni e dei rischi ambientali e sanitari;
- limita sensibilmente i rischi di smottamento ed erosione, in particolare quando nel cotico erboso sono presenti graminacee in abbondanza;
- aumenta la velocità d'infiltrazione dell'acqua (le radici delle piante erbacee formano dei canali preferenziali e la porosità incrementa del 15-20% rispetto ai terreni lavorati), favorendo così anche la costituzione di riserve idriche rispetto ad un suolo nudo, e riduce la velocità del flusso di scorrimento;
- riduce i rischi di ristagni idrici, soprattutto nel periodo primaverile (ma aumenta il fabbisogno di acqua nei periodi siccitosi e quindi non è adatta coltivazioni per oliveti in cui le risorse idriche fossero troppo scarse);
- consente lo sviluppo dell'apparato radicale degli alberi anche negli strati superficiali del terreno;

- aumenta la portanza del terreno e quindi riduce il compattamento causato dalla circolazione dei mezzi meccanici, rendendo possibile svolgere le operazioni colturali anche con terreno bagnato;
- riduce il rischio che le olive si sporchino di terra durante la raccolta,
- fa aumentare, in genere, la presenza di acari utili (predatori) mentre riduce il numero di insetti nocivi;
- promuove un miglior equilibrio vegeto-produttivo nell'albero, che così migliora la regolarità della produzione e diminuisce la suscettibilità verso malattie e fisiopatie;
- apporta sostanza organica grazie alla decomposizione del materiale di risulta delle periodiche falciature e dal continuo rinnovamento delle radici del cotico erboso che, seppure modesto (tra le 0,6-2,1 t/ha per anno di humus, con un rilascio di 80-100 kg di N, 20-25 kg di P e 130-150 kg di K) e limitato ai primi centimetri del suolo, è la premessa fondamentale per un'intensa attività biologica; a tale riguardo è stato riscontrato un aumento della microflora e della fauna terricola a favore di specie, come ad esempio i lombrichi, che migliorano la struttura del terreno e aumentano la velocità di umificazione;
- contribuisce alla bellezza del paesaggio, soprattutto durante le fioriture.

L'inerbimento presenta per contro alcuni inconvenienti:

- il principale è la competizione idrica, particolarmente dannosa in corrispondenza dell'allegagione e durante le prime fasi di sviluppo dei frutti, infatti l'inerbimento può consumare anche 200 mm di acqua per anno. Pertanto, in ambienti siccitosi e/o in terreni poveri di sostanza organica e leggeri, se si pratica l'inerbimento occorre anche disporre di un'adeguata disponibilità idrica per l'irrigazione;
- rispetto al terreno nudo rallenta il riscaldamento primaverile, determina temperature più elevate durante il giorno e più basse durante la notte, aumentando così il pericolo e la gravità delle gelate tardive;
- può determinare effetti "allelopatici" a causa di sostanze fitotossiche prodotte dalle radici di alcune infestanti (esempio gramigna) che, particolarmente sui giovani alberi, inibiscono lo sviluppo e la produzione;
- l'inerbimento non sembra influire sulla situazione sanitaria relativa alle malattie crittogamiche, ad eccezione di una maggiore incidenza di attacchi di verticillosi.

### 3.2.2 Strategie per ottimizzare l'inerbimento

La piovosità locale può guidare nella scelta del metodo d'inerbimento:

- con una piovosità annua superiore ai 700-800 mm e una discreta quantità di precipitazioni anche in estate non sussistono ostacoli per l'inerbimento permanente (cioè tutto l'anno) e totale (cioè su tutta la superficie);
- con una piovosità inferiore a tali livelli, ma superiore a 600 mm circa, e/o in presenza di piovosità di almeno 150 mm durante il quadrimestre maggio-agosto, può essere praticato l'inerbimento parziale (cioè solo negli interfilari) oppure totale, eseguendo però frequenti sfalci;
- In ambienti a piovosità inferiore ai 600 mm/anno l'inerbimento comporta seri rischi a causa della concorrenza idrica e quindi in genere è sconsigliabile, tuttavia, anche in queste condizioni si può tentare di praticare l'inerbimento operando un assiduo controllo della flora infestante pure durante il periodo invernale, favorendo così l'insediamento di una flora a limitato consumo idrico o attuando un inerbimento temporaneo autunno-invernale con graminacee (orzo, avena) o leguminose (veccia, favino), eventualmente seminate negli interfilari o in interfile alternate.

***Figura 37:*** **inerbimento naturale con interfile alternate**

Per evitare stress nutrizionali, che potrebbero verificarsi all'inizio della stagione vegetativa, in particolare a seguito della forte e contemporanea richiesta di elementi nutritivi da parte degli olivi e del cotico erboso, occorre intervenire con la concimazione. Quindi, per favorire l'azione dei microrganismi demolitori della biomassa erbosa e per sopperire alla temporanea sottrazione di azoto da parte degli stessi è sempre conveniente, nell'ambito della normale concimazione azotata,

somministrare circa 40-50 kg/ha di N (nitrato ammonico) subito dopo lo sfalcio dell'erba. L'inerbimento non consente l'interramento dei concimi fosfopotassici. Si può ovviare a tale inconveniente effettuando, prima di iniziare l'inerbimento, una concimazione fosfopotassica sufficiente per 2-3 anni (in funzione della dotazione del terreno, 100-300 g/pianta e 500-1500 g/pianta, rispettivamente di $P_2O_5$ e $K_2O$). Dopo questo periodo si renderanno disponibili gli elementi provenienti dalla decomposizione dei residui delle piante erbacee e si procederà, allora, con normali concimazioni annuali in superficie. Altro sistema consiste nell'eseguire una concimazione in concomitanza di un'erpicatura ogni 3-4 anni, eseguita però in interfilari alterni per non danneggiare eccessivamente l'apparato radicale degli alberi.

### 3.2.3 Tipologie di inerbimento

- Naturale permanente - nel quale si lasciano sviluppare le erbe spontanee, cercando di favorire le specie meno esigenti (ciò si ottiene con frequenti sfalci nei primi anni di inerbimento in modo da evitare che le specie che si sviluppano di più in altezza, e quindi più competitive, non concludano il proprio ciclo vegetativo a differenza di quelle basse e striscianti che sono meno competitive);

***Figura 38: gestione del terreno con inerbimento naturale permanente***

- Artificiale permanente - che si ottiene seminando apposite specie erbacee rustiche e poco competitive nei confronti degli alberi (vedi sotto);
- Naturale temporaneo - che si attua in ambienti siccitosi, ove l'inerbimento permanente può provocare eccessiva concorrenza idrica, lasciando inerbire il terreno solo nei periodi dell'anno in cui la quantità di acqua è sufficiente, eliminando poi le piante erbacee prima della stagione secca con una lavorazione (vedi sopra: L'inerbimento temporaneo autunno-vernino).

L’inerbimento, inoltre, può essere esteso a tutta la superficie di terreno (totale) o limitato all’interfilare (parziale) lasciando pulita, attraverso lavorazioni, una striscia di terreno lungo il filare di cm 60-120, per cui la superficie inerbita è ridotta al 60-80%. L’inerbimento parziale può essere realizzato anche in interfilari alternati ad interfilari lavorati: ciò consente di ridurre la competizione del cotico e un facile passaggio delle macchine negli interfilari inerbiti.

Tenendo conto della competizione idrica e nutrizionale, l’inerbimento non va attuato nei primi anni (3-4) dopo l’impianto, poiché potrebbe rallentare l’accrescimento dei giovani alberi. A partire dal 4°-5° anno di impianto, si può realizzare un inerbimento parziale oppure totale, ma in genere sarebbe preferibile attuare quest’ultimo dopo il 6°-7° anno.

Solo dove l’acqua non è un fattore limitante e con alberi vigorosi l’inerbimento può essere attuato già dal primo anno di impianto, lasciando però libera una striscia di sottofila abbastanza larga (1,2-1,5 m), lavorandola o, meglio, pacciamandola (inerbimento parziale).

### 3.2.4 Inerbimento artificiale

Per esaltare i benefici dell’inerbimento e ridurne gli effetti negativi, può essere attuato l’inerbimento artificiale con la semina di specie:

- in grado di coprire rapidamente ed omogeneamente il terreno
- rustiche, competitive verso le infestanti, ma poco concorrenziali (soprattutto per l’acqua) verso la coltura e quindi con ciclo di sviluppo breve, che si concluda prima dell'inizio della primavera, e con taglia relativamente bassa;
- con buona resistenza al calpestamento e tolleranti l’ombreggiamento;
- longeve e con abbondante produzione di semi che assicurino il perpetuarsi delle specie;
- che producano un’elevata quantità di sostanza organica;
- con sementi di facile reperibilità e a basso costo e tecniche di coltivazione ben conosciute e, comunque, con una semplice manutenzione (soprattutto un numero ridotto di tagli).

L’inerbimento artificiale presenta limiti di carattere economico e gestionale: oltre alla difficile scelta delle specie e al costo della semina, normalmente dopo 4-6 anni il prato deve essere ricostituito in quanto le specie spontanee prendono il sopravvento.
È preferibile seminare miscugli costituiti da 3-5 specie con caratteristiche complementari (con particolare riferimento a velocità di insediamento e durata).
In generale, le migliori essenze per un prato stabile sono le graminacee (es. *Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Festuca ovina*, *Poa pratensis*, *Lolium multiflorum*, *Bromus wildenowii*) e, in minor misura, le leguminose (es. *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*). In un miscuglio la ripartizione

percentuale fra le diverse specie può essere molto libera, ma è consigliabile che almeno il 50% sia composto da loietto perenne e da festuche.

***Figura 39: Gestione del terreno mediante inerbimento artificiale con Trifolium subterraneum***

Le graminacee sono rustiche ed efficienti nel controllo dell'erosione poiché associano alla rapida copertura del suolo e all'apparato radicale fascicolato un'ottimale pacciamatura grazie ai duraturi ed abbondanti residui di sfalcio.

Le leguminose, grazie alla fissazione atmosferica, arricchiscono il terreno in azoto, consentendo di ottenere un cotico quasi autosufficiente nei riguardi delle esigenze azotate. In linea generale, però, non si dovrebbero utilizzare in purezza, poiché danno origine a un cotico poco resistente al calpestio, meno duraturo, piuttosto competitivo per l'acqua e con residui di sfalcio di scarsa persistenza. In effetti, con il passare degli anni, le graminacee seminate e/o naturali tendono a prendere il sopravvento sulle leguminose.

In commercio esistono molti miscugli già predisposti, ma sarebbe preferibile realizzarli autonomamente scegliendo le essenze, e le relative percentuali, più rispondenti alle specifiche condizioni pedoclimatiche e ai requisiti sopra elencati.
La semina del prato andrebbe preferibilmente eseguita a fine agosto-settembre perché nel terreno c'è una buona disponibilità idrica ed, inoltre, si evita la competizione con le infestanti annuali.

La semina va effettuata su terreno ben preparato e ben affinato, a spaglio o con seminatrice a righe; in terreni in pendio è meglio seminare a spaglio per evitare di formare con le seminatrici a file dei piccoli canali, che favorirebbero il ruscellamento delle acque piovane con conseguente erosione.

La semina deve essere abbastanza superficiale (circa 1-2 cm di profondità). È utile una rullatura per far meglio aderire il seme al terreno e, successivamente, è opportuno non entrare più con mezzi meccanici nell'arboreto fino al buon insediamento del cotico; anche per questo motivo è preferibile la semina a fine estate.
Nei primi anni, sfalci frequenti (altezza delle piante è di 15-20 cm) favoriscono l'accestimento delle graminacee e riducono l'inquinamento da parte di altre infestanti.
Quando possibile, gli sfalci andrebbero eseguiti dopo la formazione dei semi al fine di favorire la propagazione delle essenze.

### 3.2.5 Frequenza degli sfalci e attrezzature

Si ribadisce che nei primi anni di inerbimento è opportuno sfalciare frequentemente il prato per favorire lo sviluppo di essenze con una vegetazione bassa, strisciante e di limitato sviluppo a discapito di quelle più sviluppate e competitive.

Quando il prato si è stabilizzato, per limitare efficacemente la competizione idrico-nutrizionale nei confronti degli alberi, in genere sono sufficienti annualmente 2-4 sfalci. Il primo taglio va effettuato in aprile ed essendoci solitamente in questo periodo buona disponibilità idrica può essere fatto anche quando le piante erbacee sono relativamente alte, anzi ciò è meglio per creare un buono strato pacciamante. Gli altri sfalci vanno eseguiti quando il cotico raggiunge 15-25 cm di altezza.
In genere si effettua un secondo taglio in giugno e un eventuale terzo taglio in luglio. Per agevolare la movimentazione delle reti per l'intercettazione delle olive, può essere utile un ulteriore sfalcio prima della raccolta.

***Figura 40: sovescio***

Gli sfalci possono essere fatti con falciatrice o con trinciaerba o trinciasarmenti; quest'ultimi consentono anche la trinciatura dei residui di potatura. La falciatrice, lavorando a qualche cm dal terreno, non danneggia il terreno, richiede meno potenza ed è più veloce. Fra i trinciaerba, quelli a coltelli snodati e con dispositivi a rientro automatico (scavalcanti), azionati da un tastatore per eliminare agevolmente le infestanti anche vicino al tronco, danno una migliore qualità del lavoro. Il taglio deve essere eseguito a 5-6 cm da terra per non ridurre la "capacità di ricaccio" del prato. Quindi anche quando si devono tritare i residui di potatura la trinciatrice deve essere mantenuta a qualche centimetro di altezza dal suolo. In questo modo si ha anche il vantaggio di non compattare il terreno. Una soluzione intermedia tra lavorazione e inerbimento consiste nell'utilizzare una macchina trinciaerba-scollettatrice che, interessando 2-3 cm di terreno, rallenta il ricaccio del prato e riduce, di conseguenza, il numero di interventi per il suo controllo; chiaramente, però, anche i benefici connessi all'inerbimento si riducono.

Qualora la copertura del prato divenisse insufficiente, lasciando scoperte aree di terreno nudo, potrebbe essere utile eseguire un'erpicatura leggera seguita dalla semina a spaglio e da una rullatura di specie adatte alle specifiche condizioni ambientali. Lo sfalcio può essere eseguito a file alterne, in modo da avere durante tutta la stagione vegetativa piante fiorite che offrono nutrimento (polline e nettare) e rifugio a insetti utili.

***Figura 41: inerbimento artificiale temporaneo***

In pratica, si deve anticipare di circa 15-20 giorni l'esecuzione del primo sfalcio su metà degli interfilari tagliando l'erba nei rimanenti solamente quando si riscontrerà una discreta presenza di fiori nel ricaccio del cotico sfalciato in anticipo. In questo modo il prato funziona da serbatoio potenziale di fauna utile, così come siepi, alberature, fossi e scoline, con il vantaggio che le essenze erbacee non crescono troppo in altezza. Uno sfalcio è opportuno anche prima di eventuali trattamenti insetticidi qualora le essenze fossero in fase di fioritura. Durante il periodo di brinate tardive è importante falciare o tenere basso il cotico erboso.

I residui organici, se lasciati sulla superficie del suolo, vanno incontro a processi di decomposizione più lenti rispetto a quando incorporati nel terreno (sovescio). In generale, la decomposizione dei residui delle piante è più veloce se questi vengono trinciati. Nel periodo invernale ogni 3-4 anni è utile una scarificatura del prato per accelerare i processi di ossidazione dei residui organici.

In alcune situazioni, particolarmente quando il controllo meccanico del prato è reso difficoltoso dalla pendenza del terreno, si può ricorrere al pascolamento. Sono adatti gli ovini, preferibilmente con razze nane perché le pecore mangiano le foglie dell'albero (altrimenti occorre tenere le chiome alte da terra), gli equini, i polli e i conigli. Il carico di animali per ettaro va ben proporzionato per evitare l'eccessivo impoverimento del cotico, la compattazione superficiale del terreno e rischi di fenomeni erosivi. È necessario predisporre punti di abbeveraggio e, nei periodi in cui l'erba scarseggia, occorre fornire un alimento integrativo per evitare che gli animali, se affamati, mangino le foglie degli alberi.

***Figura 42: gestione dell'inerbimento con pecore e cavalli***

Un aspetto importante è la reversibilità fra i sistemi di gestione del terreno: si può passare dalla lavorazione all'inerbimento senza particolari problemi per gli alberi (tenendo conto delle strategie sopra esposte). Il passaggio da inerbimento a lavorazione va attuato invece con cautela, iniziando

con lavorazioni molto superficiali (qualche centimetro di profondità) per poi approfondirle progressivamente negli anni successivi; ciò al fine di limitare lo stress conseguente al danno provocato alle radici precedentemente sviluppatesi nello strato superficiale di terreno.

### 3.2.6 Pacciamatura

La pacciamatura è una tecnica di gestione del suolo attuabile lungo il filare nei primi 3-4 anni dall'impianto dell'oliveto. Nell'interfilare, il terreno va lavorato o inerbito.

L'impiego si è diffuso grazie al costo limitato dei materiali plastici, dalla buona durata (3-4 anni) e dalla possibilità di posa in opera meccanica. Rimane però il problema del recupero e dello smaltimento della plastica a fine ciclo.

*Vantaggi*

- la pacciamatura impedisce lo sviluppo di infestanti, riduce l'evaporazione dell'acqua e aumenta la temperatura del suolo. L'intensa attività microbica nell'area pacciamata, dovuta alle favorevoli condizioni di temperatura e umidità, ed i ridotti processi di lisciviazione, comportano una maggiore disponibilità di elementi nutritivi rispetto alle altre tecniche di gestione;
- eliminando la necessità di lavorare il terreno lungo il filare, evita i rischi di danni meccanici alle giovani piante ed agisce in modo positivo sulla struttura (porosità);
- consente lo sviluppo delle radici degli alberi anche in superficie;
- l'insieme degli effetti sopraelencati determina un maggior accrescimento dei giovani alberi ed un conseguente anticipo dell'entrata in produzione.

*Svantaggi*

- il principale inconveniente connesso alla pacciamatura è costituito dagli elevati costi di realizzazione e di smaltimento;
- può favorire il proliferare di roditori e talpe, che possono scalzare le piante appena messe a dimora e danneggiarne le radici ed il colletto;
- in corrispondenza di accidentali rotture della pacciamatura, possono svilupparsi infestanti che impongono periodici ed onerosi diserbi manuali;
- l'impatto visivo può essere sgradevole in contesti paesaggistici pregevoli.

***Figura 43: gestione meccanizzata dell'inerbimento***

*Esecuzione della pacciamatura*

La pacciamatura si realizza stendendo lungo il filare, in pre-impianto, strisce in film plastico (polietilene, etilvinilacetato, ecc.) di 100 - 160 cm di larghezza e di 60 - 100 micron di spessore. Il film dovrebbe essere provvisto di fori di cm 0,5-1 cm, distanziati di 50 cm circa, per consentire l'infiltrazione dell'acqua piovana.

Il film è messo in opera manualmente in piccoli arboreti o con l'ausilio di una pacciamatrice portata da un trattore in caso di impianti medio-grandi. Il film viene interrato ai lati per 8-10 cm.

È possibile, contemporaneamente alla stesura del film, predisporre sotto la pacciamatura un tubo per l'irrigazione (ali gocciolanti), che potrebbe consentire di effettuare anche la fertirrigazione.

## 3.3 L'inerbimento temporaneo autunno-vernino

Consiste nel costituire un tappeto erboso durante l'autunno e l'inverno che viene poi rimosso con una lavorazione primaverile. L'inerbimento temporaneo autunno-vernino garantisce una certa protezione del terreno nel periodo autunno invernale, durante il quale le abbondanti piogge che in genere si verificano, evitano problemi di competizione idrica, mentre potrebbero accentuare quelli erosivi.

Inoltre, l'inerbimento temporaneo facilita il movimento delle macchine durante le operazioni di raccolta e potatura e arricchisce, seppure in maniera molto ridotta rispetto all'inerbimento

permanente, il terreno in sostanza organica. In ambienti particolarmente aridi, l'inerbimento autunno-vernino è sconsigliato poiché può ridurre la formazione delle riserve idriche nel terreno. Durante l'inverno, se lo sviluppo della vegetazione erbacea fosse eccessivo, si può effettuare uno sfalcio.

***Figura 44: inerbimento temporaneo aut-vern***.

A fine inverno - inizio primavera, quando le graminacee sono nella fase di spigatura e le leguminose iniziano a fiorire, dovrà essere eseguita una lavorazione per eliminare e interrare la vegetazione erbacea. Prima dell'interramento, è conveniente trinciare le erbe insieme ai residui di potatura. Questa lavorazione primaverile non deve essere ritardata sia per evitare un aumento dei consumi idrici e nutritivi sia perché il materiale vegetale incorporato nel terreno inizialmente determina fenomeni di immobilizzazione dell'azoto, condizione questa pericolosa quando coincida con il periodo di fioritura-allegagione dell'olivo. A circa un mese dall'interramento del materiale vegetale cominceranno invece a liberarsi gli elementi nutritivi.

Per evitare i rischi connessi ai fenomeni di temporanea immobilizzazione dell'azoto, soprattutto quando la vegetazione erbacea non includa leguminose, all'interramento delle piante erbacee andrebbe effettuata una parte (ca. 30%) della concimazione azotata.

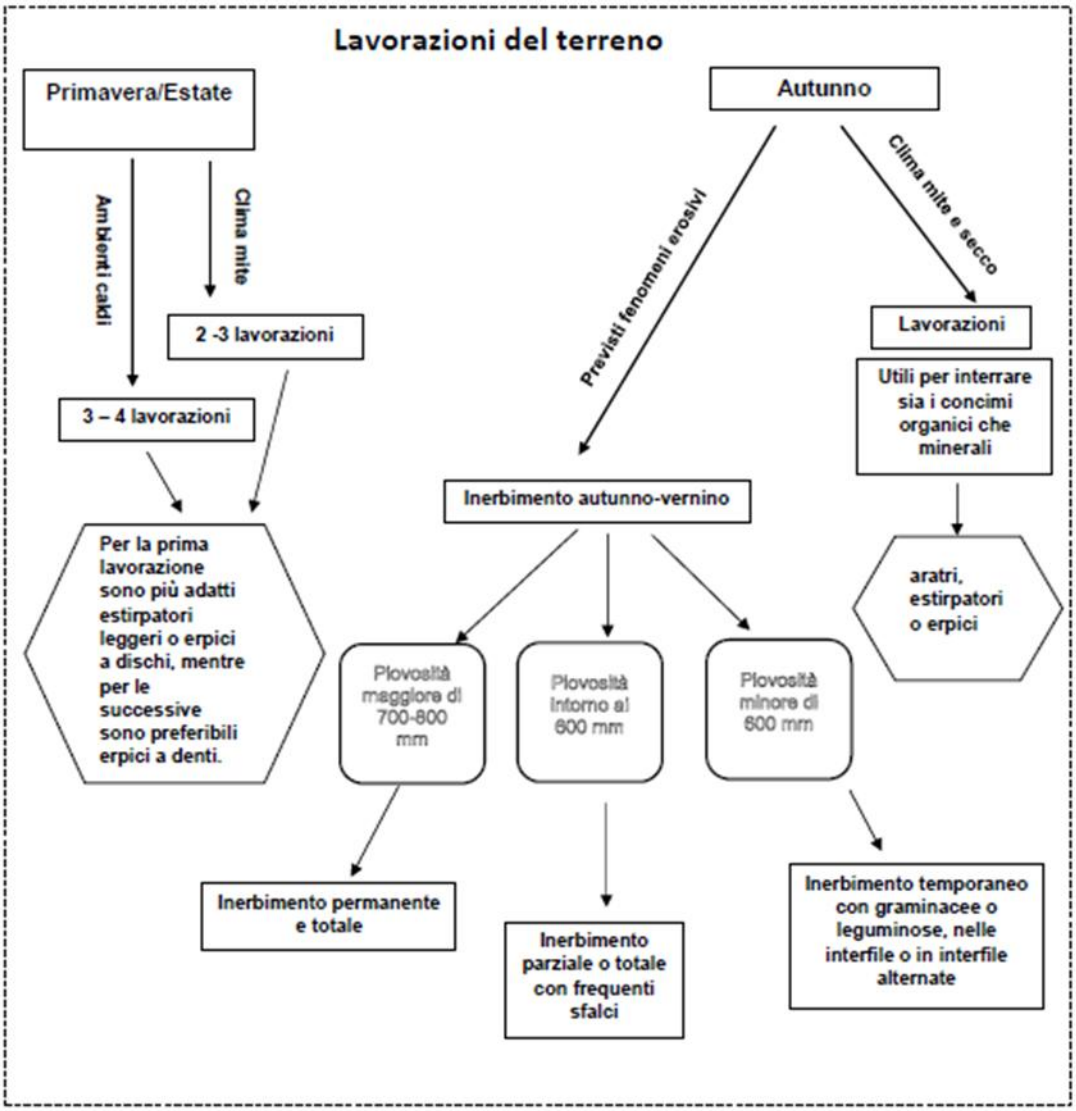



***Figura 45: linee guida per le lavorazioni del terreno***

# 4 FERTILIZZAZIONE

*Primo Proietti, Luca Regni, Hanene Mairech, Francesca Dini, Luciana Baldoni*

La fertilizzazione nei primi anni dopo l'impianto (fertilizzazione di allevamento) deve favorire il rapido accrescimento degli alberi, successivamente (fertilizzazione di produzione) svolge la funzione di mantenere nel terreno la fertilità sufficiente a garantire un'adeguata attività vegetativa, una produzione elevata, costante e di alta qualità e una buona resistenza agli stress parassitari e ambientali.

## 4.1 Tipi di fertilizzazione

### 4.1.1 Fertilizzazione di allevamento

Per piante giovani, non ancora in produzione, si apporta soprattutto l'azoto, che è l'elemento più importante per l'accrescimento dell'albero; tuttavia, in terreni poveri in fosforo e potassio, considerando che questi elementi favoriscono l'accrescimento delle radici e la resistenza degli alberi ad alcune avversità, è necessario apportare anche concimi fosfopotassici.

Un'idonea concimazione anticipa l'entrata in produzione dell'olivo.

La distribuzione dei concimi va localizzata intorno ai giovani alberi fino a poco oltre la proiezione della chioma, senza però interessare la parte di terreno più vicina al fusto.

Per quanto riguarda l'azoto, a partire da poco prima della ripresa vegetativa (febbraio-marzo), vanno eseguite 2-3 concimazioni primaverili per una quantità complessiva di circa 50, 100, 150 e 200 g di azoto per pianta, rispettivamente dal primo al quarto anno. Considerando che l'elevata disponibilità di azoto allunga il periodo vegetativo e rende i tessuti più succulenti e teneri, e quindi più sensibili a stress termici, nelle zone con inverni piuttosto freddi è consigliabile non somministrare azoto oltre giugno, onde evitare che l'albero si trovi ancora in attività vegetativa e/o con rami insufficientemente lignificati al sopraggiungere delle basse temperature invernali (che in tal caso potrebbero provocare seri danni). In aree con inverni miti, invece, si può effettuare una concimazione azotata anche in autunno per prolungare la stagione di crescita.

Nei primi anni dopo l'impianto potrebbe essere preferibile utilizzare concimi nitrici o ammoniacali piuttosto che l'urea, la quale, a causa dell'elevata concentrazione in azoto, se non ben distribuita (ad es. difforme distribuzione con conseguente formazione di grumi oppure distribuzione a contatto con la corteccia del giovane olivo), può dare effetti di fitotossicità.

***Figura 46: distribuzione localizzata di letame***

Quando emerga la necessità di apportare anche fosforo e potassio, dosi orientative per albero (da aggiustare sulla base delle risultanze dell'analisi del terreno) dal primo al quarto anno sono rispettivamente di 15, 25, 35, 50 g di anidride fosforica ($P_2O_5$) e 30, 50, 100, 150 g di ossido di potassio ($K_2O$). Successivamente, quando le radici dell'olivo avranno raggiunto gli strati di terreno che erano stati interessati dalla concimazione di pre-impianto, si può effettuare la concimazione fosfo-potassica ogni 2-3 anni.

Per quanto riguarda la sostanza organica, si può distribuire annualmente del letame intorno all'albero (evitando il contatto con il fusto), cominciando con 5-10 kg per albero dal secondo anno dall'impianto per arrivare progressivamente a 30-40 kg nel quinto anno. L'uso del letame o di concimi a lento rilascio prima dell'inverno va programmato con attenzione nelle aree più fredde perchè, stimolando la vegetazione in concomitanza di forti abbassamenti termici, potrebbe rendere le piante più suscettibili al freddo. In alternativa, si può attuare un sovescio che però, per evitare fenomeni di competizione, non deve interessare una fascia di terreno lungo la fila.

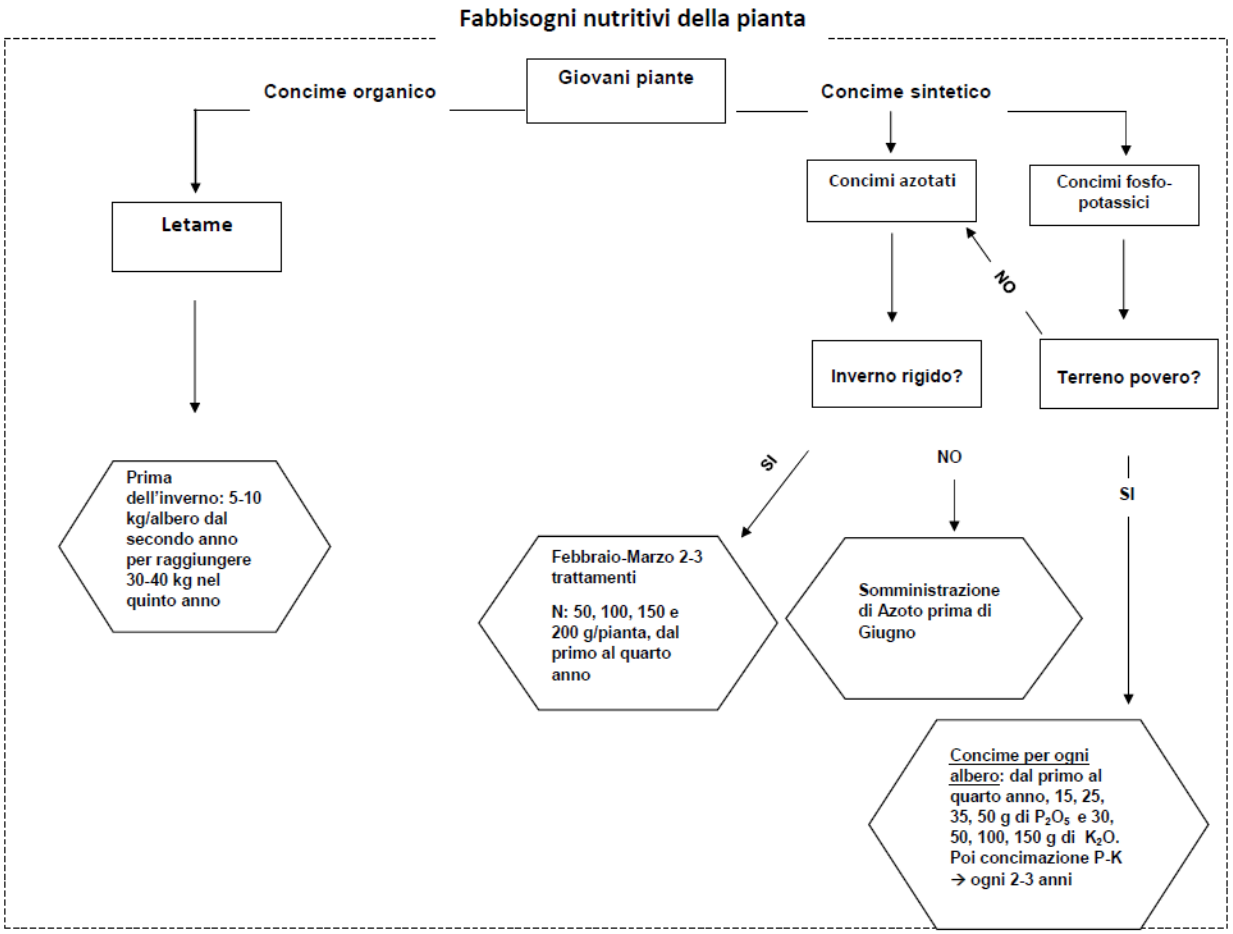



***Figura 47: linee guida per la fertilizzazione di allevamento***

### 4.1.2 Fertilizzazione di produzione

La disponibilità nel terreno di azoto, potassio e fosforo è necessaria all'albero praticamente durante tutta la stagione vegetativa, tuttavia l'esigenza in azoto è più elevata dalla ripresa vegetativa alle prime fasi di sviluppo del frutto e nella fase di indurimento del nocciolo (da metà luglio a metà agosto). Successivamente, e fino all'autunno, l'azoto è comunque ancora importante per un regolare accrescimento/maturazione dei frutti e per la formazione di riserve nutritive nell'albero, necessarie a sostenere la ripresa vegetativa nell'anno successivo.

I fabbisogni in elementi nutritivi dell'oliveto possono essere stimati in base all'analisi del terreno, alla diagnostica fogliare, al calcolo delle asportazioni e/o all'esame visivo delle piante.

L'analisi del terreno, che serve a stimare la quantità di elementi nutritivi assimilabili e di sostanza organica presenti nel suolo, dovrebbe essere ripetuta ogni 3-5 anni, distanziando il prelievo del campione di terreno di alcuni mesi dall'ultimo intervento di fertilizzazione. Per la tecnica e l'epoca di prelievo occorre attenersi alle indicazioni fornite dal laboratorio di analisi di riferimento.

La diagnostica fogliare (cioè l'analisi del contenuto in elementi nutritivi delle foglie) permette di valutare lo stato nutritivo delle piante e quindi l'effettiva utilizzazione degli elementi nutritivi presenti nel terreno da parte dell'olivo. È una tecnica particolarmente utile per mettere in evidenza deficienze di magnesio, manganese, potassio, azoto e boro ed eccessi di sodio e cloro. La diagnostica fogliare andrebbe eseguita annualmente, ma i costi relativamente elevati spingono a utilizzarla solo in casi particolari, soprattutto per evidenziare squilibri nutritivi.

Il campione da analizzare è costituito da un centinaio di foglie adulte e sane, prelevate in specifici periodi (riposo invernale, inizio fioritura, indurimento del nocciolo o invaiatura), per ciascuno dei quali occorrerà riferirsi ai relativi valori di riferimento; le foglie vanno distaccate dalla parte mediana di rami posizionati nella porzione esterna della chioma, interessando i quattro punti cardinali, di 10 alberi (circa 10 rami per albero). Ovviamente, se ci fossero condizioni di disomogeneità nell'ambito degli oliveti (differenze relative a cultivar, età, terreno, tecniche colturali, ecc.), sarebbe necessario prelevare ed analizzare separatamente un campione di foglie per ogni blocco omogeneo di alberi.

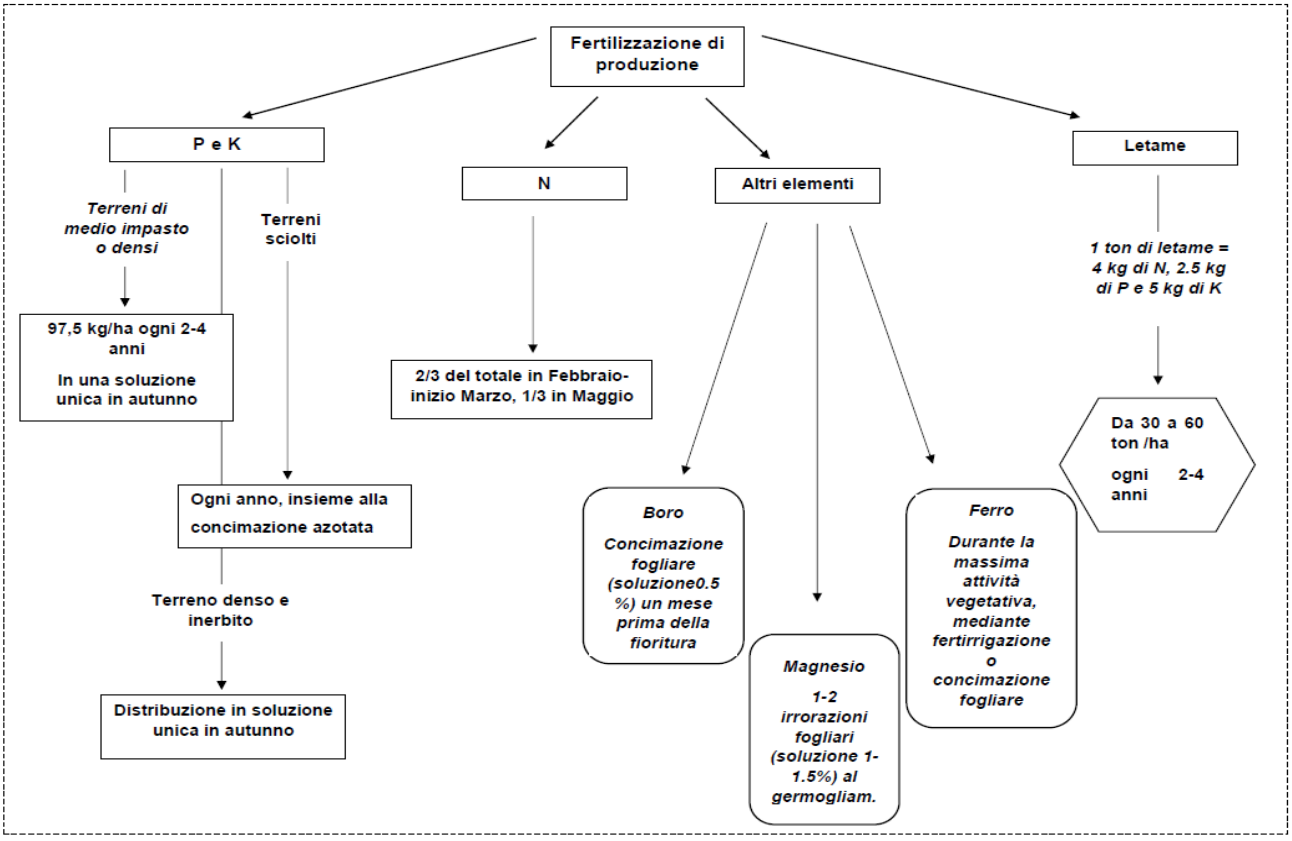



***Figura 24: linee guida per la fertilizzazione di produzione***

Essendoci diverse varianti nella metodologia di campionamento, è opportuno richiedere preventivamente quale adottare al laboratorio che effettuerà l'analisi. L'efficacia di questo metodo è subordinata alla disponibilità di valori di riferimento, che dovrebbero essere stati ricavati da

oliveti in ottimo stato vegeto-produttivo, simili a quello in esame per cultivar, età, clima, terreno, ecc. In effetti, il limite principale di questa tecnica è proprio la frequente mancanza di specifici valori di riferimento per la zona in esame. Con il calcolo delle asportazioni si stima sia la quantità di elementi nutritivi asportati dall'oliveto con i frutti raccolti ed eventualmente con il materiale di potatura (se questo non è trinciato e lasciato nell'oliveto) sia la quantità di elementi nutritivi "immobilizzati" negli accrescimenti delle strutture permanenti degli alberi (fusto, branche, radici); si considerano, inoltre, gli elementi perduti per lisciviazione, per immobilizzazione nel terreno e per volatilizzazione. La stima del quantitativo di elementi per ettaro che dovranno essere reintegrati si ottiene moltiplicando il quantitativo di elementi asportato per ogni quintale di olive per i quintali per ettaro raccolti e per un coefficiente che corregge il valore ottenuto, tenendo conto sia delle perdite (dilavamento, immobilizzazione, ecc.), sia degli apporti derivanti dalla mineralizzazione della sostanza organica (cioè decomposizione e rilascio di elementi minerali), dalle precipitazioni e dalla fissazione dell'azoto atmosferico.

L'esame visivo del vigore vegetativo dell'albero e dell'eventuale presenza di sintomi di carenze o eccessi su foglie, germogli e drupe è un altro metodo utile a valutare lo stato nutrizionale della pianta e a impostare la concimazione. È economico e rapido ma, oltre a richiedere una buona esperienza, evidenzia carenze/eccessi quando già sono iniziate le ripercussioni sull'albero. L'esame visivo, inoltre, a volte può causare errori di interpretazione, in quanto sintomi simili possono manifestarsi con carenze di elementi diversi e anche a seguito di stress non nutrizionali.

A titolo orientativo, in un terreno di medio impasto e di media fertilità, le dosi annuali di elementi nutritivi da apportare a un oliveto adulto con circa 250 piante per ettaro e una produzione potenziale di olive intorno a 4 t/ha sono: 90-150 kg/ha di azoto, 20-30 kg/ha di fosforo, 70-120 kg/ha di potassio. Sulla base di questi valori orientativi, l'olivicoltore può estrapolare le quantità di elementi nutritivi da apportare al proprio oliveto in funzione sia della massima potenzialità produttiva in quell'ambiente e in quelle condizioni colturali (anche stimata in base alla produzione di oliveti presenti nella stessa zona con ottimo stato vegeto-produttivo e simili a quello in esame per età, cultivar, eventuale irrigazione, ecc.), sia delle risultanze dell'analisi del terreno (con particolare riferimento a fosforo e potassio). Ovviamente, tanto maggiori sono le potenzialità produttive dell'oliveto, tanto più ci si sposterà verso la dose superiore fra quelle indicate per i vari elementi, soprattutto se il terreno ne risulta carente.

Le quantità somministrate dovrebbero poi essere progressivamente aggiustate negli anni sulla base della risposta vegeto-produttiva degli alberi, tenendo conto che i quantitativi apportati possono ritenersi idonei quando consentono di ottenere un'adeguata produzione nelle specifiche condizioni e, allo stesso tempo, permettono un adeguato rinnovo vegetativo (formazione di un

elevato numero di germogli di 20-60 cm di lunghezza, senza l'emissione di troppi succhioni) per garantire un'adeguata produzione nell'anno successivo.

