

vol. 7

manuali pratici di agricoltura  
CONOSCERE PER COMPETERE

Silverio Pachioli

# ECOFISIOLOGIA

DELLE COLTURE AGRARIE

*Arboree*

Ai miei nipotini  
**Benedetta e Simone**

Quando pianificate per un anno, piantate cereali.  
Quando pianificate per dieci anni, piantate alberi.  
Quando fate una pianificazione che deve durare una vita,  
formate ed educate le persone

*Guan Zhong*

“L’arricchimento culturale dei “campagnoli” è una condizione indispensabile per il miglioramento dell’arte agraria, del benessere civile e sociale della qualità della vita”.

*Cosimo Ridolfi*



## **PRESENTAZIONE**

Molti professionisti, una volta "abbandonati" gli studi universitari, lasciano con "ricordo", nel "cassetto", le discipline cosiddette fondamentali: l'agronomia, la fisiologia, la biochimica, ecc.

Siamo, spesso, convinti di poter andare avanti e risolvere i vari problemi quotidiani dell'agricoltura senza conoscere le basi della produzione vegetale.

È un errore grande che ci conduce ad una serie concatenata di errori!

Questo agile volumetto vuole riunire le nozioni fondamentali che ogni "buon tecnico" dovrebbe conoscere per "gestire meglio il campo coltivato"(agroecosistema).

Prima di "agire", bisogna sapere come sono fatte le piante e come funzionano. Solo così potremo, veramente, migliorare la qualità delle produzioni vegetali e l'ambiente in cui viviamo.

Con la speranza di aver fatto cosa utile e gradita, e con l'impegno di migliorare ulteriormente i volumi futuri, ringrazio sentitamente le Aziende che hanno creduto nell'iniziativa, rendendo possibile la pubblicazione del volume.

Un sincero ringraziamento va a tutti coloro che vorranno fornire critiche e indicazioni e/o segnalare inesattezze, affinché il lavoro possa migliorare sempre di più, per valorizzare la qualità delle produzioni agroalimentari italiane.

*Silverio Pachioli*

## **INDICE**

Presentazione

Actinidia	pag. 7
Albicocco	pag. 23
Arancio	pag. 34
Ciliegio	pag. 47
Fico	pag. 55
Fragola	pag. 61
Kaki	pag. 73
Mandorlo	pag. 80
Melo	pag. 87
Melograno	pag. 96
Nocciolo	pag. 100
Noce	pag. 105
Olivo	pag. 108
Pero	pag. 134
Pesco	pag. 141
Susino	pag. 149
Vite	pag. 156
Bibliografia	pag. 174

“La coltivazione dei fiori è un potentissimo mezzo di educazione, d'ingentilimento d'animo. Coltivatene sempre nelle abitazioni, nelle scuole! I bambini impareranno ad ammirare ed amare i fiori così ricchi di profumi, di colori, di vita, e, volendo bene alle poche pianticelle coltivate sul davanzale delle finestre o sulla terrazza della loro casa e della loro scuola, sapranno ammirare e rispettare quelle altrui.

L'affetto, la passione per i fiori si propaga, si dilata; dai fiori si passa agli ortaggi, alla frutta, ai grandi alberi, ai boschi. Non trascurate adunque mai di dedicarvi a questi vegetali gentili, fate che le vostre finestre, i vostri balconi, i vostri giardinetti siano sempre ricchi di piante vegete, rigogliose e vivaci dai fiori multicolori, indizio certo di un benessere, che a tutte auguro proprio di cuore”

*Nazareno Stampelli*

(Parole rivolte alle alunne, nella prima festa degli alberi, dal Professore d'agricoltura Dott. Nazareno Stampelli)







## ACTINIDIA

NOME SCIENTIFICO:	<i>Actinidia deliciosa</i> Chevalier
FAMIGLIA:	Actinidiaceae
NOME COMUNE:	kiwi, actinidia
ORIGINE:	Sudest Asia (Covatta e Borscak, 1998) Cina (Yuste, 1977)
DISTRIBUZIONE:	20°- 40° LN e LS (Covatta e Borscak, 1988)
ADATTAMENTO:	regioni temperate e subtropicali
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne. La coltivazione necessita di 225-240 giorni liberi da gelate
TIPO FOTOSINTETICO:	C3



## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### FASI FENOLOGICHE

*gemma invernale*  
*ingrossamento e rottura gemma*  
*foglie affioranti*  
*foglie embricate*  
*infiorescenze affioranti*  
*bottoni fiorali*  
*fioritura*  
*allegagione*  
*accrescimento frutti*  
*maturazione*



### RADICI

La maggior parte delle radici si sviluppa nei primi 50-60 cm di terreno. Le radici superficiali sono quelle più "attive" nell'assorbimento degli elementi minerali; è necessario, pertanto, salvaguardarne l'integrità e la funzionalità. L'apparato radicale dell'actinidia tende a colonizzare il terreno molto lentamente, ed impiega quasi 10 anni per esplorare tutto il volume a sua disposizione.

### GERMOGLI E RAMI

I rami dell'actinidia sono correntemente chiamati tralci. Questi possono essere a **sviluppo determinato** e a **sviluppo indeterminato**. Nei tralci a sviluppo determinato la crescita viene arrestata dalla formazione di due gemme ravvicinate in posizione apicale.

Possono raggiungere una lunghezza di 20-30 cm (ramo corto o "spur") e sono tipici di piante poco vigorose o invecchiate. I rami corti danno, in genere,



migliore produzione. I tralci a sviluppo indeterminato possono superare i 2 m di lunghezza, divenendo anche particolarmente vigorosi ("succhioni"); possono portare frutti. Nella porzione basale dei tralci sono presenti, di solito, gemme a legno che danno origine a germogli provvisti di sole foglie.

I tralci hanno origine generalmente da gemme pronte poste all'ascella fogliare dei rami dell'anno precedente, ma spesso si possono avere anche "cacciate" dalle gemme portate dal ramo dell'anno o da gemme avventizie presenti sul fusto o sulle branche più vecchie.

*L'actinidia fiorisce e fruttifica sui rami dell'anno (germogli) portati da rami misti di un anno (dell'anno precedente). La formazione a frutto tipica dell'actinidia è, quindi, il ramo misto di un anno.*

La sezione trasversale dei tralci mette in evidenza una fascia di xilema fornita di vasi legnosi di grosso calibro (circa 20-30/mm<sup>2</sup>, con un diametro da 150 a 200 micron). Drupacee, Pomacee ed olivo sono caratterizzate da numerosi vasi conduttori (75-100 per mm<sup>2</sup>) di piccole dimensioni (30-50 micron).

All'inizio dello sviluppo i germogli hanno un ritmo di crescita molto elevato (anche di 60 mm al giorno) e, nelle piante adulte in ottimo equilibrio vegeto-produttivo, già in luglio raggiungono il 95% dello sviluppo totale. Passato il mese di agosto si registra una piccola ripresa vegetativa, che può prolungarsi fino alle prime gelate. Questo fenomeno è molto più evidente nelle piante giovani in allevamento, mentre non si verifica nelle piante in produzione a causa del carico produttivo.