## 4.2 Elementi Nutritivi

Gli elementi nutritivi assorbiti dall'apparato radicale sono distinti, in funzione delle quantità necessarie all'albero, in macroelementi (azoto - N, fosforo - P, potassio - K, calcio - Ca, magnesio - Mg - e zolfo -S) e in microelementi (ferro - Fe, manganese - Mn, boro - B, rame - Cu, zinco - Zn, molibdeno - Mo e cloro - Cl)

*Macroelementi:*

- **Azoto - N**: stimola l'accrescimento di germogli, branche, tronco e radici, lo sviluppo dei frutti e, se non in eccesso, anche l'induzione a fiore delle gemme, la fecondazione e l'allegagione.
  La *carenza* determina un limitato accrescimento a causa dello scarso vigore vegetativo (lunghezza dei germogli inferiore a 10-20 cm, ridotta produzione e una maggiore alternanza produttiva, le foglie rimangono piccole, con colorazione verde pallido su tutto l'albero, ma senza necrosi, come invece si verifica per altre carenze, e l'abscissione è precoce mentre la differenziazione delle gemme a fiore risulta limitata e si ha un aumento dei fiori imperfetti (sterilità), la cascola è elevata e la pezzatura dei frutti è ridotta.
  L'*eccesso* determina un abbondante rigoglio vegetativo, che si manifesta anche con l'emissione di numerosi succhioni, una scarsa fioritura/allegagione, con conseguente riduzione della produzione, una maggiore sensibilità a freddo, siccità e parassiti (soprattutto cocciniglia), inoltre risultano ridotti l'assorbimento di potassio, con conseguente ritardo nella maturazione dei frutti e riduzione della consistenza della polpa.
- **Fosforo - P**: stimola la formazione dei fiori, l'allegagione, la maturazione dei frutti, la crescita dei germogli, lo sviluppo dell'apparato radicale e la lignificazione dei tessuti.
  La *carenza* si manifesta con una ridotta attività vegetativa e produttiva e una maggiore sensibilità ad attacchi parassitari. Le foglie appaiono piccole, con colore verde intenso tendente al porpora, clorotiche con necrosi fogliari che iniziano dall'apice e cadono precocemente (filloptosi) soprattutto quelle più vecchie. Tuttavia in generale gli effetti della carenza di fosforo sono poco evidenti oltre che rari, poiché i fabbisogni sono modesti e in genere vengono soddisfatti dalla dotazione naturale del terreno anche se in suoli acidi o calcarei l'assorbimento del fosforo può essere problematico, soprattutto se il contenuto in sostanza organica del terreno è scarso e/o è alto quello in argilla o vi è la presenza di ristagni idrici o il terreno è poco profondo.

L'*eccesso* determina un ridotto assorbimento di potassio, calcio, ferro e boro.

- **Potassio - K**: stimola la formazione dei fiori e l'inoliazione del frutto, l'accumulo di riserve nell'albero, la lignificazione dei tessuti e la resistenza a sbalzi termici, siccità e parassiti; di conseguenza, determina una ridotta resistenza al freddo e ad alcuni parassiti, una ridotta fioritura e scarsa dimensione dei frutti e un basso contenuto in olio.
  I sintomi della *carenza* si verificano prima nelle foglie più vecchie, poi anche nelle giovani, con decolorazione della lamina a partire dall'apice e successiva comparsa di macchie necrotiche nella parte terminale e nei bordi delle foglie che progrediscono verso l'interno nelle aree internervali; nei casi più gravi si ha filloptosi. I germogli presentano necrosi apicali e internodi corti. La carenza è poco frequente poiché in genere il potassio è presente in buone quantità nei terreni, tuttavia può riscontrarsi in terreni sabbiosi e superficiali, acidi o argillosi e mal drenati.
  L'*eccesso* determina problemi nell'assorbimento di magnesio e boro.

*Microelementi:*

- **Magnesio** - **Mg**: favorisce la fotosintesi e influisce positivamente sulla produzione.
  La *carenza* determina clorosi (a partire dall'apice o dai margini delle foglie basali dei germogli in autunno) anche a strisce, mentre la nervatura centrale rimane verde; compaiono zone necrotiche e possono cadere le foglie, ad eccezione di quelle apicali (i germogli assumono un aspetto a pennacchio). I fabbisogni di magnesio sono modesti e in genere vengono soddisfatti dalla dotazione naturale del terreno, tuttavia carenze possono verificarsi in terreni sabbiosi o acidi oppure per eccesso di calcio e potassio.
  L'*eccesso* è molto raro, ma qualora si verifichi, ostacola l'assorbimento di potassio.
- **Boro - B**: stimola l'induzione delle gemme a fiore, la fecondazione, l'allegagione e la riduzione della cascola estiva.
  La *carenza* può ridurre fioritura, allegagione, produzione e inoliazione. Si possono avere, inoltre, deformazioni e necrosi della porzione apicale dei frutti, internodi accorciati nei germogli apicali i quali presentano numerosi e corti germogli anticipati (scopazzi), clorosi e necrosi dell'apice e dei margini delle foglie terminali che poi abscindono, radici corte. In estate si verifica la cascola estiva dei frutti. Può verificarsi in terreni con pH superiore a 7, sabbiosi o con scarso contenuto in sostanza organica.
- **Ferro - Fe**: stimola l'attività fotosintetica.
  La *carenza* da sintomi simili a quelli da boro a cui spesso è associata: le foglie apicali si presentano piccole, con clorosi apicali, malformazioni (accartocciamento dell'apice) e

precoce abscissione. Si può anche verificare l'abscissione delle gemme, necrosi degli apici dei germogli ed emissione di germogli anticipati con cortissimi internodi e la comparsa di frutti clorotici. Si può verificare in terreni con elevato contenuto in calcare attivo o in presenza di ristagni idrici o quando il contenuto di sostanza organica è scarso o con pH alcalini.

L'*eccesso* in genere non dà effetti.

- **Calcio - Ca**: incrementa la resistenza meccanica dei tessuti, la lignificazione dei germogli, la consistenza dei frutti e la resistenza a stress.

  La *carenza* determina una riduzione dello sviluppo dell'apparato radicale e della fruttificazione e, pur essendo piuttosto rara, può verificarsi in terreni acidi e molto poveri in sostanza organica.

  L'*eccesso* causa un mancato assorbimento di ferro, magnesio e boro.

## 4.3 Distribuzione dei concimi

In oliveti ancora giovani o con densità di impianto inferiore a 200 piante ad ettaro, è preferibile distribuire il fertilizzante solo intorno alla pianta, in corrispondenza di una fascia al di sotto del bordo della chioma, evitando, in ogni caso, la zona vicino al fusto. Se la proiezione delle chiome sul terreno interessa più del 50% della superficie totale, la fertilizzazione deve interessare tutta la superficie dell'oliveto, eventualmente escludendo una striscia di circa un metro di larghezza nel sottofila.

Riguardo alla sostanza organica, qualora la disponibilità fosse limitata, sarebbe preferibile distribuirla lungo la fila (sempre evitando la zona a ridosso del fusto) piuttosto che su tutto l'appezzamento.

In ogni caso, è necessario distribuire uniformemente i concimi, evitando la formazione di cumuli che potrebbero causare danni alle radici per eccesso.

***Figura 25: metodo non corretto di distribuzione del fertilizzante***

Nello specifico:

- **Azoto - N**

L'azoto può essere apportato con urea, che ha un basso costo per unità fertilizzante, un elevatissimo titolo in azoto (46%), una reazione neutra, un effetto rapido e relativamente prolungato nel tempo.

Altri concimi azotati sono quelli:

- Nitrici, che hanno un effetto molto rapido (e quindi sono preferibili quando l'azoto deve essere subito disponibile per le piante, ad esempio in primavera, particolarmente nelle aree più fredde (dove i processi di nitrificazione sono lenti), ma sono anche molto suscettibili a perdite per lisciviazione. Uno dei più utilizzati è il nitrato di calcio (contenuto in azoto pari al 15%), adatto a terreni acidi.
- Ammoniacali, che hanno un effetto più prolungato (qualche settimana o, con temperature piuttosto basse, qualche mese). Si ricorda il solfato ammonico, con contenuto in azoto pari al 20-21%, adatto a terreni alcalini.
- Nitro-ammoniacali, che hanno caratteristiche intermedie. Il nitrato ammonico ha un contenuto in azoto variabile dal 26 al 33%, adatto a terreni alcalini. Parte dell'azoto ammoniacale, trasformandosi in ammoniaca, si perde per volatilizzazione. Un leggero interramento del concime ureico o ammoniacale o un'irrigazione o una precipitazione dopo la concimazione riducono le perdite per volatilizzazione (Tabella 2).

La concimazione azotata in coltura asciutta dovrebbe essere frazionata, somministrando i 2/3 della quantità totale poco prima della ripresa vegetativa (febbraio-inizio marzo) e la restante parte dopo 1-2 mesi (maggio), prima della fioritura (con scarsa fioritura questo intervento andrebbe omesso o ridotto, per non causare un'eccessiva attività vegetativa) e, comunque, prima della fine delle piogge primaverili. Infatti, questi concimi per raggiungere le radici dell'olivo devono infiltrarsi con le piogge, altrimenti in superficie vengono utilizzati soprattutto dalle piante erbacee. Nel caso ci sia il rischio di mancanza di precipitazioni e non sia possibile irrigare, è preferibile distribuire tutto l'azoto alla ripresa vegetativa, riservandosi di risolvere eventuali successive carenze con concimazioni fogliari. Il frazionamento in 3 dosi anziché 2, sempre con distribuzione compresa nel periodo che va dalla ripresa vegetativa alla fine delle piogge primaverili, è utile per consentire di ridurre le perdite, ma determina un incremento dei costi di distribuzione. In zone miti, dove la stagione vegetativa è più lunga e dove non ci sono rischi di danni da freddo invernale, può essere opportuno somministrare una parte del concime (1/3) (mediante trattamento fogliare se nel terreno non ci fosse una buona disponibilità idrica) a fine estate-inizio autunno, per favorire l'accumulo di riserve azotate nell'albero utili per la successiva ripresa vegetativa e fioritura.

- **Fosforo e Potassio - P e K**

La somministrazione dei concimi fosfo-potassici, e in particolare di quelli fosfatici, può essere omessa se l'analisi del terreno indica una adeguata dotazione nel terreno, poiché solo in situazioni di insufficienza si hanno risposte significative da parte degli alberi. In linea generale, il fosforo e il potassio sono quasi sempre carenti nei terreni sciolti.

Lo spessore di terreno da prendere in considerazione per valutare la quantità di elementi nutritivi da apportare è quello in cui si sviluppano la maggior parte delle radici.
Considerando tale spessore, riferendosi ad un ettaro, la massa di terreno (con un peso specifico di 1,3 t/m3) da fertilizzare equivale a: 10.000 m2 x 0,5m x 1,3 t/m3 = 6.500 t
quindi, per innalzare di 1 ppm (1 g/t) la disponibilità di fosforo e di potassio si devono somministrare 1g/t x 6.500 t/ha = 6.500 g/ha = 6,5 kg/ha di ciascun elemento.
Pertanto se per un terreno di medio impasto l'analisi ha messo in evidenza che il fosforo assimilabile è pari a 15 ppm e lo vogliamo portare a 30 ppm, occorrerà somministrarne (30 ppm - 15 ppm) x 6,5 kg/ha = 97,5 kg/ha.

Orientativamente, in terreni di medio impasto o tendenzialmente pesanti (argillosi), dove questi elementi si approfondiscono lentamente (solo di qualche millimetro il fosforo e di qualche centimetro il potassio per anno), la concimazione fosfo-potassica può essere effettuata in un'unica soluzione, in corrispondenza dell'eventuale lavorazione autunnale, che è quella relativamente più profonda (15-20 cm), o altrimenti, se la lavorazione autunnale non venisse praticata (come in genere è consigliabile), in corrispondenza di quella primaverile. La concimazione fosfo-potassica in questi terreni può anche essere fatta ogni 2-4 anni. In terreni sciolti, invece, per evitare perdite per lisciviazione, è opportuno eseguire la concimazione fosfo-potassica annualmente insieme a quella azotata.

Se il terreno è inerbito e non sciolto, i concimi fosfo-potassici vanno distribuiti in copertura in autunno, poiché le successive piogge ne faciliteranno la penetrazione attraverso il cotico erboso e poi le radici delle essenze erbacee ne determineranno il trasferimento in profondità. In alternativa si può eseguire la concimazione associandola a un'erpicatura, ogni 3-4 anni, su interfilari alterni. Se il terreno inerbito, invece, fosse sciolto, vale quanto sopra riportato.

Fra i concimi fosfatici, i più usati sono il perfosfato semplice (contenuto in anidride fosforica pari al 18-21%, adatto a terreni alcalini, effetto pronto, contiene anche zolfo) e il superfosfato triplo o perfosfato (contenuto in anidride fosforica pari al 42-50%, adatto per terreni alcalini, effetto pronto). Fra i concimi potassici i più utilizzati sono il solfato di potassio (contenuto in ossido di potassio pari al 50% circa, adatto a terreni alcalini, rende disponibile anche lo zolfo) e il nitrato di

potassio (contenuto in ossido di potassio pari al 44-46%, contenuto in azoto pari al 13%, reazione neutra), mentre il cloruro di potassio (contenuto in ossido di potassio pari al 50-62%, più economico, reazione neutra) va usato solo in terreni sciolti e con elevata disponibilità idrica, poiché altrimenti potrebbero verificarsi problemi per eccessiva salinità (Tabella 2).

- **Boro - B**

Le carenze di boro, che a volte si possono avere in terreni alcalini e in quelli sciolti, possono essere corrette con 200-300 g/pianta di borato sodico (borace) apportato al terreno, possibilmente interrandolo, alla fine dell'inverno; può anche essere somministrato alle foglie (soluzione 0,5%) un mese prima della fioritura. A seguito della fertilizzazione i sintomi della carenza di boro scompaiono rapidamente.

- **Magnesio – Mg**

Per la risoluzione di carenze di magnesio è consigliabile effettuare 1-2 irrorazioni fogliari con solfato di magnesio (soluzione 1-1,5%) al germogliamento.

- **Ferro - Fe**

Deficienze di ferro, dovute in genere a un elevato contenuto del terreno in calcare attivo e al pH elevato, possono essere corrette mediante l'applicazione annuale, nei periodi di massima attività vegetativa, di chelati di ferro al suolo (fertirrigazione) o per via fogliare. L'olivo, comunque, è una delle specie arboree meno soggetta a carenza di ferro.

- **Calcio - Ca**

In terreni acidi, in caso di carenza di calcio, occorre intervenire con consistenti apporti di calcare o calcio. È necessario fare attenzione poiché si passa facilmente da una carenza a un eccesso.

- **Concimi complessi**

Contengono una combinazione di elementi come azoto, fosforo e potassio. Questi concimi vanno somministrati poco prima della ripresa vegetativa e, in genere, è necessario effettuare anche una successiva concimazione azotata. In effetti, un inconveniente connesso all'uso dei concimi complessi è l'impossibilità di differenziare l'epoca di distribuzione dei diversi elementi nutritivi. Va considerato, inoltre, che i concimi complessi, compresi quelli commercializzati come prodotti specifici per l'oliveto, generalmente non contengono gli elementi nel rapporto richiesto dall'olivo, pertanto dovrebbero sempre essere associati con altri concimi semplici o complessi per bilanciare l'apporto dei diversi elementi.

**Tabella 2. Unità fertilizzanti contenute nei diversi tipi di concime.**

| Tipo di concime | Unità fertilizzanti (%) |
|---|---|
| **Azotati** | |
| Urea | 46 |
| Solfato ammonico | 20-21 |
| Nitrato ammonico | 26-27 |
| Nitrato di calcio | 15-16 |
| **Fosfatici** | |
| Perfosfato semplice | 19-21 |
| Perfosfato triplo | 46-48 |
| **Potassici** | |
| Solfato di potassio | 48-52 |
| **Complessi** | |
| Nitrophoska Blu | 12-12-17+2+15 |
| Oliveto | 12-8-8+3+0,2 |

- **Concimi a lento rilascio**

Fra i concimi complessi, ci sono anche quelli a rilascio controllato (CRF), costituiti da fertilizzanti inorganici granulari rivestiti di materiali (resine, cere, ecc.) in grado di ridurne la solubilità, e quindi di limitare le perdite per lisciviazione e di prolungare la durata dell'azione anche per diversi mesi (per le diverse tipologie di tali concimi, in etichetta è riportata la durata di azione stimata). L'impiego di questi concimi, che consente di ridurre il numero di interventi e le quantità di elementi apportate, è reso problematico dal costo elevato e dalla difficoltà nello stabilire la reale durata ed entità dell'azione, essendo questa influenzata da diversi fattori. Fra i CRF più conosciuti si ricordano l'Osmocote (titolo 18-11-10 o 15-12-12) e il Nutricote (titolo 16-10-10).

## 4.4 La sostanza organica

La sostanza organica nel terreno viene mineralizzata ad un ritmo del 2-3% all'anno in terreni sciolti e dell'1-1,5% in quelli compatti, quindi è necessario reintegrarla.

Quando possibile, è sempre consigliabile la somministrazione di letame (deiezioni solide e liquide degli animali mescolate alla lettiera, in genere paglia) che, se ben maturo, è tra i migliori materiali organici (si formano da 60 a 160 kg di humus per tonnellata di letame, in dipendenza del contenuto di acqua e del grado di maturazione). Mediamente una tonnellata di letame apporta al terreno 4 kg di azoto, 2,5 kg di fosforo e 5 kg di potassio. Si possono distribuire da 300 a 600 q/ha di letame ogni 2-4 anni, con gli intervalli più ampi in climi umidi. Purtroppo l'impiego del letame pone alcune difficoltà a causa della reperibilità, dei costi di caricamento e trasporto, in

considerazione degli elevati quantitativi necessari, e della necessità di idonee attrezzature per la distribuzione.

***Figura 50: fertilizzazione con letame***

La pollina, che contiene circa 15 kg di azoto, 15 di fosforo e 15 di potassio per ogni tonnellata, può essere usata sia come integrazione del letame nella dose di 20-30 q/ha sia da sola (40 q/ha), con l'avvertenza, in quest'ultimo caso, di integrarla con paglia o stocchi di mais o meglio con un sovescio.

I liquami, che derivano dalle deiezioni liquide degli animali tenuti in stalla senza lettiera, non producono humus stabile.

***Tabella 3. Composizione di diversi tipi di letame (% peso).***

| Componenti | Letame di bovini | Letame di suini | Letame di equini | Letame di ovini |
|---|---|---|---|---|
| **Sostanza secca** | 20-40 | 15-35 | 25-40 | 30-40 |
| **Azoto** | 0,3-0,6 | 0,4-0,7 | 0,4-0,7 | 0,5-0,7 |
| **Fosforo ($P_2O_5$)** | 0,1-0,4 | 0,1-0,3 | 0,2-0,3 | 0,2-0,5 |
| **Potassio ($K_2O$)** | 0,4-1,0 | 0,6-1,6 | 0,5-0,8 | 0,5-1,5 |
| **Magnesio (MgO)** | 0,1-0,3 | 0,2-0,3 | 0,2-0,4 | 0,3-0,4 |

Quando la letamazione è impraticabile, possono essere utilizzate altre tipologie di sostanza organica, preferibilmente disponibili in azienda per contenere i costi: sovescio (700-800 kg di humus per ettaro), interramento dei residui di potatura trinciati (300-700 kg di humus per ettaro), pratica questa consigliabile anche in caso di letamazione, sansa vergine compostata (13-14 kg di humus per quintale di sansa), reflui di frantoi oleari (contenuto in sostanza organica variabile dal 3 al 15% in dipendenza del sistema di estrazione adottato, con un discreto contenuto in azoto, fosforo e soprattutto potassio), reflui zootecnici e/o compost di buona qualità, utilizzabili in dosi variabili da 20 a 40 tonnellate per ettaro ogni 2-4 anni (10 t/ha per anno) (Tabella 3).

### 4.4.1 Sovescio

Per il sovescio sono da preferire specie con apparato radicale superficiale (favino, lupino, trifogli, veccia, avena, orzo) e a ciclo autunno-vernino. La scelta delle specie per il sovescio deve tenere conto anche del costo della semente e dell'adattabilità alle specifiche condizioni pedoclimatiche (per soddisfare quest'ultimo requisito, sarebbe meglio scegliere essenze ben presenti della zona di coltivazione). I sovesci attuati con sole leguminose e interrati alla fioritura garantiscono ottimi apporti azotati (fino a 150-200 kg/ha di azoto) con tempi di rilascio molto rapidi (circa il 50% dell'azoto si rende disponibile nella stagione vegetativa successiva all'interramento).

***Figura 51: sovescio con leguminose***

Questo tipo di sovescio è utile per oliveti giovani, non ancora in piena produzione, ai quali occorre garantire buona disponibilità di azoto per favorire una veloce crescita. Il sovescio di crucifere, ad es. la colza, rende disponibili notevoli quantità di fosforo. Se con il sovescio si vuole ottenere una maggiore resistenza al calpestio (inevitabile durante la raccolta e la potatura) e una biomassa con un effetto più duraturo (sostanza organica stabile), che si prolunghi quindi al periodo di accrescimento dei frutti, è necessario orientarsi verso sovesci misti di leguminose e graminacee (ad esempio veccia o trifoglio con avena e/o orzo) e sovesciare un po' dopo la fioritura.

In generale, anticipando lo sfalcio si favorisce una rapida e più abbondante disponibilità di nutrienti, ritardando lo sfalcio si favorisce una migliore resa in sostanza organica stabile.
Il sovescio si semina dopo le prime piogge autunnali, su terreno adeguatamente preparato, e si interra in marzo-aprile, prima che terminino le piogge primaverili. La trinciatura semplifica l'interramento della biomassa, il quale andrebbe effettuato con frangizolle (meglio se con due passaggi incrociati, nel qual caso si può omettere la trinciatura) piuttosto che con fresatrici.
Ovviamente, il sovescio non può essere attuato in terreni gestiti mediante inerbimento permanente. In tal caso, comunque, un buon apporto di sostanza organica è garantito dai periodici sfalci: circa 600-1.500 kg di humus per ettaro (300 kg in caso di inerbimento temporaneo).

### 4.4.2 Residui di potatura e dello sfalcio del prato

All'interramento dei residui di potatura (2-5 t/ha, con liberazione da parte di una tonnellata di residui di circa 4 kg di azoto, 0,5 di fosforo, 4 kg di potassio e 1 kg di magnesio), per sopperire alla temporanea sottrazione di azoto da parte dei microrganismi demolitori dei materiali legnosi, può essere opportuno associare un sovescio con leguminose (es. favino o veccia) oppure una specifica concimazione che apporti azoto prontamente disponibile (circa 10 kg di azoto per tonnellata di residui, mediamente corrispondenti a 30 kg/ha di azoto). Questo azoto sarà poi reso gradualmente disponibile nel terreno in forma organica.

### 4.4.3 Sottoprodotti dei frantoi oleari

Per l'uso dei sottoprodotti dei frantoi oleari (sanse e acque di vegetazione) occorre rispettare la specifica normativa (ad esempio in Italia Decreto del MiPAF del 6/07/2005), che stabilisce i limiti di accettabilità e le modalità d'uso. Anche per l'impiego dei reflui zootecnici occorre far riferimento alle specifiche normative (ad esempio in Italia vedi Decreto MiPAF 07/04/2006).

### 4.4.4 Apporto di sostanza organica e concimazione

Qualunque sia il materiale organico somministrato, l'ammontare di elementi nutritivi che ne deriva andrebbe stimato al fine di ridurre in proporzione le quantità di concimi minerali apportati. A tale

riguardo, bisogna considerare che gli elementi derivanti dall'inerbimento saranno per lo più riutilizzati per il mantenimento dello stesso, ad eccezione dei casi in cui fra le essenze erbacee ci sia una significativa presenza di leguminose che può arricchire il terreno in azoto. Anche il sovescio che comprenda leguminose rende disponibile una certa quantità di azoto.

In relazione alla quantità di elementi nutritivi derivanti dalla mineralizzazione del letame o di altri ammendanti similari, bisogna considerare che solo una parte è resa disponibile annualmente per la coltura (65% se la somministrazione è effettuata tutti gli anni, 30% se la somministrazione è effettuata ogni 2 anni, 20% se la somministrazione è effettuata ogni 3 anni). Quindi, ad esempio, in caso di somministrazione di letame contenente 4,5 kg/t di azoto, 2,5 kg/t di fosforo e 7 kg/t di potassio, per ogni tonnellata di letame saranno resi disponibili per la coltura 2,9 kg di azoto, 1,6 kg di fosforo e 4,6 kg di potassio, se viene apportato tutti gli anni, e 0,9 kg di azoto, 0,5 kg di fosforo e 1,4 kg di potassio, se viene apportato ogni tre anni.

- *Epoca di somministrazione della sostanza organica*

La sostanza organica, ad eccezione di quando si pratichi l'inerbimento permanente, andrebbe interrata, soprattutto in zone con scarsa piovosità. Può essere distribuita d'inverno (epoca consigliata se la sostanza organica non è ben compostata), dopo la raccolta e prima della lavorazione autunnale. Quando si attua il sovescio la somministrazione della sostanza organica, e anche dei concimi fosfo-potassici, può essere fatta in concomitanza della semina del sovescio (dopo le prime piogge autunnali) o, in alternativa, se ben compostata, dopo lo sfalcio, in concomitanza dell'interramento della biomassa. La concimazione in quest'ultima fase può essere importante per la disponibilità del fosforo in terreni con elevato pH (>7,5) e alto contenuto in calcare dove, senza il contributo della sostanza organica, il fosforo potrebbe risultare scarsamente disponibile.

## 4.5 Fertirrigazione

In oliveti dotati di impianto di irrigazione localizzata, la concimazione al suolo può essere completamente o parzialmente sostituita con la fertirrigazione, che consiste nel fornire gli elementi nutritivi con l'acqua di irrigazione. La fertirrigazione comporta diversi vantaggi:

- consente di somministrare gli elementi nutritivi a piccole dosi in maniera pressoché continua e, quindi, di soddisfare tempestivamente e continuativamente i fabbisogni degli alberi, di limitare l'assorbimento di "lusso", la percolazione degli elementi più mobili e i fenomeni di immobilizzazione nel suolo di fosforo e potassio e di antagonismo nell'assorbimento fra i vari elementi;

- svincola l'efficacia della concimazione dalle precipitazioni ed evita il calpestamento del terreno conseguente al transito di macchine spandiconcime;
- localizza i nutrienti in prossimità delle radici, le quali si concentrano sotto gli erogatori di acqua, con conseguente maggiore efficienza nell'uso degli stessi (poiché si hanno minori perdite per lisciviazione e volatilizzazione); conseguentemente, si possono ridurre i quantitativi di elementi da apportare (-25-30%);
- permette di risolvere facilmente improvvise carenze, come quelle che possono verificarsi a seguito di incorporazione nel terreno di consistenti quantità di sostanza organica con elevato rapporto carbonio/azoto (ad es. residui di potatura trinciati), per fenomeni di immobilizzazione di elementi nutritivi da parte dei microrganismi degradanti;
- riduce le spese di somministrazione e semplifica l'operazione poiché può essere completamente automatizzata, con conseguenti vantaggi economici e gestionali.

I principali inconvenienti della fertirrigazione sono la necessità di un impianto di irrigazione più costoso (dotato dell'apparecchiatura per l'iniezione dei fertilizzanti nelle linee distributrici e di sistemi di filtraggio) e di una costante manutenzione dello stesso.

Considerando che la fertirrigazione interessa limitate porzioni di terreno, è bene che questa tecnica venga impiegata sin dall'impianto, in modo da consentire all'apparato radicale dell'olivo di adeguare il proprio sviluppo a questo tipo di somministrazione. Per lo stesso motivo, non è opportuno passare repentinamente dalla fertirrigazione alla concimazione al suolo.

La concentrazione degli elementi nutritivi non dovrebbe superare il 3‰.

Con la fertirrigazione circa il 50% di azoto, fosforo e potassio andrebbe somministrato nel periodo ripresa vegetativa – allegagione, il 20-25% in corrispondenza della prima fase di crescita delle olive e la parte rimanente successivamente, fino all'invaiatura dei frutti.

### 4.5.1 Concimi utilizzabili per la fertirrigazione

L'urea è il concime azotato più utilizzato per la fertirrigazione, in virtù della sua economicità e solubilità.

Il nitrato di calcio può originare precipitati che alterano il funzionamento dell'impianto, soprattutto se miscelato con concimi fosfatici e quando il pH dell'acqua è maggiore di 7.

Per il fosforo possono essere utilizzati l'acido fosforico, il fosfato monoammonico (PMA), il fosfato diammonico (PDA) o dei formulati liquidi. Occorre tener presente che, quando l'acqua di irrigazione contiene elevate quantità di calcio o di magnesio, con l'utilizzo di PMA e PDA ci sono forti rischi di precipitazione di fosfati insolubili, con conseguenti problemi di occlusione delle

valvole e degli erogatori. L'utilizzo di acido fosforico determina un abbassamento del pH e pulisce le condutture. Il PMA e il PDA hanno una minore solubilità dell'acido fosforico, ma consentono la somministrazione anche di azoto.

Per il potassio si consiglia l'uso del nitrato di potassio che contiene anche azoto. Il solfato e il cloruro di potassio sono meno utilizzati perché il primo ha una solubilità minore rispetto al nitrato di potassio e il secondo contiene cloro che può creare problemi all'albero.

I concimi granulari fosfatici e potassici possono dare origine a precipitati in acque ricche di calcio e magnesio.

Per superare eventuali carenze di microelementi (rame, ferro, zinco, manganese, boro e molibdeno) si utilizzano i loro chelati e solfati.

## 4.6 Concimazione fogliare

Le foglie dell'olivo possono assorbire elementi nutritivi. L'assorbimento avviene nelle 24-48 ore dopo il trattamento, e in particolare nelle prime ore, soprattutto attraverso la pagina inferiore delle foglie.

La concimazione fogliare può utilmente integrare quella al terreno per ottenere alcuni vantaggi:

- effetto molto rapido e svincolato dall'umidità del terreno e quindi rapida soluzione di improvvise carenze;
- possibilità di effettuare interventi mirati in fasi critiche (pre-fioritura, allegagione, indurimento del nocciolo, ecc.);
- riduzione delle quantità di concimi necessari (fino a 2/3).

Considerando i modesti quantitativi di nutrienti somministrabili con ogni singolo intervento e la limitata capacità di assorbimento da parte delle foglie in relazione alle esigenze dell'albero, in genere non è consigliabile utilizzare la concimazione fogliare in totale sostituzione a quella al suolo. Eventualmente, solo in oliveti con potenzialità produttive non elevate, è ipotizzabile di sostituire integralmente la concimazione al terreno, effettuando 4-5 trattamenti fogliari, ma il limite può essere di tipo economico.

Per attuare la concimazione fogliare possono essere realizzate soluzioni a partire da sali semplici, che sono piuttosto economici, oppure acquistare soluzioni commerciali, comprendenti più elementi, da diluire opportunamente. L'irrorazione va interrotta all'inizio del gocciolamento della soluzione nutritiva dalle foglie.

Per ridurre i costi, si può associare la concimazione fogliare a eventuali trattamenti antiparassitari, accertandosi prima di preparare la soluzione che non sussistano problemi di incompatibilità (in genere queste informazioni sono riportate sull'etichetta dei vari prodotti).

### 4.6.1 Concimi utilizzabili per la concimazione fogliare

Fra i fertilizzanti azotati, l'urea è assimilata, traslocata e metabolizzata molto rapidamente. La concimazione azotata fogliare con soluzioni di urea (1-4%) può essere particolarmente utile in oliveti in asciutto per svincolare l'apporto di azoto dalla disponibilità di acqua nel suolo nel periodo critico della mignolatura-indurimento del nocciolo. Questo tipo di concimazione può essere utile anche in altri periodi al verificarsi di carenze temporanee, ad esempio quando dovesse riscontrarsi una competizione con il cotico erboso negli oliveti inerbiti, o durante estati siccitose. Le foglie entro un giorno assorbono oltre la metà dell'azoto somministrato.

In annate siccitose o dopo un anno di carica o in terreni con basso contenuto in potassio, può essere utile somministrare, con trattamenti fogliari, nitrato potassico (1-3%) che è molto assimilabile.

Raramente può risultare utile la concimazione con fosforo (acido fosforico o fosfato monoammonico 12-61-0). In alcuni casi potrebbero essere opportuni trattamenti con monofosfato di potassio (1-2%).

Le insufficienze di magnesio possono essere superate con soluzioni allo 1-3% di solfato di magnesio.

La concimazione fogliare è molto utile anche per risolvere eventuali carenze di microelementi, boro in particolare (1 g/l di borace) con trattamenti da effettuare alla fine di aprile e successivamente, dopo la fioritura, ogni 2-3 settimane fino ad allegagione avvenuta.

L'aggiunta di sostanze bagnanti (facilmente reperibili) alla soluzione fertilizzante aumenta l'efficacia del trattamento.

## 4.7 Fertilizzazione con metodo integrato

In generale, per la coltivazione con il metodo integrato, i disciplinari prevedono vincoli e indicazioni sia sulle epoche di somministrazione sia sulla quantità massima annuale dei principali elementi nutritivi e sulla quantità massima di azoto minerale che può essere apportata per ogni somministrazione (frazionamento della dose).

In genere è obbligatoria l'analisi del terreno (in particolare per fosforo e potassio) e a volte anche quella fogliare (in particolare per microelementi) a intervalli regolari per determinare i fabbisogni

nutritivi e giustificare le applicazioni. Le dosi massime di elementi nutritivi ammesse sono relativamente basse rispetto alle esigenze di oliveti intensivi (ad esempio per l'azoto la dose massima ammessa è di 15 kg/ha per tonnellata di olive raccolte per anno), pertanto è necessario minimizzare le perdite attraverso un idoneo frazionamento delle dosi anche utilizzando, quando possibile, la fertirrigazione. Inoltre, si può far uso di ammendanti (es. letame), in quanto, in alcuni disciplinari, il loro contributo in elementi nutritivi non è conteggiato ai fini del rispetto dei limiti prescritti.

## 4.8 Fertilizzazione con metodo biologico

Per gli oliveti biologici, dove è vietato l'uso di prodotti derivanti da sintesi chimica, la fertilizzazione è basata sull'apporto di sostanza organica, eventualmente integrata con i fertilizzanti naturali elencati nell'Allegato II del Reg. CEE 2092/91 e successive modifiche. Sull'etichetta di tali prodotti deve essere riportata la dicitura "Consentito in agricoltura biologica". Per molti dei prodotti previsti deve essere inoltre riconosciuta la necessità dell'impiego da parte dell'organismo di controllo. Utilizzando esclusivamente il letame o altri fertilizzanti similari, occorre darne una quantità che tenda a soddisfare le esigenze di azoto della coltura.

Nel caso si impieghino fertilizzanti naturali, occorre tenere presente che il costo delle unità fertilizzanti è più elevato di quello dei concimi chimici e che, a causa delle maggiori quantità necessarie, anche la distribuzione è più costosa.

In merito alle quantità di fertilizzanti da apportare in un oliveto biologico, occorre riferirsi alle potenzialità produttive. A titolo di esempio, con produzioni fino a 25-30 q/ha, in assenza di inerbimento, la fertilizzazione può essere effettuata interrando i residui di potatura trinciati e apportando 20-30 t/ha di letame. Per oliveti con produzioni superiori occorre aumentare proporzionalmente l'apporto di letame oppure, basandosi sulle analisi del terreno e/o su quelle fogliari, integrare con concimi e/o altri ammendanti. Il letame deve provenire da allevamenti estensivi.

L'alternanza di letamazione e sovescio, eventualmente integrando con i fertilizzanti specifici, è una soluzione molto equilibrata. La pollina potrebbe essere utilizzata come integrazione di una letamazione o da sola.

Per superare crisi nutritive temporanee (soprattutto nel periodo fioritura-allegagione), che possono verificarsi ad esempio nei primi anni dall'attuazione dell'inerbimento o per la temporanea immobilizzazione dell'azoto a causa dell'attività dei microrganismi che decompongono i residui di potatura, ottimi risultati si possono ottenere con concimi fogliari ammessi per il biologico,

somministrati anche più volte nei periodi di maggiore necessità. Anche le carenze di microelementi possono essere risolte con concimazioni fogliari.

***Figura 52: concimazione biologica con letame***

# 5 IL CONTROLLO DEI PARASSITI IN OLIVICOLTURA

*Gabriella Lo Verde, Virgilio Caleca, Haralabos Tsolakis, Giovanna Sala, Livio Torta*

I molteplici effetti dovuti ai cambiamenti climatici e la necessità di mettere a punto strategie di mitigazione mirate a ridurre l'impronta di carbonio delle attività di origine antropica, portano il comparto agricolo ad affrontare da un lato l'eventuale necessario adattamento alle nuove condizioni, dall'altro l'adozione di tecniche innovative di coltivazione e difesa dalle avversità, al fine di ridurre gli input agricoli e aumentare la sostenibilità dell'intera filiera anche in termini di quantità di carbonio assorbita. Per quanto riguarda la difesa dai fitofagi, l'oliveto è considerato generalmente un agroecosistema stabile, che, nonostante ospiti oltre 100 specie d'insetti fitofagi, subisce solo da alcune di esse danni d'interesse economico. Questa stabilità è essenzialmente dovuta al fatto che l'olivo è autoctono del Mediterraneo e gli insetti fitofagi potenzialmente dannosi hanno negli stessi ambienti numerosi nemici naturali.

Relativamente ai fitopatogeni, la gran parte di essi possono essere considerati "endemici" per la coltura in ambiente mediterraneo e tra questi, le infezioni dei più ricorrenti dipendono, principalmente, dalle favorevoli condizioni climatiche e dalle non sempre razionali pratiche agronomiche. Tuttavia, negli ultimi decenni caratterizzati dal cambiamento del clima, si segnala la recrudescenza di malattie poco dannose in passato e la comparsa di nuove, correlabili all'introduzione di patogeni nuovi per tali ambienti, alla maggiore virulenza di quelli già noti e alla maggiore suscettibilità degli stessi ospiti.

## 5.1 Mosca delle olive (*Bactrocera oleae*)

Nella gran parte delle aree olivicole italiane il fitofago chiave è la mosca delle olive, specie carpofaga e monofaga; è la specie che ogni anno apporta più danni e su cui è incentrata la strategia complessiva di difesa dell'olivo. La mosca delle olive è più frequentemente dannosa nelle aree costiere a clima più mite, dove quasi ogni anno sono necessari interventi per il suo controllo. Gli attacchi di tale fitofago sembrano influenzati dalle condizioni climatiche dell'annata in corso più che dal contingente di individui che hanno affrontato lo svernamento nell'annata precedente. Infatti, l'elevato potenziale biotico della mosca, la longevità e la mobilità degli adulti compensano l'elevata mortalità invernale e in condizioni ambientali favorevoli determinano una repentina crescita delle popolazioni.

La suscettibilità delle diverse cultivar di olivo è molto diversificata, in quanto le femmine della mosca preferiscono deporre su olive grandi e sferiche, verdi e dure (Rizzo et al. 2012). Tuttavia, in assenza di alternative l'insetto attacca anche le drupe delle cultivar meno suscettibili.

Il controllo biologico naturale non contiene adeguatamente le popolazioni della mosca delle olive. In passato il controllo larvicida veniva efficacemente realizzato con trattamenti a tutta chioma con insetticidi citotropici di sintesi, senza basare gli interventi sul monitoraggio dell'infestazione e quindi spesso sopravvalutando la reale dannosità.

***Figura 53: femmina di Bactrocera oleae***

Le ferite d'ovideposizione fertili o sterili e la presenza di uova e larve nella drupa non causano danni apprezzabili in termini di quantità e qualità della produzione. Quando invece le larve forano la cuticola per preparare l'uscita dell'insetto si verifica una rapida degradazione dei componenti dell'olio, accelerata in presenza di un decorso climatico umido. Quantitativamente rilevante può essere, inoltre, la cascola anticipata delle drupe dovuta dall'attacco della mosca.
Limitare gli effetti negativi dell'attacco della mosca può rivelarsi più importante che limitarne l'infestazione; infatti, la cascola e il peggioramento della qualità dell'olio si verificano quando la larva è matura e pratica il foro d'uscita.

Con riguardo ai livelli d'infestazione tollerabili se si vogliono ottenere oli di qualità, le soglie d'intervento adottate fino ad oggi indicano che drupe con fori d'uscita non superiori al 10% possono produrre oli ottimi se l'estrazione avviene subito dopo la raccolta, tuttavia tali soglie appaiono prudenziali, in quanto anche in presenza di una percentuale del 40-45% di fori d'uscita i parametri degli oli possono rientrare entro i livelli che caratterizzano l'olio extra vergine di alta qualità.

I principali metodi per attenuare gli effetti dell'attacco di mosca sulla qualità dell'olio sono la raccolta anticipata, la molitura tempestiva (entro 24 ore dalla raccolta) e il filtraggio immediato dell'olio.
Le infestazioni possono essere limitate con il controllo adulticida con i metodi delle catture massali ("attract and kill"), la cui efficacia però è direttamente proporzionale alla dimensione dell'oliveto e/o al suo isolamento; tale controllo si attua posizionando numerose trappole per la cattura massale o i dispositivi che attraggono e uccidono gli adulti senza catturarli; in entrambi i casi occorre un dispositivo per albero sui bordi e uno ogni due all'interno dell'oliveto. Il controllo adulticida con le esche proteiche avvelenate, si attua quando si raggiungono percentuali di attacco sulle olive superiori al 2%. I trattamenti vanno effettuati più volte nella stagione utilizzando un prodotto contenente insetticida addizionato ad esche proteiche che hanno lo scopo di attirare gli adulti, e irrorando solo la parte esposta a sud di un numero limitato di piante, ad esempio quelle di un filare alternato ogni tre, o applicando la soluzione a piante alterne.

I trattamenti adulticidi a tutta chioma con insetticidi possono essere utili in convenzionale, mentre in agricoltura biologica sono sconsigliati perché, data la breve persistenza dei prodotti autorizzati, sarebbero necessari troppi interventi per avere un adeguato livello di mortalità degli adulti. Per individuare il momento del primo intervento si raccolgono ed esaminano allo stereomicroscopio 100 olive per oliveto omogeneo, adottando soglie d'intervento del 15-20% d'infestazione attiva (presenza di uova la presenza di uova e larve vive di diversa età del dittero) a luglio, aumentando le soglie via via che ci avviciniamo alla raccolta.

I composti rameici e il caolino, utilizzabili anche nella coltivazione in biologico, esercitano una forte attività deterrente l'ovideposizione. Tuttavia, l'azione repellente e antideponente dei composti rameici diminuisce con l'aumentare dell'umidità relativa dell'aria, per cui negli oliveti trattati con rame si assiste spesso a un'infestazione tardiva. Nelle annate con infestazioni più elevate, 2-3 trattamenti con rame o caolino riescono a produrre ottimi risultati in termini di protezione delle olive. Risultati interessanti sono stati ottenuti anche in piccoli appezzamenti integrando l'uso delle trappole con 1-2 trattamenti con idrossido di rame. Si consiglia iniziare i trattamenti quando si è raggiunta un'infestazione attiva del 3-5%, trattando nuovamente non prima di un mese e soltanto se si è sopra la suddetta soglia.

Il monitoraggio effettuato direttamente sulle olive, individuando gli stadi vivi e i fori d'uscita del dittero, permette di avere sempre un quadro preciso dell'andamento dell'infestazione; in tal modo

l'olivicoltore, oltre ad intervenire solo quando necessario, con un conseguente risparmio, può anche valutare il reale rischio di perdita per cascola e programmare il momento ottimale della raccolta. I dati sulle catture degli adulti della mosca con le trappole sono di scarso o nullo aiuto in quanto non correlati all'infestazione nelle olive, tuttavia il rilevamento delle prime catture (mediamente 3-5 adulti/trappola/settimana) può dare una indicazione sulla necessità di iniziare i campionamenti sulle olive.

## 5.2 Tignola dell'olivo (*Prays oleae*)

È microlepidottero presente in tutti i Paesi olivicoli che si affacciano sul Mediterraneo e in alcuni Paesi del Mar Nero, legato alle diverse fasi fisiologiche della pianta ospite, sulla quale svolge tre generazioni. La prima si nutre dei fiori (generazione antofaga), la seconda dei frutti e in particolare del seme (generazione spermofaga, la più dannosa) e la terza delle foglie, sviluppandosi al loro interno durante il periodo invernale (generazione fillofaga). La cascola precoce si verifica durante la penetrazione della larva nell'endocarpo (giugno-luglio) ed è considerata non dannosa. La cascola tardiva, che inizia a fine agosto e si protrae per buona parte dell'autunno, può causare invece gravi danni, che possono interessare anche il 50% della produzione.

Le trappole a feromone permettono di rilevare l'andamento dei voli dei maschi della tignola, ma poiché la correlazione tra catture e rischio d'infestazione nei frutti è molto bassa, l'unica tecnica di monitoraggio valida rimane il campionamento diretto degli organi attaccati dalle larve della generazione spermofaga al fine di prevedere la cascola autunnale.

***Figura 54: Larva di Prays oleae sui fiori***

Nell'olivicoltura convenzionale si può intervenire sulle larve della generazione spermofaga con insetticidi di sintesi ad azione translaminare, dopo un campionamento che prevede un attento controllo di 100 drupe/Ha e la valutazione della percentuale di olive attaccate nella prima settimana di luglio, adottando un indice prudenziale di riduzione pari a 2,5 (% di drupe infestate /2,5= % di olive cascolate). Ovviamente la soglia di danno economico varia in base alla carica delle piante, la resa in olio delle cultivar e naturalmente il valore di mercato atteso del prodotto finale.

In olivicoltura biologica, poiché è impossibile intervenire contro le larve di P. oleae per assenza di prodotti ad azione translaminare, il monitoraggio andrebbe attuato sulla prima generazione (antofaga), le cui larve si trovano all'aperto per buona parte del loro sviluppo. La letteratura riporta, in diversi casi, una mancata correlazione tra la riduzione della generazione antofaga e la riduzione significativa dei danni causati da quella spermofaga. Tuttavia, considerando il basso grado di dispersione degli adulti e la loro breve vita, il controllo delle larve della prima generazione rimane l'unica possibilità di difesa dal lepidottero nelle aziende biologiche. Una tecnica empirica e cautelativa suggerirebbe il campionamento delle infiorescenze (100-150/Ha), 7-10 giorni dopo il raggiungimento del picco delle catture, e l'intervento con *Bacillus thuringiensis var kurstaki* (BT) al superamento di una soglia prudenziale del 50% di infiorescenze attaccate.

Anche se la tecnica della confusione sessuale dei maschi della tignola attraverso l'utilizzo di diffusori di feromone sessuale ha fornito risultati incoraggianti, tale pratica non ha avuto alcuna diffusione, sia perché si può raggiungere una riduzione graduale delle popolazioni solo in un arco di tempo di 2-3 anni, sia perché ad alte densità di popolazione della tignola, anche riduzioni dell'accoppiamento superiori al 90% non riescono ad evitare danni economici alla produzione.

Per quanto riguarda il controllo naturale, *P. oleae* ha un complesso di nemici naturali assai numeroso. Un ruolo rilevante hanno il *Neurottero predatore Chrysoperla carnea Stephens* e i parassitoidi *Ageniaspis fuscicollis* (Dahlman), *Apanteles xanthostigmus* (Haliday) e *Habrobracon crassicornis* (Thomson). Complessivamente, il controllo della tignola da parte dei nemici naturali risulta variabile nelle diverse zone geografiche e nei diversi anni ed è correlato anche alla complessità dell'agroecosistema. Tuttavia, spesso il controllo naturale non è sufficiente a prevenire i danni economici causati dalla seconda generazione del fitofago.

## 5.3 Fitofagi minori dell’olivo

**Cocciniglia mezzo grano di pepe (*Saissetia oleae*), cotonello dell'olivo (*Euphyllura olivina*)**

I metodi colturali che favoriscono un arieggiamento della chioma, quali adeguate potature, distanze di impianto e forme di allevamento, nel medio e lungo periodo evitano il raggiungimento delle soglie di dannosità e costituiscono il miglior metodo per controllare questi insetti. Nel caso si superino le soglie d’intervento si consiglia l’uso di oli minerali a inizio estate, contro le neanidi di prima età, da non miscelare con insetticidi per non danneggiare i nemici naturali.

**Figure 26: cocciniglia mezzo grano di pepe**

L’intervento per il controllo di S. oleae è guidato dai campionamenti effettuati a fine aprile su foglie e rametti, e va effettuato a fine giugno- inizio luglio al raggiungimento della soglia 1 femmina giovane per foglia o per cm di rametto. Per E. olivina la necessità del trattamento è rara e molto condizionata dal rischio d’infestazione dei frutticini appena allegati.

**Figure 27: cotonello dell’olivo**

**Oziorrinco (*Otiorrhynchus cribricollis*), tignola verde (*Palpita unionalis*)**

Sono i fitofagi più importanti in vivaio e nei giovani impianti. In olivicoltura sia convenzionale sia biologica si consigliano gli stessi metodi di controllo:

il posizionamento di fasce di lana di vetro sul tronco delle giovani piante per impedire la risalita degli adulti di oziorrinco che sfarfallano in giugno e di notte risalgono il tronco per alimentarsi delle foglie per tutta l'estate; inoltre per controllare le larve del coleottero nei vivai si può ricorrere a trattamenti al suolo con nematodi entomopatogeni accoppiati ad un alto livello d'umidità del suolo.

***Figura 57: fasce di lana di vetro sul tronco come prevenzione da oziorrinco***

Per il controllo delle larve di *P. unionalis*, che si trovano sempre all'esterno del vegetale, si possono effettuare trattamenti con prodotti contenenti *Bacillus thuringiensis*, che non incidono negativamente sui numerosi nemici naturali del lepidottero. Anche per *P. unionalis* va attentamente valutata l'entità dell'attacco sui germogli in rapporto allo sviluppo della chioma, mentre sui frutti si adotta la soglia d'intervento dell'1% su olive da mensa. Su piante adulte per produzione di olio la necessità dell'intervento è occasionale.

**Rodilegno (Zeuzera pyrina)**

In olivicoltura biologica, come in quella convenzionale, le catture massali con trappole a feromone sessuale sono considerate efficaci per abbassare anno dopo anno le infestazioni del rodilegno giallo. In oliveti in cui si sono registrati danni, si consiglia di usare 7-8 trappole a feromone per ettaro, da posizionare ad altezza superiore all'apice della chioma per intercettare i maschi in volo. Il controllo localizzato delle larve con l'introduzione nelle gallerie di sospensioni di nematodi entomopatogeni del genere Steinernema o del fungo *Beauveria bassiana* con appositi bastoncini in cotone risulta costoso e antieconomico.

***Figura 58 tignola verde***

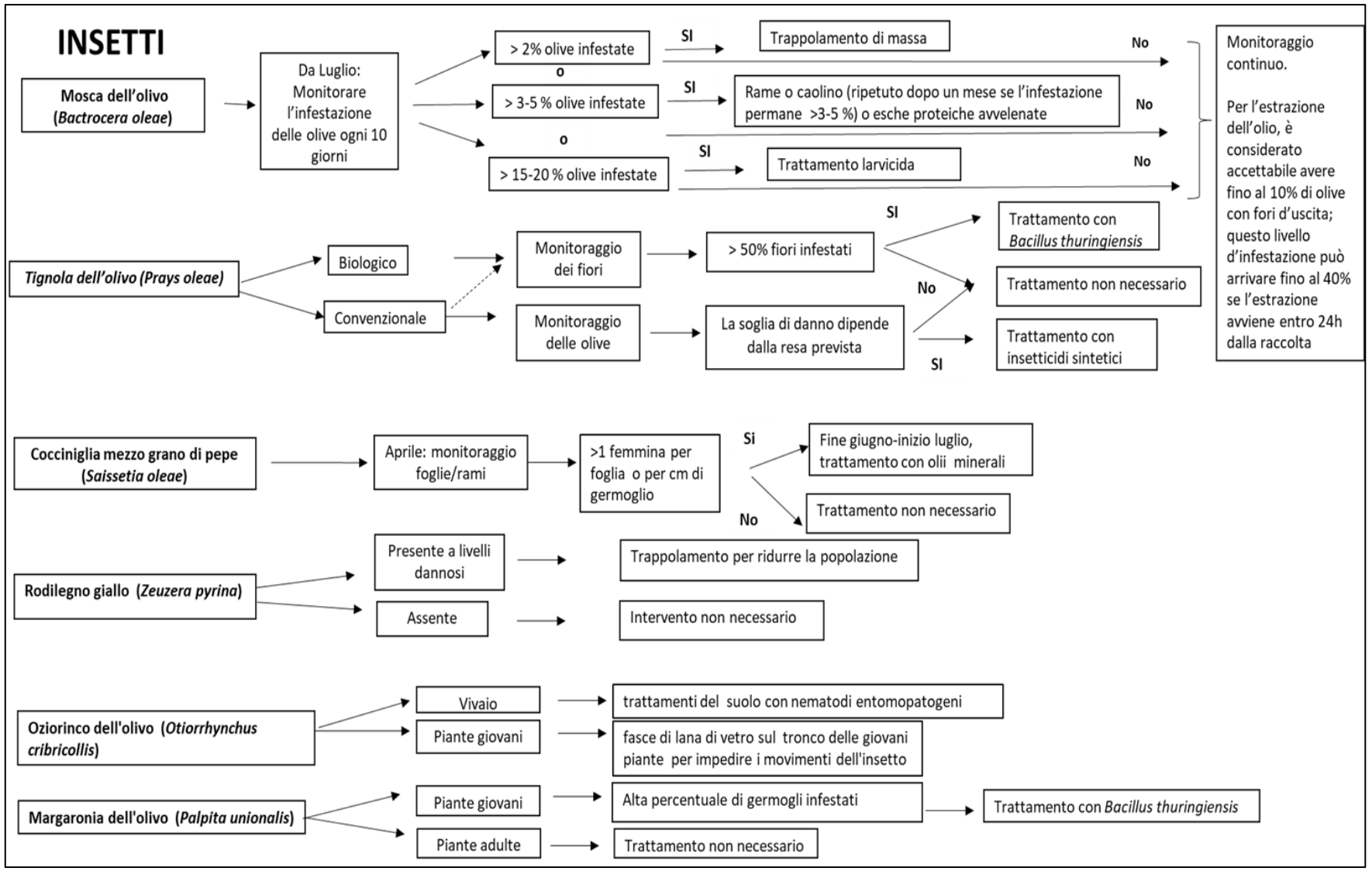



*Figura 59: linee guida per il controllo dei parassiti*

## 5.4 Le principali malattie dell'olivo

**Occhio di pavone o cicloconio (*Spilocaea oleagina*)**

*L'occhio di pavone è la principale malattia di origine fungina* dell'olivo, che colpisce gli organi verdi dell'ospite, in particolare le foglie, ma anche piccioli, rametti e frutti. I sintomi più evidenti sono quelli a carico delle foglie e consistono in macchie rotondeggianti di circa 10 mm di colore grigio-bruno, che nei mesi estivi assumono un contorno giallastro, da cui deriva il nome comune della malattia. In caso di forte attacco si può verificare anche un'abbondante filloptosi degli organi colpiti. Il fungo si sviluppa con temperature comprese fra 15 e 25 °C, in presenza di elevata umidità, evidenziando i tipici sintomi dall'autunno alla primavera, con una lunga stasi estiva negli ambienti ad inverno meno rigido o invernale nelle zone a clima freddo. Le condizioni climatiche sono importanti anche nel determinare la comparsa dei sintomi, che può avvenire da poche settimane a qualche mese dopo l'infezione da parte del patogeno. I propaguli agamici del patogeno (conidi) agenti delle infezioni primarie, si originano principalmente dalle foglie infette sui rami durante l'inverno o l'estate. I conidi, una volta raggiunto l'ospite e favoriti da opportune condizioni ambientali, germinano producendo un pre-micelio in grado di perforare attivamente la cuticola. Il micelio si sviluppa a livello sottocuticolare, dove instaura i rapporti trofici con l'ospite. A completamento del suo ciclo biologico, il patogeno produce rami miceliari che evadono dalla cuticola e originano conidiofori recanti conidi bicellulari; tali strutture, in massa, conferiscono un aspetto vellutato alle stesse macchie. La diffusione dei conidi è, quindi, favorita dalla pioggia, dal vento, ma anche da alcune specie di insetti.

Per ridurre l'impatto della malattia si adottano interventi di natura agronomica mirati a mantenere la chioma ben arieggiata, quali opportune potature e, nei nuovi oliveti, idonee distanze d'impianto e utilizzo di varietà poco suscettibili. La difesa si può attuare con trattamenti preventivi con prodotti a base di rame, consentiti anche nel biologico, o, in agricoltura convenzionale, con formulati di sintesi più o meno specifici, quali la dodina. I trattamenti vanno effettuati in presenza di un decorso stagionale favorevole al patogeno, di solito a fine inverno-inizio primavera e a fine estate-inizio autunno.

**Lebbra delle olive (*Colletotrichum gloeosporioides, C. acutatum; Glomerella cingulata*)**

La malattia si manifesta soprattutto nel periodo autunnale, con l'inizio delle piogge, interessando le foglie, i rametti e, più seriamente, le drupe. I frutti, colpiti in fase di maturazione, mostrano macchie scure e depresse, cui spesso si associano le fruttificazioni del patogeno, in forma di pustole color

rosa o bruno. I sintomi, sulle foglie infette, vanno da una clorosi più o meno intensa e diffusa, sino a necrosi e distaccamento, mentre sui rametti si osservano tipici disseccamenti. Il patogeno si diffonde tramite conidi portati dalla pioggia o dal vento e penetra l'ospite per via stomatica o lenticellare.

***Figura 60 macchie scure e depresse sui frutti***

Le olive attaccate sono soggette a cascola o mummificano sul rametto (fonte d'inoculo per l'annata seguente) e in ogni caso forniscono olio di qualità scadente (elevata acidità e deperibilità). Per prevenire gli attacchi del patogeno è importante mantenere la chioma arieggiata ed adottare un buon sistema di drenaggio per evitare ristagni. Per il controllo chimico si può intervenire con trattamenti a base di prodotti rameici da effettuare in autunno.

**Cercosporiosi o piombatura (*Mycocentrospora cladosporioides*)**

Il patogeno attacca principalmente le foglie dove causa, sulla pagina inferiore, la comparsa di macchie irregolari di colore plumbeo, più o meno estese ed evidenti in funzione dell'andamento climatico e dell'areale di coltivazione. In corrispondenza di queste lesioni, sulla pagina superiore, si osserva una clorosi che tende a virare al bruno sino a necrotizzare. Gli organi colpiti subiscono una filloptosi anticipata, generalmente in primavera. Le intense defogliazioni conseguenti all'attacco del fungo, che interessano di solito la parte bassa della chioma, hanno effetti negativi sia sulla produzione sia sull'attività vegetativa della pianta.

***Figura 61: macchie da cercosporiosi***

I diversi interventi agronomici mirati a garantire un'adeguata areazione della chioma (potatura) ed un idoneo stato vegetativo della pianta (irrigazioni, concimazioni) sono utili per contrastare la malattia. In genere i trattamenti a base di rame attuati contro l'occhio di pavone e la lebbra, peraltro consentiti anche nel biologico, sono sufficienti a controllare la cercosporiosi.

**Verticilliosi (*Verticillium dahliae*)**

Si tratta di una grave malattia tracheomicotica oggi presente in tutti i Paesi del Mediterraneo produttori di olio di oliva e diffusa sia per la spiccata polifagia del patogeno (in grado di infettare anche specie erbacee e arboree coltivate, forestali, ornamentali e spontanee), sia per la lunga

sopravvivenza del fungo nel suolo, grazie alla produzione di resistenti strutture di svernamento. Sintomi ultimi della malattia sono il disseccamento di rami, branche o dell'intera pianta, in genere nell'arco di poche stagioni vegetative, preceduti da perdita di turgore, clorosi, necrosi fogliare, defogliazione disseccamento di rami; inoltre, tipico è l'imbrunimento interno dei tessuti xilematici, osservabile sezionando l'organo sintomatico.

Il patogeno infetta l'ospite attraverso ferite (anche dovute a insetti xilofagi), in genere all'apparato radicale e si diffonde lungo i vasi, limitando il flusso linfatico e producendo enzimi e tossine in grado di debilitare l'ospite. Il processo patogenetico è facilitato dalla produzione di conidi che seguono il flusso linfatico in senso acropeto. La consociazione dell'olivo con piante, in particolare ortive, particolarmente sensibili agli attacchi del patogeno rappresenta una delle più frequenti cause di infezione. Le piante adulte e più frondose riescono a convivere con l'infezione, mentre per quelle giovani o debilitate, le uniche strategie di controllo preventivo sono essenzialmente di tipo agronomico. Risulta, infatti, utile attuare le migliori strategie colturali e, una volta asportati i rami e le branche colpite, procedere alla loro immediata bruciatura.

***Figura 62: imbrunimento xilematico da verticilliosi***

**Rogna dell'olivo (*Pseudomonas savastanoi*)**

Il batterio, tipico patogeno da ferita, infetta tutti gli organi epigei, in particolare rametti, branche e fusti. Sugli organi colpiti si manifestano deformazioni caratteristiche, consistenti in piccoli tubercoli tumorali di forma subsferica, inizialmente verdi e lisci e successivamente di colore bruno con superficie fortemente screpolata e fessurata. Il patogeno è favorito da eventi lesivi (potatura, grandine, vento, gelate primaverili, raccolta effettuata con organi bacchiatori, ecc.) in presenza di elevata piovosità primaverile e temperature miti. La rogna dell'olivo può essere controllata con interventi di tipo preventivo. Vanno evitate tutte le pratiche che possono

***Figura 63: rogna dell'olivo***

determinare ferite nei tessuti legnosi, che costituiscono il punto d'ingresso del patogeno, in particolare nei periodi in cui le condizioni di temperatura e umidità sono favorevoli all'infezione (ad esempio in autunno durante la raccolta delle olive). In questi casi si dovranno effettuare tempestivamente trattamenti con prodotti a base di rame o altri disinfettanti per evitare nuove infezioni. In presenza della malattia, è necessario eliminare tutte le parti infette con una potatura eseguita adottando idonei accorgimenti di profilassi (disinfettare gli attrezzi con ipoclorito di sodio o solfato di rame nel passaggio da una pianta all'altra), a cui deve seguire una tempestiva bruciatura dei rami. Nei casi più gravi può essere necessaria una capitozzatura della chioma fino al punto d'innesto, scegliendo per il reinnesto cultivar più resistenti al patogeno.

***Figura 64: la cultivar Frantoio è molto sensibile a Pseudomonas savastanoi***

***Xylella fastidiosa***

Il batterio, di cui era nota la presenza in Nord e Sud America, è stato segnalato nell'ultimo decennio anche in Europa. In Italia il batterio non era stato mai segnalato fino a pochi anni fa, ma le indagini avviate per individuare le cause del disseccamento rapido degli ulivi riscontrato in Puglia a partire dall'ottobre del 2013 hanno consentito di accertarne la presenza nei vasi xilematici delle piante infette. Sono noti diversi ceppi di X. fastidiosa, che possono infettare oltre 150 specie vegetali, tra cui piante coltivate, specie ornamentali, specie di interesse forestale e specie spontanee, per lo più erbacee ed arbustive. La trasmissione del batterio, agente del Complesso del disseccamento rapido dell'olivo (CoDiRO), avviene attraverso insetti vettori, le Cicaline, che lo acquisiscono nutrendosi su piante infette per poi trasferirlo a piante sane. La grande diffusione e la polifagia delle Cicaline rendono difficile accertare quali specie vegetali sono potenziali vettori del batterio.

I sintomi tipici e più frequenti sono disseccamenti nella parte apicale e marginale della lamina fogliare, disseccamenti più o meno estesi a carico di rami isolati, che si diffondono a intere branche o all'intera chioma. Per contrastare la diffusione della Xylella **fastidiosa** l'Unione **Europea** ha emanato la **Decisione di esecuzione 789/2015, modificata con la successiva**

**Decisione di esecuzione 2016/764, che stabilisce misure per impedire l'introduzione e la diffusione nell'Unione del patogeno.**

**Tra le misure previste, vi è** l'obbligo di attivare un monitoraggio per la tempestiva individuazione di nuovi focolai, nonché l'obbligo di eradicazione delle piante infette. Recenti indagini condotte in Puglia hanno evidenziato una differente sensibilità delle cultivar di olivo alla malattia; la caratterizzazione delle cultivar di olivo in funzione della loro suscettibilità appare risolutiva nella prospettiva di una riconversione della coltura, anche se non potrà evitare la perdita di olivi secolari e conseguentemente di un patrimonio paesaggistico unico.

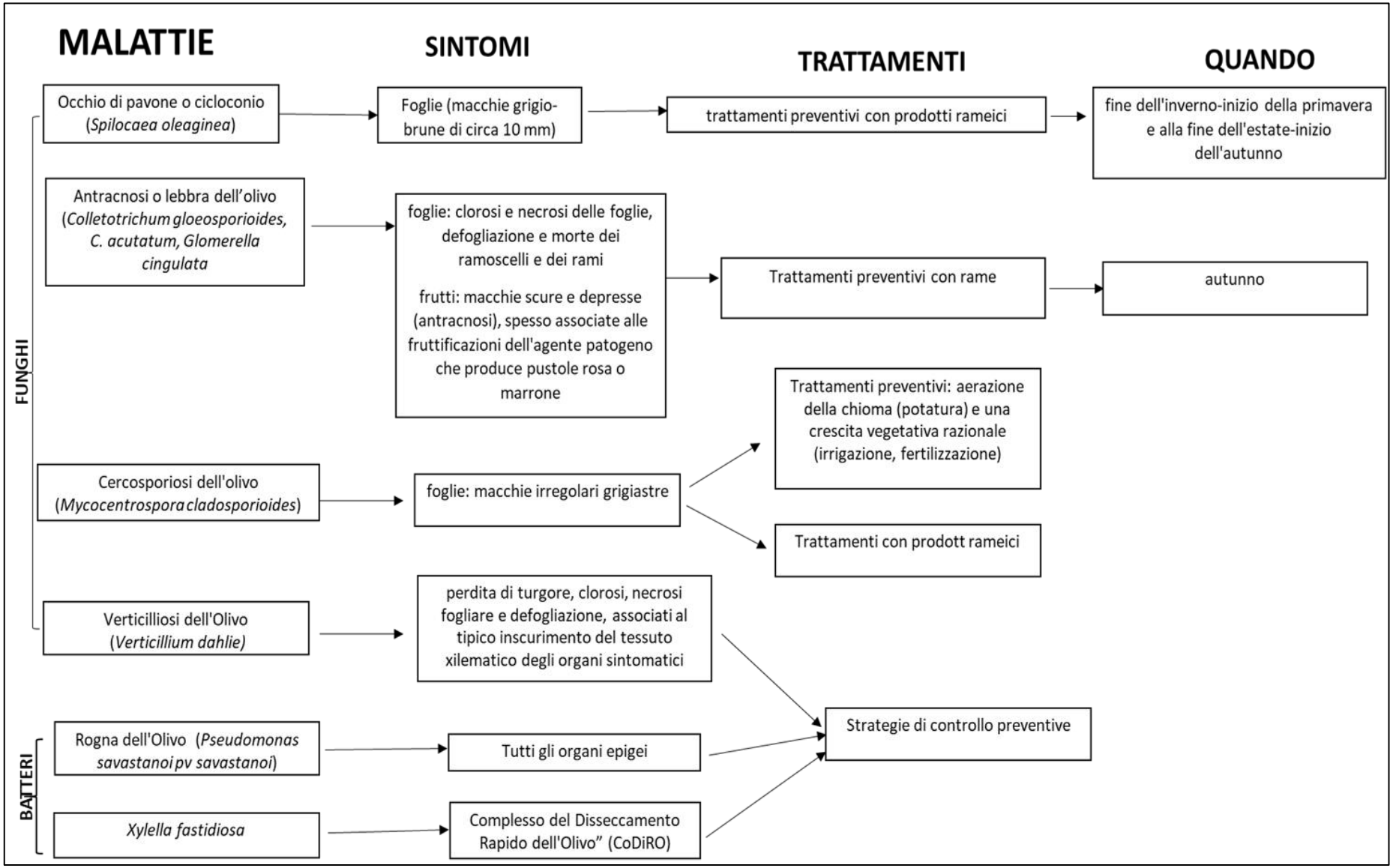



***Figura 65: linee guida per il controllo delle malattie***

# 6 IRRIGAZIONE

*Giovanna Sala, Tommaso La Mantia, Francesco Paolo Marra, Tiziano Caruso*

I Paesi che si affacciano sul Mediterraneo, dove viene praticata circa il 95% dell'olivicoltura, sono caratterizzati da estati calde e siccitose. Tale combinazione dei fattori climatici determina in genere l'arresto dei processi biologici che presiedono alla crescita e allo sviluppo dei diversi organi della pianta con ripercussioni negative sulla produzione, sia in termini quantitativi sia qualitativi. Tra le piante dei climi temperati, l'olivo si contraddistingue, per l'ottima capacità di difesa dalla carenza idrica nel suolo, attraverso l'attivazione di processi biologici, quali, ad esempio, la chiusura degli stomi, e quindi la riduzione degli scambi gassosi, traspirazione e fotosintesi in particolare, la modulazione dell'accrescimento delle radici e della vegetazione aeree, l'aggiustamento osmotico. Attraverso l'attivazione sinergica di tali processi l'olivo è in grado di non incorrere in stati di stress severo anche quando il potenziale idrico nella pianta scende a valori sensibilmente inferiori rispetto a quelli rilevati per altre specie arboree (–3,0 MPa rispetto a -1,5 MPa).

***Figura 66: Sistema di irrigazione a goccia***

L'irrigazione può determinare effetti positivi sull'attività vegetativa e su quella produttiva. Tuttavia, in genere l'olivo è coltivato in asciutto, spesso con conseguenti basse e alternanti produzioni. In effetti, in Italia, ad esempio, soltanto il 14% degli impianti è in irriguo.

L’irrigazione può migliorare le prestazioni degli oliveti tradizionali e risulta di fondamentale importanza per gli oliveti ad alta densità. Nei nuovi impianti l’irrigazione determina un anticipo dell’entrata in produzione, mentre in fase di produzione comporta numerosi vantaggi come la riduzione dell’alternanza di produzione, l’aumento della produzione di frutti per albero, della loro pezzatura, del rapporto polpa-nocciolo e del quantitativo di olio per pianta. Per quanto riguarda la qualità degli oli, l’irrigazione è una delle pratiche colturali che ha maggiori effetti: in genere, la concentrazione in composti fenolici nell’olio è inversamente proporzionale allo stato idrico della pianta, ossia aumenta all’aumentare del grado di carenza idrica, mentre la composizione degli acidi grassi viene poco influenzata dall’irrigazione al contrario, la frazione insaponificabile, nell’ambito della quale si riscontrano i biofenoli e i composti volatili, che determinano le caratteristiche sensoriali dell’olio, risultano sensibilmente influenzata dall’irrigazione.

Di fondamentale importanza, in un’ottica di elevata sostenibilità economico-ambientale, è l’ottimizzazione dei volumi idrici in funzione delle esigenze idriche della pianta. Peraltro, un eccesso d’irrigazione, oltre a causare sprechi ingiustificati, può provocare effetti indesiderati quali un inopportuno rigoglio vegetativo, una forte emissione di succhioni e una minore resistenza alle basse temperature invernali. La messa a punto di tecniche di irrigazione basate sul deficit idrico controllato rappresenta quindi un obiettivo importante negli oliveti.

## 6.1 Quando irrigare

L’obiettivo dell’irrigazione è soddisfare il fabbisogno idrico delle piante, evitando nel contempo lo spreco di acqua, la lisciviazione dei nutrienti e lo sviluppo di avversità.

L’olivo utilizza l’acqua durante tutto l’anno ed in alcune annate, in particolare negli ambienti più siccitosi le piogge non riescono a ripristinare per intero la riserva idrica del volume di suolo esplorato dalle radici. Il fabbisogno idrico dell’olivo varia anche in funzione delle diverse fasi fenologiche (Tabella 4). Condizioni di stress idrico devono essere evitate per non compromettere la produzione nel periodo compreso fra la fioritura e l’allegagione, che nelle aree colturali più calde si verifica nel mese di maggio (circa un mese dopo nei comprensori contraddistinti da primavere con temperature più fresche). Una adeguata disponibilità idrica è necessaria durante la fase iniziale di sviluppo del frutto per favorire i processi di differenziazione e divisione cellulare. Successivamente, fondamentale risulta l’apporto idrico durante le fasi di distensione cellulare e di inolizione che corrispondono ad un incremento dimensionale delle drupe ed un accumulo di olio che si verifica, sempre nelle aree più calde, tra la fine di luglio e l’inizio di agosto.

***Tabella 4 - Effetti del deficit idrico sui processi di accrescimento in rapporto allo stadio biologico***

| Mese | Processi biologici in atto | Effetto del deficit idrico |
|---|---|---|
| febbraio - inizi giugno | formazione degli organi fiorali | riduzione sviluppo organi fiorali |
| | fioritura | riduzione numero di fiori pianta |
| | allegagione | aumento aborto ovario |
| Inizi giugno - luglio | accrescimento del frutto per intensa divisione cellulare | intensa cascola di frutticini allegati |
| | indurimento del nocciolo | diminuzione della dimensione del frutto, (minore numero di cellule/frutto) |
| agosto - raccolta | accrescimento del frutto per distensione cellulare | importante soprattutto nelle olive da mensa |
| | inoliazione | diminuzione delle dimensioni del frutto (minore grandezza delle cellule del frutto) |
| | minore formazione di gemme a fiore | minore contenuto di olio/frutto |

Importante è conoscere la quantità di acqua che le piante hanno a disposizione in modo da somministrare, nel caso di carenza, con l'irrigazione adeguati quantitativi in modo da evitare indesiderati stati di stress o, peggio, sprechi. Per stabilire quando iniziare l'irrigazione si può fare affidamento su diverse tecniche che si basano sullo stato idrico del suolo; della pianta e sull'evapotraspirazione (quantità di acqua che evapora direttamente dal suolo e viene traspira dalla pianta).

Diversi sono i metodi per valutare il contenuto idrico del suolo: il metodo gravimetrico che permette di determinare la quantità di acqua presente nel terreno, tale metodo è però poco efficiente perché per essere affidabile richiede di molti campionamenti che comparta alti costi e tempi lunghi prima di ottenere il risultato. Altri metodi che consentono di stimare il contenuto idrico nel suolo sono la riflettometria e la frequenza nel dominio del tempo, rispettivamente TDR (Time Domain Reflectometry) e o FDR (Frequency Domain Reflectometry). Tali metodi sono in grado di misurare la costante dielettrica del terreno parametro dal quale si risale al valore di contenuto idrico in unità di volume. Dette tecniche tuttavia richiedono un numero elevato di sensori e sono indicati soltanto per delle misure degli orizzonti superficiali. Inoltre il dato è fortemente condizionato dalle caratteristiche del suolo (ad es. il loro impiego risulta problematico per i suoli ricchi di scheletro e per quelli molto argillosi). Più efficiente risulta l'impiego di tensiometri, che vengono installati permanentemente nel suolo ed indicano l'eccesso o la mancanza di acqua nel

terreno. Si tratta di strumenti molto semplici, di costo limitato e di facile impiego, possono essere impiegati con potenziali compresi tra 0 e -0.08 MPa mentre il loro impiego con suizioni maggiori non è consigliabile poiché determinano l'entrata d'aria nella capsula. Bisogna considerare che tutti i metodi per la determinazione del contenuto idrico del suolo richiedono un elevato numero di punti di misura per compensare l'eterogeneità dei substrati.

***Tabella 5 – Valori di potenziale e livelli di stress idrico proposto per l'olivo***

| Potenziale pianta Ψ (MPa) | Livello di stress |
|---|---|
| <-1.9 | Assente |
| Tra 1.9 e 2.5 | Moderato |
| >2.5 | Elevato |

Lo stato idrico della pianta può essere invece valutato con metodi che prendono in considerazione l'intera pianta e altri che considerano solo parte di essa come la foglia (porometri, camere a pressione, etc.) ma anche questi sono sistemi normalmente inutilizzabili a livello aziendale non solo per il costo della strumentazione, ma anche per la necessità di personale qualificato e la continuità dei rilevamenti che devono essere fatti frequentemente e in momenti ben definiti della giornata.

***Figura 67: effetto dello stress idrico sulle olive***

Il metodo attualmente più affidabile per la valutazione del potenziale idrico è quello che prevede l'utilizzo della la camera a pressione (o camera di Scholander). Numerosi indagini scientifiche hanno consentito di definire i valori soglia del potenziale idrico oltre i quali, per non incorrere in deleteri stati di stress idrico, bisogna intervenire con l'irrigazione (Tabella 5).

Per definire i fabbisogni idrici risulta fondamentale misurare l'evapotraspirazione massima della coltura (ET misurata in mm). L'evapotraspirazione rappresenta la quantità di acqua dispersa nell'atmosfera attraverso i processi di evaporazione dalla superfice del suolo nudo e di traspirazione dalla pianta. Tale consumo deve essere reintegrato dalla pioggia e/o dalla irrigazione per evitare lo stress idrico alla pianta. L'evapotraspirazione può essere determinata sia con metodi diretti che indiretti. L'impiego di metodi diretti (lisimetri, Eddy-Covariance) a scala aziendale generalmente non è applicabile sia per gli elevati costi che per difficoltà operative per la determinazione e per la gestione delle apparecchiature. Preferibile l'impiego di metodi indiretti di stima come il metodo consigliato dalla FAO che si basa sull'equazione di Penman-Monteith. Tale metodo si basa sui dati meteorologici del sito interessato.

Nella pratica aziendale può essere applicato il software CROPWAT 8 reperibile gratuitamente dal sito della FAO che permette di determinare la richiesta irrigua a partire dai dati di evapotraspirazione, pioggia effettiva e riserva di acqua disponibile nel suolo. Dove i valori di evapotraspirazione, temperatura massima e minima e piovosità si possono ricavare o dalle stazioni meteorologiche disponibili all'interno dell'azienda o dai servizi pubblici agrometeorologici.

In maniera generale in impianti intensivi (200-400 piante/ha) si può considerare un consumo idrico annuo di 1000-3500 $m^3$/ha mentre per un impianto superintensivo (1100 - 2500 piante/ha) 2500 $m^3$/ha/anno. Poiché il metodo suggerito tende a sovrastimare i quantitativi di acqua da apportare volumi idrici vengono in genere ridotti per evitare sprechi e eccessiva attività vegetativa.

## 6.2 Il deficit idrico controllato

La necessità di ridurre i consumi idrici connessi all'irrigazione, garantendo tuttavia che la pianta non incorra in fasi di stress che ne pregiudichino significativamente la produttività, ha sollecitato lo sviluppo del criterio del deficit idrico controllato, cioè una pratica irrigua che consiste nella riduzione degli apporti idrici nelle fasi biologhe della pianta in cui si hanno minori ripercussioni della carenza idrica sulla produzione e garantendo invece un adeguato rifornimento idrico nelle fasi più critiche. Il deficit idrico controllato comporta così aumento dell'efficienza dell'uso dell'acqua. Devono infatti essere evitati stati di stress idrico durante fasi critiche tra le quali la

fioritura, l'allegagione e la distensione cellulare del frutto. Le strategie di deficit irriguo, oltre a rendersi necessarie in molti casi per la carenza di acqua per irrigazione, possono comportare altri vantaggi quali, ad esempio, consentire il controllo del vigore della pianta o ridurre la vulnerabilità agli stessi ai parassiti, per eccesso di attività vegetativa della pianta, con scarsa lignificazione/indurimento della stessa. Chi programma l'irrigazione deve decidere quale livello di deficit raggiungere. è stato infatti dimostrato che la somministrazione di quantitativi di acqua pari al 70% del fabbisogno irriguo stagionale stimato è spesso sufficiente a far raggiungere alle piante i più alti livelli di produzione di frutti e di olio.

*La tecnica del Deficit Idrico Controllato consiste nel monitorare, a brevi intervalli di tempo (non più lungo di 7 giorni) i valori del potenziale idrico dell'asse vegetativo, piuttosto che della foglia, attraverso il rilevamento con l'ausilio della camera a pressione (bomba di Scolander).*

*Il potenziale idrico dovrebbe essere costantemente mantenuto su valori compresi tra -0.5 e-1 Mpa durante il periodo siccitoso (in genere maggio-settembre alle nostre latitudini). In prossimità della fase dell'indurimento del nocciolo (seconda metà di luglio alle nostre latitudini) l'apporto irriguo potrebbe essere ridotto (allungando i tempi di somministrazione di acqua o riducendone i volumi erogati) fino a quando la pianta non raggiunge valori di potenziale prossimi a -2.2/-2,5 Mpa. Superata tale fase, e in prossimità dell'inizio della fase di distensione cellulare (inizi agosto alle nostre latitudini) dovrebbe essere ripresa la regolare somministrazione di acqua, in modo da ripristinare, per la successiva stagione di crescita, fino alla raccolta, i valori dei potenziali idrici della pianta a livelli regolari ( "buono stato idrico"/"no stress") ovvero -0,5/-1 MPa.*

La riduzione dell'apporto idrico può anche tradursi in un aumento della qualità dell'olio in relazione agli obiettivi perseguiti. Nell'olivo, infatti, il deficit idrico conduce ad un aumento della concentrazione di polifenoli. La resa in olio, riferita al peso fresco dei frutti, può aumentare, probabilmente come conseguenza dell'inferiore contenuto d'acqua nel frutto. Per quanto esposto, la tendenza attuale nell'irrigazione di piante di olivo è di somministrare una quantità di acqua inferiore alle esigenze valutate attraverso il metodo che fa riferimento all' evapotraspirazione, con conseguenti piccole riduzioni di produzione. Recenti studi condotti nel territorio siciliano in impianti superintensivi (circa 1600 piante/ha) con precipitazioni annuali medie di 450 mm, hanno evidenziato che un volume di acqua stagionale di 1600 $m^3$/ha è sufficiente per mantenere le piante in un buono stato idrico.

Va però tenuto nella debita considerazione, che la ridotta disponibilità di acqua può influenzare negativamente l'accrescimento dei frutti e dei germogli e, di conseguenza favorire l'instaurarsi del fenomeno dell'alternanza di produzione. Per diversi ambienti e per diversi stadi idrici si possono verificare soluzioni differenti.

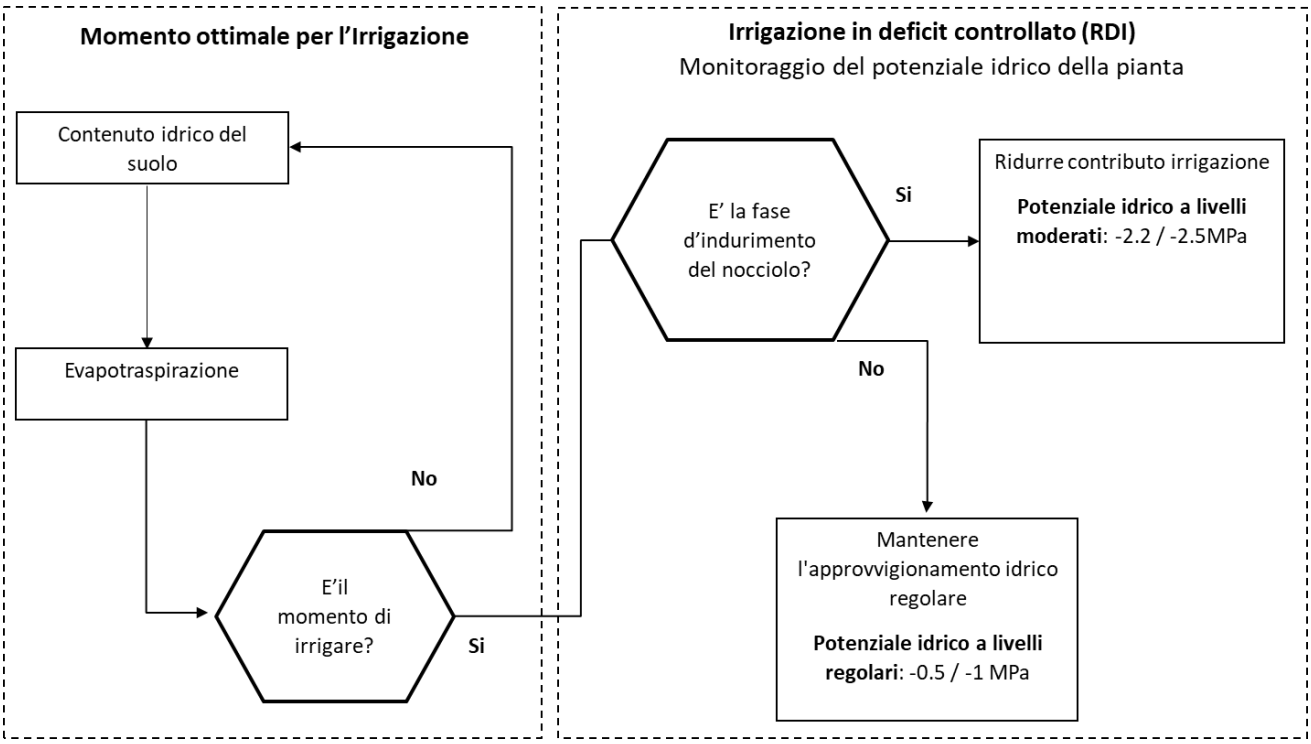



*Figura 68: tecniche di gestione dell'irrigazione*

## 6.3 Metodi irrigui e tipologia di impianto

La necessità di dosare i volumi d'acqua e di razionalizzarne la distribuzione rende necessario adottare metodi di irrigazione localizzata (come ad esempio il metodo a goccia e il metodo per subirrigazione). Tale metodi bagnando solo piccole porzioni di terreno interessato dall'apparato radicale consentono di valutare esattamente il volume di acqua somministrato per pianta e di ottimizzarne l'uso da parte dell'albero, con conseguente miglioramento dell'efficienza della somministrazione di acqua. Infatti l'irrigazione localizzata presenta efficienza (a quantità di acqua effettivamente usata dall'albero) superiore al 90%, grazie al forte contenimento delle perdite per evaporazione e assorbimento di acqua da parte delle infestanti. Altri vantaggi, diretti e\o indiretti che si hanno con i sistemi irrigui localizzati sono l'annullamento di perdite per ruscellamento e per percolazione, la possibilità di effettuare la fertirrigazione, l'eliminazione della lisciviazione dei fertilizzanti, bassi consumi energetici, possibilità di automazione, bassa umidità all'interno della chioma. Inoltre, la presenta di erogatori a bassa portata permette di mantenete un'umidità

pressoché costante nell'area bagnata, con forte vantaggio per l'attività radicale, e l'utilizzo di acque anche moderatamente saline. La minor superficie bagnata del terreno che consente l'irrigazione localizzata, comporta infatti minore evaporazione superficiale e ridotta formazione di aree ad alta concentrazione di sali, e ancora, il breve intervallo di tempo nel susseguirsi di turni irrigui determina inoltre un confinamento della corona salina ai margini del volume bagnato (con minore concentrazione all'interno dello stesso). Il principale svantaggio dell'irrigazione localizzata è costituito dalla facilità di occlusione degli erogatori principalmente a causa del ridottissimo diametro degli ugelli utilizzati e alle basse pressioni di esercizio; ciò rende indispensabile la preventiva filtrazione dell'acqua. I sistemi irrigui localizzati, caratterizzati da basse portate, sono però poco adatti quando l'irrigazione avviene in regime "di soccorso" o l'acqua è disponibile con turni molto lunghi.