## GEMME

Sono globose e protette da una densa peluria. Si distinguono in:

- **a legno**: prevalgono nelle fasi giovanili delle piante giovani.
- **miste**: si trovano in piante ben equilibrate dal punto di vista fisiologico.
- **stipulari**: si trovano alla base dei rami da rinnovo.
- **avventizie**: sono dislocate in tutte le parti della pianta (tronco, colletto, branche, ecc.).

Se la gemma o il giovane germoglio vengono distrutte accidentalmente, germogliano le due gemme laterali, che daranno poi origine a due germogli vegetativi.

## FOGLIE

Sono disposte sui rami con fillotassi 2/5. La pagina superiore è glabra; quella inferiore è coperta da peli stellati. Questi hanno un peduncolo pluricellulare, all'apice del quale partono 8-16 peli singoli o a ciuffo.

La superficie media di una foglia di Hayward è compresa fra 160 e 280 cm<sup>2</sup> (media 220 cm<sup>2</sup>). La superficie fogliare di un ettaro di actinidia in produzione è di circa 20.000-40.000 m<sup>2</sup>.

È stato calcolato che 1 m<sup>2</sup> di superficie fogliare esposta al sole, ed in condizioni di scarsa umidità atmosferica, è in grado di traspirare oltre 700 g di acqua all'ora. I valori medi di traspirazione, per le giornate estive italiane, ammontano a 300-400 g di acqua all'ora per ogni m<sup>2</sup> di superficie fogliare. Una pianta adulta, con una superficie fogliare di 60 m<sup>2</sup>, è in grado di consumare fino a 180-200 litri di acqua al giorno (=100 m<sup>3</sup>/ha).

*Nota pratica: gli elevati livelli traspirativi possono creare grossi problemi di "brusoni", soprattutto nei primi anni dell'impianto e in ambienti caldi, con bassi livelli di umidità relativa e ventosi. Ciò è da collegare ad uno squilibrio del rapporto efficienza radicale/traspirazione, soprattutto nelle ore più calde della giornata. Per evitare questo fenomeno è necessario mantenere in equilibrio, con le potature, l'apparato radicale con quello aereo.*

## FIORI

Sono di colore bianco-crema. Sono fisiologicamente dioici, ma apparentemente ermafroditi, in quanto tutti i fiori presentano ovari e stami, ma sulle piante maschili l'ovario è sterile, mentre su quelle femminili è il polline ad essere sterile. La forma del fiore ricorda un ombrello, e questo permette di proteggere gli organi riproduttivi in caso di piogge durante la fioritura. I fiori sono inseriti all'ascella delle prime 2-8 foglie del germoglio dell'anno; generalmente sono presenti in infiorescenze di tre (cv. Hayward) o più boccioli (cv. maschili).

Nella cultivar Hayward, i due boccioli laterali abortiscono e rimane un solo frutto per infiorescenza. Questo permette di ottenere frutti singoli con una maggiore e più uniforme pezzatura. Il fiore maschile presenta, generalmente, da 200 a 260 stami ed è capace di produrre circa 2.000.000 granuli pollinici, con un grado di germinabilità fra l'80 e il 90%. Il fiore femminile presenta un ovario supero formato da 35-40 carpelli, portanti ognuno due file di 10-20 ovuli.

## FRUTTO

Il frutto è una bacca del peso medio (cv. Hayward) di 80-150 g. In un frutto ben fecondato sono presenti circa 1.400-1.500 semi.

## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME

Le prime manifestazioni di differenziazione si notano dai primi di ottobre; il fenomeno procede poi lentamente nel periodo di riposo, e velocemente prima del germogliamento e nel corso dello stesso. A fine estate-autunno (2-3 mesi prima della caduta delle foglie-tra settembre e ottobre) si ha l'induzione a fiore (interessa gli ultimi tre mesi di vegetazione, con la massima intensità da metà settembre a metà ottobre).

L'induzione e la sua entità sono condizionate da fattori fisiologici che gravano sulla pianta nel periodo vegetativo precedente. Superata la dormienza, circa un mese prima del periodo vegetativo, prende inizio la differenziazione a fiore, che si evidenzia con un netto proliferare dei tessuti posti negli abbozzi gemmari. Successivamente, nella fase di ingrossamento delle gemme, inizia la fase di differenziazione degli organi fiorali (in ordine cronologico: brattee, sepal, petali, stami, stimmi, tessuto ovarico). Le condizioni ambientali favorevoli all'induzione e alla differenziazione possono portare all'allegagione di un numero eccessivo di frutti. La completa differenziazione a fiore delle gemme è influenzata da diversi fattori, quali il fabbisogno in freddo, la qualità e la quantità della radiazione solare ricevuta nella fase del ciclo vegetativo precedente, la carica di gemme per pianta, ecc. Il fabbisogno in freddo si attesta tra le 600 e le 850 ore a temperature inferiori a 7°C, pari a 700-750 Unità Richardson.

Il mancato soddisfacimento del fabbisogno in freddo può comportare la formazione di fiori incompleti, anomalie delle gemme e dei frutti. L'induzione a fiore è ridotta (meno della metà) in rami scarsamente esposti alla luce e in piante con un elevato numero di gemme. È altresì accertato come, le gemme che germogliano in un secondo tempo (per eventi accidentali), generalmente portano un minor numero di fiori.

### GERMOGLIAMENTO

L'actinidia è una specie che presenta una ripresa dell'attività radicale e della circolazione della linfa molto precoce (già a metà febbraio è possibile notare il fenomeno del "pianto"). Nell'Italia Settentrionale il germogliamento si verifica, in genere, l'ultima decade di marzo (circa 15 giorni prima di quello della vite).

**Tab.1** Epoche di germogliamento

Italia Settentrionale	Fine marzo-inizio aprile
Italia Centrale	Metà marzo
Italia Meridionale	Fine febbraio-primi marzo

La fase di accrescimento dei germogli è molto rapida, tanto che in condizioni climatiche favorevoli si può raggiungere 6-8 cm al giorno.

## FIORITURA

**Tab.2** Epoche di fioritura

Italia Settentrionale	Seconda quindicina di maggio
Italia Centrale	Metà maggio
Italia Meridionale	Fine aprile-inizio maggio

Nell'actinidia l'impollinazione avviene sia ad opera del vento che delle api. Anche se i fiori sono privi di nettari, dunque poco appetibili per le api, e con un polline difficile da bottinare, prove sperimentali hanno dimostrato che l'esclusione degli insetti determinava una minore allegagione e la formazione di frutti con peso medio-basso. L'impollinazione per via entomofila viene favorita dalla disposizione di 8-10 arnie per ettaro. In ogni caso, l'efficienza delle api e quella del vento sono estremamente variabili e generalmente non controllabili; pertanto, si sono sviluppati alcuni metodi di impollinazione volti ad integrare quella operata dal vento e dagli insetti: l'impollinazione manuale e la distribuzione di polline artificiale.

Secondo Costa et al., il periodo utile di impollinazione è di 6-7 giorni. In condizioni ideali (UR% 80-90% e 20-25°C) si ha la massima vitalità del polline e la massima recettività del pistillo, ma queste si riducono progressivamente con l'abbassamento dell'UR% e l'aumento della temperatura. È generalmente riconosciuta la stretta correlazione tra numero di semi e l'alta qualità dei frutti; il contenuto di 1.000-1.400 è ritenuto ottimale.

Per dare origine ad un determinato numero di semi è necessario che le papille stigmatiche siano raggiunte da un numero doppio o triplo di granuli pollinici; pertanto, è necessario che le parti femminili di ogni fiore vengano a contatto con almeno 2.000-3.000 granuli pollinici. La fase di accrescimento può essere rappresentata da una doppia sigmoide, con 4 fasi così distinte:

- **I Fase:** inizia dalla piena fioritura e si protrae per circa 70 giorni. Si caratterizza per un rapido accrescimento dei frutti, dapprima per moltiplicazione cellulare e, in un secondo momento, per distensione. Nell'Italia settentrionale termina verso la metà di agosto. Il frutto raggiunge il 60% del proprio sviluppo totale.

- **II Fase:** inizia dalla metà di agosto e si protrae fino alla metà di settembre (Italia Settentrionale). Si riduce la velocità di accrescimento, mentre si completa la formazione dei semi e degli embrioni.

- **III Fase:** dalla metà di settembre inizia un nuovo accrescimento rapido che dura 3-4 settimane. Al termine di questa fase il frutto risulta avere un peso vicino a quello finale.
- **IV Fase:** dura circa un mese. Il frutto completa il suo sviluppo in volume e subisce una serie di trasformazioni che interessano sia i metaboliti di riserva, sia gli acidi organici.

Tutti i processi di accrescimento dei frutti risultano direttamente influenzati da diversi fattori: numero dei semi presenti, condizione di nutrizione della pianta, stress idrici, ecc.

I frutti esposti alla luce sono generalmente di pezzatura più grande. Nel corso del suo sviluppo il frutto dell'actinidia va incontro a modificazioni morfologiche e fisiologiche. Trascorse 7-8 settimane dall'allegagione la funzionalità dei vasi xilematici è pressoché nulla e, di conseguenza, decresce la conduttanza del sistema frutto. Tutti gli interventi mirati a favorire la nutrizione calcica devono essere effettuati quando i vasi conduttori sono ancora funzionanti.

Da prove di laboratorio si è dimostrato che nelle prime fasi di crescita del frutto (6-7 settimane), quando le cellule dei tricomi sono ancora vive e l'epidermide non è ancora suberificata, la perdita di acqua dal frutto di actinidia, e quindi la relativa assunzione di calcio, è correlata positivamente alla velocità del vento in prossimità del frutto stesso (aumento della traspirazione). È evidente l'importanza di una corretta gestione della chioma per favorire il movimento dell'aria e, quindi, la traslocazione del calcio ai frutti (gli interventi di potatura verde devono essere effettuati, possibilmente, prima della fioritura, per migliorare la concentrazione di calcio nel frutto).

Inoltre, per una migliore efficacia dei trattamenti a base di calcio, questi devono essere eseguiti molto precocemente (prime settimane successive all'allegagione), quando le cellule degli strati esterni del frutto sono ancora vitali e non suberificate.

## RACCOLTA

La raccolta dell'actinidia viene effettuata, a seconda della cultivar, tra la seconda decade di ottobre e la prima decade di novembre.

La maturità raggiunta al momento della raccolta condiziona in modo determinante la conservabilità dei frutti e le loro caratteristiche organolettiche. Se il frutto rimane troppo a lungo sulla pianta c'è il rischio che si sviluppino aromi sgraditi, come l'aldeide volatile E-hex-3-enal, che determina uno spiacevole odore di fieno fermentato ed aumenta con l'età del frutto.

L'epoca ottimale di raccolta viene normalmente stabilita sulla base del contenuto in solidi solubili e in sostanza secca del frutto in Actinidia deliciosa,

e sulla base dell'intensità del colore giallo raggiunto dalla polpa in *Actinidia chinensis*. In particolare, in *Actinidia deliciosa* si utilizza, da qualche anno, il contenuto di sostanza secca come indice dello stadio di maturazione del frutto alla raccolta e la durezza della polpa come indice dello stadio di maturazione commerciale in conservazione.

In *Actinidia chinensis*, invece, la raccolta viene determinata soprattutto sulla base del colore della polpa, che vira dal verde al giallo. Il fattore determinante, relativamente alla cv Hayward, è il residuo secco rifrattometrico (RSR) raggiunto alla raccolta. Il prodotto staccato con RSR inferiore a 6,5° Brix risulta di qualità alquanto scadente ed è destinato nel breve periodo (3-4 mesi) a rammollire sotto i limiti di commerciabilità del prodotto (durezza circa 1 kg).

L'actinidia è un frutto climaterico, con una produzione di etilene di circa 20-50 microlitri/kg/ora. La produzione media di un impianto, in perfette condizioni vegeto-produttive, può variare da 20 a 35 t.

## CONSERVAZIONE

L'actinidia è un prodotto che, per raggiungere standard qualitativi elevati al momento del consumo, necessita di essere refrigerato per non meno di 10-15 giorni. Per il prodotto da consumarsi fino a tutto febbraio si può utilizzare la refrigerazione normale (RN), mentre per il prodotto da conservarsi più a lungo è consigliabile ricorrere all'atmosfera controllata (AC). Quest'ultima tecnica però può fare aumentare, a volte anche fortemente, l'incidenza del marciume botritico. Tutti gli ambienti di conservazione devono essere dotati di impianti per l'assorbimento dell'etilene in quanto questo gas, a livelli superiori alle 0,02 parti per milione (ppm), accelera i processi di maturazione. Dagli ambienti destinati all'actinidia devono pertanto essere allontanate anche tutte le possibili fonti di etilene (mele, pere, kaki, frutti marcescenti, motori a scoppio e diesel, bruciatori di gas, ecc.). È inoltre consigliabile, in particolare nelle celle con pareti impermeabilizzate ai gas, che nei primi periodi di conservazione i livelli di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> siano continuamente monitorati affinché il primo non scenda sotto il 16-18% e il secondo non salga sopra l'1,5%. Nel caso di prodotto destinato alla conservazione in AC tale monitoraggio deve proseguire fino all'inizio della regimazione gassosa.

I parametri di base per la conservazione, sia in RN che in AC, sono i seguenti:  
Temperature:

- 0°C (al cuore) dal termine del "curing" fino a circa il 10° giorno dalla raccolta con ventilazione continua.
- -0,5 ; - 0,8 °C (al cuore) nel periodo successivo.
- Umidità relativa 92-95%.
- Etilene inferiore a 0,02 ppm.