***Figura 69: sistema di irrigazione a goccia***

I metodi irrigui localizzati vanno utilizzati quando il terreno è ancora umido (60-70% dell'acqua disponibile), perché l'inizio precoce della stagione irrigua consente indirettamente di conservare, negli strati più profondi e nei punti non interessati dagli erogatori, una sufficiente riserva idrica.

I metodi irrigui localizzati si avvalgono di ali gocciolanti che consentono di erogare l'acqua in posizione ottimale rispetto agli apparati radicai; i dispositivi di erogazione dell'acqua sono infatti rappresentati da gocciolatori o da spruzzatori. Si possono installare impianti di irrigazione con ala

gocciolante sospesa dal suolo oppure poggiata a terra, oppure soluzioni in microaspersione. Le tipologie di impianto ad ala gocciolante sospesa presentano il beneficio di essere di rapida e semplice installazione ma presentano lo svantaggio di creare un effetto battente della goccia, scarsa stabilità al vento, intralcio alle diverse operazioni meccaniche, disomogeneità del reintegro idrico., L'ala gocciolante poggiata a terra presenta il vantaggio dell'uniformità di distribuzione, alta efficienza del reintegro idrico, mantenimento strutturale ma è un sistema di impianto che interferisce con lavorazioni e può essere esposta a danni esterni. L'installazione è comunque semplice ma comporta una maggiore attenzione a carico delle ali in campo.

***Figura 70: Sistema di irrigazione a goccia fissato al suolo***

L'uso di impianti a microaspersione hanno, invece, il beneficio di distribuire l'acqua su una maggiore superficie di suolo ed è un metodo applicato per lo più in oliveti tradizionali. Questo metodo presenta lo svantaggio di avere maggiori perdite per evapotraspirazione, di far sviluppare maggior quantità di erbe infestanti che possono competere con l'oliveto, aspetti che si traducono in una minore efficienza dell'irrigazioni. La determinazione del numero di gocciolatori dipende dalle caratteristiche pedoclimatiche, dalla densità dell'impianto (piante/ha) e dalle esigenze idriche delle piante. In linea di massima ci si può orientare nel seguente modo: in terreni sabbiosi o ghiaiosi molto permeabili dove si verifica una rapida percolazione e la forma della zona bagnata risulta

poco espansa in senso radiale e piuttosto allungata in senso verticale (forma a carota) per avere il giusto rapporto tra suolo bagnato e radici di dovranno istallare un numero elevato di erogatori con un turno frequente e con ridotti volumi di adacquamento. In terreni argillosi, dove la permeabilità è bassa e l'acqua tende a espandersi prima sulla superficie e poi in profondità (forma a patata) possono essere installati un ridotto numero di erogatori rispetto al precedente tipi di suolo.

La portata dei gocciolatori può variare da 1,6 a 3,8 l/h e viene scelta in base al sesto d'impianto, alla tipologia del terreno, alla qualità dell'acqua. In impianti intensivi (sesti d'impianto 5 x6 o 6 x-6 m) si preferisce usare una o due ali gocciolanti per filare con gocciolatori distanziati tra 60 e 125 cm mentre per gli uliveti superintensivi (sesti d'impianto di 3,5 x 1,5 m) si consiglia di impiegare gocciolatori distanziati di 40 cm in modo da poter avere una certa continuità dell'area bagnata in modo da favorire all'acqua di piante con apparato radicale molto ridotto. Negli impianti tradizionali, con piante distanziate anche di 8 m. Si possono utilizzare i gocciolatori in linea con portata di 8 l/h in numero adeguato per ciascun albero.

Un metodo di irrigazione localizzata che si sta diffondendo è la sub-irrigazione, si tratta di un sistema in cui i dispositivi di distribuzione dell'acqua sono interrati. Tale sistema, oltre ai vantaggi della goccia che bagna direttamente gli orizzonti di terreno esplorati dalle radici (consentendo di ridurre ulteriormente le perdite per evaporazione e di aumentare l'efficienza dei concimi somministrati con la fertirrigazione) e di non creare ostacoli all'esecuzione di larga parte delle pratiche colturali. L'efficienza di tale metodi di irrigazione è superiore al 95%. Prevedono l'interramento nel terreno dell'ala gocciolante a circa 35 cm mentre la scelta del numero di ali gocciolanti e la distanza dal filare dipendono dalle caratteristiche pedoclimatiche. Nei terreni sciolti è conveniente utilizzare intervalli tra i gocciolatori molto ridotti (40-50 cm) mentre, nei terreni argillosi i gocciolatori possono essere distanziati anche 90-100 cm. Se le distanze tra i filari delle piante sono superiori a 3 metri è consigliabile disporre di una doppia linea di gocciolatoi per filare, in modo da favorire uno sviluppo equilibrato dell'apparato radicale.

La subirrigazione comporta un'installazione più complessa con un costo iniziale elevato, un controllo attento e una manutenzione periodica del sistema di filtraggio dell'acqua per evitare l'occlusione dei gocciolatori da parte delle radici e del terreno. Una pratica efficace per evitare le occlusioni da parte di particelle di terreno consiste nell'impedire che l'impianto vada in depressione. È possibile evitare tale inconveniente alla fine dell'adacquamento, attraverso il posizionamento di valvole di sfiato a doppio effetto nel punto più alto del settore irriguo e raccordando le ali all'estremità con un collettore di scarico. Inoltre si può prevedere un trattamento

chimico delle acque di irrigazione oppure lavaggi con soluzioni diluite di acidi. Fondamentale in questi impianti è l'istallazione di contatori che permettono il controllo dei volumi effettivamente erogati per ogni linea/settore/consentendo così di monitorare possibili occlusioni.

Come già detto per impostare un programma di gestione irrigua è di fondamentale importanza la conoscenza delle caratteristiche del suolo, la stima delle variabili climatiche e la profondità dell'apparato radicale, su questa base si potranno determinare i turni (ovvero i tempi intercorrenti tra due irrigazioni) ed i volumi d'irrigazione. In caso di impianti di irrigazioni in giovani oliveti bisogna dimensionare le tubazioni e predisporre ad un infittimento del numero di gocciolatori in funzione delle necessità imposte dello sviluppo delle piante.

## 6.4 Qualità dell'acqua

Oltre la disponibilità idrica bisogna valutare anche la tipologia di acqua, infatti questo aspetto è determinante nella scelta dei sistemi di filtrazione e/o trattamento chimico per evitare occlusioni all'impianto. È quindi consigliabile l'analisi della qualità chimica e fisica della acqua irrigua prima della progettazione dell'impianto irriguo. La presenza di sabbia nell'acqua non dovrà superare i 3 p.p.m oppure occorrerà progettare un'opportuna filtrazione.

L'olivo è in grado di tollerare la salinità, si iniziano ad avere danni quando la conducibilità dell'acqua irrigua risulta superiore a 2,5 dS m, ma la risposta alla salinità varia con la cultivar.

L'utilizzo di acque reflue urbane potrebbe aumentare la disponibilità idrica nelle aree in cui l'acqua risulta fattore limitate. Attraverso adeguati impianti di depurazione e trattamenti per l'abbattimento della carica batterica si potrebbero incrementare i volumi d'acqua disponibili per l'irrigazione e rendere irrigabili superfici olivicole escluse per mancanza d'acqua. Le problematiche che possono insorgere dall'uso di queste acque riguarda la presenza di inquinanti pericolosi per effetto della loro fitossicità, quindi di fondamentale importanza risulta accertarne l'idoneità agronomica. Bisogna tenere conto, inoltre, nella stesura del programma di concimazione che l'utilizzo di acque reflue urbane trattate può essere assimilata ad una fertirrigazione in quanto assicura un apporto di elementi minerali per cui, occorre ridurre adeguatamente l'apporto di fertilizzanti.

# 7 POTATURA

*Primo Proietti, Franco Famiani, Luca Regni, Luciana Baldoni*

Distinguiamo due tipi di potatura: di allevamento, per dare la forma voluta all'albero, e di produzione, per rinnovare la vegetazione e garantire la massima capacità produttiva.

## 7.1 Potatura di allevamento

La potatura di allevamento comprende tutte le operazioni da eseguire per conferire all'albero una determinata forma.

### 7.1.1 Finalità della potatura di allevamento

La forma di allevamento dovrebbe:

- rispettare il modo naturale di vegetare ("habitus vegetativo") della pianta, in funzione delle diverse cultivar;
- facilitare il veloce accrescimento dell'albero e quindi la precoce entrata in produzione;
- favorire l'intercettazione della luce, che è alla base dell'attività vegetativa e produttiva, esponendo la maggior superficie fogliare alla radiazione solare, sfruttando adeguatamente lo spazio disponibile ed evitando l'ombreggiamento dell'apparato fogliare nell'ambito della stessa chioma e fra chiome contigue;
- mantenere un elevato rapporto tra foglie e legno;
- favorire un ottimo stato sanitario dell'albero, contrastando attacchi di cicloconio, cocciniglia, rogna, ecc., garantendo sia l'arieggiamento e l'illuminazione di tutta la chioma sia l'efficacia di eventuali trattamenti antiparassitari;
- garantire un'impalcatura solida per sostenere il peso dei frutti e ridurre i rischi di rottura delle branche per carichi eccessivi accidentali (neve, vento);
- facilitare l'esecuzione delle operazioni colturali, con particolare riferimento alla raccolta, alla potatura e alla gestione del terreno.

### 7.1.2 Principi e tecniche di potatura di allevamento

Per perseguire gli obiettivi sopraelencati è necessario adottare i seguenti accorgimenti:

- Scegliere la forma di allevamento che si intende adottare e potare le piante fin dal momento dell'impianto, per evitare drastici interventi cesori successivi.
- Per i primi anni la cima della pianta dovrà essere costantemente legata al tutore, per garantirne la crescita verticale.

- Limitare al minimo indispensabile i tagli perché la rimozione dei rami, riducendo la già limitata superficie fogliare e inducendo una vigorosa risposta vegetativa, rallenta l'accrescimento e l'entrata in produzione dell'albero. La potatura leggera fa sì che la crescita vegetativa sia ripartita su un elevato numero di germogli che, di conseguenza, non acquisiscono eccessivo vigore e così si predispongono più rapidamente alla fruttificazione. I rami deboli e penduli vanno lasciati sul fusto così che questo possa accrescersi in spessore più rapidamente, mentre i germogli vigorosi presenti sul fusto vanno cimati per indebolirli, e quelli molto vigorosi e ad accrescimento verticale, con vigore simile al fusto, devono essere asportati poiché altrimenti, per effetto della tendenza dei rami basali dell'olivo a svilupparsi più di quelli apicali (basitonia), deprimerebbero lo sviluppo della parte superiore dell'albero. Negli anni successivi si procederà a una graduale eliminazione dei rami lasciati, partendo dal basso (alzandosi di circa 15 cm ogni anno), per liberare il fusto fino all'altezza voluta (tronco). Sia sul fusto che sulle branche e sui rami secondari è sempre necessario evitare la crescita di due rami opposti sullo stesso nodo, poiché prenderebbero troppo vigore a danno della cima. In questi casi è opportuno rimuovere uno dei due rami.
- Eliminare annualmente succhioni e polloni.
- Nelle varietà a portamento pendulo, per formare le branche principali scegliere i rami relativamente più eretti, onde evitare la formazione di una chioma eccessivamente ricadente; viceversa nelle varietà assurgenti, per favorire l'apertura della chioma, scegliere i rami inclinati verso l'esterno. Per formare le branche sfruttare gli eventuali rami già presenti, evitando, se possibile, di ricorrere alla spuntatura del fusto (come si faceva in passato), che andrebbe fatta solo qualora non fossero presenti rami utilizzabili per impostare le branche principali.

***Figura 71: eliminazione dei succhioni***

- Mediante opportuni interventi (inclinazioni, tagli di ritorno), favorire l'equilibrio fra le branche principali (es. una branca troppo vigorosa andrebbe inclinata di più e viceversa); parallelamente, individuare le branche secondarie, in modo da riempire gli spazi esistenti. Fra queste, con cimature o diradamenti, si devono privilegiare quelle meglio inserite, evitando di lasciare branche vicine sovrapposte fra loro, poiché quella superiore ombreggerebbe quella sottostante. Le branche secondarie devono essere più deboli di quelle principali.

***Figura 72: è importante gestire la parte superiore della chioma che deve essere evidente, ma non troppo vigorosa***

- La cima dell'albero, e successivamente quelle delle branche principali, va liberata da ramificazioni laterali, senza spogliarla eccessivamente. Se la cima si indebolisce, va prontamente rinnovata attuando un taglio di ritorno (taglio eseguito appena al di sopra di un ramo che costituirà la nuova cima). Evitare di formare la cima con un succhione che, essendo troppo vigoroso, assumerebbe una forza eccessiva, né con un ramo a frutto (solo gemme a fiore), perché occorrerebbe rinnovarla subito dopo la fruttificazione; occorre invece scegliere un ramo misto (cioè con gemme a fiore e a legno) o a legno (solo gemme a legno) di medio vigore.
- Tutelare la sanità delle foglie, ricorrendo, se necessario, a trattamenti antiparassitari.

***Raccomandazioni sulla potatura di allevamento***

Si ribadisce l'importanza dei seguenti accorgimenti per un equilibrato e rapido accrescimento dell'albero:

- ✓ limitare quanto più possibile l'asportazione dell'apparato fogliare;
- ✓ favorire l'equilibrio fra le branche principali;
- ✓ nella forma di allevamento a vaso, per formare le branche principali in varietà a portamento pendulo, scegliere i rami relativamente più eretti, mentre per le varietà assurgenti, scegliere quelli inclinati verso l'esterno;
- ✓ evitare le biforcazioni (dicotomia) delle branche principali e secondarie;
- ✓ mantenere le cime leggere;
- ✓ eliminare i succhioni a meno che non servano per costituire parti di chioma;
- ✓ garantire la sanità delle piante.

### 7.1.3 Scelta della forma da dare all'albero

Tra le forme di allevamento, quelle più diffuse in olivicoltura in Italia sono il vaso e, in minor misura, il monocono.

- ➢ <u>Vaso</u>

Il vaso può realizzarsi con numerose varianti (vaso libero, vaso policonico, vaso a cono rovescio, ecc.), che differiscono per l'inclinazione delle branche principali, la distribuzione della vegetazione intorno ad esse e l'altezza del tronco. Attualmente, al fine di limitare gli interventi di potatura e assecondare quanto più possibile il naturale modo di vegetare di ciascuna varietà, si privilegia la forma a vaso libero, riducendo così gli interventi necessari per costringere le piante entro forme geometriche precise.

*Struttura della forma a vaso libero*

Il vaso è costituito da un tronco con un'altezza che può variare da 50 a 120 cm in funzione del sistema di raccolta. L'altezza, compatibilmente con la necessità di gestire il terreno sotto dell'albero, deve essere contenuta a 50-80 cm nel caso di raccolta manuale o agevolata, mentre deve essere di 100-120 cm nel caso di raccolta meccanica con vibratori del tronco. Dalla sommità del tronco si faranno crescere 3-4 branche principali, inclinate rispetto alla verticale di circa 45° con raccolta manuale e 35-40° con raccolta con vibratori del tronco. Occorre tenere conto che, per garantire una buona penetrazione della luce nella chioma e

un’adeguata solidità, l’inclinazione delle branche dovrebbe essere compresa tra 35° e 45°. Sempre al fine di garantire una adeguata resistenza meccanica, le branche principali dovrebbero essere inserite a una distanza fra loro in verticale di circa 10 cm. Per un ottimale sfruttamento dello spazio, le tre branche principali dovrebbero essere inserite intorno al tronco con un angolo fra loro di 120° (o 90°, nel caso di quattro branche principali). Lateralmente e inferiormente alle branche principali si inseriscono le branche secondarie, con una lunghezza decrescente dalla base verso l’apice. Le branche secondarie portano le branchette fruttifere (2-3 anni di età). Verso la parte interna della chioma sulle branche primarie non devono essere presenti branche secondarie ma solo deboli brachette, così che possa penetrare facilmente luce e aria. Così conformata, ogni branca assume una forma a semicono. La chioma, quindi, presenta spazi vuoti (finestrature) tra le branche principali (chioma piena in basso e discontinua in alto) ed è pressoché vuota internamente.

***Figura 73: oliveto con sistema di allevamento a vaso***

Per aumentare l’efficienza dei vibratori del tronco per la raccolta il vaso deve avere:

- tronco dritto, regolare e con altezza di 100-120 cm;
- branche principali lineari e con stretto angolo di inserzione (35-40°) rispetto alla verticale;

- branche secondarie numerose, inserite lateralmente alle principali, non sovrapposte a breve distanza, brevi e senza brusche variazioni della direzione (colli d'oca);
- limitata presenza di ramificazioni lunghe, elastiche e pendule alla base della chioma (pendaglie), che sono abbondanti in alcune varietà, poiché queste sarebbero scarsamente sollecitate dal vibratore.

*Come formare il vaso*

1. Durante la fase di allevamento l'olivo messo a dimora va assicurato a un tutore e lasciato sviluppare liberamente per 2-3 anni, evitando però che sul fusto prendano vigore ramificazioni basali, quindi i rami troppo assurgenti e troppo vigorosi vanno eliminati.

2. Per la formazione delle branche principali è preferibile sfruttare rami idonei già presenti, incluso l'eventuale asse centrale, eliminando progressivamente gli altri non utili. La spuntatura del fusto, che favorisce la formazione di nuovi vigorosi germogli al di sotto del taglio, resta necessaria se non esistono adeguati rami laterali per formare le branche principali. Secondo tale metodo di potatura tradizionale, dopo 2-3 anni dall'impianto, il fusto va spuntato poco sopra alla zona dove si vogliono far sviluppare le branche principali. Dei numerosi germogli che si formano, inizialmente ne vanno lasciati 6-7 e successivamente se ne selezionano 3 o 4, idonei alla costituzione delle branche principali, tutti gli altri vanno progressivamente asportati, a cominciare da quelli più vigorosi.

3. Alle branche naturalmente troppo assurgenti o troppo vigorose va fatta progressivamente assumere la giusta inclinazione, che si ottiene progressivamente attraverso l'accorciamento dell'asse della branca in corrispondenza di rami ben direzionati e inseriti con un angolo idoneo rispetto alla parte eliminata, in funzione della inclinazione desiderata. Quindi se una branca è troppo aperta si effettuerà un taglio per sostituirne la cima con un ramo assurgente e, viceversa. Solo nel caso di branche fortemente squilibrate fra loro o non adeguatamente inclinate, è economicamente accettabile il ricorso ad interventi per ottenere la giusta inclinazione delle branche, quali ad esempio il cavalletto, costituito con canne infisse nel terreno ed incrociate e legate fra loro e al fusto nel punto di incrocio, o l'uso di un anello di metallo, posizionato nella parte basale e interna delle branche principali e fissato mediante un perno diametrale al tutore, oppure divaricatori messi a forzare fra due branche, oppure l'impiego di legature che costringano le branche alle inclinazioni desiderate. L'adozione di questi sistemi, dato la laboriosità e quindi il costo, andrebbe fatta solo in casi estremi, quando altri metodi più semplici non hanno funzionato e compatibilmente con la flessibilità dei rami.

***Figura 74: formazione del vaso in piante giovani (Tombesi, 2002)***

4. Le branche principali si fanno allungare fino a raggiungere l'altezza di chioma prestabilita (generalmente non oltre 4-5 m da terra), dopo di che si riporteranno periodicamente a quest'altezza mediante tagli di raccorciamento (tagli di ritorno) effettuati appena sopra un ramo misto (cioè con gemme a fiore e a legno) o a legno (cioè solo con gemme a legno, ma non un succhione che è troppo vigoroso e verticale), giustamente posizionato e di medio vigore. I rami apicali (cime) sono molto importanti poiché hanno l'importante funzione di determinare l'equilibrato sviluppo di tutta la branca, riducendo l'emissione di germogli laterali troppo vigorosi e di promuovere un adeguato afflusso e un'uniforme distribuzione della linfa. È' necessario evitare che le cime delle branche principali si infoltiscano eccessivamente per garantire un equilibrato sviluppo delle branche secondarie sottostanti.

5. Durante la formazione, ogni branca principale va fatta rivestire di branche secondarie lateralmente e all'esterno, adeguatamente distanziate tra loro, evitando sovrapposizioni a breve distanza, mentre verso l'interno vanno lasciate solo branchette corte e deboli. Queste ultime sono necessarie per garantire un accrescimento diametrale delle branche principali abbastanza uniforme. La lunghezza delle branche secondarie deve essere decrescente dal

basso verso l'alto, per contenere l'ombreggiamento reciproco e così garantire la buona illuminazione di tutta la branca.

***Figura 75:*** **le branche principali devono essere coperte da branche secondarie di lunghezza decrescente dalla base verso l'apice**

*Vantaggi della forma a vaso*

- Grazie alla ripartizione della vegetazione su più assi vegetativi, la forma a vaso consente di esplorare un maggior volume di spazio rispetto ad altre forme, assecondando il forte sviluppo che hanno le varietà a vigore medio/elevato in ambienti favorevoli e permettendo di intercettare un'elevata quantità di luce con una buona uniformità di illuminazione in tutta la chioma, utile anche per diminuire la suscettibilità ad attacchi parassitari.
- La forma a vaso facilita il mantenimento dell'equilibrio fra attività vegetativa e riproduttiva;
- facilita anche la raccolta manuale e quella con agevolatrici, consentendo la facile esplorazione di tutta la chioma.
- si adatta bene alla raccolta meccanica con vibratori del tronco.

*Svantaggi della forma a vaso*

- L'accrescimento iniziale potrebbe risultare più lento rispetto ad altre forme, qualora sia necessario un drastico intervento cesorio per la formazione delle branche principali, mentre

questo inconveniente non sussiste se le piante sono state pre-impalcate in vivaio (quindi sono già presenti i rami per impostare le branche principali).

- La forma a vaso non è adatta per la potatura meccanica, per la quale è preferibile una vegetazione conformata a parete lungo il filare.

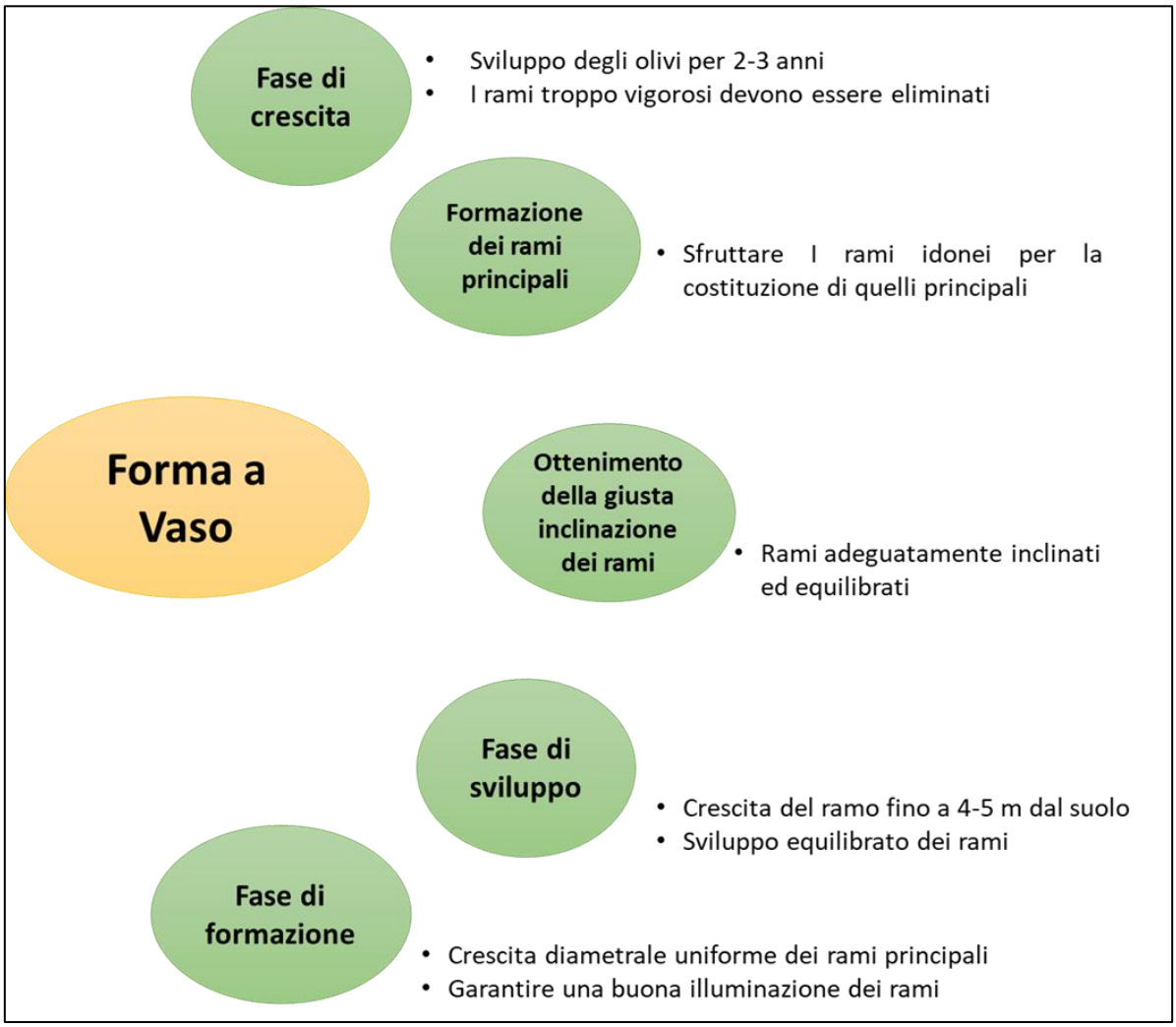



***Figura 76: linee guida per la potatura a vaso***

➢ <u>Monocono</u>

Il monocono è una forma proposta nell'intento di facilitare la raccolta e consentire la potatura meccanica.

*Struttura della forma a monocono*

La vegetazione è distribuita su un unico asse verticale (fusto) sul quale si inseriscono, con angolo molto aperto, le branche primarie, con una lunghezza decrescente dalla base all'apice della chioma, che assume così una forma a cono, più o meno largo a seconda della lunghezza delle

branche basali. Le branche principali dovrebbero essere disposte a spirale sul fusto e quelle sovrapposte fra loro dovrebbero essere distanziate di almeno 1 m per non esaltare l'ombreggiamento reciproco. Le branche più basse dovrebbero essere impalcate sul fusto ad un'altezza di almeno 1 m e l'altezza complessiva degli alberi non dovrebbe superare i 4-5 m.

***Figura 77: oliveto con sistema di allevamento a monocono***

*Come formare il monocono*

L'olivo messo a dimora va assicurato ad un robusto tutore. Nei primi 3-4 anni si deve stimolare l'accrescimento in altezza del fusto, controllando la vegetazione laterale con interventi estivi di eliminazione o cimatura dei germogli troppo vigorosi o inseriti troppo verticalmente sul fusto, particolarmente di quelli in prossimità della cima che tendano a competere con essa. È' necessario non lasciare più di un germoglio su ciascun nodo del fusto, per evitare che rami opposti assumano troppo vigore rispetto al tronco principale. Occorre favorire la formazione di branche principali con ampio angolo di inserzione, eventualmente mediante sostituzione con altri rami laterali meglio inclinati.

È molto importante che la cima del fusto sia mantenuta sempre ben evidente, attraverso opportuni sfoltimenti, e che, quando fosse danneggiata o indebolita, sia prontamente sostituita con il ramo sottostante più vigoroso, legandolo verticalmente al tutore.

Ogni anno andranno asportate progressivamente le ramificazioni della parte basale del fusto, fino ad un'altezza di almeno 1 m.

Ciascuna branca principale va fatta rivestire di branche secondarie e branchette, eliminando gli eventuali succhioni che si dovessero formare sulla parte superiore delle branche principali mediante una potatura estiva.

***Figura 78: monocono dopo la potatura***

*Vantaggi della forma a monocono*

- Il monocono, assecondando il naturale modo di vegetare degli olivi, soprattutto per le cultivar assurgenti, richiede interventi di potatura di allevamento più limitati rispetto al vaso e consente la meccanizzazione, almeno parziale, della potatura e della raccolta meccanica con vibratori del tronco.
- Le forma a monocono occupa una superficie più stretta rispetto al vaso, quindi consente di adottare sesti di impianto più stretti.
- Trattandosi di una forma più stretta e senza vuoti all'interno della chioma, permette l'uso delle macchine operatrici per la potatura, oltre che per la raccolta, i trattamenti e le lavorazioni.

*Svantaggi della forma a monocono*

- L'ottenimento del monocono è difficoltoso con varietà a portamento pendulo, poiché le branche più basse tendono a prendere il sopravvento, e con varietà molto assurgenti o molto vigorose, con le quali è necessario sostituire frequentemente la cima, indebolita dai rami laterali assurgenti e dalla notevole emissione di succhioni.
- Con l'aumentare della dimensione della chioma, si verifica un progressivo incremento dell'ombreggiamento nelle porzioni interne e basali, che così deperiscono progressivamente, mentre l'albero tende a formare la nuova vegetazione nelle parti periferiche meglio illuminate. Di conseguenza, per evitare che la cima del fusto si sviluppi eccessivamente in altezza e che le branche primarie si allunghino troppo, diventa necessario intervenire con potature progressivamente più energiche, che stimolano ulteriormente l'attività vegetativa a scapito di quella produttiva.
- Nel caso di potatura e raccolta operate manualmente, il monocono impedisce il posizionamento stabile delle scale, mettendo a rischio l'incolumità degli operatori e rendendo più difficoltose le operazioni.

➢ <u>Vaso cespugliato (o vaso policaule)</u>

Molto utilizzato in passato in centro Italia, è ormai presente solo in vecchi impianti ed è sconsigliato per il difficile controllo delle infestanti alla base dell'albero, per la difficoltà nel posizionare i teli per la raccolta e per l'inadeguatezza alla meccanizzazione della raccolta con vibratori del tronco. Esso consta di 3-4 piante, ciascuna con vegetazione a forma di semicono (branchette più corte all'interno), che formano un'unica chioma. Questa forma di allevamento fu molto utilizzata in centro Italia per ricostituire gli olivi gravemente danneggiati dalla gelata del 1956, attraverso l'allevamento di polloni (generalmente tre, di cui due in direzione della fila e 1 verso l'interfila), distanziati di 80-100 cm fra loro, sviluppati dalle ceppaie degli alberi tagliati a livello del terreno.

***Figura 79: vaso cespugliato***

## 7.2 Potatura di produzione

La potatura di produzione consiste in una serie di operazioni per mantenere in equilibrio l'attività vegetativa e produttiva degli alberi, conservando la forma e ottimizzando la densità e la dimensione della chioma.

In particolare, una corretta potatura deve consentire di:

- migliorare la quantità, la costanza e la qualità della produzione, proporzionando la quantità di rami lasciati sull'albero (e quindi la potenzialità produttiva) al suo stato nutrizionale e favorendo l'illuminazione e l'arieggiamento di tutta la chioma;
- allungare al massimo il periodo di maturità produttiva dell'albero, ritardando la senescenza, sia mantenendo l'equilibrio vegeto-produttivo, favorendo un elevato rapporto fra la massa fogliare e la massa legnosa, sia garantendo la circolazione dell'aria nella chioma ed eliminando le parti danneggiate o attaccate da parassiti;
- agevolare le operazioni colturali.

## 7.3 Come potare correttamente

Per perseguire gli obiettivi sopra riportati sono necessarie alcune conoscenze sul rapporto fra la potatura e l'attività vegetativa e produttiva dell'olivo.

### 7.3.1 Illuminazione della chioma

La buona illuminazione delle foglie è indispensabile per garantire un'elevata attività vegeto-produttiva dell'albero. Le foglie che si trovano in posizione ombreggiata, infatti, riducono la produzione di carboidrati che servono per l'attività vegetativa e produttiva dell'albero. Le foglie ombreggiate per gran parte della giornata diventano addirittura un costo per l'albero, poiché la quantità di carboidrati che producono attraverso la fotosintesi è inferiore a quella dei carboidrati che consumano con la respirazione. In questo caso le foglie cadono precocemente e così le parti ombreggiate della chioma si spogliano, deperiscono e disseccano (una sorta di potatura naturale).
La buona disponibilità di luce agisce positivamente anche sulla formazione delle gemme a fiore e sullo sviluppo dei frutti. Infatti, le porzioni di chioma dove l'illuminazione scende sotto al 30% della piena luce solare, in genere non formano fiori e, quindi, frutti.
Le olive posizionate nelle zone più illuminate della chioma hanno una maggiore dimensione e un più elevato contenuto in olio rispetto a quelle cresciute sui rami in ombra, anche se nell'albero, complessivamente, la disponibilità di assimilati è elevata. L'esposizione dei frutti alla luce diretta sembra anche migliorare le caratteristiche qualitative dell'olio.
Per promuovere il rivestimento di vegetazione di porzioni basali di branche principali spogliatesi a causa dell'ombreggiamento, occorre ridurre l'altezza degli alberi e/o sfoltire le porzioni superiori per favorire la penetrazione della luce. Sulle branche ben esposte alla luce, infatti, in poche settimane si formano germogli (succhioni) fra i quali si possono scegliere quelli idonei a formare nuove branchette (quelli poco vigorosi e inseriti lateralmente o inferiormente alla branca).
La potatura quindi, deve garantire un'adeguata illuminazione di tutta la chioma, evitando che ci siano porzioni della stessa costantemente in ombra.

### 7.3.2 Equilibrio fra attività vegetativa e produttiva

Nell'olivo le infiorescenze si formano sul legno di un anno, cioè sul ramo derivante dal germoglio formatosi nell'annata precedente. Quando l'attività produttiva è eccessiva (elevato carico di frutti) quella vegetativa (formazione e sviluppo dei germogli) si riduce, pregiudicando così la produzione dell'anno successivo. D'altra parte, in caso di un'eccessiva attività vegetativa si riduce quella produttiva (scarsa formazione di gemme a fiore e bassa allegagione). Di conseguenza, per ottenere la massima produttività negli anni, con la potatura si deve tendere ad equilibrare queste due attività.

L’equilibrio favorisce la formazione dei germogli migliori per una buona produzione, cioè quelli di medio vigore (lunghezza di 20-60 cm), a portamento semi-assurgente, orizzontale o pendulo e posizionati in zone ben illuminate. I rami troppo vigorosi o troppo deboli hanno rispettivamente un eccessivo carattere vegetativo e una bassa potenzialità produttiva (poiché hanno poche gemme).
In relazione a quanto esposto, va considerato che:

- qualsiasi intervento che riduce la velocità di crescita dei germogli favorisce l’attività produttiva;
- nei giovani alberi una potatura intensa accentua l’attività vegetativa e ritarda l’entrata in produzione;
- modificando la direzione di crescita di germogli, rami e branche si inducono variazioni nel loro equilibrio vegeto-produttivo, poiché man mano che l’asse vegetativo, inclinandosi, si allontana dalla posizione verticale, diminuisce il suo vigore a vantaggio dell’attività produttiva e viceversa;
- un albero con scarse disponibilità nutritive reagirà blandamente alla potatura, anche se intensa, cioè difficilmente si otterrà un’adeguata formazione di nuova vegetazione.

### 7.3.3 Equilibrio fra sviluppo della chioma e delle radici

Nell’albero si stabilisce un rapporto tendenzialmente stabile tra dimensioni della chioma e dell’apparato radicale: in seguito all’asportazione di una parte della chioma, l’albero tende a ripristinare tale rapporto incrementando la formazione e l’allungamento dei germogli, mentre vengono ridotti l’accrescimento del tronco, la formazione di nuove radici e l’attività produttiva. In effetti, la reazione più evidente a un’intensa potatura è l’emissione di parecchi polloni e succhioni, cioè di quei germogli molto vigorosi e verticali, incapaci di fiorire per diversi anni.
Riducendo la dimensione dell’apparato fogliare, la potatura fa diminuire, in proporzione, lo sviluppo delle radici, giacché queste traggono le sostanze necessarie per la formazione dei propri tessuti e l’energia per la loro attività dai prodotti della fotosintesi delle foglie. Tale relazione è particolarmente importante nell’olivo, per il quale l’interazione tra porzioni dell’apparato radicale e le corrispondenti porzioni della chioma è settoriale, tanto che ogni branca principale ha una rispettiva radice principale. Di conseguenza, l’eliminazione di una branca principale può provocare la decadenza della corrispondente parte di apparato radicale. Ciò rende necessario, quando si debba sostituire una branca, selezionare in anticipo un succhione che possa sostituirla.
Quando nell’albero, a causa dell’età e/o di potature irrazionali, si accumula molta massa legnosa, le risorse necessarie per il suo mantenimento aumentano fortemente e di conseguenza diminuiscono quelle disponibili per la formazione di nuovi germogli e radici. In situazioni estreme, con forte quantità di legno rispetto alle foglie, l’attività dell’albero diminuisce e si instaura un

progressivo indebolimento (senescenza) dell'albero. La potatura deve allora tendere a mantenere elevato il rapporto massa fogliare/massa legnosa, soprattutto procedendo al rinnovamento delle strutture legnose invecchiate ed evitando l'allontanamento della vegetazione dalla struttura principale dell'albero.

***Figura 80: nell'olivo c'è una relazione settoriale tra branche principali e radici principali, come evidenziato dalla forma del tronco***

A proposito di quest'ultimo punto, va considerato che nell'olivo i rami tendono a fruttificare nella porzione mediana e basale e ad emettere germogli nella parte apicale, per cui se non si intervenisse con la potatura a correggere questa modalità di accrescimento, si avrebbe, oltre ad un eccessivo sviluppo delle chiome (con conseguenti problemi di ombreggiamento reciproco e difficoltà nell'esecuzione delle operazioni colturali), un aumento della vegetazione nelle parti periferiche della chioma e quindi un progressivo accumulo di legno.

***Figura 81: in questo albero c'è una eccessiva massa legnosa, dovuta a un alto numero di branche principali***

Per contrastare tale tendenza, le branchette fruttifere esaurite (defogliate e con pochi e corti germogli) vanno rinnovate, utilizzando uno dei succhioni o una delle branchette formatisi alla loro base, in modo da riportare indietro la porzione vegetativa.

***Figura 82: i rami tendono a fruttificare nella porzione mediana e ad emettere germogli nella parte apicale***

### 7.3.4 Intensità di potatura

È molto importante adottare una potatura di idonea intensità per equilibrare l'attività vegetativa e produttiva. Per comprendere se l'intensità di potatura adottata è stata corretta occorre osservare il vigore dei germogli alla successiva ripresa vegetativa, individuando la migliore intensità di potatura nel contesto in cui si opera.
Per orientarsi occorre tener conto che:

- se la potatura effettuata è stata troppo blanda si avrà la formazione di pochi e deboli germogli (lunghezza inferiore a 10-20 cm), i frutti scadono di qualità (minore peso unitario e basso contenuto in olio), l'attività vegetativa si riduce, i rami fruttiferi si indeboliscono e la produzione tende negli anni a diminuire, anche a causa di maggiori danni causati da parassiti;
- se la potatura è stata eccessiva si avrà vegetazione troppo vigorosa, con formazione di germogli di lunghezza superiore a 60 cm e molti succhioni; la forte reazione vegetativa determina un notevole depauperamento delle riserve dell'albero e, di conseguenza, riduce l'attività produttiva;
- se la potatura è stata equilibrata si formeranno soprattutto germogli di medio vigore (20-60 cm), a portamento semi-assurgente, orizzontale o pendulo, che sono i migliori per la produzione e per l'instaurarsi di un buon equilibrio vegeto-produttivo, con adeguato sviluppo vegetativo e fruttificazione proporzionata alle disponibilità nutrizionali.

Va premesso che un errore piuttosto diffuso è l'adozione di una potatura troppo intensa rispetto alle reali necessità; tale errore, spesso, è causato dalla volontà di voler ottenere una forma geometrica ben definita della chioma. In linea generale, la quantità di vegetazione asportata con la potatura annuale non dovrebbe essere superiore al 20-30% della chioma.
Per definire l'idonea intensità di potatura, occorre considerare i seguenti aspetti.

- *Età dell'albero*

Nei primi anni dall'impianto gli alberi di olivo hanno un elevato vigore, crescono rapidamente in altezza, in allungamento dei rami e ispessimento del tronco, quindi, considerando anche che la luce può penetrare facilmente nella chioma ancora piccola, la potatura deve essere molto leggera, per non accentuare la reazione vegetativa ai tagli e non ritardare l'entrata in produzione.
Nella fase di piena fruttificazione, a seguito dell'espansione della chioma, l'albero tende a ridurre l'attività vegetativa a favore della fruttificazione e allora l'intensità della potatura deve aumentare (media intensità), per provocare una adeguata reazione vegetativa ai tagli.
Nella fase di senescenza l'attività produttiva tende a prevalere, in termini relativi, su quella vegetativa, con conseguente scarsa formazione di germogli, per cui è necessaria una potatura

intensa, mediante pochi grossi tagli, associata ad adeguate concimazioni azotate ed eventualmente all'irrigazione, in modo che, lasciando poche gemme, l'azoto disponibile determinerà un maggior sviluppo dei germogli e, quindi, un sufficiente rinnovamento della vegetazione.

***Figura 83: in piante vecchie, la potatura deve essere più intensa per stimolare la formazione di nuovi getti***

- *Vigore dell'albero*

È necessario valutare il vigore complessivo dell'albero piuttosto che quello dei singoli rami.

Se l'albero è vigoroso (lunghi germogli, foglie verde scuro e lucide, molti succhioni e polloni) è opportuno eseguire una potatura leggera e, mediante opportuni tagli (cioè facendo dei tagli di ritorno in corrispondenza di un ramo laterale), deviare le branchette dalla direzione verticale per consentire l'espansione laterale dell'apparato fogliare, evitando un eccessivo affastellamento della vegetazione con conseguente ombreggiamento. Sulle branche più vigorose va comunque eseguita una potatura severa.

Nelle piante molto vigorose, quindi, la potatura può essere limitata all'asportazione dei succhioni, a qualche taglio di diradamento per limitare l'ombreggiamento e all'eliminazione dei rami fuori posto, malati o deperiti, o addirittura si può saltare la potatura per un anno. In generale, si

consiglia una potatura leggera, non solo per contenere i costi, ma anche perché l'intensificazione colturale (concimazione, irrigazione, assenza di coltivazioni in consociazione, trattamenti antiparassitari, rinnovamento degli impianti) contribuisce a rendere gli alberi più vigorosi e a maggiore potenziale produttivo.
Se l'albero è debole (germogli corti, foglie verde chiaro ed opache, branchette esauste) è opportuno eseguire una potatura severa, per ripristinare una buona illuminazione di tutta la chioma e stimolare la produzione di nuovi germogli di medio vigore. Nello stesso tempo occorre anche intervenire con adeguate concimazioni, eventuali irrigazioni e, se necessario, trattamenti antiparassitari.