Per l'AC il regime gassoso consigliato è il seguente:

- Regimazione gassosa dopo 30-35 gg. dall'inizio della refrigerazione.
- Ossigeno 1,8-2%.
- Anidride carbonica 4,5 %.

Per contenere l'incidenza del marciume botritico è necessario, prima d'iniziare la refrigerazione, sottoporre i frutti alla pratica del "curing". Tale pratica consiste nel far sostare i frutti in aree ventilate e a temperatura ambiente per un numero di ore, considerate dalla raccolta, che varierà in relazione alla temperatura esterna, come riportato nella Tab.3.

**Tab. 3 - Actinidia:** "curing" (Fonte Criof)

Ritardo refrigerazione (ore)	Temperatura ambiente (°C)
48-72	12-18

## ESIGENZE CLIMATICHE

### FOTOPERIODO

Si considera una pianta a giorno neutro (FAO, 1994). Tra le 10 e le 14 ore di luce (CIREN, 1989).

### RADIAZIONE LUMINOSA

Normalmente è una pianta di media ombra, che cresce associata con altre specie che utilizza come sostegno. In ambiente ombreggiato, però, l'apertura dei bottoni fiorali si riduce del 15-31% (variabile con le cv.), mentre il numero delle gemme con fiori normali diminuisce del 2-86%. Il numero dei fiori buoni per nodo si riduce da 0,32-2,4 a 0,11-1,6.

Nell'Italia centro-settentrionale il clima è caratterizzato da una forte luminosità nel periodo estivo (giugno-luglio-agosto), a cui segue un autunno con quantità di radiazioni globali ridotte e/o spesso insufficienti per una ottimale maturazione dei tralci. Nelle regioni meridionali, per contro, l'intensità luminosa nei mesi autunnali è buona, ma può creare problemi nel periodo estivo, specie se ad un'intensa illuminazione è associato un innalzamento della temperatura ed un ridotto tasso di umidità relativa. In queste zone può essere utile la copertura dell'actinidieta con una rete a grado di ombreggiamento del 15-20%.

Il flusso xilematico di tralci esposti alla luce risulta maggiore rispetto a quello di branche ombreggiate. Ciò comporta che, con l'aumento della radiazione luminosa, aumenta il rifornimento degli elementi minerali, sia delle foglie, sia dei frutti (specialmente quelli scarsamente mobili all'interno della pianta, come es. il calcio). Condizioni di ombreggiamento sono sfavorevoli anche all'accumulo di zuccheri e della sostanza secca nei frutti alla raccolta e durante



la conservazione; influiscono negativamente anche sulla consistenza dei frutti.

## TEMPERATURA

L'actinidia è sensibile alle basse temperature e preferisce clima con inverni dolci ed estati temperate (miti, dolci) ed umide.

Allo stadio di riposo vegetativo sopporta temperature di  $-15^{\circ}\text{C}$ , senza soffrire danni. Le necessità di ore di freddo ( $\text{HF} < 7^{\circ}\text{C}$ ) dipendono dalle varietà e, in genere, oscillano fra 400 e 600 ore. Per questa ragione, la sua coltivazione è rischiosa nelle zone dove la temperatura media del mese più freddo non scende sotto  $10^{\circ}\text{C}$ .

**Tab.4** Sensibilità dell'actinidia ai danni da minime termiche (fase del germogliamento)

<b>Da <math>0^{\circ}\text{C}</math> a <math>-2^{\circ}\text{C}</math></b>	I danni sono progressivi in relazione alla durata della gelata.
<b><math>-3^{\circ}\text{C}</math> ed oltre</b>	Da questa temperatura in poi si può prevedere la perdita di tutta la produzione e danni sui frutti

**Tab.5** Soglie critiche di temperature

<b>Stadio fenologico</b>	<b>10% danno</b>	<b>90% danno</b>
Gemma dormiente	<b>10% danno</b>	$-18^{\circ}\text{C}$
Germogliamento	<b>10% danno</b>	$-3^{\circ}\text{C}$
Inizio accrescimento	<b>10% danno</b>	$-2^{\circ}\text{C}$
Foglie espanse	<b>10% danno</b>	$-1.5^{\circ}\text{C}$
Bottoni fiorali distinguibili	<b>10% danno</b>	$-1^{\circ}\text{C}$



Temperature superiori a 40°C sono pregiudizievoli, soprattutto se si associano con deficit idrico, ambientale ed edafico.

Nei mesi estivi, le elevate temperature innalzano il tasso di traspirazione e, se non corrispondono adeguati afflussi idrici alle foglie, possono verificarsi "brusoni fogliari" e "colpi di sole" sui frutti. I pericoli maggiori si possono avere quando, in concomitanza, si registrano elevati livelli di irraggiamento e livelli igrometrici particolarmente bassi. Le piante di actinidia che entrano in riposo richiedono l'accumulo di 950-1.000 ore di raffreddamento a 4°C per riprendere l'accrescimento vegetativo il prima possibile; un minor "accumulo" ritarda il germogliamento in modo significativo.

In accordo con le osservazioni di campo in Sud Africa, l'actinidia richiede da 700 a 800 unità di freddo, calcolate con il Metodo Richardson, per interrompere la dormienza. Per Traversaro et al. (2008), la richiesta di ore di freddo invernale, calcolate in HF per temperature <7°C, si attesta sulle 600 ore per un germogliamento normale, e 850-1.000 ore per ottenere una massima fioritura. L'intervallo termico è di 13°-35°C, con valori ottimali fra 23°-30°C. Al disotto di 13°C non c'è accrescimento.

La maggior parte dei parametri di crescita, in accordo con i rilievi effettuati su diverse cultivar, presenta un range ottimale fra 20° e 30°C. La temperatura ottimale per la fotosintesi è di 16°C (Laing, 1985). Le gelate autunnali precoci colpiscono quasi esclusivamente i frutti in maturazione/raccolta; temperature intorno a -2°C possono compromettere la produzione. I frutti vanno incontro a rammollimento, alterazione del colore della polpa e scarsa serbevolezza.

## PRECIPITAZIONI

Richiede da 800 a 1.300 mm di acqua (Covatta e Borscak, 1998). Può adattarsi anche a condizioni di bassa piovosità, sempre però che le piogge siano in quantità sufficienti e con una distribuzione adeguata durante l'intero anno. I coefficienti colturali, per le tappe iniziali, intermedie e finali della crescita, sono 0,4-1,05 1,05, rispettivamente.

## UMIDITÀ RELATIVA

L'accrescimento migliore si ottiene con atmosfera umida (>75% U.R.). Con UR% <45 la crescita è seriamente compromessa, in quanto l'acqua persa per traspirazione non può essere compensata dall'acqua assorbita dalle radici. In queste condizioni, dove il bilancio idrico è negativo, bisognerà ricorrere a pratiche agronomico-colturali, quali l'irrigazione, barriere frangivento, ecc.

## ESIGENZE PEDOLOGICHE

### PROFONDITÀ DEL SUOLO

Richiede suoli moderatamente profondi (>1 m). Lo strato freatico non deve essere molto superficiale. In assenza di particolari limitazioni, la maggior parte delle radici si trova fino ad 1 m di profondità e ad un raggio di 2-3 m dal tronco.

### TESSITURA

Preferisce suoli leggeri e di tessitura franca. Può coltivarsi in suoli franco-sabbiosi (con un buon contenuto di sostanza organica) e in suoli franco-argillosi (con buon drenaggio). La proporzione desiderabile delle particelle grosse, sabbia, limo e argilla è rispettivamente del 10-15%, 60-70%, 20-25% e 10-15%. La tessitura del suolo ha effetti sul modello di sviluppo delle radici. In un suolo franco-limoso, imperfettamente drenato, la maggior parte delle radici si trova nello strato di 70 cm e distribuite lateralmente intorno a 2,2 m dal fusto. In un suolo sabbioso le radici hanno uno sviluppo sub-superficiale e si estendono lateralmente a 2,2-2,4 m dal fusto.

### pH

Preferisce terreni moderatamente acidi (5,5-7,4), con un optimum tra 6,0-6,5 (Covatta e Borscak, 1998).

### SALINITÀ/SODICITÀ

Non tollera salinità e calcare attivo elevato (< 5%). Le condizioni ottimali di salinità del suolo sono quelle che vedono valori di conducibilità elettrica inferiore a  $0,4 \text{ dSm}^{-1}$  e percentuali di sodio scambiabile (ESP) < 8%.

### DRENAGGIO

Richiede terreni con buon drenaggio. La capacità d'aria (in volume) del terreno non dovrebbe mai essere inferiore al 10%.

### ESPOSIZIONE DEL TERRENO

L'orientamento N-S permette al filare di ricevere luce per diverse ore al giorno, e questo è favorevole allo sviluppo dell'impianto.

## ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI

### AZOTO

La richiesta di tale elemento è particolarmente elevata dal germogliamento fino alle prime settimane di luglio e nelle prime fasi di sviluppo dei frutti.

Nelle prime settimane dal germogliamento, una quota di circa il 60% dell'azoto totale richiesto per la crescita di foglie e germogli deriva dalla mobilizzazione

dell'azoto immagazzinato nelle radici; pertanto è consigliabile rinviare il primo intervento fertilizzante con azoto (N) di 3-4 settimane rispetto alla data di germogliamento.

Entro le prime 2 settimane di luglio l'impianto utilizza circa 80 unità di N, pari al 70% del totale annuo. È necessario garantire gli apporti azotati anche nella tarda stagione al fine di ricostituire le riserve che saranno indispensabili per la corretta ripresa vegetativa dell'anno successivo. Le quantità consigliate negli impianti specializzati sono intorno a 80-150 kg di N/ha.

I concimi azotati devono essere distribuiti annualmente in modo frazionato. Quanto più frazionato sarà l'apporto, tanto più efficiente sarà la risposta della pianta; si interviene dal pre-germogliamento fino all'allegagione con 3-4 applicazioni ogni 20 giorni. È da evitare la distribuzione tardiva di concimi azotati, oltre il mese di giugno-luglio, per non compromettere la qualità commerciale del prodotto (rammollimento precoce, maggiore sensibilità ai patogeni fungini, scarso sapore).

## FOSFORO

Le asportazioni sono limitate. In caso di normale dotazione di fosforo si distribuiscono 30-40 kg/ha di  $P_2O_5$  ogni 3-4 anni.

## POTASSIO

I frutti accumulano potassio in modo graduale e costante. Il 40-50% si accumula nelle 5-6 settimane dopo la fioritura; il restante 50-60% nel periodo che inizia 6-7 settimane dopo la fioritura (indicativamente 15-20 luglio) e prosegue fino alla raccolta. Nelle foglie, il potassio è accumulato con rapidità durante le prime fasi successive al germogliamento (dalla 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> settimana dopo il germogliamento sino alla fase di fioritura-allegagione). Le quantità consigliate variano fra 50-150 kg/ha.

Fosforo e potassio vengono distribuiti in una unica soluzione a fine inverno.

## CALCIO

Il 70-80% è accumulato nei frutti nelle prime 6-7 settimane dall'allegagione. È buona norma applicare i trattamenti fogliari alle prime settimane dopo la fioritura, quando gli strati più esterni del frutto sono ancora vitali e non suberificati.

## MAGNESIO

Si accumula essenzialmente nelle foglie (75%) in modo costante fino alla metà di agosto.

## CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

### CATTURA DEL CARBONIO

La gestione sostenibile del frutteto conduce ad un maggiore immagazzinamento di carbonio rispetto alle tecniche tradizionali. Si stima che un impianto di actinidia possa fissare nel suolo (0-15 cm) circa 49,9 t/ha di carbonio organico (SOC).

### RESISTENZA ALLA SICCITÀ. ESIGENZE IDRICHE

L'actinidia è una specie con elevate esigenze idriche; è sensibile agli stress idrici e presenta la massima richiesta di acqua nel periodo di minima probabilità di piogge. Il fabbisogno idrico della coltura non è costante durante il ciclo vegetativo: il momento critico si ha durante la fase di rapido accrescimento del frutto, che si colloca in corrispondenza del periodo di minima probabilità di piogge e del massimo incremento dei livelli termici e della domanda evapotraspirativa. Il frutticino allegato passa da un diametro di 30 mm, alla metà di giugno, a uno di 45 mm alla fine di luglio (x3). Dai primi di agosto alla raccolta il diametro aumenta di altri 7-10 mm, con un incremento volumetrico di circa il 40%. In generale, l'actinidia non consuma più acqua rispetto alle altre specie arboree da frutto. Anche essendo una coltura dalle forti esigenze idriche, presenta alcune differenze sostanziali sotto il profilo fisiologico:

**1.** L'actinidia, in piena produzione, presenta un'area fogliare per ettaro uguale o minore rispetto a quella di altre specie arboree da frutto. L'area fogliare di un impianto adulto può oscillare dai 25.000 m<sup>2</sup>/ha a 50.000 m<sup>2</sup>/ha. L'accrescimento dei germogli e dell'area fogliare è molto rapido nelle prime settimane dopo l'emergenza delle foglie: dal 26° all'80° giorno dal germogliamento si passa da 2.000 m<sup>2</sup>/ha a 20.000 m<sup>2</sup>/ha (Xiloyannis et al., 1988). Nelle settimane successive l'incremento dell'area fogliare è limitato a circa 5.000 m<sup>2</sup> e lo sviluppo viene completato dopo circa 120 giorni dal germogliamento. Nel primo periodo il LAI risulta limitato a 0,1-0,2.

**Tab.6** Indice di area fogliare (LAI) nelle principali specie da frutto in piena produzione  
(Fonte: Xiloyannis et al.)