- *Entità della produzione precedente*

Per evitare che la potatura squilibri l'attività vegeto-produttiva degli alberi, dopo l'anno di scarica (bassa produzione), a cui dovrebbe seguire un'elevata carica produttiva, la potatura deve essere severa, per ridurre la quantità di gemme a fiore e stimolare l'attività vegetativa, viceversa, nell'anno in cui si prevede una scarsa produzione è preferibile ridurre l'intensità di potatura. In realtà, però, particolarmente nelle aree olivicole del centro-nord Italia, spesso gli olivicoltori agiscono al contrario, potando meno dopo l'annata di scarica, auspicando un'elevata produzione, ma ciò esalta l'alternanza. In effetti, questa scelta può essere giustificata quando si teme che le potenzialità produttive possano essere compromesse da ricorrenti andamenti stagionali avversi, preferendo sfruttare le annate favorevoli. Lo stesso si verifica quando la potatura è attuata ad anni alterni (turno biennale), in quanto la potatura vera e propria si esegue dopo l'anno di carica.

- *Le condizioni locali*

Poiché in ogni ambiente e per ogni varietà si possono avere reazioni diverse alla potatura, è molto importante basarsi sull'esperienza locale, prendendo come esempio l'intensità di potatura adottata in oliveti simili a quello da potare con elevate performance produttive, presenti nella stessa zona o in altre simili.

Quando si abbiano dubbi sull'intensità ottimale da adottare, si può eseguire una piccola sperimentazione in proprio: ad esempio si possono applicare 3 diverse intensità di potatura (leggera, media, energica) su gruppi di 4 piante ciascuno (12 alberi in totale) e valutare la loro risposta produttiva e vegetativa negli anni, per poi estendere a tutto l'oliveto l'intensità di potatura che ha fornito i migliori risultati.

### 7.3.5 Epoca di potatura

La potatura si esegue essenzialmente durante il riposo vegetativo, eventualmente intervenendo in estate per eliminare i polloni e i succhioni.

- *Potatura invernale*

La potatura invernale può essere eseguita dalla raccolta al germogliamento. Tuttavia, una potatura precoce (novembre-metà febbraio) in ambienti relativamente freddi espone le ferite a danni da freddo, ritarda la cicatrizzazione e induce un precoce risveglio (rendendo così gli alberi più sensibili alle eventuali gelate primaverili) e quindi andrebbe effettuata solo in zone non soggette a intensi freddi invernali o primaverili. Per contro, una potatura tardiva (metà aprile-maggio) altera l'equilibrio fisiologico stabilitosi nell'albero in preparazione alla fioritura, con possibili negative ripercussioni sulla stessa, e deprime lo sviluppo dei germogli in quanto, essendo effettuata a ridosso della ripresa dell'attività vegetativa, con il materiale di potatura si perde una consistente parte di sostanze nutritive già traslocate dai siti di riserva (radici e tronco) alla chioma. La potatura tardiva, quindi, è giustificabile solo per olivi molto vigorosi e in terreni fertili (contenimento della vigoria).

Tenendo conto di ciò, nelle zone miti la potatura andrebbe effettuata dalla raccolta a marzo, mentre in quelle relativamente fredde da metà febbraio ai primi di aprile (periodo ottimale marzo), dopo il periodo più freddo, cominciando dalle zone meno soggette a gelate.

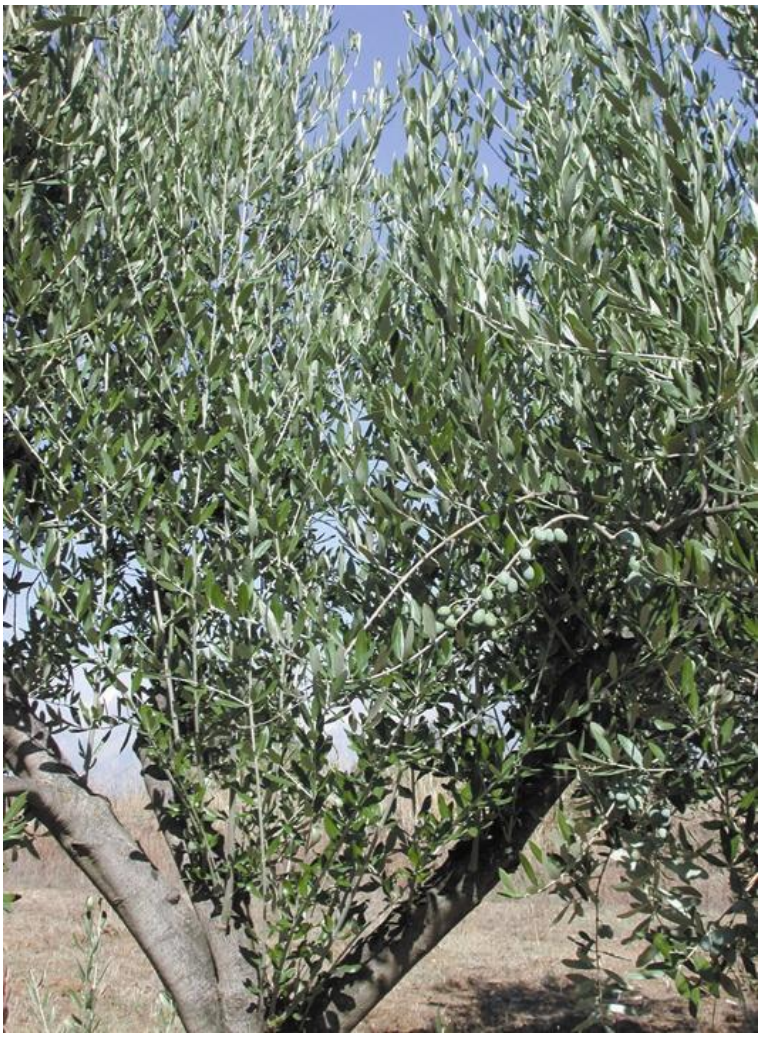


**Figura 84: quando ci sono molti succhioni, può essere conveniente rimuoverli in estate**

- *Potatura estiva*

L'asportazione estiva di polloni e succhioni, che è particolarmente necessaria quando sono state eseguite severe potature invernali, si effettua in luglio-agosto, quando la capacità di ributto dei succhioni è cessata ed essi sono facilmente rimuovibili anche senza ricorrere al taglio ma stroncandoli alla base con un colpo secco della mano (meglio usando guanti da lavoro).

- *Potatura primaverile*

Compatibilmente con l'organizzazione aziendale, l'eventuale asportazione di grosse branche potrebbe essere fatta in primavera, per facilitare la cicatrizzazione

delle ferite, poiché in inverno la cicatrizzazione è molto lenta e le basse temperature possono danneggiare i tessuti preposti alla cicatrizzazione, mentre in estate i raggi cocenti possono disidratare le superfici di taglio compromettendo la cicatrizzazione.

### 7.3.6 Turnazione della potatura

La potatura può essere attuata annualmente (turno annuale), ogni due anni (turno biennale) o ogni tre o più anni (turno poliennale):

- il turno annuale consente una tempestiva eliminazione di branche e rami sovrannumerari, inutili, esausti o mal posizionati, garantisce un buon arieggiamento della chioma e contrasta l'alternanza di produzione, aumentando la longevità dell'albero (poiché comporta tagli più piccoli); per contro implica costi più elevati di manodopera;
- il turno biennale determina alternanza di produzione, comporta una potatura piuttosto energica da effettuare dopo l'anno di carica con tagli di ritorno sulle branche, diradamento delle branche secondarie, eliminazione delle branchette esaurite, e sfoltimento della parte interna della chioma; eventualmente, nell'anno successivo si può eseguire un sommario intervento per eliminare eventuali succhioni e parti malate; la potatura biennale comporta minori costi, ma anche una minore produzione media annuale data l'alternanza; buoni risultati si possono ottenere dove l'olivo vegeta bene anche nell'anno in cui non è potato, poiché in questo caso il turno biennale non causa significative diminuzioni della produzione né problemi per la raccolta meccanica e può quindi costituire il miglior compromesso fra risultato tecnico e costi; per ridurre l'alternanza di produzione dell'oliveto, quando si adotta questo turno si può potare la metà degli alberi un anno e l'altra metà l'anno seguente e così via;
- il turno poliennale comporta una potatura molto intensa che consiste nell'abbassare la chioma e nell'accorciare o nell'eliminare le branche invecchiate; si accentuano gli inconvenienti descritti per il turno biennale e in più si causa un precoce invecchiamento della vegetazione fruttificante e riduzioni della produzione; è praticabile in condizioni di scarse risorse idriche e ambientali, dove manca la manodopera specializzata e dove la produzione media attesa sarebbe piuttosto bassa anche con turni annuali o biennali.

### 7.3.7 Esecuzione della potatura

In linea generale, dapprima vanno effettuati gli interventi sulla struttura principale dell'albero, con i tagli più grossi, poi via via quelli di minor diametro sulle branche e sulle branchette, in modo da mantenere un migliore controllo sull'esito finale della potatura, regolare la densità della vegetazione ed evitare inutili ripetizioni di tagli.

Per ridurre i tempi della potatura manuale o agevolata con attrezzi pneumatici o elettrici, è opportuno evitare gli interventi sui singoli rami, tagliando invece porzioni di maggiore dimensione (branchette), utilizzando soprattutto troncarami e seghetti e di meno le cesoie. Di seguito si riportano le operazioni nell'ordine in cui andrebbero effettuate.

1. Controllo della dimensione e della forma della chioma

   a. Ridimensionamento della chioma, lateralmente, in relazione alle distanze di piantagione, e in altezza, mediante tagli di ritorno, ossia tagli effettuati per accorciare le branche, da effettuare al di sopra di un ramo o una branchetta laterali, idonei a sostituire la funzione della parte asportata. Tale intervento è finalizzato a evitare l'ombreggiamento reciproco fra piante contigue, rimuovere rami sporgenti che ostacolano le operazioni colturali, evitare un eccessivo accumulo di legno e garantire solidità e rigidità alla struttura dell'albero, necessarie per la raccolta meccanica. In genere, il ridimensionamento andrebbe effettuato ogni 2-3 anni.

   b. Correzione di eventuali differenze nell'altezza delle branche principali attraverso tagli di ritorno per accorciare quelle più lunghe.

   c. Asportazione o accorciamento di branche secondarie e terziarie non ben distanziate fra loro e/o sovrapposte ad altre, ricordando che dovrebbero essere disposte a spirale per limitare l'ombreggiano reciproco.

*Figura 85: branche principali dopo la potatura*

2. Eliminazione dei polloni

**a.** I polloni che dovessero crescere alla base del tronco vanno eliminati totalmente tagliandoli nel punto di inserzione all'albero impiegando cesoie o troncarami.

***Figura 86: rimozione dei polloni***

3. Asportazione dei succhioni

a. I succhioni interni alla chioma (succhioni), che non servano alla ricostituzione di parti strutturali della chioma (branche principali o secondarie disseccate o malate o indebolite) o a formare branchette nelle parti rimaste spoglie, vanno eliminati.

b. Il succhione destinato a sostituire una branca andrebbe scelto con anticipo rispetto alla sostituzione. All'inizio non va cimato bensì liberato dalle ramificazioni laterali che si dirigono verso l'interno della chioma spuntando le altre; solo quando sarà ben cresciuto si spunterà sopra ad un ramo anticipato. Il succhione andrebbe quindi piegato nella direzione della branca che dovrà sostituire, poi il peso delle ramificazioni dovrebbe provocarne l'ulteriore inclinazione.

c. Nelle porzioni di chioma rimaste eventualmente spoglie (ad esempio zone basali delle branche principali) si possono allevare alcuni succhioni poco vigorosi (inseriti lateralmente o inferiormente sulle branche), che vanno piegati o accorciati, lasciando 2-3 coppie di gemme, per predisporli a formare branchette di rivestimento.

4. Diradamento e ringiovanimento

a. La chioma va diradata, iniziando dalla cima delle branche principali e procedendo verso la loro base, sia per garantire un'adeguata penetrazione della luce sia per proporzionare il carico produttivo alle potenzialità dell'albero.

b. La cima va impostata su rami di medio vigore e deve essere evidente sempre presente, ma va sfoltita (alleggerita) se troppo densa, per evitare l'ombreggiamento e la concorrenza nei confronti della parte sottostante della branca; quando si imposta la cima su rami vigorosi e non ramificati si può verificare un eccessivo allungamento e la formazione di un ciuffo di vegetazione nella parte terminale che imporrà la successiva asportazione completa della porzione. Occorre operare tenendo conto del fatto che la cima delle branche principali svolge un'importante funzione poiché promuove l'equilibrato sviluppo dell'intera branca e limita lo sviluppo di succhioni.

c. Dopo aver impostato la cima, si diradano lungo la branca i rami e le branchette per evitare un'eccessiva carica di frutti e l'invecchiamento della vegetazione (vedi sotto "Rimozione delle branchette esaurite"); vanno anche eliminate le branchette orientate verso l'interno della chioma e quelle che si intrecciano tra loro.

5. Impedire la formazione di biforcazioni

a. Per evitare la formazione di biforcazioni (dicotomie), cioè la formazione di due branche o rami opposti dello stesso vigore, che riducono l'efficienza e accelerano l'invecchiamento della chioma, è necessario rimuovere tempestivamente uno dei due, lasciando quello che favorisce una distribuzione equilibrata della vegetazione.

6. Rimozione delle branchette esaurite

a. Le branchette esaurite, riconoscibili perché defogliate e con pochi e corti germogli (cioè di lunghezza inferiore a 10-20 cm), come in precedenza accennato, vanno

rinnovate utilizzando uno dei succhioni (detti maschioncelli) che in genere, ad eccezione delle cultivar con portamento assurgente, si formano alla base delle branchette in via di esaurimento quando il peso dei frutti ne provoca l'incurvamento. A seguito dell'eliminazione della branchetta esaurita con un taglio immediatamente al di sopra del maschioncello prescelto, questo emetterà robusti germogli il cui peso ne favorirà l'inclinazione e ne stimolerà la produzione. Nei due, tre anni successivi, il peso dei frutti determinerà un'ulteriore inclinazione della branchetta che, per questo, fruttificherà abbondantemente a scapito dell'attività vegetativa e quindi andrà esaurendosi e dovrà essere, a sua volta, rinnovata con un nuovo maschioncello basale.

b. Con il procedere degli anni, a seguito di successivi tagli di ringiovanimento sulla stessa branchetta, si formano strutture composte di una serie di archetti che portano all'estremità la porzione fruttificante; quando la serie di archetti si allunga eccessivamente, si deve riportare indietro la vegetazione utilizzando un maschioncello alla base della struttura; se non ci fossero maschioncelli idonei, se ne potrebbe provocare la formazione speronando un archetto basale. Questa potatura ciclica, oltre al periodico ringiovanimento, evita l'eccessivo allontanamento dei rami fruttiferi dalla branca principale e quindi contrasta l'accumulo di eccessiva quantità di legno.

Nelle cultivar con portamento eretto, in cui le branchette fruttifere sono assurgenti, si deve spuntare l'asse centrale per far allargare la branchetta e si devono speronare germogli laterali adatti per sostituire successivamente la branchetta esaurita. Anche in questo caso, si deve evitare che le branchette si allunghino eccessivamente.

È importante ricordare che, per ridurre i costi di potatura, è opportuno eseguire pochi tagli su legno con più di due anni (cioè su branchette) piuttosto che numerosi tagli su legno più giovane (rami). In effetti, se l'albero è in equilibrio vegeto-produttivo, i tagli possono essere limitati a tagli di ritorno su poche branche e alla completa eliminazione delle branchette esaurite.

*Figura 87: operatore con cesoia pneumatica montata su asta, con dispositivi di protezione individuale*

*Figura 89: sega elettrica montata su asta telescopica, con batteria portatile*

*Figura 88: forbici elettriche munite di batteria*

*Figura 90: operatori intenti nelle operazioni di potatura*

### 7.3.8 Potatura e sanità della pianta

La potatura aumenta il rischio di infezioni di funghi responsabili della carie (soprattutto *Fomes fulvus*) e batteri responsabili della rogna (*Pseudomonas savastanoi*), che possono penetrare nell'albero attraverso le ferite di potatura, ma d'altra parte la stessa potatura contrasta lo sviluppo

dei parassiti, sia consentendo la rimozione delle porzioni attaccate e quindi sorgenti di infezione, sia favorendo la circolazione dell'aria e la penetrazione della luce dentro la chioma, che ostacolano lo sviluppo di molti parassiti. L'idonea densità di chioma consente anche una buona penetrazione degli eventuali trattamenti antiparassitari.

Per ridurre i rischi di attacchi parassitari e accelerare la cicatrizzazione, conviene osservare alcune norme nella esecuzione dei tagli:

- meglio utilizzare forbici a due lame; se si usano forbici con una sola lama e controlama, quest'ultima, che per compressione danneggia la corteccia, va posizionata sulla parte di ramo da asportare;
- se per i tagli è necessario usare una sega, è preferibile quella del tipo a doppia fila di denti che, a differenza delle lame tradizionali, produce un taglio molto netto, al fine di facilitare la cicatrizzazione e il rapido sgrondo dell'acqua piovana che altrimenti favorirebbe l'attacco di patogeni;
- per eliminare i polloni non usare la zappa, ma le forbici;
- nel raccorciamento delle branche, eseguire tagli di ritorno, ossia tagliare poco sopra ad un germoglio in grado di assumere la funzione della parte eliminata;
- quando si asportano rami o branche non lasciare mai monconi poiché questi si dissecherebbero o potrebbero essere attaccati da parassiti, che poi si estenderebbero anche al legno sano;
- per contro, non bisogna neanche fare tagli troppo aderenti al punto di inserzione, poiché si danneggerebbe il sistema conduttore presente nel rigonfiamento, detto "collare", alla base del ramo o della branca, e di conseguenza si rallenterebbe la cicatrizzazione con rischi di attacchi parassitari; il taglio va quindi fatto senza lasciare monconi, ma lasciando intatto il collare;
- per facilitare la cicatrizzazione, le superfici di taglio non dovrebbero essere orizzontali ma inclinate, per favorire lo sgrondo dell'acqua piovana;
- dovendo eliminare branche grandi e pesanti, per evitare che la branca per il suo peso cada prima che il taglio sia finito, strappando così la corteccia (cosa che causerebbe una difficile cicatrizzazione), è opportuno operare prima un taglio poco profondo sotto la branca e poi completare il taglio da sopra, facendo attenzione che i due tagli siano sullo stesso piano;
- Le ferite da potatura non hanno bisogno, in generale, di alcun trattamento curativo; comunque, se il diametro del taglio è maggiore di 5-10 cm e se l'ambiente è favorevole ad attacchi di rogna o altri patogeni da ferita, è consigliabile spalmare sulla superficie del taglio una sostanza cicatrizzante o almeno un prodotto rameico;

- In caso di presenza di piante malate con patogeni da ferita (es. rogna), dopo la loro potatura e prima di passare ad altre piante sane, è necessario disinfettare gli attrezzi di taglio (con fiamma o alcol o prodotti rameici, lasciandoli a bagno per alcuni minuti), per evitare la diffusione dei patogeni.

***Figura 91: le ferite da potatura possono favorire gli attacchi di parassiti***

### 7.3.9 Effetti della mancata potatura

Se si interrompono gli interventi di potatura in olivi adulti, i succhioni prendono il sopravvento sulle parti alte della chioma e la vegetazione si sposta verso l'alto, dove c'è maggiore illuminazione, mentre nella parte sottostante le branche si spogliano progressivamente delle foglie a causa dell'ombreggiamento e degli attacchi parassitari favoriti dall'ombreggiamento stesso e dallo scarso arieggiamento. Nei primi anni gli alberi non potati possono continuare a produrre, ma la forte concorrenza esercitata dal carico di frutti deprime lo sviluppo vegetativo, innescando una forte alternanza di produzione, più accentuata in condizioni pedoclimatiche difficili. Dopo alcuni anni di mancata potatura, si compromette in maniera definitiva l'equilibrio vegeto-produttivo degli alberi, che potrà essere parzialmente ripristinato solo attraverso drastici interventi di riforma.

# 8 RACCOLTA

*Primo Proietti, Luca Regni, Francesca Dini, Hanene Mairech*

La raccolta costituisce la fase conclusiva del ciclo annuale di coltivazione dell'olivo e, se mal eseguita, può incidere negativamente:

- sulla quantità e sulla qualità del prodotto finale
- sulla produzione futura delle piante
- sull'economicità della raccolta stessa.

Per stabilire il periodo migliore per la raccolta occorre:

- considerare cosa avviene nella pianta e nei frutti durante la loro maturazione, con particolare riferimento ai processi che influenzano la quantità e la qualità dell'olio;
- utilizzare, di conseguenza, diversi indici di maturazione per rilevare il decorso della maturazione onde scegliere l'epoca di raccolta che meglio soddisfa gli obiettivi del produttore.

I rischi più frequenti nella raccolta sono:

- Riduzione delle rese a causa di una raccolta troppo anticipata (con raccolta meccanica le perdite sono accentuate) o troppo tardiva (cascola intensa);
- Scadimento della qualità o mancato ottenimento del profilo sensoriale dell'olio desiderato a causa di raccolta troppo precoce o troppo tardiva;
- Danneggiamento delle olive durante le operazioni di raccolta e di trasporto;
- Rischi per l'incolumità degli operatori a causa dell'eventuale impiego delle scale (raccolta manuale) e dell'uso imprudente di attrezzature e macchine per la raccolta (macchine agevolatrici, vibratori del tronco o delle branche, ecc.).

➢ *Controllo dell'operazione di raccolta*

Al fine di ottimizzare l'operazione di raccolta occorre

- Attuare un attento monitoraggio del decorso della maturazione (definizione epoca di raccolta mediante gli indici di raccolta)
- Coordinarsi con il frantoio che deve consentire la frangitura nel periodo considerato ottimale per la raccolta

- Scegliere sistemi di raccolta che non provochino lesioni significative ai frutti che comporterebbero un decadimento della qualità
- Applicare la normativa cogente sulla sicurezza negli ambienti di lavoro oltre che comportamenti dettati da esperienza e buon senso in relazione all'eventuale impiego di scale o macchine attraverso lo specifico addestramento del personale.

Nelle fasi di trasporto e stoccaggio delle olive i rischi più frequenti sono:

- danneggiamento delle olive durante il trasporto
- conservazione prolungata delle olive, evento che comporta la perdita di costituenti minori dell'olio (fenoli e composti volatili) e attenuazione delle sensazioni di fruttato, amaro e piccante
- conservazione inadeguata in ambienti con elevata umidità e temperature relativamente alte che, soprattutto se le olive sono lesionate, favoriscono attacchi di muffe e fermentazioni intracellulari (incremento di acidità, numero di perossidi, assorbimento nell'ultravioletto e insorgenza dei difetti "muffa", "avvinato" e "riscaldo" nell'olio).

***Figura 92: usare contenitori appropriati per lo stoccaggio delle olive***

Considerando che queste operazioni rappresentano un rischio di gravità critica per la qualità dell'olio, per evitare i danni connessi a irrazionali trasporto e stoccaggio delle olive raccolte occorre:

- disporre di contenitori idonei (aperti, rigidi, che prevedano un'altezza dello strato di olive non superiore a 30 cm)
- se le olive vengono stratificate a pavimento non superare uno spessore dei cumuli di 10-12 cm
- stoccare in ambienti idonei (coperti, arieggiati, puliti, inodori e con temperatura possibilmente inferiore a 15 °C)
- limitare il tempo fra la raccolta e la frangitura (da poche ore fino ad un massimo di 48 ore in funzione dell'integrità delle olive e della temperatura).

## 8.1 Maturazione delle olive

Durante la maturazione delle olive si ha l'evoluzione dei costituenti fisici, chimici e sensoriali che occorre monitorare per definire l'epoca ottimale di raccolta.

Accumulo dell'olio nei frutti

I frutti a partire da agosto iniziano ad accumulare olio. Tale processo continua con intensità elevata in settembre fino a metà ottobre e limitata successivamente, nelle fasi finali della maturazione, anche in dipendenza del peggioramento delle condizioni climatiche. Nella fase finale di maturazione, poiché il peso fresco del frutto può diminuire a causa della perdita di acqua, si può avere un aumento della % di olio sul peso fresco delle olive che però non è connesso a un reale aumento dell'olio (in quanto l'olio per singolo frutto oltre un certo stadio di maturazione in termini quantitativi si stabilizza).

Durante la maturazione, l'accumulo di olio sulla pianta deriva dal contemporaneo incremento del peso e del grado d'inoliazione delle drupe; nel complesso, tuttavia, la quantità di olio per pianta dipende soprattutto dal numero dei frutti presenti. Per quanto esposto, l'olio totale sull'albero aumenta fino a raggiungere un massimo per poi diminuire, in funzione dell'instaurarsi del fenomeno della cascola causato dalla scalarità di maturazione (sull'albero ad un certo punto saranno presenti contemporaneamente frutti ancora in fase di maturazione e frutti stramaturi che iniziano a cadere). In genere, la massima quantità di olio raccoglibile coincide con l'inizio della cascola dei frutti. Dal punto di vista quantitativo, l'olio presente nelle olive sull'albero inizia a diminuire quando l'aumento dell'olio nei frutti ancora sull'albero non compensa la perdita di olio presente nelle olive cascolate (da considerare perdute). Da un punto di vista qualitativo, in genere, la qualità dell'olio inizialmente migliora con l'aumentare della quantità, ma poi spesso declina prima che la quantità di olio sull'albero sia massima. In tale caso, è necessario scegliere se è l'obiettivo prioritario è la quantità o la qualità dell'olio.

Evoluzione del peso dei frutti durante la maturazione

Il peso fresco dei frutti in corrispondenza dello stadio finale della maturazione può ridursi per effetto della perdita di acqua e poi riaumentare in corrispondenza di eventuali piogge. Il peso secco delle olive, invece, aumenta piuttosto intensamente fino ad ottobre dopodiché rallenta fino a stabilizzarsi.

Evoluzione del colore dei frutti durante la maturazione

Con l'avvio della maturazione il colore verde dell'epicarpo delle olive si attenua e si inizia la pigmentazione (invaiatura), che inizialmente è rosso-violacea ed interessa, in genere, solo l'apice dei frutti e poi, con il procedere della maturazione, si estende su tutta la superficie delle drupe (anche se non in tutte le cultivar), con tonalità sempre più scure e tendenti al nero. Nelle fasi finali della maturazione la pigmentazione può interessare anche la polpa (mesocarpo) procedendo dall'esterno verso l'endocarpo. L'evoluzione della pigmentazione, che inizia a ca. 130 giorni dalla piena fioritura, pur essendo influenzata da diversi fattori, quali l'andamento stagionale, la carica di frutti, ecc., dipende soprattutto dalla cultivar. Ad esempio, il Frantoio si mantiene parzialmente verde anche in prossimità della maturazione, mentre il Leccino invaia precocemente e il Moraiolo ha un'invaiatura completa a maturazione. L'evoluzione della colorazione dei frutti è ritardata negli anni di abbondante produzione.

Evoluzione della durezza della polpa dei frutti durante la maturazione

Durante la maturazione, la polpa delle drupe subisce un processo di intenerimento che rende i frutti sempre più molli e quindi anche più sensibili a traumi meccanici durante la raccolta e lo stoccaggio.

Evoluzione della forza di distacco dei frutti durante la maturazione

Una particolare attenzione merita la forza di distacco dei frutti, che indica il livello di coesione delle cellule che costituiscono la giunzione dei frutti al ramo. Corrisponde a circa 6 N all'inizio della maturazione, a circa 4-4,5 N nella fase intermedia e a meno di 3 N in fase di maturazione avanzata; valori intorno a 3 N indicano un'imminente cascola (circa dopo10 giorni). La riduzione della forza di distacco non è uniforme in tutti i frutti e ha trend caratteristici per ogni cultivar. Ad esempio: nel Moraiolo è molto alta, intorno a 6 N, nella prima decade di novembre, poi cala regolarmente fino a metà dicembre. Al di sotto di 2,5 N comincia la cascola. Nel Leccino si mantiene costante, vicino a 5 N, per un lungo periodo. Il Frantoio ha in novembre valori di 4,5 N e solo verso la fine del mese inizia a diminuire. Nella San Felice è ancora più bassa, circa 4 N, e si ha una cascola consistente a partire dalla seconda decade di Novembre.

La determinazione della resistenza al distacco assume particolare importanza quando per la raccolta si impieghino vibratori del tronco.

Come cambia la qualità dell'olio durante maturazione dei frutti

In genere, dopo la cultivar, l'epoca di raccolta è il fattore che più influenza il profilo sensoriale dell'olio. Sostanze molto importanti per la qualità dell'olio influenzate (in quantità e in composizione) dallo stadio di maturazione sono:

- quelle che costituiscono il cosiddetto "spazio di testa", responsabili della nota di fruttato dell'olio;
- i fenoli, che insieme con altri antiossidanti (tocoferoli, carotenoidi) preservano il prodotto dai processi ossidativi (irrancidimento) e contrastano nell'organismo umano i processi infiammatori, lo sviluppo di tumori, i problemi cardio-vascolari, l'invecchiamento, ecc.; inoltre, sono responsabili dei sentori di amaro e piccante nell'olio;
- gli acidi grassi che compongono i trigliceridi e che hanno notevole interesse dal punto di vista nutrizionale.

Spesso la pigmentazione e la consistenza della polpa sono parametri correlati al livello qualitativo dell'olio e quindi possono essere assunti come importanti indici di maturazione: in effetti, quando la pigmentazione interessa anche la polpa e la durezza del mesocarpo diventa molto bassa (al limite della deliquescenza) solitamente le caratteristiche qualitative del prodotto subiscono un rapido decadimento.

## 8.2 Maturazione dei frutti e qualità dell'olio

In generale, durante la maturazione:

- aumentano l'acido oleico e linoleico (acidi grassi insaturi);
- diminuiscono il palmitico e lo stearico (acidi grassi saturi);
- il contenuto in fenoli in alcune cv. aumenta poi tende a diminuire, mentre in altre diminuisce progressivamente;
- diminuisce la stabilità dell'olio (diminuisce il contenuto in antiossidanti e aumenta quello in acido linoleico), ad es. in cv. con basso contenuto di fenoli la raccolta ritardata di un mese può causare una riduzione di 4 mesi in termini di stabilità dell'olio;
- il colore verde (dovuto alla clorofilla) diminuisce;
- la sensazione di fruttato evolve:

- dal verde (prevalenza di sentori di tipo erbaceo)
- al maturo (prevalenza di sentori di tipo floreale e/o di frutta)
- poi decresce fortemente (appiattimento sensoriale) a seguito della diminuzione di aldeidi ed altri composti minori volatili.

Tuttavia, anche raccolte molto tardive, se accompagnate da adeguate tecniche di difesa fitosanitaria e conservazione delle olive, possono dare di oli di buona qualità sensoriale (oli "dolci"), anche se diversi rispetto a raccolte anticipate.

***Figura 93: cassette per la conservazione delle olive***

Per quanto esposto, gli oli ottenuti da olive immature sono molto verdi (il colore dell'olio è dato prevalentemente da carotenoidi e clorofille, poco influenti sono invece gli antociani) e prevalgono forti sensazioni di erbaceo, amaro e piccante che sono piuttosto squilibrate. Gli oli ottenuti da olive raccolte al giusto grado di maturazione, invece, sono fruttati, armonici ed equilibrati nelle diverse sensazioni. Gli oli ottenuti da olive in avanzato stato di maturazione sono rotondi e con sensazioni di fruttato, dove tende a prevalere la sensazione di "dolce"; questo olio diventa molto leggero, e spesso assume sentori di frutta secca (mandorla, nocciola, pinolo, ecc.).

L'acidità non è direttamente influenzata dalla maturazione, ma con l'avanzare della stessa aumentano i rischi di degenerazione meccanica o parassitaria dell'integrità della polpa, che sono causa dell'innalzamento dell'acidità.

*Epoca ottimale di raccolta*

Il periodo ottimale di raccolta è rappresentato dal momento in cui:

- si ha la massima quantità e/o qualità dell'olio sulla pianta

- le macchine eventualmente utilizzate per il distacco dei frutti forniscono i migliori risultati.

Le epoche ottimali di raccolta possono variare da un anno all'altro, in genere le differenze sono dell'ordine di 1-2 settimane e sono influenzate dall'andamento climatico, dall'eventuale irrigazione e dalla carica di frutti. Nel periodo in cui nella maggior parte delle aeree olivicole si concentra la raccolta, fine ottobre – dicembre, le rese di raccolta sono elevate (>85%) nelle cultivar caratterizzate da una pezzatura media-elevata (2-4 g) mentre per quelle con olive piccole si ha un progressivo aumento delle rese con il procedere della stagione, come conseguenza della riduzione della resistenza al distacco dei frutti (cioè sotto a 4 N, mentre essa è ritenuta alta sopra a 6 N). Ai fini della resa di raccolta, complessivamente è quindi importante è il rapporto forza di distacco / peso dei frutti (N/g): quando questo è intorno a 2 si hanno buone rese di raccolta.

*Come si determina l'epoca ottimale di raccolta delle olive*

Per tutte le considerazioni sopra riportate, occorre definire l'epoca ottimale di raccolta monitorando

- l'andamento della cascola e del peso fresco e secco, dell'accumulo dell'olio, della pigmentazione, della resistenza al distacco dei frutti e della durezza della polpa delle olive;
- la quantità di olio "raccoglibile" dalle piante;
- l'andamento della composizione acidica, del contenuto in fenoli, delle sostanze responsabili del fruttato dell'olio, ecc..

A tal fine devono essere utilizzati gli indici di maturazione delle olive. I più importanti sono:

- Colore delle olive;
- Resistenza al distacco dei frutti;
- Cascola dei frutti;
- Durezza della polpa;
- Contenuto in olio.

## 8.3 Colore delle olive

(grado di pigmentazione o indice di colore)

L'indice di colore si ottiene dalla valutazione visiva della pigmentazione del campione. Il metodo si basa sulla valutazione del colore del mesocarpo e dell'epicarpo. Il colore dei ogni frutto, facente parte del campione analizzato è valutato osservando, in primo luogo, il colore della buccia e poi

osservando la migrazione della pigmentazione all'interno della polpa. L'indice di maturazione dei frutti è classificato in otto categorie (riportate nella tabella 6).

***Tabella 6: Le otto categorie di colore di polpa e buccia delle olive durante il processo della maturazione.***

| INDICE DI MATURAZIONE | DESCRIZIONE DEL COLORE |
|---|---|
| **0** | Buccia color verde scuro – durezza del frutto |
| **1** | Buccia color verde giallo – Il frutto comincia ad ammorbidirsi |
| **2** | Meno della metà della buccia ha assunto un colore rosso, bruno, nero |
| **3** | Più della metà della buccia ha assunto un colore rosso, bruno, nero |
| **4** | Tutta la buccia ha assunto un colore bruno o nero, la polpa ha un colore bianco o verde intenso |
| **5** | Tutta la buccia ha assunto un colore bruno o nero con meno della metà della polpa di colore bruno |
| **6** | Tutta la buccia ha assunto un colore bruno o nero con più della metà della polpa di colore bruno |
| **7** | Tutta la buccia ha assunto un colore bruno o nero con tutta la polpa di colore bruno |

Gli step per la procedura di valutazione sono:

1. Iniziare la valutazione dell'Indice di Maturazione prima dell'inizio della raccolta (metà-settembre) e ripeterla due volte a settimana fino alla raccolta;

2. Selezionare a random 100 frutti e valutare il loro colore;

3. La maturazione di ogni frutto è valutato utilizzato la tabella 6, sono poi contati I frutti presenti in ogni categoria.

4. L'Indice di Maturazione (MI) si ottiene moltiplicando il numero di frutti presenti in ogni categoria per il valore della categoria stessa, sommando I numeri ottenuti e dividendo il valore ottenuto per 100, come descritto di seguito:

$$MI = [(0 * n_0) + (1 * n_1) + (2 * n_2) + (3 * n_3) + (4 * n_4) + (5 * n_5) + (6 * n_6) + (7 * n_7)]/100$$

dove: : $n_0$,$n_1$,$n_2$,. . . , $n_7$ = numero di olive in ogniuna dell otto categorie

L'MI basato sulla valutazione del colore aumenta con l'avanzare del processo di maturazione

## 8.4 Resistenza al distacco dei frutti

Consiste nel misurare la forza di trazione necessaria per provocare il distacco dei frutti e si determina utilizzando il dinamometro. È molto utilizzato quando le olive sono raccolte meccanicamente. La forza di distacco si misura con il dinamometro che riporta il valore in grammi. Il valore ottenuto in kg va moltiplicato per 9,8 per ottenere i Newton (N). Con i vibratori di tronco è necessario raccogliere a una forza di distacco inferiore ai 4-5 N (< di 4 N con frutti piccoli cioè < 2 g), o meglio con rapporto forza di distacco rapporto / peso del frutto (N / g) < 3, in modo da raggiungere delle buone rese di raccolta.

***Figura 94: la resistenza al distacco diminuisce con l'avanzare della maturazione***

## 8.5 Cascola dei frutti

Per evitare perdite di prodotto e per ottenere un olio di qualità, la raccolta delle olive deve essere conclusa prima che la cascola sia superiore al 5-10%. Ad esempio, questo momento può essere identificato, per le maggiori varietà coltivate in Centro Italia con il periodo in cui il 15-20% dei frutti presenta una forza di distacco inferiore a 3 N. In genere l'epoca ottimale di raccolta coincide con l'inizio della cascola. Il monitoraggio di questo parametro può essere effettuato facilmente tramite l'applicazione di sacchetti a maglia larga ad alcune branchette fruttifere scelte su più alberi e monitorando settimanalmente la percentuale di olive che si vanno a depositare sul fondo del

sacchetto, rispetto a quelle totali presenti. Oppure la cascola può essere determinata ponendo delle reti sotto la chioma di alcune piante rappresentative e facendo periodici rilevamenti per quantificare visivamente la percentuale di olive cadute.

***Figura 95: la cascola delle olive può costituire un indice di maturazione***

## 8.6 Durezza della polpa

Questo indice serve a misurare il grado di intenerimento della polpa in base alla resistenza che epicarpo (buccia) e mesocarpo (polpa) oppongono alla penetrazione di un puntale. Si ritiene che la resistenza dell'epicarpo non vari durante la maturazione, mentre diminuisce la compattezza del mesocarpo. Per il suo rilevamento si utilizza un penetrometro, solitamente con puntale di 1,5 mm di diametro, applicato ad un campione di ca. 50 drupe scelte a caso.

***Figura 96: la durezza della polpa si reduce con la maturazione***

## 8.7 Contenuto in olio dei frutti

Il contenuto in olio ci permette di sapere quando la produzione (quantità) può essere massima. In genere, si considera il contenuto in olio in relazione al peso secco dei frutti (dato che non subisce variazioni in occasioni di eventuali piogge/irrigazioni). Per ottenere tale valore, si divide il contenuto in olio su peso fresco (generalmente tra il 15 e il 22%) per la percentuale di sostanza secca (calcolata seccando i frutti in stufa ventilata a 90 °C per alcuni giorni). Il contenuto in olio dei frutti è solitamente determinato per pressione (metodo Rambotti), per estrazione con solvente (metodo Soxelet) o per differente densità della miscela olio-solvente rispetto al solvente puro (metodo Foss-let), oppure utilizzando a tecnica della spettroscopia del "vicino infrarosso" (NIR) impiegando l'apparecchiatura InfraAlyzer 2.000 Olive. Queste strumentazioni permettono di misurare tutto l'olio presente nei frutti; pertanto, le rese misurate sono superiori a quelle reali in frantoio, dove una piccola parte dell'olio inevitabilmente rimane nella sansa e nell'acqua di vegetazione.

Casi particolari: anticipo e ritardo dell'epoca di raccolta in considerazione della resa di raccolta con l'impiego di vibratori del tronco

Può essere conveniente anticipare la raccolta:

- in presenza di attacchi di mosca per limitare i danni;
- a seguito di grandinate in prossimità della raccolta per contenere il deterioramento dell'olio;
- quando si vogliano ottenere oli molto erbacei, amari e piccanti.

In linea generale, l'epoca di raccolta non andrebbe ritardata eccessivamente rispetto all'epoca ottimale in quanto, possono verificarsi perdite accidentali di prodotto a causa dell'incremento della cascola per vento, temporali e neve, o gelate, che provocano l'aumento dell'acidità e la comparsa di un sapore sgradevole di secco o di legno. Questa ultima considerazione, assieme all'esigenza di avere oli fruttati, derivanti da precoci periodi di raccolta, suggeriscono che, quando è necessario allargare il periodo di raccolta, è meglio anticiparlo piuttosto che ritardarlo.

Può essere conveniente ritardare la raccolta:

- quando si vogliano ottenere oli "dolci"; si ribadisce che in tal caso occorre potenziare tutte le attenzioni necessarie a salvaguardare l'integrità dei frutti;
- in caso di raccolta meccanica con vibratori del tronco con cultivar "difficili". Infatti, per ottenere un'elevata resa di raccolta (olive raccolte rispetto al totale presente sull'albero), è ottimale il periodo in cui il peso dei frutti è elevato e la forza di distacco è bassa, ma

ovviamente rimanendo all'interno del periodo in cui la quantità e la qualità dell'olio sono a buoni livelli.

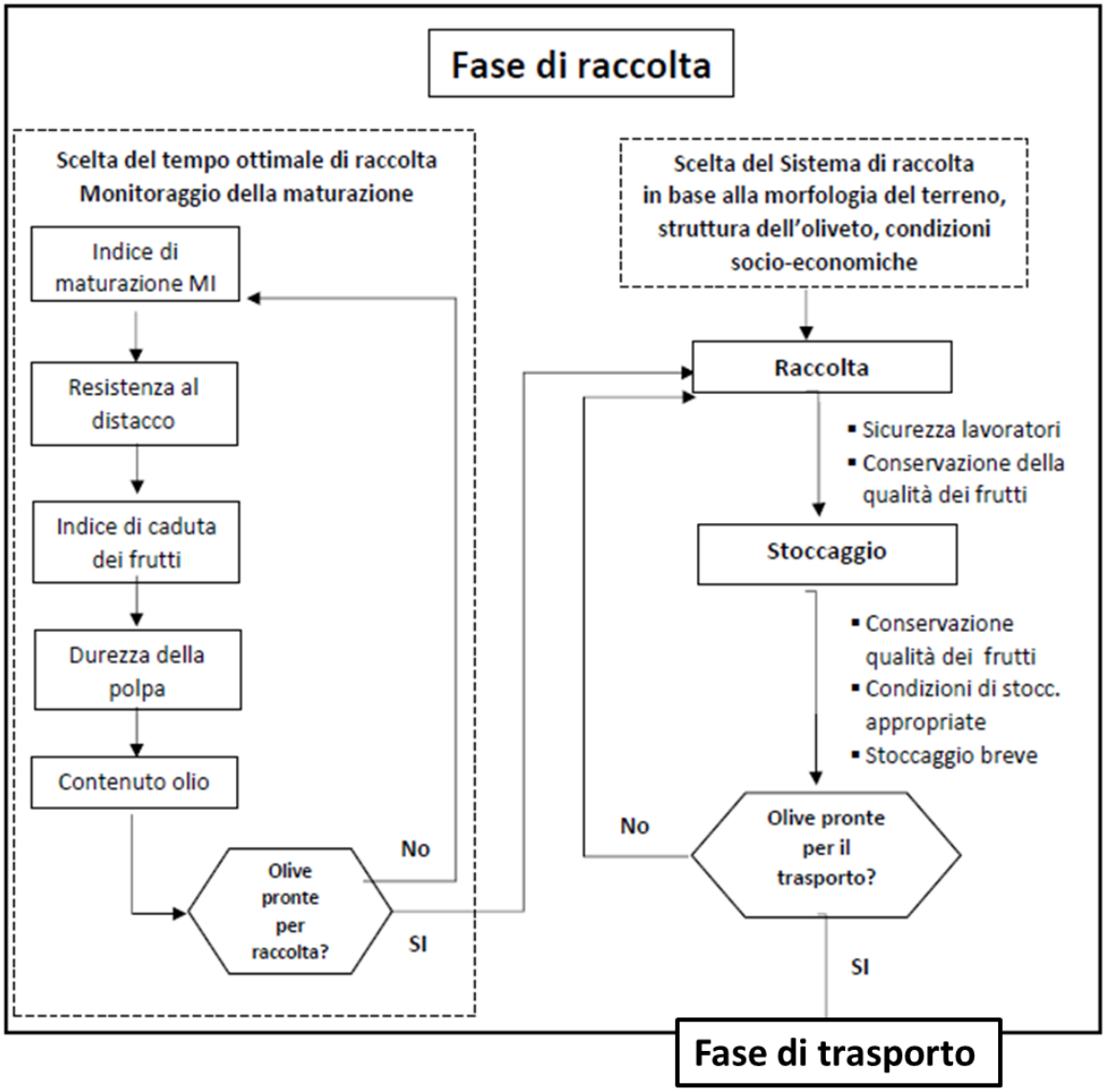



***Figura 97: linee guida per la raccolta***

## 8.8 I sistemi di raccolta delle olive

Per le olive da olio la scelta del metodo di raccolta varia in base a diversi fattori fra cui la giacitura e la morfologia del suolo, lo sviluppo e la conformazione degli alberi, le dimensioni aziendali e le condizioni socioeconomiche in cui si attua la coltura. I possibili sistemi di raccolta sono:

1. Raccattatura o raccolta da terra
2. Brucatura o raccolta manuale dall'albero

3. Raccolta dall'albero mediante macchine agevolatrici
4. Raccolta meccanica dall'albero mediante vibratori del tronco
5. Raccolta meccanica in continuo
6. Raccolta meccanica dall'albero mediante bacchiatori

***Figura 98: raccolta manuale delle olive***

### 8.8.1 Raccolta delle olive con agevolatori

La raccolta dall'albero può essere agevolata con macchine, portate dall'operatore e applicate direttamente sulla chioma, che provocano l'abscissione delle olive per mezzo di dispositivi azionati da compressori, piccoli motori a scoppio o batterie elettriche. Il distacco dei frutti avviene sia per azione diretta sia, e soprattutto, per effetto delle vibrazioni indotte ai rami e alle branchette.

Il cantiere di raccolta con l'uso delle macchine agevolatrici è composto 1-2 operatori per pianta + reti a terra gestite da altri operatori. È importante l'avvicendamento (ogni 2 ore circa) tra gli addetti alle macchine e quelli alle reti. Per migliorare l'efficienza del cantiere è solitamente molto utile impiegare coppie di reti rettangolari relativamente lunghe da stendere ai lati delle piante (interessando 3-4 piante o più per ogni posizionamento).

a) *Abbacchiatori/ sferzatori: Pettini pneumatici*

I pettini sono, generalmente, montati in coppia e oscillanti uno contro l'altro, sono costituiti da denti che variano in numero e lunghezza in funzione del modello considerato. Queste attrezzature provocano la caduta dei frutti sia per azione diretta sugli stessi sia per effetto delle vibrazioni indotte ai rami e alle branchette. I pettini costituiti da denti montati più radi (in genere un numero variabile da 3 a 5) e più lunghi sono più adatti per la raccolta di piante caratterizzate da chiome di elevato spessore e/o dense (es. cultivar caratterizzate da chiome folte e piante non potate); con questa tipologia di macchine il distacco delle olive avviene prevalentemente per azione indiretta grazie alle sollecitazioni trasmesse ai rami e alle branchette. Quando i pettini sono costituiti da denti più numerosi montati più "fitti" permettono di effettuare anche un'azione pettinante della vegetazione, particolarmente utile quando si esegue la raccolta precocemente (elevata resistenza al distacco) e in presenza di frutti di limitata dimensione. Sono anche disponibili pettini che, per facilitare l'azione pettinante e allo stesso tempo agevolare la loro penetrazione nella vegetazione, presentano denti di due lunghezze alternati fra loro o denti aventi una forma particolare (es. spessore minore del dente nella porzione distale

***Figura 99: pettini pneumatici***

e maggiore in quella basale). In molte di queste attrezzature e in particolare in quelle che esercitano un'azione pettinante, l'inclinazione degli organi battenti rispetto all'asta può essere regolata mediante una leva o una manopola.

*b) Brucatori elettrici*

Queste macchine sono costituite da aste di alluminio, intercambiabili, fisse od estendibili da 0,7-3,0 m, alla cui sommità, mediante uno snodo orientabile, è montato una specie di "rastrello" con denti ondulati di lega metallica al titanio che ruotano su se stessi, azionati da un piccolo motore elettrico, e provocano il distacco delle olive (peso 2-4 kg). I denti combinando al loro movimento di rotazione quello di pettinamento della chioma esercitato dall'operatore. È possibile anche distaccare dall'asta il solo "rastrello" per utilizzarlo nelle porzioni basse della chioma senza l'ingombro dell'asta. Lo snodo orientabile su cui è montato il "rastrello" permette di regolare l'angolazione di lavoro in dipendenza delle caratteristiche della chioma. Sono disponibili diverse misure di "rastrelli" la cui scelta dipende dal tipo di olive e dal loro grado di maturazione e dalle caratteristiche della vegetazione.

***Figura 100: brucatori elettrici***

*c) Ganci scuotitori*

Queste macchine sono costituite da un'asta alla cui estremità è montato un gancio che una volta agganciato a delle branche/branchette trasmette delle vibrazioni (fino a 1.000-1.500 colpi/min.). L'asta può essere telescopica e, in genere, non supera i 3 m di lunghezza; tuttavia ci sono dei modelli con i quali è possibile raccogliere fino a 8 m di altezza (es. Scuotitore Collina). Sono azionate da un proprio motore a scoppio (peso 9-15 kg), che viene sostenuto dall'operatore mediante un'imbracatura, o da un compressore. In qualche caso è previsto l'utilizzo di motori di decespugliatori, che possono essere zainati o semplici. In alcune macchine il gancio non deve essere "fissato" alle branche/branchette mentre in altre il gancio va "fissato" (Scuotitore Collina – con questo scuotitore il gancio è costituito da una specie di pinza, che si chiude attraverso un dispositivo pneumatico); ciò comporta delle differenze nei tempi operativi. Generalmente, per un efficiente utilizzo dei ganci il diametro delle branche/branchette su cui sono applicati non deve essere < di 5-6 cm. Solitamente, i motori hanno una cilindrata e una potenza variabili da 35 a 60 $cm^3$ e da 1,5 a 2,2 kW, rispettivamente. Queste macchine sono dotate di sistemi antivibranti sulle impugnature che permettono di ridurre al minimo le vibrazioni trasmesse all'operatore.

Gli abbacchiatori/sferzatori sono montati su aste di lunghezza variabile, costruite con materiali leggeri ma resistenti, quali alluminio, vetroresina, nylon, fibre al carbonio. Il peso dell'asta + abbacchiatore/sferzatore varia, in dipendenza della lunghezza dell'asta e dei materiali con cui tali attrezzature sono costruite, da kg 2 a kg 3.

***Figura 101: ganci scuotitori***

Generalmente gli abbacchiatori / sferzatori pneumatici lavorano ad una pressione di esercizio variabile da 6 a 8 bar (in effetti si è passati da 8-10 bar a ca. 7 bar grazie a sistemi di gestione dei pistoni ad alta efficienza, con riduzione di consumi di gasolio) e ciascuno consuma circa 200 l di aria/min. L'aria compressa può essere generata da un compressore portato da una trattrice o da un motocompressore (anche semovente). I tubi possono essere avvolti e svolti mediante degli appositi avvolgitori che facilitano tali operazioni; ci sono anche avvolgitori automatici a molla. L'utilizzo di tubi di elevata lunghezza consente di ridurre al minimo la movimentazione della trattrice o del motocompressore; tuttavia, è consigliabile non superare i 100 m di lunghezza per assicurare un ottimale quantitativo di aria e di lubrificante.

Negli abbacchiatori / sferzatori azionati da energia elettrica, questa è generalmente fornita da batterie da 12 o 24 V, connesse mediante un cavo al brucatore, che permettono il funzionamento per l'intera giornata dopodiché sono ricaricate durante la notte per essere di nuovo pronte il giorno successivo. L'autonomia è di circa 7 ore di lavoro. La lunghezza massima del cavo di connessione è di circa 17 m. Le macchine azionate a batteria hanno una rumorosità molto limitata e generalmente sono dotate di un dispositivo elettronico per prevenire danni al motore in caso di blocco nella vegetazione dei denti raccoglitori. La batteria può essere anche portata dall'operatore mediante un ergonomico gilet. Le attrezzature azionate da un proprio motore o elettricamente sono di interesse soprattutto per piccole aziende, che non hanno la disponibilità di una trattrice e non intendono acquistare un motocompressore.

*Caratteristiche degli oliveti ed efficienza delle macchine agevolatrici*

È molto importante che l'altezza degli alberi non superi 4-4,5 m. Le macchine agevolatrici si adattano a tutte le forme di allevamento. La cultivar, l'epoca di raccolta, la carica di frutti influenzano la velocità e quindi l'efficienza/produttività del lavoro di raccolta (buoni risultati in genere si hanno quando il valore del rapporto resistenza al distacco dei frutti / peso fresco dei frutti scende sotto a 3). La produttività del lavoro di raccolta indica la quantità di olive raccolte nell'unità di tempo da un operatore.

*Potatura ed efficienza delle macchine agevolatrici*

In caso di raccolta con macchine agevolatrici, con la potatura bisogna limitare lo sviluppo in altezza delle chiome e favorire quello diametrale. Si ribadisce che i migliori risultati si ottengono con varietà che hanno frutti di medio o elevato peso unitario e resistenze al distacco relativamente basse. Gli abbacchiatori / sferzatori e i brucatori, indipendentemente dall'epoca di raccolta,

consentono di raccogliere la quasi totalità dei frutti (ciò che varia sono i tempi operativi e i danni a frutti/vegetazione), mentre con i ganci scuotitori la resa di raccolta può scendere al 60-75% in epoche precoci (fine ottobre-inizio novembre), soprattutto con cultivar difficili, per poi raggiungere il 90-95% con il procedere della maturazione. Ne consegue che con tutte le attrezzature, la produttività del lavoro di raccolta, espressa sia come numero di piante raccolte per ora per operatore sia come kg di olive distaccate per ora per operatore, aumenta progressivamente durante la stagione di raccolta.

***Figura 102: raccolta con macchine agevolatrici***

*Vantaggi delle macchine agevolatrici*

In generale, con le macchine agevolatrici si ottengono valori di produttività del lavoro di raccolta (riguardo il solo distacco frutti) 2–4 volte o più superiori a quelli della raccolta manuale (a partire da 30 a 50 kg/h per operatore, ma in condizioni ottimali un operatore ben addestrato può raccogliere fino a 150 kg/h). Hanno un costo relativamente basso e il loro uso è poco influenzato dalle condizioni del suolo. Gli agevolatori sono molto utili nell'olivicoltura di piccola scala e quella in zone di difficile accesso poiché permettono di ridurre il costo di mantenimento degli oliveti

tradizionali. Sono pertanto indicati in impianti medio-piccoli localizzati in aree marginali collinari anche con una viabilità interna tale da non consentire l'acceso ai mezzi meccanici, ma ciò non esclude un loro impiego anche in piantagioni più regolari non intensive con esemplari tuttavia che non superino i 5 m metri di altezza. Ne sono esempio i terrazzati non praticabili, gli oliveti che presentano sistemazioni quali ciglioni, gradoni, quelli situati in zone con pendenze superiori al 25%.

*Svantaggi delle macchine agevolatrici sulle piante e sui frutti*

Le macchine agevolatrici tendono a causare maggiori danni sulle piante rispetto alla raccolta manuale, soprattutto in epoca precoce di raccolta quando bisogna insistere a lungo per provocare il distacco dei frutti; tuttavia, il livello di danneggiamento è in genere basso. In epoche precoci e con cultivar sensibili alla rogna il danno può essere piuttosto elevato tanto da suggerire un posticipo della raccolta o il rivestimento delle dita con manicotti in gommapiuma e/o effettuando subito dopo la raccolta trattamenti disinfettanti. Solitamente, comunque, rispetto alla raccolta manuale, non aumenta molto il livello di danneggiamento dei frutti (è comunque opportuno ridurre i tempi di stoccaggio delle olivi quanto più possibile. In generale, poiché le macchine agevolatrici riducono solo in parte la necessità di manodopera, hanno un uso ottimale solo in piccoli oliveti.

Le macchine agevolatrici determinano un maggiore affaticamento degli operatori, soprattutto i ganci scuotitori che al maggiore peso, se azionati da motore a scoppio, aggiungono il maggior rumore e la produzione di gas di combustione.

### 8.8.2 Raccolta meccanica dall'albero con bacchiatori meccanici

I bacchiatori sono macchine costituite da un braccio mobile montato su una trattrice alla cui estremità è inserito un pannello portante aste vibranti (lunghe 1-1,5 m) o un aspo oscillante che provocano il distacco delle olive dalla pianta mediante battitura dei rami. Raggiungono 7,5-8,5 m di altezza. L'azione dei bacchiatori si esercita solo nella zona della chioma direttamente interessata, per cui le macchine agiscono in modo discontinuo e di conseguenza la trattrice deve compiere diversi spostamenti per effettuare la raccolta dell'intera chioma.

***Figura 103: raccolta meccanica dall'albero con bacchiatori***

Il tempo necessario per raccogliere una pianta è soprattutto funzione della dimensione della sua chioma mentre, come per i vibratori del tronco, esso è poco influenzato dall'entità della produzione e quindi la produttività del lavoro di raccolta (kg/h di olive per operatore) è strettamente connessa alla produttività dell'oliveto. I bacchiatori sono stati ideati per essere utilizzati soprattutto su alberi con struttura irregolare, sui quali non è possibile l'attacco della testata di un vibratore del tronco tradizionale né al tronco né alle branche. I bacchiatori si collocano in un segmento d'utilizzo intermedio fra le attrezzature agevolatrici e le macchine per la raccolta integrale delle olive (vibratori del tronco); sono versatili, in quanto non presentano particolari esigenze riguardo alla cultivar, alla forma d'allevamento e alla struttura della pianta. Possono essere utilizzate anche in oliveti con piante vecchie, grandi e con fusto irregolare o policaule (es. in parte degli oliveti tradizionali in centro Italia e in alcune aree olivicole del sud Italia). Con un'elevata pezzatura e una bassa resistenza al distacco delle olive si hanno risultati migliori. Considerate la struttura e le dimensioni delle macchine, per un'agevole utilizzazione dell'organo battente occorre:

- un certo spazio (distanze di piantagione non troppo strette), in modo che le chiome non siano in contatto fra loro.
- pendenze non molto elevate.
- elevate produzioni unitarie delle piante.

*Efficienza dei bacchiatori meccanici*

Le rese di raccolta possono essere molto alte (90-100%); tuttavia va considerato che l'aumento della resa è generalmente correlato alla durata dell'azione battente e di esplorazione della chioma

e quindi ai tempi operativi. I bacchiatori permettono l'ottenimento di valori di produttività del lavoro di raccolta 3-4 volte superiori (40-50 kg/h per operatore) a quelli della raccolta manuale. Rispetto al vibratore del tronco invece la produttività del bacchiatore meccanico è minore.

*Danni provocati dai bacchiatori*

Rispetto agli altri sistemi di raccolta i bacchiatori provocano maggiori danni di defogliazione, di escoriazioni sulle branche e di ammaccature dei frutti. In cultivar sensibili alla rogna potrebbe essere utile effettuare un trattamento con poltiglia bordolese subito dopo la raccolta. I danni sui frutti sono simili a quelli causati dai pettini pneumatici. È quindi consigliabile eseguire tempestivamente la molitura delle olive.

*Convenienza economica dell'utilizzo dei bacchiatori*

Per quanto riguarda l'economicità dell'utilizzo dei bacchiatori, questi hanno un prezzo di acquisto relativamente elevato (variabile tra 15.000-30.000 euro a seconda del modello) che, insieme alla loro non elevata capacità operativa (tempo/pianta), ne rende economico l'utilizzo solo in presenza di piante aventi una buona produzione (> kg 15). In queste condizioni, la soglia economica in termini di superficie per il loro acquisto è di 4-5 ha (con 250-300 piante/ha). È bene considerare che tenuto conto dei tempi necessari per la raccolta di un ettaro la soglia sopra indicata comporta un impiego che già copre buona parte del periodo in cui usualmente si esegue la raccolta, perciò, più limitati che per i vibratori del tronco sono i margini per un aumento dell'economicità dell'utilizzo di tali macchine ampliandone il tempo d'uso (in genere un bacchiatore per un max di 6-7 ha).

### 8.8.3 Raccolta meccanica con vibratori del tronco

I vibratori sono dei mezzi meccanici che determinano il distacco dei frutti per mezzo di una testata vibrante applicata al tronco. I vibratori del tronco possono essere portati, quando la testata con la struttura che la sostiene è applicata a normali trattrici (gommate e cingolate), o semoventi.

*Meccanismo di azione del vibratore del tronco*

La testata vibrante, situata all'estremità di un braccio articolato, è costituita da una ganascia, dotata al suo interno di speciali cuscinetti di gomma. Agganciata al tronco o alle branche delle piante, a seconda delle dimensioni degli alberi, la testata genera vibrazioni mediante masse eccentriche rotanti azionate idraulicamente che trasmettono all'albero movimenti uni o multidirezionali ad alta frequenza. Si determina così la caduta delle olive, che vengono intercettate da reti o telai. Le vibrazioni indotte sono di 15-30 Hz, e durante il ciclo di scuotimento possono

essere variate in certa misura. Per l'uso dei vibratori del tronco è richiesta una potenza superiore a 50-60 CV, in dipendenza della grandezza della testata e dell'eventuale combinazione di un telaio intercettatore. I bracci che sostengono la testata possono essere telescopici.

*Vibratori del tronco con braccio telescopico: vantaggi e svantaggi.*

I vibratori del tronco con testata portata con braccio telescopico, considerata la maggiore flessibilità di movimentazione anche in altezza, sono più versatili in caso di situazioni in cui la struttura degli oliveti non sia ideale e/o omogenea (es. presenza sia di oliveti intensivi sia di quelli tradizionali che necessitano anche dell'applicazione della macchina sulle branche). Nelle situazioni in cui gli oliveti siano ben predisposti, i vibratori del tronco con bracci non telescopici, essendo meno complessi dal punto di vista meccanico, sono preferibili in quanto di più semplice manutenzione.

***Figura 104: raccolta con vibratori del tronco e intercettatore a ombrello rovescio***

*Vantaggi dei vibratori del tronco*

La raccolta con vibratori del tronco richiede pochi secondi (5-20) per pianta, e ciò permette di ottenere un'elevata produttività del lavoro di raccolta: con vibratori del tronco muniti di intercettatore a ombrello rovescio si arriva a 200- 400 kg/ora persona. La produttività del lavoro di raccolta raggiunge valori da 4-5 a 20 volte superiori a quelli della raccolta manuale. La percentuale di distacco dei frutti (resa di raccolta) varia dal 70 al 95% in dipendenza di diversi fattori agronomici e in genere con tipologie di piante e di cultivar rispondenti ai requisiti per la raccolta meccanica è superiore all'85%. Riguardo agli aspetti qualitativi del prodotto, va considerato che i vibratori del tronco, aumentando la quantità di prodotto raccolta nell'unità di tempo, consentono di concentrare la raccolta nel periodo ottimale per ogni cultivar e di ridurre i

tempi di stoccaggio delle olive, perché si raggiungono prima i quantitativi considerati minimi per eseguire la molitura, e quindi, se razionalmente usati, influenzano positivamente la qualità dell'olio. Peraltro, la raccolta con vibratori del tronco può determinare una vantaggiosa selezione dei frutti, poiché quelli non caduti in genere sono quelli meno maturi e cresciuti in zone ombreggiate della chioma (quindi meno ricchi in fenoli e aromi).

I vibratori del tronco riducono sensibilmente l'affaticamento degli operatori, specialmente quando viene meccanizzata anche l'intercettazione del prodotto e i rischi di infortunio degli addetti, perché non si usano le scale per raccogliere le olive direttamente sull'albero. Inoltre queste macchine permettono di ridurre/superare il problema della reperibilità della manodopera per la raccolta e, negli oliveti che soddisfano pienamente i requisiti agronomici di queste macchine, di ridurre notevolmente i costi.

***Figura 105: vibratore senza e con intercettatore***

*Svantaggi dei vibratori del tronco: danni al tronco ed alle branche*

La porzione di pianta più frequentemente danneggiata è la corteccia del tronco, che sopporta bene le forze radiali fino a 37 kg $cm^{-2}$ e meno quelle tangenziali (10 kg $cm^{-2}$). A volte, se a causa di particolari andamenti climatici favorevoli e/o dell'applicazione di abbondanti irrigazioni le piante sono ancora in attività nel periodo di raccolta, si possono avere dei danni alla corteccia del tronco. Se, ad ogni livello di frequenza, si imprimono oscillazioni troppo ampie si può avere la rottura di branche o dei tronchi derivanti da polloni (nel caso di piante ristrutturate con taglio al ciocco), soprattutto se la ceppaia presenta problemi sanitari (es. attacchi di carie). Le zone più vulnerabili sono l'eventuale punto d'innesto e l'inserzione dei fusti derivanti da polloni nella ceppaia delle piante. Sono pure soggette a rompersi le branche indebolite e parzialmente devitalizzate. La

caduta delle foglie è per lo più localizzata nelle cime delle branche e può essere eccessiva se si prolunga troppo la scuotitura; ciò è da evitare anche perché non determina significativi incrementi della resa di raccolta. I danni alle piante possono aumentare con l'applicazione di vibrazioni improprie, inadeguato serraggio della testata vibrante, non perfetta ortogonalità fra piano di sollecitazione e fusto, aggancio a ridosso delle branche principali (con riduzione della vibrazione e rischio di scosciatura) o troppo vicino al colletto (con eccessiva sollecitazione delle radici). Le macchine per la raccolta possono causare la compattazione del terreno se usate con suolo bagnato e non protetto da inerbimento e la rottura delle radici se utilizzate impropriamente.

*Caratteristiche degli oliveti per la raccolta meccanica con vibratori del tronco*

Di seguito si riportano i fattori agronomici che maggiormente influenzano l'efficacia dei vibratori.

- Produttività degli impianti

Per avere un'elevata produttività del lavoro è necessaria un'alta produzione unitaria delle piante, in quanto i tempi di raccolta per pianta variano molto limitatamente al variare della carica. Pertanto, maggiori sono le produzioni e più elevata è la quantità di olive raccolta nell'unità di tempo e, quindi, la produttività del lavoro. La produttività dell'oliveto, quindi, influenza direttamente la riduzione dei costi di produzione e solitamente si indica una soglia minima di 15 kg di olive per pianta per rendere conveniente la raccolta meccanica con vibratore del tronco. Tuttavia essa diventa altamente conveniente quanto le produzioni per pianta i avvicinano o superano i 20 kg di olive.

- Punto di applicazione dei vibratori del tronco

L vibratori possono essere applicati ai tronchi o, nel caso questi siano troppo grandi (diametro maggiore di 50 – 60 cm) o irregolari, alle branche degli olivi. Ovviamente, l'applicazione al tronco, rispetto alle branche, rende più rapida la raccolta. L'applicazione alle branche, inoltre, rende difficile l'intercettazione meccanica del prodotto con telai a ombrello rovescio.

- Volume della chioma

Le piante devono avere volumi della chioma "dominabili" dalla macchina. I vibratori del tronco, quando applicati al tronco, hanno una buona efficacia con volumi della chioma fino a 40-50 $m^3$; con volumi superiori si hanno minori rese di raccolta. Quando le piante sono molto grandi, con diametro del tronco maggiore di 50 – 60 cm e/o il volume della chioma supera i 50 – 60 $m^3$, per ottenere rese di raccolta accettabili (> 85%), bisogna agganciare e scuotere le branche. Si

ribadisce che ciò aumenta i tempi di raccolta, con negative ripercussioni sull'economicità dell'operazione.

***Figura 106: per l'applicazione del vibratore, il tronco deve essere alto almeno un metro e l'angolo di allevamento delle branche primarie, rispetto alla verticale, deve essere relativamente stretto***

- Caratteristiche delle piante e forme di allevamento per la raccolta meccanica

Le piante devono avere un tronco unico e regolare di almeno 100 cm di altezza (forma di allevamento a vaso, monocono, monocaule a chioma libera). La chioma deve avere una moderata quantità di pendaglie e in particolare le stesse non dovrebbero andare a contatto del telaio intercettatore. Quando si eliminano le pendaglie, il volume della chioma dovrebbe rimanere costante, altrimenti si perderebbe produzione, quindi occorre aumentare la chioma nelle porzioni mediane e apicali della pianta. L'angolo di allevamento delle branche primarie, rispetto alla verticale, deve essere relativamente stretto (35-40°). Le branche secondarie devono essere corte con angolo di inserzione non troppo aperto e senza colli d'oca e/o bruschi cambi di direzione, in quanto la linearità garantisce la migliore trasmissione della vibrazione.

- Forme di allevamento

Le forme d'allevamento a vaso e a monocono consentono l'ottenimento di elevate rese di raccolta. Tuttavia, i tempi operativi sono tendenzialmente superiori (+10%) per le piante allevate a monocono per le maggiori difficoltà che si riscontrano nelle operazioni di aggancio e sgancio della testata vibrante alle piante, conseguenti alla maggior quantità di vegetazione e alla maggiore lunghezza delle ramificazioni nella parte bassa della chioma, che determinano una minore visibilità del tronco. Il vaso cespugliato (cioè con più fusti) presenta problemi per la raccolta con vibratori a causa delle difficoltà di aggancio del vibratore e del prolungamento dei tempi dovuto al maggiore numero di agganciamenti che bisogna fare. La forma di allevamento a vaso cespugliato, se la distanza tra i fusti permette l'aggancio della testata, consente l'ottenimento di rese di raccolta simili al vaso tradizionale monocaule, ma i tempi di raccolta sono notevolmente superiori.

- Distanze di piantagione, sesti e giacitura.

Per poter utilizzare i vibratori del tronco, gli oliveti devono avere:

- pendenza del terreno inferiore al 15-25%, utilizzando trattrici cingolate e testate leggere per le pendenze più elevate.
- sesto regolare e distanze tra le file di almeno 5 m.

La distanza di piantagione che consente l'ottima operatività dei vibratori del tronco è di 6 x 6 m; meno importante, per i vibratori del tronco non dotati di sistemi d'intercettazione, è la distanza delle piante sulla fila, considerato che il movimento della macchina avviene essenzialmente nell'interfilare; con presenza di telaio intercettatore occorre almeno un metro fra le chiome lungo le fila.

- Dimensioni e forza di distacco dei frutti per la raccolta meccanica

Per ottenere una elevata resa di raccolta, i frutti dovrebbero avere dimensioni medio-elevate (> 2 g) e una non alta resistenza al distacco (intorno a 4 N o meno); la resistenza al distacco è ritenuta alta quando supera i 6 N. Con valori del rapporto tra resistenza al distacco e peso dei frutti intorno a 2 si hanno buone rese di raccolta, con valori superiori a 3 si hanno problemi.

- Cultivar e raccolta meccanica

Le cultivar con frutti di dimensione media o grande (superiore a 1,5-2,0 g) e con resistenze al distacco a maturazione medio – basse sono quelle che consentono di ottenere le maggiori rese di

raccolta. Le cultivar più difficili da raccogliere sono quelle che presentano frutti piccoli congiuntamente ad elevate resistenze al distacco, quali ad esempio il Canino, la Carboncella e il Moraiolo. Durante il periodo di raccolta le rese sono sempre elevate nelle cultivar caratterizzate da una discreta pezzatura dei frutti, mentre per le altre si ha un progressivo aumento delle rese con il procedere della stagione di raccolta, come conseguenza della riduzione della resistenza la distacco.

- Elà della pianta

In impianti giovani, si può iniziare a raccogliere gli olivi con vibratori quando il tronco arriva ad un diametro di 8-10 cm. In piante vecchie le vibrazioni sono trasmesse con minore efficienza e gli eventuali attacchi di carie aumentano i rischi di rotture del tronco o delle branche. Pertanto, le piante vecchie, anche a causa dell'elevato volume della chioma che spesso presentano, solitamente non consentono il raggiungimento delle migliori rese di raccolta.

- Intercettazione delle olive raccolte con vibratori del tronco

I vibratori del tronco determinano la caduta delle olive dalle piante direttamente su reti oppure su intercettatori meccanizzati (intercettatori ad ombrello rovescio montati al di sotto della testata vibrante o intercettatori trainati separati dal vibratore del tronco).

**Organizzazione dei cantieri di raccolta delle olive**

Cantieri con l'impiego di reti

Tali cantieri di raccolta prevedono l'impiego di macchine vibratrici e di reti preventivamente stese sul terreno ai piedi degli alberi per la intercettazione del prodotto. Le reti utilizzate sono in numero variabile, generalmente da 4 a 7, e richiedono un numero elevato di operai per lo spostamento e lo svuotamento, incidendo notevolmente sia sull'impiego della manodopera sia sui tempi operativi dei cantieri. Generalmente i tempi dei "cantieri–reti" superano del 20-60% quelli dei corrispondenti "cantieri–vibratore", quindi le operazioni complementari (cioè quelle successive al distacco dei frutti dalla pianta) solitamente limitano la produttività del lavoro di raccolta, che può scendere a 10–12 piante/h.

***Figura 107: intercettatore a ombrello***

**Cantieri di raccolta con intercettatori meccanizzati**

L'intercettatore a ombrello rovescio ha un diametro variabile da 5 a 10 m che "abbraccia" l'albero all'altezza del tronco. Entra quindi in azione la testata vibrante che provoca la caduta delle drupe, le quali, rotolando sull'ombrello, finiscono entro un cassone metallico posto alla base dell'ombrello stesso. L'ombrello rovescio, in posizione di riposo, resta chiuso ai lati dello vibratore.

Il cassone ha una capacità media di 400 kg e una volta pieno, a "ombrello chiuso", è svuotato mediante inclinazione entro appositi contenitori o nel rimorchio.

Tutti i movimenti dell'intercettatore ad ombrello rovescio sono comandati idraulicamente e per l'azionamento della macchina è necessario un solo operatore; un secondo operatore, addetto al rimorchio nel quale vengono scaricate le olive, viene anche utilizzato per assistere il primo nelle varie manovre.

La meccanizzazione dell'intercettazione e del recupero delle olive con intercettatore ad ombrello rovescio consente un sostanziale incremento della produttività del lavoro di raccolta (aumenta

anche di 20 volte rispetto alla raccolta manuale e di 7 volte rispetto alla raccolta agevolata con pettini pneumatici).

Con questo tipo di macchine bisogna ridurre al minimo il contatto tra la superficie del telaio intercettatore e la chioma (cioè con le pendaglie), in quanto ciò smorzerebbe la sollecitazione impressa dal vibratore a tale porzione di chioma, con negative ripercussioni sulle rese di raccolta.

***Figura 108: scarico delle olive raccolte con un vibratore del tronco***

**Vibratore del tronco con telaio intercettatore trainato**

In questo caso il vibratore del tronco è dotato di teli che si svolgono e riavvolgono meccanicamente. Il cantiere di raccolta è composto da 6-7 operatori. Le olive fatte cadere su teli quando questi sono riavvolti vengono convogliate su un nastro trasportatore che le versa in un cassone; i telai possono essere dotati di un ventilatore che durante il passaggio dei frutti dal nastro al cassone allontana le foglie ripulendo così il prodotto. L'intercettatore è costituito da un telaio rettangolare munito di 2 o 4 ruote, trainato da una trattrice di media potenza e dotato lateralmente di due rulli longitudinali, intorno ai quali sono avvolte due reti che vengono svolte da quattro operatori e riavvolte meccanicamente. L'intercettatore interessa 2 alberi per volta.

***Figura 109: vibratore del tronco con telaio intercettatore trainato***

Per l'utilizzo di intercettatori meccanizzati gli oliveti devono avere le seguenti caratteristiche:

- ✓ piantagioni con sesti di impianto regolari;
- ✓ alberi con dimensioni ridotte;
- ✓ giacitura pianeggiante.

L'utilizzo di telai intercettatori trainati può essere problematico in oliveti caratterizzati da distanze di piantagione limitate e in terreni aventi una discreta pendenza a causa delle notevoli dimensioni che solitamente hanno queste macchine. A tale proposito, occorre considerare che queste macchine per il loro funzionamento necessitano di un numero relativamente elevato di operatori, quindi un conveniente impiego si può avere solo se l'oliveto permette un'agevole e rapida movimentazione, altrimenti l'efficienza si riduce eccessivamente.

### 8.8.4 Raccolta in continuo

La raccolta in continuo viene effettuata con macchine scavallatrici (vendemmiatrici modificate), che operano a cavallo del filare negli oliveti superintensivi, impiegando 3-4 ore/ha (velocità di 0,3-1 km/ora). Con piante di adeguate dimensioni, la vibrazione delle macchine derivanti dalle vendemmiatrici è molto efficace e viene raccolto il 90-95% dei frutti (con resistenza al distacco inferiore ai 600 g), anche per varietà con frutti piccoli e con alta forza di distacco, in quanto le chiome sono di limitate dimensioni.

Le vendemmiatrici sono modificate aumentando il numero di battitori "ad arco" imperniati alle estremità, che da 4 vengono portati fino a 10-15 o più, e aggiungendo dei battitori liberi nella parte superiore per aumentare l'efficienza di raccolta delle cime. I battitori imperniati alle estremità variano la loro curvatura con una frequenza di 400-500 cicli al minuto, in maniera ciclica e

alternativa. Le macchine sono dotate di sistemi di livellamento e di antislittamento per assicurare la stabilità anche in terreni in pendenza.

***Figura 110: raccolta in continuo***

Per l'intercettazione delle olive in tali sistemi esistono due sistemi: a panieri disposti su un sistema a nastro che procede in senso contrario a quello di avanzamento della macchina, ma con la stessa velocità, a tappeto a scaglie mobili che si ritraggono incontrando il fusto e poi tornano in posizione grazie all'azione di una molla. Il sistema a panieri assicura un'ottima ricezione del prodotto, ma in genere è più soggetto ad usura. Il sistema a scaglie è efficace, ma in caso di vegetazione nella zona basale, che tende a mantenere aperte le scaglie, causa elevate perdite.

In ogni caso, per consentire l'intercettazione del prodotto le branchette fruttifere devono essere al di sopra di 20-50 cm dal suolo.

***Tabella 7: Consumi in euro e Ora/ha delle macchine raccoglitrici***

| Tipo di macchina | Costo orario cantiere (euro) | Ore/ha |
|---|---|---|
| **Vibratore del tronco e intercettatore** | 70 | 11 |
| **Scavallatrice derivante dalla vendemmiatrice** | 157 | 3,7 |

Il prodotto viene poi ripulito dalle foglie e dai rami mediante un apparato aspirante posto al di sopra delle tramogge di contenimento dello stesso. Infine il prodotto cade in 2 serbatoi di circa 1660 litri ciascuno che, dopo essere stati riempiti, sono scaricati per ribaltamento su un rimorchio.

Nella tabella 7 sono riportati i risultati di una prova sperimentale con macchine scavallatrici e i vibratori del tronco.

Nelle migliori condizioni, senza fattori limitanti, i costi di produzione complessivi stimati sono intorno a 1,5-2 euro per kg d'olio. L'efficienza della raccolta e la sua stessa economicità dipendono anche dalla lunghezza dei filari, dal numero di manovre da effettuare, dall'orografia del terreno, dai tempi di spostamento della macchina da un appezzamento all'altro.

**Oliveti superintensivi**

Gli impianti superintensivi hanno circa 1600 piante ad ettaro, allevate a controspalliera con distanze di circa 4 m tra le file e 1,5 m sulla fila. L'impianto superintensivo è stato adottato da circa 15 anni in alcune zone olivicole della Spagna e negli ultimi tempi è stato impiegato in molti nuovi impianti nel mondo grazie alla promozione di alcune aziende vivaistiche.

Gestione agronomica e cure colturali

La potatura viene eseguita in parte manualmente e in parte meccanicamente. In particolare, l'eliminazione delle branche eccessivamente vigorose o che tendono a estendersi oltre il metro dall'asse centrale avviene manualmente, mediante seghetti pneumatici o elettrici. Le barre falcianti, in genere, si usano per contenere in altezza la pianta e per eliminare la fronda troppo vicina a terra. L'irrigazione è requisito indispensabile per una buona produttività dell'impianto. I volumi irrigui normalmente sono nell'ordine dei 2000-2500 metri cubi a ettari all'anno. La concimazione avviene mediante fertirrigazione (5-6 interventi/anno). Possono essere necessari varie concimazioni fogliari unitamente a trattamenti antidacici e contro le malattie crittogamiche (5-7 interventi annui). Il suolo viene generalmente lasciato inerbito tra le file mentre è necessario eseguire dei diserbi a cadenza regolare, di solito a base di glifosate, sulla fila. La durata economica teorica prevista dell'impianto superintensivo è di circa 15 anni, le produzioni previste si aggirano intorno alle 6-10 t all'anno o più. Fino ad oggi solo poche varietà (Arbequina, Arbosana e in parte Koroneiki) si sono mostrate rispondenti a questo modello. Altre varietà (Oliana, Don Carlo, FS-17, Urano, Tosca, Askal e Sikitita) in corso di valutazione sembrano promettenti.

***Figura 111: oliveto superintensivo***

*Caratteristiche dell'impianto superintensivo per un'efficiente raccolta in continuo*

In terreni con una certa pendenza (>5-10%) possono insorgere una serie di problemi di operatività. Inoltre pendenze medio-elevate obbligano ad operare solo in senso discendente costringendo così la macchina a compiere ritorni a vuoto.

Per agevolare la raccolta e per diminuire l'entità dei danni è consigliabile predisporre capezzagne di adeguate dimensioni, di norma non inferiori ai 6-7 m. In questo modo è più semplice per l'operatore imboccare il filare in maniera ottimale, migliorando così l'efficienza di raccolta all'inizio del filare e riducendo i rischi di danni alla struttura portante, alla vegetazione e alla macchina.

Il transito della macchina scavallatrice su terreno lavorato può determinare compattamento. Il compattamento, oltre agli effetti negativi sull'apparato radicale, è dannoso anche per il corretto funzionamento di queste macchine, in quanto determina problemi ai sensori di autolivellamento delle macchine. La macchina tende così a strisciare per terra. Conseguentemente, è opportuno gestire il terreno (almeno nell'interfilare) con inerbimento.

Un punto cruciale è dimensione della parete di vegetazione che deve essere compatibile con la camera di scuotimento della macchina: l'altezza da terra deve essere inferiore a 3 m e la larghezza inferiore a 1,5 m, in quanto la camera di scuotimento ha una larghezza di 60 e gli 80 cm e un’altezza di 180-200 cm (è grazie alla flessibilità delle branche che la macchina può dominare pareti di vegetazioni leggermente più grandi).

***Figura 112: raccolta in continuo in oliveto superintensivo***

# 9 TRASFORMAZIONE

*Nicola Evangelisti, Francesco Castellani, Fabiola Filippa, Edvige Pucci*

Il processo di trasformazione delle olive in frantoio comprende normalmente le seguenti fasi e impatti ambientali:

1. Conferimento delle olive in frantoio. Dopo una prima fase di stoccaggio, che dovrebbe essere di breve durata così da ridurre le perdite di acqua del frutto, si ha la defogliazione e il lavaggio delle olive. Normalmente in questa fase si consumano circa 0,08 m3 d'acqua per quintale di oliva lavorata che viene reimpiegata e, in parte, reintegrata a causa di perdite che si verificano nel processo. Il reintegro normalmente ammonta a un quantitativo circa pari al 10% della portata delle olive lavorate. Al termine di tale fase si hanno quindi come rifiuti acqua ed eventuali fanghi.

***Figura 113: lavaggio e defogliazione delle olive***

2. Nei casi più comuni dove l'oliva non viene anticipatamente denocciolata, il processo continua con la frangitura e quindi la gramolatura. In quest'ultima la pasta di olive viene riscaldata, anche se in misura limitata, attraverso l'impiego di acqua calda presente in una camicia esterna intorno alla zona di lavorazione della pasta nella gramola. Affinché l'acqua venga riscaldata si ha quindi un dispendio energetico (elettrico o termico) che varia in funzione della tecnologia impiegata per il processo (caldaia tradizionale, caldaia a biomassa, resistenza elettrica, ecc.).

***Figura 114: frangitura e gramolatura***

3. L'estrazione. Rappresenta il cuore dell'intero processo in quanto è in tale fase che avviene la vera e propria produzione dell'olio. Si realizza tramite decanter (orizzontale, a 3 o 2 fasi o 2 fasi e mezzo). Indipendentemente dalla macchina impiegata, a termine del processo si hanno come rifiuti e/o coprodotti sansa (asciutta o umida) e nel caso di decanter a 3 e 2 fasi e mezzo anche acque di vegetazione. La sansa normalmente ammonta a una quantità pari a circa il 40-50% in peso delle olive lavorate. Le acque di vegetazione, ricche di sostanze organiche, sono costituite in parte dall'acqua contenuta nelle olive, in parte dall'acqua che viene aggiunta al processo per fluidificare la pasta e rendere quindi più agevole l'estrazione dell'olio ed ammontano a circa il 20-30% del peso delle olive lavorate.

***Figura 115: decanter***

4. A valle dell'estrazione si un’ulteriore centrifugazione che permette di rimuovere i residui di acqua, che va quindi ad aggiungersi all'acqua di vegetazione e di lavaggio delle fasi precedenti.

***Figura 116: separatore centrifugo verticale e filtro***

Insieme a sansa e acque di lavaggio/vegetazione, gli altri impatti ambientali che si verificano durante il processo di estrazione sono normalmente costituiti dalle emissioni in atmosfera dovute al consumo di energia elettrica per l'alimentazione dei macchinari presenti lungo la catena produttiva.

Da quanto appena riportato si comprende come gli impatti siano strettamente connessi alle risorse impiegate e come il quantitativo delle risorse dipenda in primo luogo dalla configurazione del frantoio.