Specie	LAI (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )
Actinidia	2,5-3,0
Albicocco (Y trasversale. Cv Trynthos)	2,4-4,7
Melo	2,8-3,6
Pesco	2,5-2,9

**2.** La traspirazione specifica delle foglie di actinidia (quantità di acqua traspirata per unità di superficie fogliare) e l'efficienza d'uso dell'acqua (WUE-Water Use Efficiency) da parte della pianta sono uguali o inferiori a quelle delle altre

specie arboree da frutto. Ne deriva che il consumo idrico, sia di piante adulte in produzione che di piante giovani, è uguale o inferiore alle altre specie arboree da frutto. Per WUE si intende il rapporto fra la quantità di anidride carbonica fissata e l'acqua traspirata. Le foglie che ricevono una quantità di luce intorno a valori di 800-1.000 micromoli  $m^{-2}s^{-1}$  di PPFD (*Photosynthetic Photon Flux Density*) raggiungono la saturazione luminosa. Queste foglie, rispetto a quelle in ombra, traspirano una quantità maggiore di acqua, ma hanno una WUE 10 volte superiore a quelle ombreggiate. Ciò vuol dire che la parte ombreggiata della chioma, che riceve meno del 20% della radiazione disponibile, non costituisce un centro di produzione di elaborati (*source*), ma un centro di "consumo"/assorbimento (*sink*), con consumi idrici molto elevati e bassa WUE.

**Tab.7** Valori max di conduttanza stomatica ( $g_s$ ), traspirazione (E) ed efficienza di uso dell'acqua (WUE). I rilievi sono stati effettuati con radiazione fotosinteticamente attiva > 1.000 micromol $m^{-2}s^{-1}$ . (Fonte: Autori vari)

Specie	$g_s$ (mmol $\times m^{-2} \times s^{-1}$ )	E (mg $H_2O \times m^{-2} \times s^{-1}$ )	WUE (microg $CO_2/g H_2O$ )
Albicocco	80-100	50-60	4,4-5,1
Actinidia	80-120	45-90	2,9-3,9
Olivo	110-260	80-90	5,5-11,7
Pesco	100-200	75-110	2,3-3,5
Pero	90-140	40-60	8,1-8,8
Vite	80-120	55-90	3,2-4,4

**Tab.8** Carbonio assimilato ed acqua traspirata in condizioni ottimali e di stress (Fonte: Autori vari)

	Carbonio assimilato (kg/ha/ giorno) <b>Controllo</b>	Carbonio assimilato (kg/ha/ giorno) <b>Stressato</b>	$H_2O$ traspirata ( $m^3$ /ha/ giorno) <b>Controllo</b>	$H_2O$ traspirata ( $m^3$ /ha/ giorno) <b>Stressato</b>
Foglie esposte	71,2	17,1	31,6	11,4
Foglie ombregg.	-8,4	-9	20,6	15,2
Frutti	-8,5	-7,1	0,3	0,2
Totale	54,3	6,1	52,5	26,8

**3.** L'apparato radicale dell'actinidia tende a colonizzare il terreno molto lentamente ed impiega quasi 10 anni per esplorare tutto il volume a sua disposizione. La riserva idrica facilmente utilizzabile contenuta nel terreno risulta, di conseguenza, molto limitata.

**Tab.9** Volume esplorato dalle radici per albero e per ettaro (rielaborato e semplificato da Xiloyannis et. al.)

	m <sup>3</sup> /pianta I anno	m <sup>3</sup> /pianta II anno	m <sup>3</sup> /pianta III anno	m <sup>3</sup> /pianta IV anno	m <sup>3</sup> /ha I anno	m <sup>3</sup> /ha II anno	m <sup>3</sup> /ha III anno	m <sup>3</sup> /ha IV anno
Actinidia	1,22	3,39	3,60	3,60	2,168	6,024	6,575	6,575
Pesco	0,11	0,64	1,35	1,41	84	474	999	1,043
Olivo (Coratina)	0,50	2,9	8,6	-	138	803	2.382	-

**4.** L'actinidia richiede, durante il periodo estivo, interventi irrigui frequenti (ogni 1-2 giorni).

**5.** In condizioni idriche ottimali del terreno la pianta è in grado di assorbire e trasportare alle foglie quasi tutta l'acqua traspirata (sistema conduttore molto efficiente). L'actinidia entra in stress idrico quando il contenuto di umidità del terreno raggiunge il 50% della riserva utile (RU), oppure quando il potenziale idrico è di circa -0.04 MPa

**6.** L'actinidia possiede una tolleranza alla carenza idrica di tipo conservativo. In presenza di stress moderato, la conduttanza stomatica e la traspirazione diminuiscono rapidamente. In giornate caratterizzate da elevata richiesta evaporativa (temperature elevate, umidità relativa bassa, ventosità) la pianta entra in stress nonostante l'elevata disponibilità idrica nel terreno. Ciò è dovuto al fatto che l'actinidia non è predisposta per cedere al flusso traspirativo l'acqua contenuta nei vari tessuti per equilibrare la differenza tra l'acqua traspirata e quella assorbita dal terreno; chiude così gli stomi, mantenendo elevato il contenuto idrico dei vari tessuti, con conseguenze negative sia sull'effetto climatizzante della traspirazione (disseccamenti fogliari) che dell'assimilazione. In condizioni di massima carenza idrica, l'acqua che i vari tessuti possono cedere dalle loro riserve al flusso traspirativo non supera il 10%, a confronto con il 40% dell'olivo.

**7.** In ambienti con precipitazioni insufficienti, un apporto idrico medio annuo si dovrebbe aggirare intorno a 6-900 mm, pari a 6-9.000 m<sup>3</sup>/ha. L'irrigazione deve protrarsi per tutto il periodo durante il quale l'evapotraspirazione effettiva non viene soddisfatta dalle precipitazioni o dalle riserve idriche del terreno. Mantenendo attive le foglie, dal punto di vista fotosintetico, durante tutta la stagione si ottiene un maggior accumulo di sostanze di riserva nei vari organi della pianta. Tali sostanze conferiscono ai vari tessuti una maggiore resistenza agli abbassamenti termici invernali e contribuiscono alla migliore ripresa dell'attività vegetativa nell'anno seguente.

## TOLLERANZA ALLE ALTE TEMPERATURE

Le alte temperature durante la maturazione del frutto ritardano la degradazione dell'amido, la maturazione e la crescita nella stagione seguente.



## ALBICOCCO

NOME SCIENTIFICO:	<i>Prunus armeniaca L., Armeniaca vulgaris L.</i>
FAMIGLIA:	Rosaceae
NOME COMUNE:	albicocco
ORIGINE:	est della Cina e Siberia (Westwood, 1978)
DISTRIBUZIONE:	25° a 55° LN e LS
ADATTAMENTO:	grazie all'elevato numero di cultivar e portinnesti si adatta ad ambienti molto diversi
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne
TIPO FOTOSINTETICO:	C3



## FENOMORFOLOGICA

### FASI FENOLOGICHE

*gemme in riposo invernale*  
*rigonfiamento delle gemme*  
*comparsa dei sepali (bottone rosso)*  
*comparsa petali*  
*comparsa degli stami (inizio fioritura)*  
*piena fioritura*  
*inizio caduta petali*  
*fine caduta petali*  
*allegagione*  
*scamicatura*  
*indurimento nocciolo*  
*accrescimento dei frutti,*  
*frutti completamente sviluppati*  
*maturazione di raccolta*  
*inizio caduta foglie*



### RADICI

Sono di colore rosso-bruno. L'apparato radicale è piuttosto fittonante.