La tabella 8 riporta i consumi medi che si hanno nel frantoio nel caso in cui sia presente o meno il denocciolatore nella catena di produzione:

***Tabella 8: Costi elettrici e termici delle macchine denocciolatrici***

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Energia elettrica** | **Senza denocciolatore** | **3.00** | **kWh/$q_{olive}$** |
| | **Con denocciolatore** | **3.75** | **kWh/$q_{olive}$** |
| **Energia termica** | | **5.00** | **kWh/$q_{olive}$** |

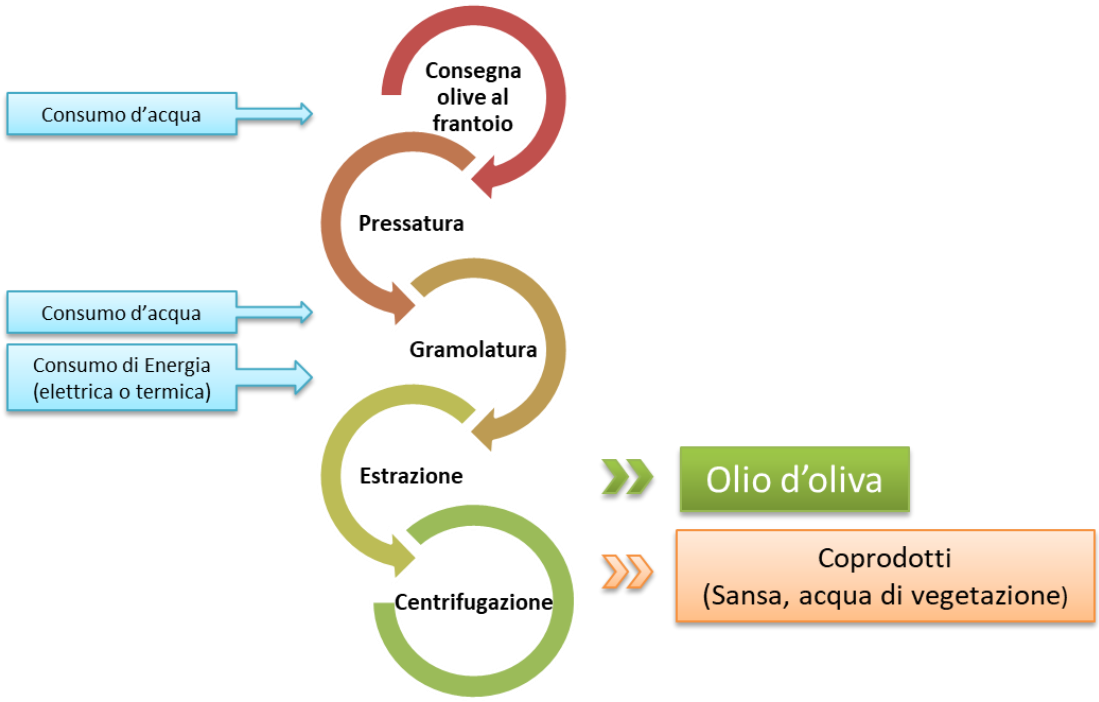



***Figura 117: fasi del processo di trasformazione  e impatti ambientali***

## 9.1 Denocciolatore

Il nocciolino è normalmente considerato come un rifiuto. Negli ultimi anni, tuttavia, è sempre più considerato come un prodotto ottenuto dagli scarti dell'estrazione dell'olio extravergine di oliva che può essere reinserito all'interno del ciclo di vita dell'olio d'oliva o all'interno di altri processi andando a modificare significativamente l'impatto ambientale associato al ciclo produttivo.

***Figura 118: denocciolatore***

Anche se l'introduzione di una nuova macchina nel ciclo produttivo può condurre apparentemente a una condizione "ambientale" peggiore, l'uso del nocciolino come combustibile per il riscaldamento dell'acqua utilizzata nel processo costituisce un vantaggio maggiore rispetto all'incremento di consumi elettrici introdotto con l'aggiunta della macchina.

***Figura 119: nocciolino***

Per avere un'idea dell'impatto associato all'estrazione del nocciolino sul processo di produzione dell'olio extra vergine di oliva, si può fare riferimento a dati rilevati

presso alcune aziende umbre (Italia). I dati raccolti hanno evidenziato come il processo abbia un consumo medio di circa 0,12 kWh per kg di nocciolino prodotto o circa 0,05 kWh per litro di olio extra vergine di oliva prodotto. A questa quantità corrisponde mediamente un incremento complessivo dei consumi energetici associati alla fase di trasformazione in frantoio pari a circa il 25%.

Il consumo di energia elettrica consumata corrisponde, in termini di energia primaria, a circa pari 1,1 MJ per kg di nocciolino prodotto. Se si considera il potere calorifico inferiore (PCI), cioè la quantità di calore prodotta quando un kg di combustibile viene bruciato, il nocciolino è caratterizzato da un PCI pari a circa 16,5 MJ per kg di prodotto.

Confrontando i due valori, emerge come l'energia liberata attraverso il processo di combustione del materiale sia molto maggiore rispetto a quella richiesta per la sua estrazione. Il processo risulta quindi energeticamente molto conveniente. Utilizzando poi il nocciolino come biomassa per l'alimentazione di caldaie, e quindi per la produzione di energia termica, si ha la possibilità di azzerare i consumi di gas naturale o altri combustibili tradizionali riducendo significativamente le emissioni di gas clima-alteranti in atmosfera e i costi associati alle richieste energetiche del processo produttivo.

*Benefici potenziali*

I potenziali benefici ambientali derivanti dall'utilizzo del denocciolatore, cioè la riduzione delle emissioni di $CO_2$ durante il ciclo di vita, sono stati stimati attraverso il software SimaPro. Il software consente di convertire il consumo energetico (termico, elettrico, diesel, benzina, ecc.), le materie prime impiegate, ecc. in una quantità equivalente di gas serra. Tutti i gas identificati dal protocollo di Kyoto come gas clima-alteranti sono quindi convertiti in CO2eq attraverso specifici fattori di normalizzazione.

Nello specifico, la riduzione delle emissioni è stata determinata utilizzando due diversi modelli. Nel primo modello, in cui non è stato considerato il denocciolatore, il fabbisogno di energia termica è stato coperto andando a utilizzare una caldaia tradizionale alimentata a gas naturale come combustibile. Nel secondo modello, invece, il fabbisogno di energia termica è stato coperto attraverso la combustione del nocciolino e quindi con una caldaia a biomassa incrementando, per le ragioni viste sopra, i consumi elettrici dovuti alla presenza del denocciolatore. Tutti gli altri processi non sono stati modificati.

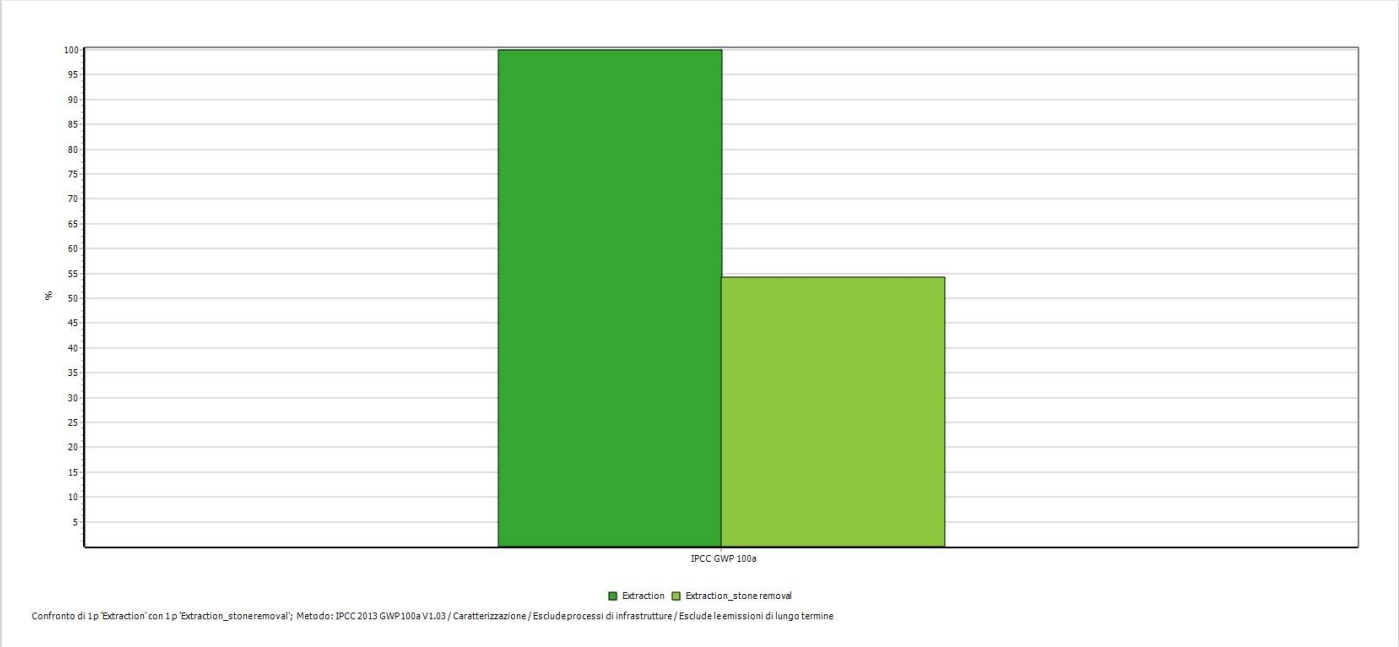



***Figura 120: comparazione delle emissioni  di CO2, senza e con denocciolatore***

Confrontando i risultati ottenuti, la riduzione percentuale delle emissioni di che si registra in un anno è di circa il 45%.

## 9.2 Correzione Del Fattore Di Potenza

POWER FACTOR is the ratio between the Active Power (kW) and the Total Power (kVA) consumed by an electrical equipment or a complete electrical installation. It is a measure of how efficiently electrical power is converted into useful output work. The ideal power factor is unity, or one. Anything less than one means that extra power is required to achieve the actual task at hand.

Il Fattore di Potenza è definito come il rapporto tra il valore della Potenza Attiva (kW) e della Potenza Totale o Potenza apparente (kVA) consumata da un'apparecchiatura elettrica o da un'installazione elettrica. È una misura di quanto efficientemente l'energia elettrica viene convertita in lavoro utile. Nella condizione ideale il fattore di potenza è pari a uno. Quando assume un volre inforiore significa che per poter compiere lavoro è necessario introdurre una "potenza extra" all'interno dell'impianto.

Più in dettaglio:

- Potenza Attiva [kW, kilowatt]: è l'energia assorbita dal sistema e convertita in lavoro utile.
- Potenza Totale o Potenza Apparente [kVA, kilovolt ampere]: Valore massimo della potenza attiva che può essere ottenuto con un fattore di potenza uguale a uno.

- Potenza Reattiva: quando il valore della Potenza Attiva è inferiore a quello della Potenza Totale, all'interno del circuito si verificano alcune "perdite" e il fattore di potenza assume un valore inferiore a uno, cioè la forma d'onda della corrente non coincide più con la forma d'onda della tensione. In questo caso il circuito è caratterizzato da un valore di potenza chiamato Potenza Reattiva, cioè una potenza assorbita dal sistema che non viene però convertita in lavoro utile.

Tanto più alto è il valore della Potenza Reattiva, tanto maggiori saranno le perdite di energia e quindi la corrente che dovrà fluire all'interno del circuito per contrastare tali perdite. Questa condizione può portare a:

- Maggiori costi dovuti sia alla gestione dell'impianto (aumentando il flusso di corrente aumenta la potenza assorbita dalla rete elettrica e quindi i kWh in bolletta) sia a possibili multe imposte dal gestore del servizio elettrico in funzione del valore del fattore di potenza.
- Un deterioramento più rapido dei cavi elettrici in quanto, per più alti valori di corrente il cavo subisce un surriscaldamento maggiore che può portare al deterioramento del materiale con cui è isolato.

***Figura 121: condensatori installati nel pannello elettrico***

Il fattore di potenza può essere aumentato, riducendo così le perdite di energia, attraverso l'insallazione di uno o più condensatori nell'impianto elettrico secondo due diverse configurazioni:

- Uno o più condensatori installati direttamente sul macchinario.
- Uno o più condensatori installati a monte di tutte le macchine e quindi comuni per tutto l'impianto.

La scelta tra queste due soluzioni dipende da diversi fattori come ad esempio il costo, la tipologia di macchine connesse alla rete, ecc. Solo dopo un'attenta analisi dell'impianto è possibile definire la soluzione più opportuna.

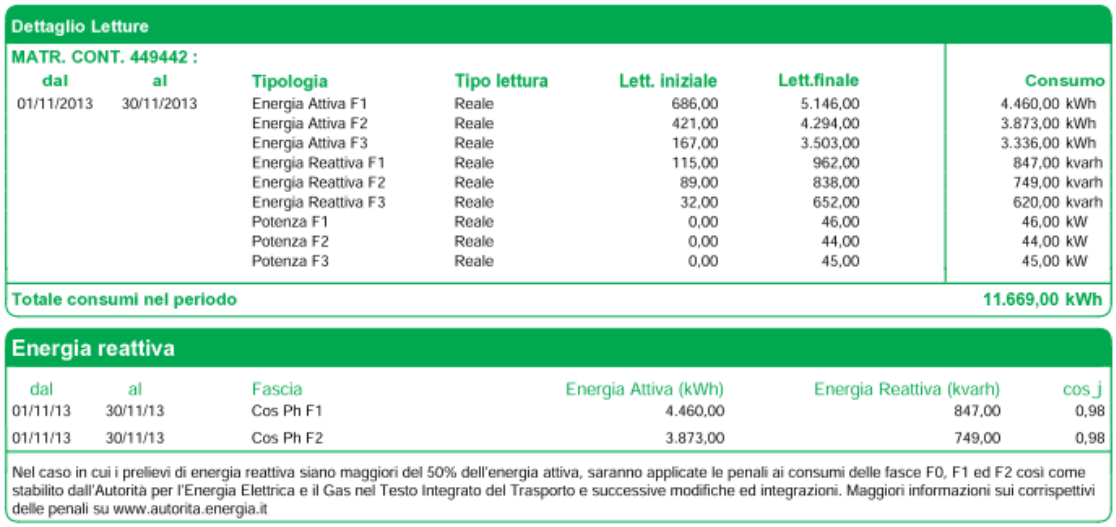
Correggendo il fattore di potenza è quindi possibile:

- Ridurre le perdite di rete, con una corrispondente riduzione delle emissioni di $CO_2$.

- Aumentare la capacità di trasmissione della rete elettrica (si riduce la richiesta di potenza e quindi si libera "spazio" nel cablaggio nazionale per la trasmissione, ad esempio, di energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile).

Il fattore di potenza, operativamente, può essere determinato attraverso:

- Misurazioni dirette, ovvero attraverso un analizzatore di rete che consente di monitorare continuamente i valori di Tensione, Frequenza, Intensità della corrente, Potenza attiva e Potenza Reattiva;
- Analisi dettagliata delle bollette elettriche (nella figura 1 un esempio per il servizio italiano). Nelle bollette elettriche, invece del valore di potenza, può essere specificato il valore di energia.



**Dettaglio Letture**

**MATR. CONT. 449442 :**

| dal | al | Tipologia | Tipo lettura | Lett. iniziale | Lett.finale | Consumo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 01/11/2013 | 30/11/2013 | Energia Attiva F1 | Reale | 686,00 | 5.146,00 | 4.460,00 kWh |
| | | Energia Attiva F2 | Reale | 421,00 | 4.294,00 | 3.873,00 kWh |
| | | Energia Attiva F3 | Reale | 167,00 | 3.503,00 | 3.336,00 kWh |
| | | Energia Reattiva F1 | Reale | 115,00 | 962,00 | 847,00 kvarh |
| | | Energia Reattiva F2 | Reale | 89,00 | 838,00 | 749,00 kvarh |
| | | Energia Reattiva F3 | Reale | 32,00 | 652,00 | 620,00 kvarh |
| | | Potenza F1 | Reale | 0,00 | 46,00 | 46,00 kW |
| | | Potenza F2 | Reale | 0,00 | 44,00 | 44,00 kW |
| | | Potenza F3 | Reale | 0,00 | 45,00 | 45,00 kW |

**Totale consumi nel periodo** **11.669,00 kWh**

**Energia reattiva**

| dal | al | Fascia | Energia Attiva (kWh) | Energia Reattiva (kvarh) | cos j |
|---|---|---|---|---|---|
| 01/11/13 | 30/11/13 | Cos Ph F1 | 4.460,00 | 847,00 | 0,98 |
| 01/11/13 | 30/11/13 | Cos Ph F2 | 3.873,00 | 749,00 | 0,98 |

Nel caso in cui i prelievi di energia reattiva siano maggiori del 50% dell'energia attiva, saranno applicate le penali ai consumi delle fasce F0, F1 ed F2 così come stabilito dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas nel Testo Integrato del Trasporto e successive modifiche ed integrazioni. Maggiori informazioni sui corrispettivi delle penali su www.autorita.energia.it

***Figura 122: Esempio di analisi dettagliata di una bolletta elettrica***

*Benefici Potenziali*

Per poter stimare l'impatto in termini di riduzione delle emissioni di $CO_2$ grazie alla correzione del fattore di potenza, sono state considerate le seguenti ipotesi per lo sviluppo del modello nel software SimaPro:

- Linea di produzione con potenza di picco pari a 70kW alimentata in bassa tensione 380V.
- Intervallo di variabilità del fattore di potenza compreso tra 0,7 e 0,95.

La potenza di picco è stata definita considerando un frantoio composto come segue: sistema di stoccaggio delle olive, macchina per il lavaggio e la rimozione delle foglie, frangitore, gramole, decanter e centrifuga verticale.

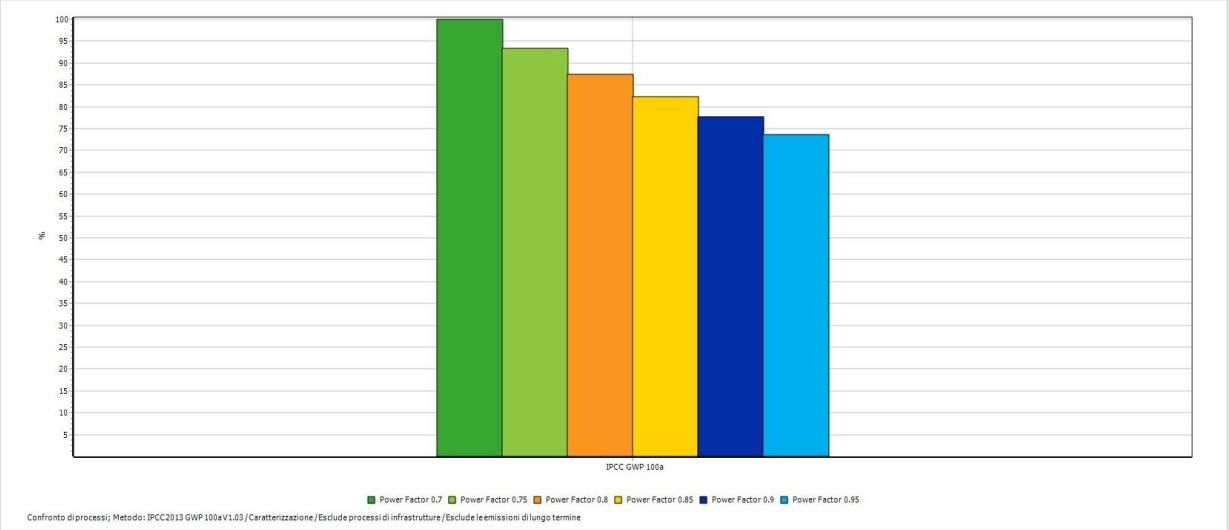



***Figura 123: Riduzione delle emissioni di $CO_2$ espressa in %***

Confrontando i risultati ottenuti, la riduzione percentuale delle emissioni di CO2 per anno di lavorazione, varia tra il 5% e il 25% passando da un fattore di potenza pari a 0,7 (colore verde scuro assunto come riferimento) a un fattore pari a 0,95 (colonna ciano). Per ogni step il fattore di potenza è stato incrementato di una quantità pari a 0,5.

## 9.3 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Un impianto è un sistema progettato per trasformare l'energia solare in energia utilizzabile e quindi in lavoro utile.

***Figura 124: impianto fotovoltaico***

È realizzato attraverso la combinazione di diverse componenti, tra cui i pannelli fotovoltaici che assolvono la funzione di assorbimento e conversione della luce solare in elettricità.

Nel settore agricolo, gli edifici che si realizzano sono spesso caratterizzati da grandi superfici di copertura. Dove l'esposizione alla radiazione solare risulta essere vantaggiosa, sono facilmente installabili pannelli fotovoltaici per la produzione di elettricità da fonte rinnovabile. I vantaggi associati a questa tecnologia sono numerosi tra cui:

- Assenza di emissioni inquinanti durante il funzionamento dell'impianto (per ogni kWh prodotto si ha un "risparmio" di circa 0.5 ÷ 0.7 kg$CO_2$ immessi nell'ambiente).
- Risparmio di combustibili fossili.
- Elevata affidabilità del sistema in quanto non ci sono parti in movimento (salvo alcune disposizioni impiantistiche che seguono la posizione del sole nell'arco della giornata).
- Ridotti costi operativi e di manutenzione dell'impianto.

Per quanto riguarda le criticità associate a tale tecnologia, le principali sono:

- L'intermittenza della fonte di energia (dipendenza dalle condizioni climatiche, dalla stagione e dall'orario).
- I pannelli fotovoltaici richiedono delle componenti aggiuntive per poter essere sfruttati quali, ad esempio, inverter che permettono di convertire il segnale elettrico prodotto dal pannello (corrente continua) in un segnale in corrente alternata di adeguata tensione per poter essere impiegato dai macchinari.
- Efficienza relativamente ridotta nella conversione della luce solare in elettricità dei pannelli (compresa normalmente tra il 14%-25%).

### 9.3.1 Tecnologia e tipologia di celle fotovoltaiche

Attualmente, le celle fotovoltaiche[1] (o celle solari) maggiormente diffuse sono:

- Celle monocristalline: realizzate in silicio, ogni cella è costituita da un wafer la cui struttura cristallina è omogenea.

[1] Dispositivo elettrico che converte la luce solare in elettricità.

- Celle policristalline: realizzate in silicio, ogni cella è costituita da un wafer la cui struttura cristallina non è omogenea ma organizzata not homogeneous but organized in locally ordered grains;
- Film sottile: viene prodotto depositando uno o più strati sottili di materiale fotovoltaico su un substrato.

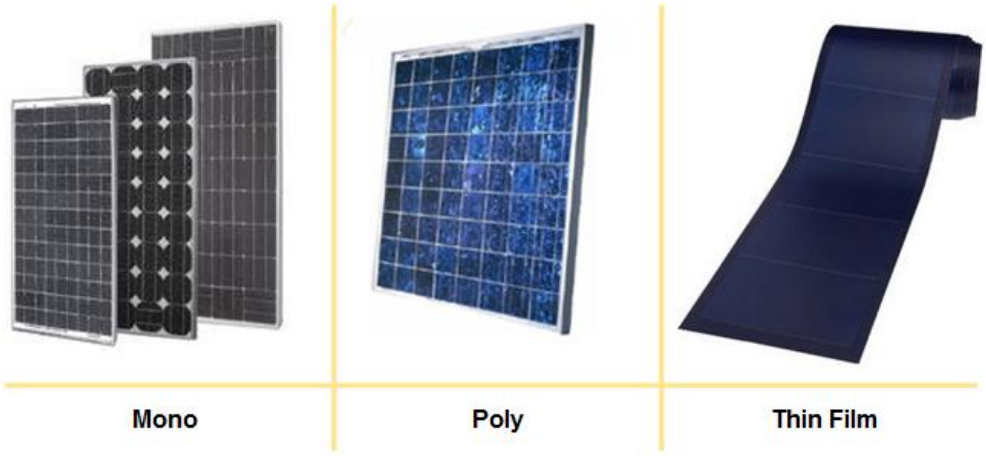



***Figura 125: tipologia di pannelli fotovoltaici***

Come specificato ai punti precedenti, le celle sono realizzate principalmente con semiconduttori di silicio. Questa condizione deriva da diversi fattori tra cui:

- Disponibilità quasi illimitata (risorse del pianeta).
- Ampio utilizzo nel settore elettronico.
- Possibilità di riciclare i rifiuti dell'industria elettronica in quanto l'industria fotovoltaica tollera concentrazioni di impurità tipicamente dell'ordine di $10^{-5} \div 10^{-6}$ (rispetto ai valori di $10^{-8} \div 10^{-9}$ dell'industria elettronica).

### 9.3.2 Principali componenti di un impianto fotovoltaico

L'elemento principale della tecnologia fotovoltaica è la cella in silicio, capace di convertire l'energia luminosa, su di essa incidente, direttamente in energia elettrica. Il convertitore DC-DC[2] modifica la tensione della sorgente di corrente continua. L'inverter converte la corrente continua in corrente

[2] È un dispositivo elettronico che converte il valore di tensione di una sorgente di corrente continua (o Direct Current - DC) da un valore ad un altro.

alternata eventualmente a tensione diversa, così che possa essere impiegata dalle macchine connesse all'impianto.

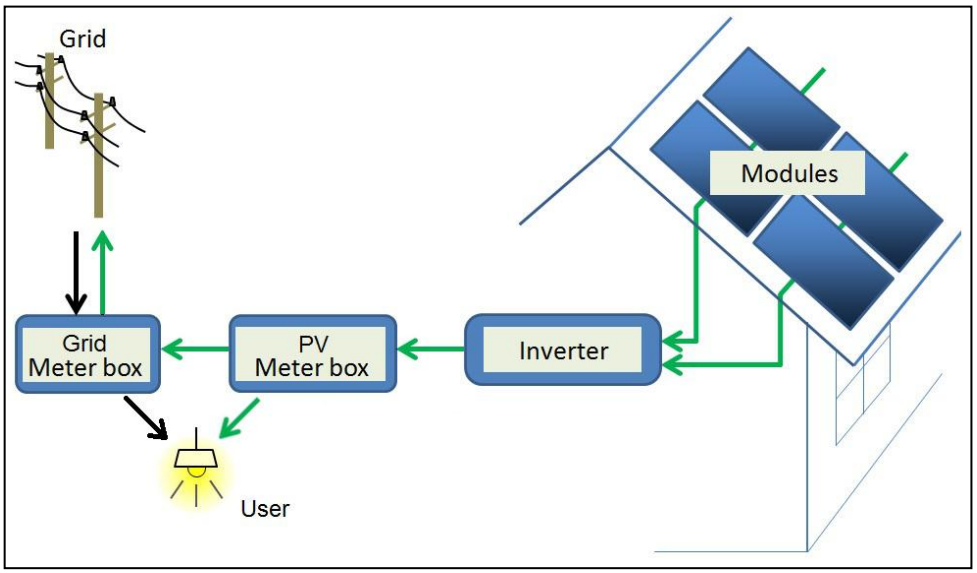



***Figura 126: principali componenti di un impianto fotovoltaico***

### 9.3.3 Condizioni minime di installazione e possibili fattori limitanti

L'impianto fotovoltaico deve essere calibrato sul reale consumo dell'azienda. Il primo passo è quindi l'analisi, più accurata possibile, del consumo reale del sito in cui verrà installato il sistema. Per effettuare tale analisi sono necessarie almeno le fatture dettagliate per un intero anno di lavorazione. Queste informazioni saranno infatti utilizzate per determinare la fattibilità economica del sistema fotovoltaico confrontando i kWh consumati dall'azienda con la produzione stimata dell'impianto.

A valle di questo primo passaggio, è possibile procedere con il dimensionamento dell'impianto tenendo conto, per la valutazione dell'efficienza del sistema fotovoltaico, diversi fattori tra cui:

(https://www.rethink.srl/caso-studio-fotovoltaico-2017-conviene-ancora-alle-aziende-ecco-il-business-plan/)

- La superficie utile disponibile per l'installazione, cioè la superficie caratterizzata da una buona esposizione.
- Caratteristiche geografiche del sito di installazione: latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza delle superfici nell'intorno del luogo di installazione dell'impianto.

- La configurazione dei moduli, o pannelli: angolo di Tilt (angolo del pannello rispetto al piano orizzontale) e angolo di Azimut (angolo che un piano perpendicolare al pannello forma con il nord).
- Qualsiasi ombreggiamento/ostacolo attorno al sito di installazione.
- Caratteristiche tecniche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite dovute a disaccoppiamento o disallineamento.
- Caratteristiche tecniche del BOS[3] (Balance Of System).
- Tipo di connessione esistente.

Un impianto fotovoltaico, affinché posso continuare ad essere efficiente, deve essere inoltre costantemente monitorato e pulito. Tra le cause più comuni di malfunzionamento si possono considerare:

An efficient photovoltaic system, must be also kept cleaned and constantly monitored. The most common causes of malfunction are:

- Ombreggiamenti: è possibile cambiare le stringhe dei moduli, garantendo così una migliore efficienza.
- Pulizia non accurata dei moduli.
- Eccessive perdite di tensione nel cablaggio.
- Problemi associati all'inverter: normalmente gli "errori" sono segnalati da un apposito codice che identifica quindi anche la soluzione al problema che si è verificato.

In alcuni casi risulta infine necessario provvedere anche alla sostituzione delle componenti principali del sistema, ovvero dei moduli fotovoltaici e dell'inverter.

Nel primo caso, è preferibile utilizzare la stessa marca e modello del modulo da sostituire. Qualora tale condizione non sia possibile è buona norma sostituire il modulo con un altro aventi caratteristiche simili sia in termini di corrente che di voltaggio così da evitare degli squilibri di potenza eccessivi.

[3] Componenti e apparecchiature che trasferiscono l'energia prodotta dai pannelli in corrente continua al sistema di conversione che produce elettricità in corrente alternata.

La sostituzione dell'inverter si realizza soprattutto per quei sistemi fuori garanzia o che necessitano di revamping[4]. L'inverter deve essere certificato e soddisfare i requisiti richiesti dai servizi di rete; dovrà inoltre essere caratterizzato da alta efficienza e tecnologicamente avanzato dando la possibilità di modificare velocemente il punto di potenza massima e quindi aumentare la producibilità giornaliera in modo "dinamico".

### 9.3.4 Costi dell'impianto

Il grafico riportato di seguito evidenzia come il costo di un impianto fotovoltaico sia diminuito significativamente negli ultimi anni grazie a:

- una progressiva diffusione della tecnologia
- una riduzione dei costi di produzione della componentistica.

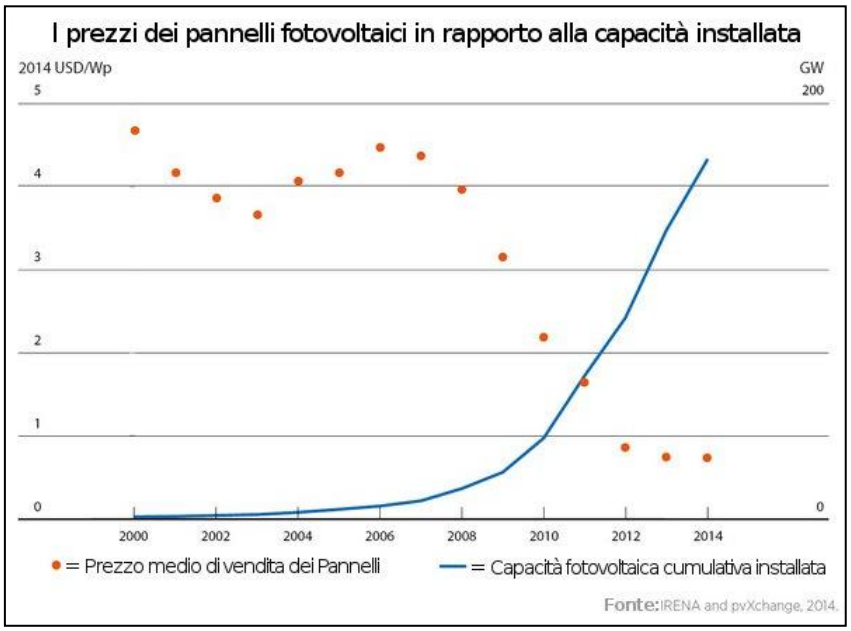



***Figura 127: prezzi dei pannelli/capacità installata***

In Figura 128 è possibile osservare l'incidenza sul costo totale del pannello delle diverse componenti che lo costituiscono.

[4] Tecnica che consente di "rigenerare"gli impianti fotovoltaici già installati e funzionanti, ma che per le loro caratteristiche sono caratterizzati da bassa efficienza.

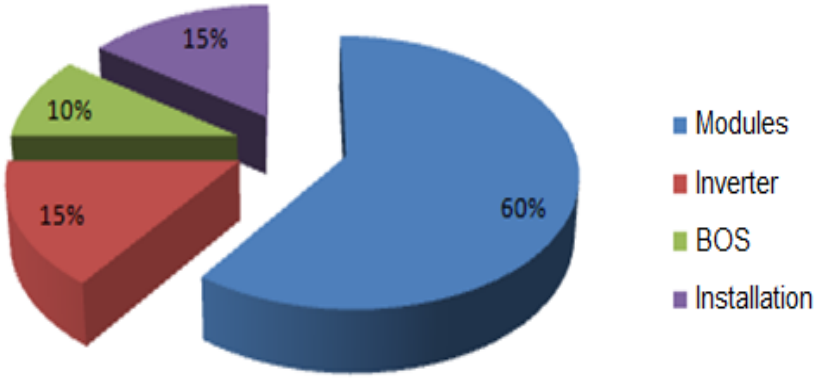



***Figura 128: incidenza delle diverse componenti del pannello sul costo***

Il prezzo attuale del modulo fotovoltaico è di circa 0,6 - 1,0 €/Wp. Considerando quindi una tipica potenza media installata di 3kWp si ha un prezzo complessivo compreso tra 1.800 - 3.000 €.

### 9.3.5 Tipologia di sistemi fotovoltaici

- *Impianti in funzionamento ad ISOLA (Stand-Alone or Off-Grid system)*

Di seguito le principali caratteristiche e componenti di tali impianti:

- L'impianto funziona indipendentemente dalla rete elettrica pubblica.
- L'accumulatore fornisce l'energia elettrica quando i moduli non sono in grado di produrne, ad esempio per mancanza di irradiamento solare.
- Il regolatore di carica è un apparecchio elettronico che regola la ricarica e la scarica degli accumulatori. Uno dei suoi compiti è quello di interrompere la ricarica ad accumulatore pieno.

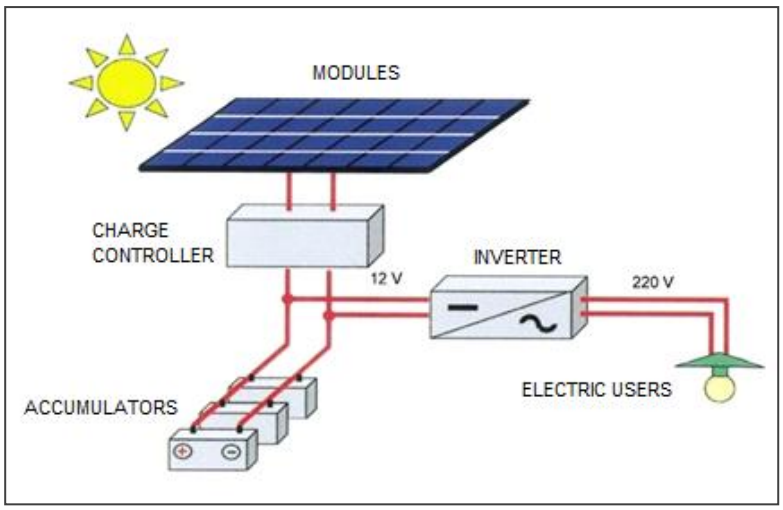



***Figure 28: stand-un Alone or Off-Grid system***

- L'inverter converte la corrente continua prodotta dal pannello in corrente alternata.
- Utenze: apparecchi alimentati dall'impianto fotovoltaico.

- *Impianti CONNESSI IN RETE (Grid-Connected system)*

Di seguito le principali caratteristiche e componenti di tali impianti:

- L’impianto è connesso alla rete di distribuzione (grid connetcted).
- C’è la necessità di un contatore bidirezionale che consente di determinare il consumo di energia elettrica, cioè la quantità di energia elettrica proveniente dalla rete e dall'impianto fotovoltaico.
- L’inverter consente di convertire la corrente continua in alternata.

Questa è la soluzione più comunemente impiegata. Grazie al suo layout, l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico può essere infatti condivisa con l'utility nazionale (se l'energia prodotta è maggiore di quella consumata) facendo si che l'utente diventi un produttore di energia elettrica. Viceversa, se il consumo è maggiore rispetto alla produzione, l'utente può sempre coprire i propri fabbisogni energetici attraverso la rete pubblica.

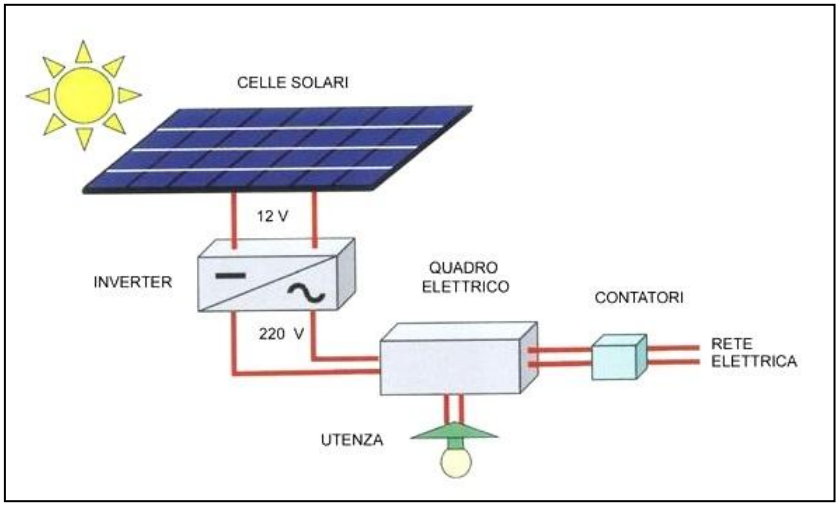



***Figura 130: impianto connesso in rete***

*Benefici Potenziali*

I potenziali benefici ambientali derivanti dall'installazione di pannelli fotovoltaici, vale a dire la riduzione delle emissioni di CO2 emesse durante il ciclo di vita, sono stati stimati attraverso il software SimaPro considerando dei pannelli installati su tetto inclinato e con celle in silicio policristallino. Sono stati quindi costruiti due diversi modelli. Nel primo modello, il consumo di elettricità durante la fase di estrazione è stato coperto utilizzando un impianto fotovoltaico con le caratteristiche prima specificate. Nel secondo modello, invece, il fabbisogno elettrico è stato

sopperito ricorrendo unicamente alla fornitura elettrica nazionale. Tutti gli altri processi caratterizzanti le diversi fasi di vita del prodotto non sono stati modificati.

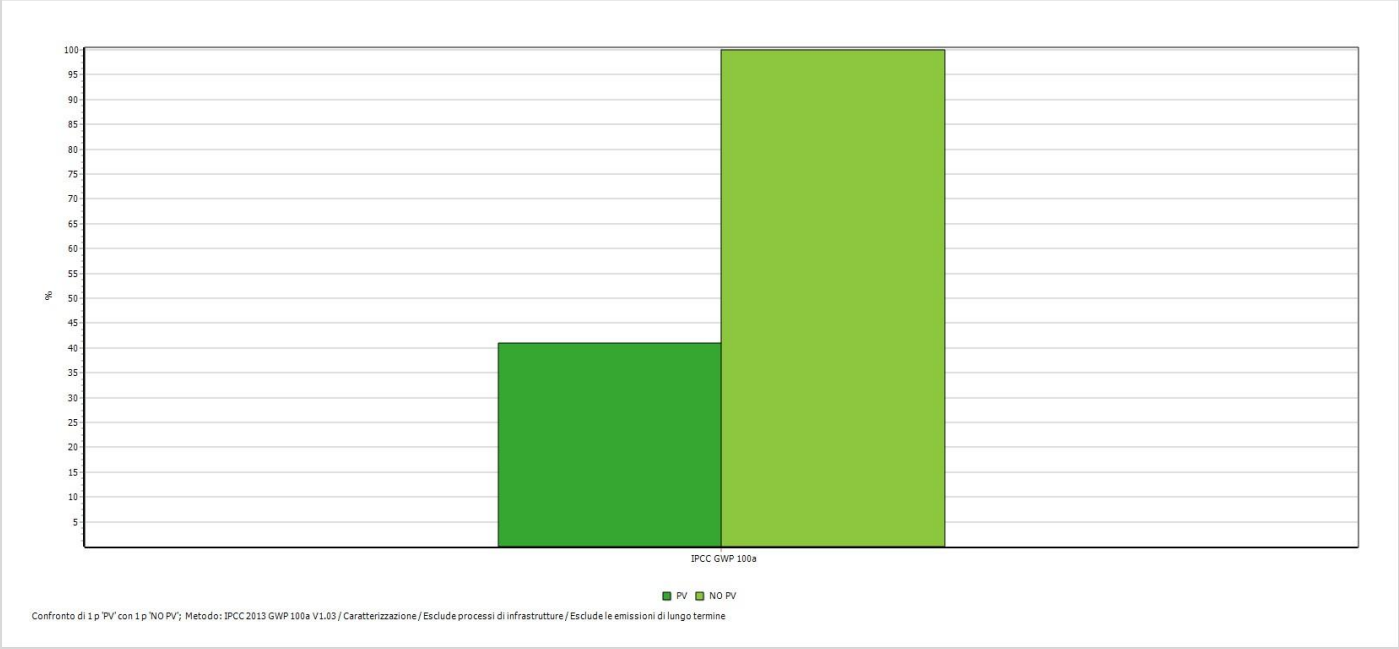



***Figura 131: comparazione delle emissioni di CO2 con e senza impianto fotovoltaico***

Confrontando i risultati ottenuti, la percentuale di riduzione delle emissioni di CO2 che si registrano in un anno nella fase di estrazione è di circa il 60%.

# 10 SOTTOPRODOTTI DELLA FILIERA OLEARIA

*Luca Regni, Hanene Mairech, Primo Proietti*

L'impatto ambientale della produzione di olive è considerevole in quanto l'estrazione di olio può richiedere ingenti quantitativi di acqua e genera elevate quantità di sottoprodotti (OMW). Tali sottoprodotti sono generati in un periodo limitato di tempo che dura 3-4 mesi a partire dalla raccolta. Con il sistema di estrazione per pressione (metodo tradizionale) o con centrifuga a 3 fasi i sottoprodotti dell'estrazione dell'olio sono sansa e acque di vegetazione (AV). Con il sistema di estrazione a due fasi, invece, il sottoprodotto dell'estrazione è costituito da una sansa estremamente umida. In molte nazioni in cui è diffusa la coltivazione dell'olivo (come ad esempio l'Italia) i sottoprodotti dell'industria olearia possono essere distribuiti come ammendante in pieno campo purché vengano rispettati specifici requisiti. Questa applicazione sta destando un interesse crescente non solo per il suo basso costo ma anche per il suo ruolo potenziale di incremento del contenuto di sostanza organica del suolo. Ciò è di grande importanza in quanto la coltivazione intensiva porta a una graduale perdita di sostanza organica con un deterioramento delle proprietà fisico chimiche e biologiche e di conseguenza a fenomeni degenerativi come erosione e perdita di fertilità. In ogni caso lo spandimento diretto in pieno campo delle AV e della sansa va condotto con razionalità poiché la sostanza organica poco stabilizzata contenuta in questi materiali può inibire o ridurre lo sviluppo delle colture a causa della presenza di tannini, acidi grassi e fenoli, della competizione per l'azoto tra i microrganismi del suolo e la pianta dovuta all'elevato rapporto C/N, alto contenuto in sali solubili, reazione acida, ecc. D'altro canto l'elevato contenuto in fosforo, potassio e sostanza organica può contribuire in maniera significativa alla fertilizzazione dei suoli coltivati.