### GERMOGLI E RAMI

Ramo vegetativo, ramo misto, ramo anticipato, brindillo vegetativo, brindillo misto, dardo vegetativo, dardo fiorifero (produce frutti di elevata pezzatura e con maturazione ritardata).



## GEMME

Le gemme vegetative sono più piccole di quelle riproduttive. Hanno forma conica e si trovano, in genere, una per nodo. Le gemme riproduttive hanno forma ellissoidale, allargata alla base. Sono presenti da 1 a 6 per nodo su rami misti, brindilli e dardi.

## FOGLIE

Hanno aspetto cuoriforme, apice acuminato, margine crenato. I piccioli sono rossi e forniti di nettari.

## FIORI

Solitari o riuniti in gruppi di 2-3. Bianchi o rosato-chiaro, con 5 petali.

## FRUTTO

È una drupa. Il seme può essere dolce o amaro (amigdalina). La polpa può essere spiccagnola o duracina. L'epidermide ha colore giallo-arancione-rosso e può presentare diverse intensità di sovracolorazione sulla valva esposta al sole.



## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME

L'**induzione** a fiore inizia in giugno e prosegue fino alla fine dell'estate. Influiscono le riserve glucidiche disponibili nella pianta (fotosintesi clorofilliana, concorrenza fra i diversi organi vegeto-riproduttivi) e i fattori ormonali, in collegamento con il rallentamento della velocità di crescita vegetativa. Il processo è sottomesso ad una riduzione dell'azione delle giberelline, prodotte dalle giovani foglioline, e ad una concentrazione sufficiente di citochinine di origine radicale trasportate per via xilematica.

La traspirazione delle foglie favorisce il flusso della linfa e, per conseguenza, l'accumulo di citochinine ed elementi nutritivi nelle gemme. L'integrità della superficie fogliare, il buon funzionamento dell'apparato radicale e l'alimentazione idrico-minerale estiva hanno la loro importanza.

La **differenziazione** ha luogo nel corso dell'estate e continua fino alla primavera seguente. Il meristema delle gemme si trasforma e prende una forma arrotondata, con la formazione progressiva degli abbozzi fiorali (termina a fine ottobre). Questa fase può essere rallentata o bloccata da una ripresa vegetativa della pianta in estate. Uno stress idrico o una defogliazione accidentale, seguiti da piogge e/o irrigazione, oppure tagli severi tardivi, possono perturbare questa fase e provocare anomalie fiorali. La differenziazione subisce un certo rallentamento durante l'inverno, fase considerata come dormienza, in cui si ha la differenziazione delle cellule riproduttive.

## DORMIENZA

Come per la maggior parte dei fruttiferi, le gemme dell'albicocco sono in uno stato di riposo apparente dopo la loro formazione in estate, fase denominata "dormienza". Esse necessitano di un certo numero di ore di freddo per superare questa fase, e poi di ore di caldo per svilupparsi. Le esigenze di ore in freddo sono variabili con le varietà. I metodi di quantificazione del freddo invernale e di misura dall'uscita dalla dormienza sono diversi: Modello di Weinberger (somma quotidiana delle temperature  $<7.2^{\circ}\text{C}$ ); Modello di Bidabé; Modello di Richardson (la dormienza si considera effettiva sotto  $7^{\circ}\text{C}$ , mentre le temperature  $>18^{\circ}\text{C}$  possono annullare l'effetto delle basse temperature); Modello dinamico. Il soddisfacimento del fabbisogno in freddo di una varietà può essere verificato con il Test di Tabuenca. Il test si fonda sull'analisi della variazione di peso degli abbozzi fiorali in prelievi successivi a partire da metà dicembre o inizio gennaio. Si considera superata la dormienza quando si rileva un aumento significativo del peso degli abbozzi fiorali fra due date di prelievo (15-20%, secondo gli autori).

## GERMOGLIAMENTO

Si distinguono quattro tipologie di habitus, con gradiente di fertilità diverso nei vari tipi di rami. In ambienti diversi, la stessa varietà di albicocco può presentare comportamenti vegeto-riproduttivi molto differenti.

- **Gruppo Antonio Errani, Goldrich-Solaria:** fruttificano prevalentemente su dardi e brindilli; hanno scarsa formazione di rami anticipati. Presentano un gradiente di crescita acrotono.
- **Gruppo Bella di Imola, San Castrese, Portici, Vitillo, Bora, Palummella, Sweetcot:** fruttificano su tutti i tipi di rami riproduttivi. I rami anticipato portano frutti di pezzatura piccola.
- **Gruppo Pinkot, Silvercot, Pisana, Kioto, Bergeron, ecc.:** fruttificano prevalentemente su dardi e rami misti vigorosi, con frutti di buona pezzatura. È necessario stimolare negli anni, con idonei interventi di potatura, la formazione dei rami misti.

- **Aurora, Orange Rubis, Bora, ecc:** fruttificano prevalentemente su dardi, brindilli, rami misti deboli o su rami anticipati.

## FIORITURA

Ha fioritura molto precoce (subito dopo il mandorlo e prima del pesco. Fine febbraio-prima decade di marzo. La fioritura avviene prima della fogliazione). L'albicocco è per lo più autocompatibile, ma alcune varietà sono autoincompatibili. L'impollinazione è entomofila. Si ammette, tuttavia, che essa possa avvenire anche in assenza di insetti. La deiscenza delle antere e la successiva fecondazione, infatti, potrebbero verificarsi a fiore ancora chiuso (cleistogamia). La fioritura avviene in modo scalare a partire dai rami corti, per proseguire su quelli più lunghi, dalla base verso l'apice. I fiori apicali dei rami lunghi e dei brindilli hanno maggiori possibilità di sfuggire alle gelate tardive. Il gradiente di maturazione è inverso a quello di fioritura.

Per una medesima varietà, la data e l'intensità di fioritura sono il risultato di una combinazione complessa di fattori climatici ed agronomici: durata del periodo di dormienza, durata del periodo di crescita dell'abbozzo fiorale, stato idrico del suolo, carica in frutti dell'anno precedente, ecc. Si è constatato che, quando la produzione di un anno è bassa o nulla, la fioritura dell'anno successivo è più precoce della media. Ciò sembra da mettere in relazione con un anticipo dell'induzione fiorale negli alberi scarsamente "carichi", dove la crescita risulta più attiva. Esistono numerosi casi dove il processo di autofecondazione è impossibile: sfasamento di maturazione degli organi maschili e femminili; fiori maschili sterili; incompatibilità genetica (gametofitica. Geni  $S_1$ - $S_2$ ;  $SFB_1$ ,  $SFB_2$ ). Molte varietà possono avere polline sterile (controllato da un gene recessivo), mentre, in altre, la quantità di polline nelle antere può essere bassa o nulla.