- *Sequestro del carbonio*

Non va sottovalutato che l'incremento di sostanza organica nel terreno, conseguente all'apporto di matrici quali AV e sanse, oltre all'effetto concimante e ammendante, immobilizza notevoli quantità di carbonio (C) nel suolo, consentendo così di ridurre il contenuto in anidride carbonica ($CO_2$) dell'atmosfera, con un sensibile beneficio ambientale. I modelli previsionali indicano che, sebbene il potenziale di sottrazione di C da parte del suolo e della vegetazione non sia da solo in grado di compensare gli aumenti delle emissioni di $CO_2$, la capacità di accumulo di C nella biosfera nei prossimi anni potrebbe essere una misura essenziale per poter stabilizzare le emissioni. Le tecniche di gestione dei terreni agricoli capaci di massimizzare l'accumulo di C vanno così assumendo crescente importanza e interesse, anche per quanto previsto dall'art. 3.4 del protocollo di Kyoto, in base al quale i Paesi aderenti si sono impegnati a ridurre i livelli di

emissione di $CO_2$. Una volta acquisite adeguate conoscenze sulle potenzialità di accumulo di C dei sistemi produttivi, sarà possibile quantificare i "crediti di C a ettaro" per attribuire un valore remunerabile all'assorbimento del C ai fini del bilancio territoriale che ogni Paese sarà obbligato a rispettare. In effetti, la produzione di crediti di C, acquistabili sul mercato volontario ai fini della compensazione, può essere ottenuta da soggetti che adottano nuove tecniche colturali che incrementano l'assorbimento/stoccaggio di $CO_2$ (come appunto si ha con l'aumento del C organico nel suolo). La compensazione è un meccanismo in base al quale una certa quantità di $CO_2$ prodotta in un luogo può essere compensata attraverso la riduzione o il sequestro di una stessa quantità di $CO_2$ in altro luogo: ciò presuppone l'acquisto di crediti di C da parte di chi emette nell'atmosfera $CO_2$. Ciò potrebbe costituire un'interessante prospettiva di integrazione economica per il settore olivicolo che da anni soffre per una scarsa redditività in quanto, potenzialmente, un imprenditore agricolo potrebbe ricevere redditi dalla vendita dei crediti di carbonio ottenibili da interventi compensativi specifici volti ad aumentare lo stock di C nella biomassa epigea, ipogea, nella lettiera e nel suolo.

Un esperimento condotto nel Centro Italia (Regni et al., 2017) ha preso in considerazione il C stoccato dall'intero agro ecosistema oliveto dopo 8 anni di ammendamento con sansa e relativo compost. Dal suddetto lavoro emerge che il 50% del C presente nel compost viene stoccato dal suolo, dai frutti e dalle potature mentre utilizzando la sansa tal quale la percentuale di C stoccato scende al 6%.

## 10.1 Effetto fertilizzante

Dal punto di vista agronomico, come dimostrato da una vasta letteratura scientifica, le AV e le sanse sono molto interessanti per le loro proprietà fertilizzanti, dovute all'apporto di sostanza organica e nutrienti (soprattutto azoto, fosforo e potassio), ma anche al miglioramento della porosità del suolo e della capacità di ritenzione idrica. Questo è di particolare interesse nei suoli poveri in sostanza organica e nutrienti, come la maggior parte di quelli dei Paesi del bacino del Mediterraneo. Tuttavia, una non corretta gestione di questi sottoprodotti, può causare una temporanea immobilizzazione dell'azoto nel suolo e di conseguenza una riduzione della produzione a causa di uno scarso assorbimento dell'azoto stesso da parte della pianta.

## 10.2 Acque di vegetazione (AV)

### 10.2.1 Proprietà agronomiche delle AV

Dal punto di vista agronomico le proprietà più importanti delle AV sono.

- il pH basso

- la presenza di azoto (quasi esclusivamente in forma organica)
- l'elevata concentrazione, anche se con considerevoli fluttuazioni, in potassio e fenoli
- la presenza di lieviti, funghi e in particolar modo di batteri celluloso litici mentre i batteri nitrificanti risultano assenti
- l'effetto benefico dei fenoli dovuto alle loro proprietà antiossidanti e batteriostatiche che può influire sui cicli ossidativi della sostanza organica e degli elementi minerali presenti nel suolo, come ad esempio l'ossidazione dei composti ammonici a nitrito e a nitrato.

Il rilascio di odori sgradevoli dopo lo spandimento delle AV è molto basso e meno impattante rispetto a quello che segue la letamazione. Molti esperimenti hanno dimostrato che le AV possono essere considerate come un fertilizzante a lento rilascio e che non esistono rischi di degradazione irreversibile del suolo o di effetti tossici sulle colture, ad eccezione di quando vengono utilizzate dosi eccessive o la distribuzione avviene in maniera irrazionale. Di conseguenza, lo spandimento controllato delle AV su suolo agricolo può essere considerata come una tecnica di grande interesse in quanto consente di somministrare al suolo alcune sostanze fertilizzanti, di ridurre l'uso dei fertilizzanti chimici e di evitare il trattamento delle AV che oltre a distruggere sostanze potenzialmente utili può causare un consumo di energia.

### 10.2.2 Fertirrigazione con le AV

In molte nazioni i frantoi risolvono il problema dello smaltimento delle AV spandendole suol suolo nel rispetto della normativa nazionale che riconosce alcune proprietà fertilizzanti alle AV e definisce i criteri e le regole tecniche per l'utilizzo agronomico di sansa e AV.

Ad esempio, in Italia AV e sansa in accordo con la legge 152/2006 possono essere utilizzate come ammendanti senza alcun trattamento preventivo. In particolare, nei terreni argillosi con elevata percentuale di argilla e elevati valori di capacità di scambio cationico la fertirrigazione risulta essere la scelta migliore per lo smaltimento delle AV. Inoltre, il contenuto in carbonati nel suolo è importante affinché esso riesca ad esercitare efficientemente il suo potere tampone e vengano così evitati drastici cambiamenti dei valori di pH del suolo.

### 10.2.3 Quantitativi

Per evitare gli effetti indesiderati dello spandimento delle AV è necessario seguire una tecnica corretta di spandimento in accordo con la vigente normativa. In Italia ad esempio i produttori che intendono effettuare la fertirrigazione con AV o l'ammendamento con sansa **devono presentare**

**annualmente una relazione tecnica al sindaco almeno trenta giorni prima l'avvio dell'operazione.**

La relazione tecnica deve contenere informazioni sulla geomorfologia, geomorfologia e altre caratteristiche del suolo, sul tempo necessario previsto per lo spandimento, nonché sul sistema utilizzato per assicurare un'ottimale distribuzione. In alcune nazioni, leggi nazionali o locali stabiliscono le quantità massime che possono essere distribuite.

In Italia l'utilizzo agronomico delle AV (così come della sansa) derivanti da impianti di estrazione tradizionali per pressione è ammesso per un quantitativo massimo di **50 $m^3$ $ha^{-1}$ all'anno** ,mentre il quantitativo massimo per i sottoprodotti degli impianti moderni (estrazione per centrifugazione) è di **80 $m^3$ $ha^{-1}$ all'anno.**

Per determinare il quantitativo distribuibile è necessario tenere in considerazione la capacità di infiltrazione del suolo. Se questa è bassa (<5 mm $h^{-1}$) deve essere distribuito un quantitativo inferiore per prevenire il ruscellamento superficiale o fenomeni di allagamento in pianura. Il quantitativo va ridotto anche quando la capacità di infiltrazione del suolo è molto elevata (> 150 mm $h^{-1}$) perché potrebbe verificarsi una percolazione eccessiva della frazione organica delle AV che può causare inquinamento dell'acqua di falda. Il quantitativo distribuibile può essere sostanzialmente incrementato quando viene effettuato un pre-trattamento fisico e fisico-chimico. Questi trattamenti infatti possono rimuovere i solidi sospesi, le macromolecole disperse e l'olio in emulsione.

### 10.2.4 Periodo di spandimento

Il periodo di spandimento deve rispettare, se presenti, le leggi regionali. Per le piante arboree (olivo in particolare) il limite maggiore è rappresentato dalla pendenza del suolo da trattare che nei periodi piovosi può causare ruscellamento superficiale o problemi di accessibilità per le macchine.

Per evitare la lisciviazione, le **AV non devono essere distribuite in giorni piovosi o su suolo gelato**.

### 10.2.5 Metodi di spandimento

Lo spandimento deve essere effettuato in maniera da assicurare una distribuzione omogenea sull'intera superficie del suolo, ad esempio con uno spandiliquami modificato che può distribuire le AV in superficie o interrarle leggermente grazie a degli strumenti montati sullo stesso spandiliquami.

Negli **oliveti le AV possono essere distribuite tra le file a distanza di 0,5-1 m dal tronco.**

L’interramento delle AV nel suolo accelera la degradazione ossidativa dei fenoli e facilita l’interazione tra il materiale organico e il suolo prevenendo così fenomeni di ruscellamento superficiale o percolazione. Pertanto quando possibile (ad es. quando il suolo non viene gestito con inerbimento) è preferibile interrare le AV nel suolo (ad es. con un vibrocoltivatore) dopo lo spandimento, in maniera da migliorare la porosità del suolo ed evitare fastidiosi effetti visivi e cattivi odori.

Considerando la capacità dello spandiliquami (circa 5-6 $m^3$) è necessario un giorno lavorativo per distribuire 80 $m^3$ di AV su una superficie di 1 ha. Ciò rappresenta, certamente, un costo non trascurabile, anche se compensato dal valore fertilizzante delle AV.

Per semplificare la distribuzione delle AV è stato sperimentato con successo un sistema di irrigazione automatizzato, che collega direttamente il frantoio alla una superficie di spargimento. Tale sistema consistente I) in un serbatoio di stoccaggio delle AV II) una pompa elettrica attivata automaticamente a seconda del livello delle AV nel serbatoio e III) una macchina a propulsione per irrigare.

***Figura 132: spandimento delle acque di vegetazione sul terreno***

**Lo spargimento delle AV secondo la legge italiana** non può essere effettuato in terreni non utilizzati a fini agricoli o che si trovino a meno di 10 metri dai corsi d'acqua o dall'inizio della riva sabbiosa o situati a meno di 200 metri dalle città o 300 metri dalle aree protette di attingimento di acqua per il consumo umano per l'irrigazione di colture orticole o dove le acque sotterranee sono situate a meno di 10 metri di profondità o su terreni congelati, coperti di neve, bagnati o allagati o con pendenza superiore al 15% (questo limite, può essere aumentato al 25% in presenza di terreni coperti di erba o in presenza di sistemi di drenaggio o nel caso in cui siano utilizzati sistemi che contemporaneamente distribuiscano e incorporano le AV nel terreno). Anche le foreste, i giardini di uso pubblico e le cave sono esclusi dallo spargimento.

Lo spandimento di AV non dovrebbe essere effettuato nemmeno nei terreni con elevati livelli di salinità, poiché l'elevato contenuto in Sali solubili delle AV può, anche se temporaneamente, aumentare ulteriormente la salinità del suolo e di conseguenza provocare una diminuzione della stabilità degli aggregati. Nei terreni non salini, rispettando le dosi previste dalla legge, le AV non provocano aumenti pericolosi della salinità del suolo.

Da un punto di vista pratico, l'applicazione delle AV non influisce sulle proprietà chimiche e biologiche quando il terreno è argilloso e calcareo (da evitare suoli acidi, sabbiosi e rocciosi). Allo stesso modo, le AV possono essere distribuite su terreni superficiali (20-30 cm) con tessitura fine, che hanno una buona capacità di ritenzione idrica e di fertilizzanti. L'analisi chimica del suolo è fortemente raccomandata prima dello spandimento delle AV per determinare due parametri: pH e conducibilità elettrica (salinità).

### 10.2.6 Co-compostaggio delle AV con matrici solide

Una prospettiva interessante per migliorare i benefici legati allo spandimento delle AV è rappresentata dal compostaggio, cioè il processo di trasformazione biologica della matrice organica per produrre un materiale stabilizzato, ricco di minerali, sanificato e non fitotossico. Infatti, la componente organica delle AV è essenzialmente non umificata, mentre dal punto di vista agronomico la forma più efficiente di materia organica è quella umificata. Le AV per essere compostate devono essere miscelate ad un substrato solido ricco di cellulosa e con un adeguato rapporto C / N (25/30). Alcuni esperimenti hanno dimostrato che miscelare le AV con matrici solide aventi un alto potere di adsorbimento e adatta porosità (ad es. sansa, paglia, cippato di legno) con l'aggiunta di urea, se necessaria, garantisce un adeguato rapporto C / N, consente la mineralizzazione e di raggiungere un adeguato livello di umidità del substrato, con conseguente formazione di un prodotto stabile e non fitotossico.

### 10.2.7 Stoccaggio e trasporto

Le AV possono essere raccolte in vasche mobili, sparse direttamente sul campo o immagazzinate nei bacini. Il bacino è il sistema più semplice e economico di stoccaggio, ma esistono rischi di contaminazione del suolo e del sottosuolo.

Per questo motivo, lo stoccaggio delle AV richiede una notifica preventiva agli organi competenti e deve essere realizzato in serbatoi o bacini idonei secondo regole specifiche (dimensione, forma, materiali, copertura, ecc.). Lo stoccaggio in bacini consente di evitare lo spargimento in periodo piovosi o quando il suolo è saturo di acqua. Pertanto, i bacini dovrebbero essere abbastanza grandi da contenere le AV durante i periodi in cui lo spandimento potrebbe essere impedito per motivi agronomici, climatici o legislativi.

***Figura 133: bacino per lo stoccaggio delle acque di vegetazione***

In genere la legge **vieta il mescolamento delle AV** (ma anche della sansa) **con altri effluenti o rifiuti**.

Durante lo stoccaggio, la concentrazione di sostanze inquinanti nelle AV diminuisce di circa il 15% a causa della fermentazione di composti organici (zuccheri) da parte dei microrganismi. Infatti, i microrganismi appartenenti al genere *Pseudomonas* sono in grado di crescere in presenza di fenoli. Di conseguenza, il BOD5, la quantità di solidi sospesi e la concentrazione di azoto tendono a diminuire, mentre il pH aumenta.

Infine, ma parimenti importante, l'eventuale trasporto delle AV (nonché di sansa umida) dovrebbe essere effettuato con mezzi di trasporto idonei per prevenire sversamenti e problemi igienico-sanitari.

## 10.3 Sansa

### 10.3.1 Proprietà agronomiche della sansa

La sansa ha una composizione simile agli ammendanti vegetali e quindi può quindi essere utilizzata per scopi agronomici.

Come ammendante la sansa può essere direttamente incorporata nel terreno. Questo è ovviamente un utilizzo molto semplice e diretto e quindi molto frequente.

A causa della sua consistenza, rispetto alle AV, per lo spandimento della sansa occorre maggiore attenzione per ottenere una buona uniformità di distribuzione; il problema è maggiore con la sansa derivante dal sistema di estrazione dell'olio a due fasi, dato che questo tipo di sansa tende a formare grumi se non sono preventivamente essiccata.

L'utilizzo della sansa come ammendante potrebbe determinare alcuni problemi dovuti al suo elevato carico organico e contenuto di sali solubili, al pH acido e alla presenza di composti fitotossici.

La sansa può anche essere compostata, previo miscelamento con altri sottoprodotti di filiere agro-alimentari come residui di potatura di frutteti o paglia, prima del loro utilizzo agronomico. Queste matrici aumentano la porosità della massa e la rendono adatta per il compostaggio. Il compost migliora le caratteristiche fisico-chimiche del suolo, in misura maggiore rispetto alla sansa, aggiungendo sostanza organica più stabilizzata e sostanze nutritive (in particolare potassio, azoto e fosforo) in misura consistente.

Inoltre, l'utilizzo agronomico della sansa consente di aumentare il contenuto di C organico e quindi il sequestro di C nel terreno.

In generale, secondo i risultati sperimentali, la sansa può essere utilizzata tal quale su terreni agricoli, anche se, per esaltare i vantaggi ottenibili, sembra più opportuno utilizzare il suo compost.

***Figura 134: sansa***

### 10.3.2 Compostaggio della sansa

Il compostaggio della sansa può i benefici agronomici dell'utilizzo della sansa come ammendante. Infatti, il compost può consentire un'ulteriore riduzione della concimazione chimica del suolo, con effetti positivi sulla compatibilità ambientale delle colture migliorando la fertilità del suolo, rispetto alla sansa tal quale. Inoltre, il compost, rispetto alla sansa, consente di ottenere una maggiore stoccaggio di C nel terreno.

Infatti è ben conosciuto il ruolo dei processi di stabilizzazione per migliorare la qualità della sostanza organica contenuta negli ammendanti. I risultati di alcune sperimentazioni hanno mostrato una buona attitudine della sansa nell'essere compostata con i residui di potatura dell'olivo, i raspi di uva e la paglia. I compost ottenuti in queste sperimentazioni mostrano un elevato contenuto di sostanza organica, particolarmente sostanze umiche, un rapporto C / N equilibrato e elevate concentrazioni di elementi nutritivi. In relazione a quest'ultimo, un aspetto di particolare interesse agronomico ed ambientale è che quasi tutto l'azoto del compost è in forma

organica, in quanto ciò consente di fornire al terreno l'azoto a rilascio lento, non suscettibile di lisciviazione.

***Figura 135: defogliazione in frantoio***

Inoltre, il compostaggio della sansa consente di diminuire il contenuto di acqua e presenta un effetto benefico nella riduzione della potenziale fitotossicità della stessa. Il compost derivato da sansa può anche rappresentare un materiale da utilizzare come alternativa, parziale o totale, alla torba nella produzione di substrati di vivaio per specie con media tolleranza al sale, come l'oliva, senza effetti negativi sulla produzione e con effetti economici e ambientali benefici. Un grande interesse assume anche la possibilità che il compost possa svilupparsi negli effetti repressivi del substrato contro alcuni agenti patogeni.

***Figura 136: preparazione di un cumulo per il compostaggio della sansa***

### 10.3.3 Ammendamento del suolo

Lo spandimento della sansa sulla superficie del terreno nel caso in cui questo sia gestito mediante inerbimento o incorporato ad una profondità di 10-25 cm in quelli lavorati, è una pratica diffusa, soprattutto negli oliveti, in quanto, oltre ad essere economico e facilmente praticabile, ha effetti positivi sulle caratteristiche del terreno e sulle colture e permette di aumentare il sequestro del C nel terreno.

In Italia, lo spandimento della sansa su terreni agricoli può essere effettuato secondo le modalità previste dalla legge n. 574 del 1996. Vari esperimenti dimostrano che lo spandiemento di sansa o compost da essa derivato sul suolo migliorano notevolmente le sue caratteristiche fisico-chimiche tra cui un miglioramento della stabilità degli aggregati e della capacità di ritenzione idrica.

### 10.3.4 Quantitativi

La legge italiana (n. 574 del 1996 e successive modifiche e integrazioni) precisa che il volume di sansa che è consentito utilizzare è pari a 50 $m^3$ quando è prodotto da frantoi di oliva con metodo di estrazione per pressione (metodo tradizionale) e 80 $m^3$ quando viene il sistema di estrazione del frantoio è per centrifugazione (metodo moderno).

### 10.3.5 Periodo di spandimento

Il periodo migliore per lo spandimento della sansa, è l'autunno-inverno e in ogni caso prima della ripresa vegetativa. I giorni piovosi dovrebbero essere evitati. Inoltre, lo spandimento deve essere evitato quando il terreno è saturo di acqua o congelato.

### 10.3.6 Metodi di spandimento

Lo spandimento della sansa viene effettuato con lo stesso macchinario utilizzato per lo spandiemnto del letame. Quando è possibile (cioè quando il terreno non è gestito mediante inerbimento) è preferibile lavorare leggermente il terreno dopo lo spandimento della sansa. Come per le AV, questo aiuta a migliorare la struttura del suolo.

### 10.3.7 Stoccaggio e trasporto

Come nel caso delle AV, l'immagazzinamento e il trasporto della sansa deve essere effettuato conformemente alle normative vigenti e nel rispetto dei requisiti di sicurezza. Ad esempio, i contenitori per l'immagazzinamento della sansa umida devono essere adeguatamente impermeabilizzati e ricoperti di teli per evitare la percolazione e l'infiltrazione.

# 11 LINEE GUIDA PER LA RACCOLTA DEI DATI PER ACQUISIRE LA CERTIFICAZIONE DEI CREDITI DI CARBONIO PRODOTTI DAGLI OLIVETI

*Antonio Brunori, Francesca Dini, Luca Regni, Primo Proietti*

Le pratiche di gestione sostenibile dell'oliveto che possono essere elegibili nella generazione dei crediti di carbonio sono:

- Riduzione dell'uso dei fertilizzanti
- Gestione del materiale di potatura
- Inerbimento
- Lavorazioni minime

## 11.1 Riduzione dell'uso dei fertilizzanti

I fertilizzanti azotati sono i più comunemente usati negli oliveti con conseguente maggiore impatto sull'ambiente. Per stimare i crediti di carbonio prodotti tramite questa attività, è necessario calcolare la riduzione delle emissioni di azoto ($N_2O$) derivanti dall'uso di fertilizzanti (distinti per emissioni dirette e indirette). Dopo, l'emissione stimata sarà convertita in $CO_2$ equivalente.

Le emissioni dirette sono calcolate sulla base delle quantità di fertilizzanti azotati utilizzati. Le emissioni indirette, invece, sono calcolate prendendo in considerazione due processi:

1. la volatilizzazione di $NH_3$ e $NO_x$ dovuta all'uso dei fertilizzanti e alla successiva trasformazione di questi gas in $NH_4$ + e $NO_3^-$ nei terreni e nelle acque
2. Emissioni di $NO_3^-$ $SO_2$ in seguito a lisciviazione e scorrimento superficiale.

I primi dati da stimare sono la quantità di fertilizzanti attualmente utilizzati dagli agricoltori; che rappresentano il Business as Usual (BAU).

Il secondo dato da raccogliere è la riduzione dell'uso di fertilizzanti azotati.

Tale riduzione rispetto alle quantità solitamente utilizzate (Business as Usual - BAU) permetterà di calcolare la quantità di tonnellata di $CO_2$ equivalente che sarà poi tradotta in crediti di carbonio.

## 11.2 Gestione delle potature

Le pratiche agronomiche comunemente usate nell'olivicoltura includono le operazioni annuali o biennali di potatura. Generalmente, i residui di legno risultanti vengono bruciati sul posto o portati via. Altri agricoltori scelgono di cippare questo metariale e lasciarlo a terra o sottoterra.

**Per stimare i crediti di carbonio per questa attività, è necessario calcolare le emissioni evitate non bruciando le potature e/o calcolare l'aumento di C nel terreno a causa del rilascio a terra o sottoterra dei residui.**

***Figura 137: residui di potatura trinciati sul terreno***

I primi dati da stimare sono la quantità di potature attualmente bruciate o portate via; il Business as Usual (BAU).

Il secondo dato da raccogliere è la quantità di potature che viene cippata e/o lasciata nel terreno.

La quantità calcolata di carbonio rilasciata nel terreno ripetto a quelle che sarebbe stata emessa tramite la bruciatura (Business as Usual -BAU) genererà le tonnellate di $CO_2$ equivalente che saranno converitite in crediti di carbonio.

## 11.3 Inerbimento

Le lavorazioni del suolo sono pratiche gestionali attualmente adottate da molti agricoltori nella gestione tradizionale delgli oliveti ed è considerata BAU.

***Figura 138: inerbimento***

Tuttavia la pratica dell'inerbimento consente di mantenere e aumentare il livello di materia organica nei terreni. Ciò si traduce in un aumento del carbonio organico nel suolo (SOC), che influenza positivamente il bilancio del carbonio rispetto al BAU. Una copertura verde periodica o perenne è una pratica applicabile alla gestione del suolo quando la zona in cui si trova l'uliveto non è interessata dalla scarsità d'acqua. L'inerbmento naturale deve essere preferita perché riduce le emissioni dovute alla lavorazione del terreno e al trasporto di semi.

**Per stimare i crediti di carbonio derivanti da questa pratica, è necessario calcolare l'aumento di carbonio nel terreno a causa dell'adozione dell'inerbimento.**

I primi dati da stimare sono la quantità di ore di lavoro da parte delle macchine (elencate per modelli); questo è chiamato Business as Usual (BAU).Poi l'aumento dell'assorbimento di $CO_2$ generato dall'applicazione della copertura verde naturale è stimato sulla base dei dati di carbonio organico nei terreni (SOC) derivati dalla letteratura.

## 11.4 Lavorazioni minime

Lavorazioni minime e superficiali (lavorazione conservativa) sono azioni applicabili per una gestione ottimale del suolo, in cui l'inerbimento non può essere applicato a causa delle scarse precipitazioni.

Per stimare i crediti di carbonio per questa attività, è necessario calcolare l'aumento di C nel terreno dovuto all'adozione di lavorazioni minime.

**Il primo passo è descrivere le comuni pratiche di gestione del suolo adottate dagli agricoltori; questo è chiamato Business as Usual (BAU).**

Il secondo passo è la selezione delle pratiche di conservazione proposte:

- lavorazione superficiale semplice con erpice a dischi o fresatura profonda 8-20 cm;
- fresatura o lavorazione con erpice a dischi solo sulla fila (strisce da 5 a 10 a 20-30 cm) tra le file non lavorate, la profondità varia da 30 a 5 cm.

L'adozione di pratiche agronomiche conservative riduce le emissioni di $CO_2$ aumentando lo stock di sostanza organica nel suolo. L'aumento dell'assorbimento di $CO_2$ generato dall'applicazione di questa pratica è misurato sulla base dei dati di lettura di carbonio organico nei terreni (SOC).

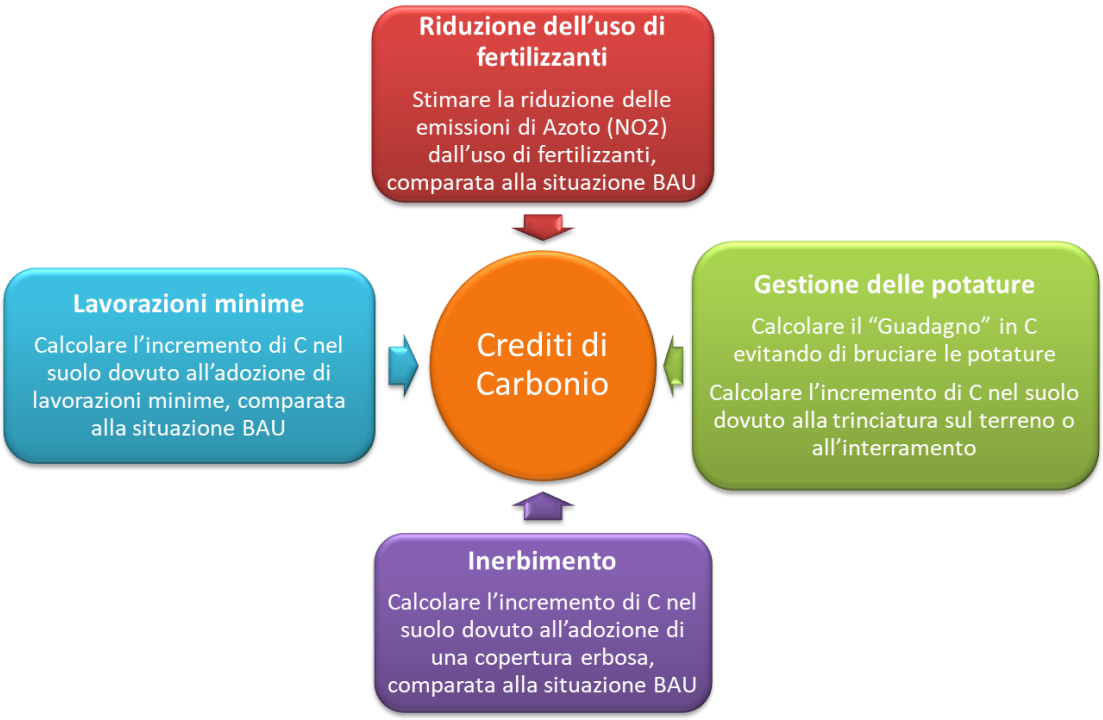



*Figura 139: linee guida per la gestione dei crediti di carbonio*

# 12 BIBLIOGRAFIA


AA.VV., 2007. Tecniche di produzione in olivicoltura. Consiglio Oleicolo Internazionale, Artegraf, S. A.

Alfei B., Famiani F., Proietti P., 2011. Inerbimento, tanti benefici per l'ambiente e gli alberi. Olivo &olio, vol. XIV, p. 38-40, ISSN: 1127-0713

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome.

Andria R., Lavini A., Caruso G., Gucci R., 2009. Irrigazione in AA.VV. L'ulivo e l'olio, coordinamento scientifico di M. Pisante, P. Inglese, G. Lercker. Collana Coltura & Cultura, ideata e coordinata da R. Angelini, Bayer CropScience, Ed. Script, Bologna, pagg. 784.

Brunori A., Dini, F., Cantini, C., Sala, G., La Mantia, T., Caruso, T., Marra, F. P., Trotta, C., Nasini, L., Regni, L., Proietti, P., 2017. Biomass and Volume modeling in Olea europaea L. cv Leccino. Trees, 31: 1859-1874.

Brunori A., Proietti S., Sdringola P., Evangelisti N., Nasini L., Regni L., Ilarioni L., Proietti P., 2014. Ambiente, così l'oliveto sequestra il carbonio. Olivo & Olio, 11-12: 36-39.

Caleca V., Antista G., Campisi G., Caruso T., Lo Verde G., Maltese M., Rizzo R., Planeta D., 2017. High quality extra virgin olive oil from olives attacked by the olive fruit fly, Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera Tephritidae): which is the tolerable limit? Data from experimental 'Nocellara del Belice' and 'Cerasuola' olive groves in Sicily. Chemical Engineering Transactions, 58, 451-456. DOI: 10.3303/CET1758076

Camposeo S., Vivaldi G.A., Palasciano M., Godini A., Proietti P., Farinelli D., Tombesi S., Tombesi A., Nasini L., Sansone C., Campisi C., Marra F.P., Caruso T., Mafrica R., Agosteo G.E. Di Vaio C., 2013. Efficienza produttiva, dinamica di maturazione e qualità dell'olio della cultivar Arbequina in cinque diversi distretti olivicoli italiani. Acta Italus Hortus, 10: 17-20.

Caruso G., Gucci R., Urbani S, Esposto S., Taticchi A., Di Maio I., Selvaggini R., Servili M. 2014. Effect of different irrigation volumes during fruit development on quality of virgin olive oil of cv. Frantoio. Agric. Water Manage. 134: 94-103.

Caruso G., Rapoport H. F., Gucci R., 2013. Long-term effects on yield components of young olive trees during the onset of fruit production under different irrigation regimes. Irrigation science 31: 37-47.

Caruso T., Campisi G., Marra F.P., Camposeo S., Vivaldi G.A., Proietti P., Nasini L., 2012. Comportamento agronomico di impianti superintensivi in tre aree olivicole italiane. Rivista di frutticoltura e di ortofloricoltura, p. 60-65, ISSN: 0392-954X 201

Caruso T., Campisi G., Marra F.P., Camposeo S., Vivaldi G.A., Proietti P., Nasini L., 2014. Growth and yields of 'Arbequina' high-density planting systems in three different olive growing areas in Italy. Acta Horticulturae, EDITORS: Torres M., Searles P., Vita Serman F., 1057, pp. 341-348.

Chartzoulakis K., Psarras G., Moutsopoulou M., Stefanoudaki E., 2010. Application of olive mill wastewater to a Cretan olive orchard: Effects on soil properties, plant performance and the environment. Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 138, Issues 3–4, Pages 293-298,

De Gennaro B., Notarnicola B., Roselli L., Tassielli G., 2012. Innovative olive-growing models: an environmental and economic assessment. J Clean Prod 28:70–80.

Del Buono D., Said-Pullicino D., Proietti P., Nasini L., Gigliotti G., 2011. Utilization of olive husks as plant growing substrates: phytotoxicity and plant biochemical responses. Compost science & utilization, vol. 19, p. 52-60, ISSN: 1065-657X

Farinelli D., Proietti P., Googlani A.J., Sisani G. Tombesi S., 2013. Primi risultati del confronto tra oliveto intensivo e superintensivo in Umbria. Acta Italus Hortus, 10: 75-77.

Federici E., Massaccesi L., Pezzolla D., Fidati L., Montalbani E., Proietti P., Nasini L., Regni L., Scargetta S., Gigliotti G., 2017. Short-term modifications of soil microbial community structure and soluble organic matter chemical composition following amendment with different solid olive mill waste and their derived composts. Applied Soil Ecology, 119: 234-241.

Gigliotti G., Proietti P., Said-Pullicino D., Nasini L., Pezzolla D., Rosati L., Porceddu P.R., 2012. Co-composting of olive husks with high moisture contents: Organic matter dynamics and compost quality. International biodeterioration & biodegradation, vol. 67, p. 8-14, ISSN: 0964-8305

Gucci R., 2012. Irrigazione. Accademia Nazionale dell' Olivo e dell' Olio Spoleto Collana divulgativa dell'Accademia Volume IX. Realizzato nell'ambito del progetto "Ricerca ed Innovazione per l'Olivicoltura Meridionale", finanziato dal MiPAAF.

Gucci R., Lodolini E., Rapaport H. F., 2007. Productivity of olive trees with different water status and crop load. Journal of horticulture Science e Biotechnology 82: 648-656.

Gurbuz S., Kiran-Ciliz N., Yenigun O., 2004. Cleaner production implementation through process modifications for selected SMEs in Turkish olive oil production. Journal of Cleaner Production, Volume 12, Issue 6, Pages 613-621.

Gurbuz S., Kiran-CilizNand Yenigun O., 2004. Cleaner production implementation through process modifications for selected SMEs in Turkish olive oil production. J Clean Prod 12:613–621.

Guzmán G. I., Alonso A. M., 2008. A comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain. Agricultural Systems, Volume 98, Issue 3, Pages 167-176.

Ilarioni L., Proietti P., 2014. Olive tree cultivars. In: The Extra-Virgin Olive Oil Handbook, First edited by Claudio Peri, chapter 5: 59-67; John Wiley & Sons, Ltd., ISBN: 978-1-118-46045-0. DOI: 10.1002/9781118460412.ch5

Innangi M., Niro E., D'Ascoli R., Danise T., Proietti P., Nasini L., Regni L., Castaldi S., Fioretto A., 2017. Effects of olive pomace amendment on soil enzyme activities. Applied Soil Ecology, 119: 242-249.

ISO/TS 14067:2013 Calcolare e comunicare l'impronta climatica dei prodotti.

Lo Piccolo S., Mondello V., Giambra S., Conigliaro G., Torta L., Burruano S., 2014. Arthrinium phaeospermum, Phoma cladoniicola and Ulocladium consortiale, new olive pathogens in Italy. J Phytopathol 162, 258–263

Marino G., Pernice F., Marra F.P., Caruso T., 2016. Validation of an online system for the continuous monitoring of treewater status for sustainable irrigation managements in olive (Olea europaea L.). Agricultural Water Management 177: 298–307.

Marra F.P., Marino G., Marchese A., Caruso T., 2016. Effects of different irrigation regimes on a super-high-density olive grove cv. “Arbequina”: vegetative growth, productivity and polyphenol content of the oil. Irrig Sci 34:313–325.

Michailides M., Christou G., Akratos C.S., Tekerlekopoulou A.G., Vayenas D.V., 2011. Composting of olive leaves and pomace from a three-phase olive mill plant, International Biodeterioration & Biodegradation, Volume 65, Issue 3, Pages 560-564.

Motilva M.J., Tovar M.J., Romero M.P., Allegre S., Girona J., 2000. Influence of regulated deficit irrigation strategies applied to olive trees (Arbequina cultivar) on oil yield and oil composition during the fruit ripening period. J. Food Sci. Agric. 2000, 80.

Nasini L., De Luca G., Ricci A., Ortolani F., Caselli A., Massaccesi L., Regni L., Gigliotti G., Proietti P., 2016. Gas emissions during olive mill waste composting under static pile conditions. International Biodeterioration and Biodegradation, 107, pp. 70-76.

Nasini L., Gigliotti G., Balduccini M.A., Federici E., Cenci G., Proietti P., 2013. Effect of solid olive-mill waste amendment on soil fertility and olive (Olea europaea L.) tree activity. Agriculture, Ecosystems and Environment, 164: 292-297.

Nasini L., Proietti P., 2014. Olive harvesting. In: The Extra-Virgin Olive Oil Handbook, First edited by Claudio Peri, chapter 8: 89-105; John Wiley & Sons, Ltd.., ISBN: 978-1-118-46045-0. DOI: 10.1002/9781118460412.ch8

Patumi M., d’Andria R., Fontanazza G., Morelli G., Giorio P., Sorrentino G., 1999. Yield and oil quality of intensively trained trees of three cultivars of olive (Olea europaea L.) under different irrigation regimes. J. Hort. Science & Biotech. 74: 729-737.

PCR: 2014 Virgin olive oil and its fractions.

Pergola M., Favia M., Palese A.M., Perretti B., Xiloyannis C., Celano G., 2013. Alternative management for olive orchards grown in semi-arid environments: an energy, economic and environmental analysis. Sci Hort 162:380–386.

Peri C., Proietti P., 2014. Olive mill waste and by-products. In: The Extra-Virgin Olive Oil Handbook, First edited by Claudio Peri, chapter 22: 283-302; John Wiley & Sons, Ltd.., ISBN: 978-1-118-46045-0. DOI: 10.1002/9781118460412.ch22

Proietti P., 2014. Olive handling, storage and transportation. In: The Extra-Virgin Olive Oil Handbook, First edited by Claudio Peri, chapter 9: 107-112; John Wiley & Sons, Ltd.., ISBN: 978-1-118-46045-0. DOI: 10.1002/9781118460412.ch9

Proietti P., Antognozzi E., 1996. Effect of irrigation on fruit quality of table olives (Olea europaea), cultivar ‘Ascolana tenera’, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 24:2, 175-181.

Proietti P., Calisti R., Gigliotti G., Nasini L., Regni L., Marchini A., 2016. Composting optimization: Integrating cost analysis with the physical-chemical properties of materials to be composted. Journal of Cleaner Production, 137, pp. 1086-1099. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.07.158

Proietti P., Camposeo S., Nasini L., Caruso T., 2012. Così l'ambiente influenza la tipologia di impianto. Olivo & olio, p. 49-53, ISSN: 1127-0713

Proietti P., Nasini L., Famiani F., Guelfi P., Standardi A., 2012. Influence of light availability on fruit and oil characteristics in Olea europaea. Acta horticulturae, vol. 949, ISSN: 0567-7572

Proietti P., Nasini L., Ilarioni L., Balduccini A.M., 2011. Photosynthesis and vegetative-productive activities of the olive cultivars 'Arbequina', 'Leccino' and 'Maurino' in a very high-density olive grove in central Italy. Acta Horticulturae, EDITORS: Tous J., Gucci R., Fevereiro P., 924, pp. 111-116.

Proietti P., Nasini L., Reale L., Caruso T., Ferranti F., 2015. Productive and vegetative behavior of olive cultivars in super high-density olive grove. Scientia Agricola, 72 (1), pp. 20-27. DOI: 10.1590/0103-9016-2014-0037

Proietti P., Sdringola P., Brunori A., Ilarioni L., Nasini L., Regni L., Pelleri P., Desideri U, Proietti S., 2015. Assessment of carbon balance in intensive and extensive tree cultivation systems for oak, olive, poplar and walnut plantation. Journal of Cleaner Production 112(4): 2613-2624.

Proietti S., Sdringola P., Regni L., Evangelisti N., Brunori A., Ilarioni L., Nasini L., Proietti, P., 2017. Extra Virgin Olive oil as carbon negative product: Experimental analysis and validation of results. Journal of Cleaner Production, 166: 550-562.

Proietti, P., Famiani, F., Inglese, P., 2012. Scelte e tecniche colturali per favorire un buono stato fitosanitario dell'olivo. Protezione delle Colture, 3: 2-9.

Proietti, P., Federici, E., Fidati, L., Scargetta, S., Massaccesi, L., Nasini, L., Regni, L., Ricci, A., Cenci, G., Gigliotti, G., 2015. Effects of amendment with oil mill waste and its derived-compost on soil chemical and microbiological characteristics and olive (Olea europaea L.) productivity. Agriculture, Ecosystems and Environment, 207, pp. 51-60.

Proietti, P., Sdringola, P., Brunori, A., Ilarioni, L., Nasini, L., Regni, L., Pelleri, F., Desideri, U., Proietti, S., 2016. Assessment of carbon balance in intensive and extensive tree cultivation systems for oak, olive, poplar and walnut plantation. Journal of Cleaner Production, 112, pp. 2613-2624.

Proietti, S., Sdringola, P., Desideri, U., Zepparelli, F., Brunori, A., Ilarioni, L., Nasini, L., Regni, L., Proietti, P., 2014. Carbon footprint of an olive tree grove. Applied energy, 127:115-124. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.04.019

Regni L., Gigliotti G., Nasini L., Proietti P., 2016. Reuse of olive mill waste as soil amendment. In: Olive Mill Waste: Recent Advances for Sustainable Management, Chapter: 5, Publisher: Elsevier-Academic Press, Editor: Charis M. Galanakis, 97-117.

Regni L., Nasini L., Proietti P., 2013. La potatura. L'arte che modella il nostro paesaggio. Notizie Leader Gal Valle Umbra e Sibillini, 6: 4-7.

Regni L., Nasini, L., Ilarioni, L., Brunori, A., Massaccesi, L., Agnelli, A., Proietti, P., 2016. Long term amendment with fresh and composted solid olive mill waste on olive grove affects carbon sequestration by prunings, fruits and soil. Frontiers in Plant Science, 7, Article number 2042

Rizzo, R., Caleca, V., & Lombardo, A., 2012. Relation of fruit color, elongation, hardness, and volume to the infestation of olive cultivars by the olive fruit fly, Bactrocera oleae. Entomologia Experimentalis et Applicata, 145(1), 15-22.

Salomone R., Cappelletti G.M., Malandrino O., Mistretta M., Neri E., Nicoletti G.M. et al., 2015. Life cycle assessment in the olive oil sector, in Life Cycle Assessment in the Agri-food Sector, ed. by Notarnicola B, Salomone R, Petti L, Renzulli PA, Roma R and Cerutti AK. Springer International Publishing, Basel.

Salomone R., Ioppolo G., 2012. Environmental impacts of olive oil production: a Life Cycle Assessment case study in the province of Messina (Sicily). Journal of Cleaner Production, Volume 28, Pages 88-100,

Tombesi A., 2002. Techniche per lo sviluoop dell'olivicoltura in Umbria.

UNI EN ISO 14040:2006 Environmental management, Life Cycle Assessment, Principles and framework.

Xiloyannis C., Dichio B., Nuzzo V., Celano G., 1999. Defence strategies of olive against water stress. Acta Hort, 474: 423-426