La facoltà germinativa del polline è dipendente dalla temperatura: la penetrazione del tubetto pollinico nello stilo è ottimale entro 10° e 15°C, mentre si riduce al di sopra di 25°C.

La recettività dello stigma e le temperature sono parametri molto importanti per l'allegagione. Temperature elevate in pre-fioritura possono condurre ad una mancanza di sincronizzazione tra l'antesi e lo sviluppo del pistillo. Basse temperature, venti violenti e nuvolosità contrastano l'attività delle api, mentre piogge ed elevata umidità favoriscono patologie fungine e batteriche.

Un albicocco adulto può portare più di 10.000 fiori. Alle diverse cause di caduta fisiologica dei fiori (fiori non fecondati, degenerazione degli ovuli, ecc.) si aggiungono anomalie fiorali del pistillo e dell'ovario. Queste deficienze di fruttificazione sono ancora poco conosciute e sono generalmente dovute ad una distruzione interna delle gemme a fiore per necrosi dei pezzi fiorali e ad una malformazione del pistillo sotto l'azione delle temperature invernali.

Il mancato soddisfacimento del fabbisogno in freddo è stato descritto come all'origine di queste anomalie. Durante la fase di dormienza le gemme a fiore, quando le temperature sono superiori a 0°C, andrebbero incontro a processi di lento ingrossamento dei loro organi fiorali fino alla formazione dei tessuti archeosporiali e alla differenziazione delle cellule madri del polline. Temperature relativamente alte (18°-20°C), durante questo periodo, ritarderebbero la microsporogenesi e potrebbero essere la causa di anomalie del fiore. Più recentemente è stato possibile correlare la comparsa di anomalie e necrosi delle gemme alle condizioni climatiche (siccità ed alte temperature) del periodo estivo autunnale.

Un tasso del 5-10% di anomalie sembra frequente nella maggior parte delle varietà; varia da un anno all'altro e indica piuttosto una caratteristica varietale. Il picco di caduta fisiologica dei giovani frutticini ha luogo, in genere, intorno a 28 giorni dopo la piena fioritura.

### SVILUPPO DEI FRUTTI

Lo sviluppo dei frutti segue una curva a "doppia sigmoide", suddivisa in tre fasi:

- **I Fase:** rapido incremento del volume per moltiplicazione cellulare.
- **II Fase:** indurimento del nocciolo. Stasi nella crescita del frutto.
- **III Fase:** il seme è completo, perde acqua, accumula sostanze di riserva e lignifica. Il frutto riprende la crescita per distensione.

La divisione cellulare è un periodo di intensa attività metabolica, concentrato di solito (a seconda delle varietà) nelle prime 4-5 settimane dopo la fioritura.

La conoscenza dei processi fisiologici alla base dello sviluppo del frutto è fondamentale per l'incremento quali-quantitativo della produzione. Il potenziale di crescita viene determinato con la citochinesi; più questa è attiva, maggiore sarà il numero delle cellule che, crescendo, possono far aumentare le dimensioni dei frutti. Anche le caratteristiche gustative e di conservabilità dipendono, in parte, da questa fase. Importanti rimangono anche le fasi successive, ovvero la distensione cellulare e la conseguente formazione dello spazio intercellulare. L'entità della crescita delle cellule dipende anche dalla disponibilità di nutrienti, acqua e carbonio. Tutti i fattori che possono causare sbilanci nella disponibilità di carbonio al frutto avranno, come conseguenza, riflessi negativi sulla crescita: diradamento inadeguato, carichi produttivi eccessivi, limitata intercettazione luminosa e insufficiente distribuzione della radiazione all'interno della chioma, danni da parassiti, senescenza fogliare, ecc. I tassi di crescita iniziali del frutto dipendono dai regimi termici delle giornate all'inizio della stagione, quando ha luogo la citochinesi: in condizioni termiche più calde, la crescita iniziale del frutto è più rapida.

## RACCOLTA

L'albicocca è un frutto climaterico (produzione di etilene: 20-45 microlitri kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>). L'epoca di raccolta rappresenta un momento fondamentale della filiera produttiva, perché caratterizza e condiziona la qualità globale e la serbevolezza del prodotto. La definizione dell'epoca di raccolta, tenendo conto della scalarità di maturazione dei frutti, della forte variabilità delle cultivar e della diversa reazione ai fattori pedoclimatici, è abbastanza difficile, tuttavia alcuni indici si sono dimostrati di facile applicazione e di sufficiente rispondenza fisiologica. Si ricordano il colore della buccia e la durezza della polpa. A questi si possono aggiungere il residuo secco rifrattometrico, l'acidità e il loro rapporto.

**Tab.1** Valori di durezza, RSR alla distribuzione e colore di fondo

Varietà	Durezza alla distribuzione (kg)	RSR (°brix) alla distribuzione	Colore di fondo
Fino a Portici	1-2	Maggiore, uguale 11	Giallo. Rosso a seconda cv.
Da Portici in avanti	1-2	Maggiore, uguale 12	Giallo. Rosso a seconda cv.

**Fonte:** Disciplinari di P.I. Regione Emilia Romagna

## CONSERVAZIONE

L'elevata deperibilità di questa specie rende necessario, al fine di procrastinare la maturazione e lo sviluppo di alterazioni parassitarie, prerefrigerare i frutti (fino ad una temperatura di 4-5°C) quanto più vicino possibile al momento della raccolta. Il tempo intercorrente tra raccolta e inizio prerefrigerazione non dovrebbe superare le 8-10 ore. I sistemi di prerefrigerazione utilizzabili sono quelli ad aria o ad acqua. Quest'ultimo sistema non è consigliabile in quanto può incrementare l'incidenza di marciumi. Nell'ambito della tecnica di prerefrigerazione ad aria, quella ad aria forzata è la più indicata perché consente il raffreddamento del prodotto in 2-4 ore. L'intervallo che intercorre dalla raccolta al consumo non dovrebbe superare, nella maggior parte delle cultivar, i 5-7 giorni al fine di preservare un elevato standard qualitativo. Le albicocche in fase post-raccolta sono caratterizzate da manifestazione di disfacimento interno e da un rapido scadimento delle caratteristiche organolettiche. Per tale motivo, anche nelle migliori condizioni di conservazione, il periodo massimo di "vita" post-raccolta, per la maggior parte delle cvv, non dovrebbe superare i 12-15 giorni. Le conoscenze attuali sulla conservabilità delle diverse cultivar sono molto carenti. I parametri consigliati per la conservazione in refrigerazione normale sono:

- Temperatura: 0°C
- Umidità relativa : 90-95%

Nonostante l'utilizzo dell'atmosfera controllata, nella maggior parte delle cvv non risulta produrre grandi benefici. I parametri consigliati sono: O<sub>2</sub> 2-3%; CO<sub>2</sub> 2-3%

## ESIGENZE CLIMATICHE

### FOTOPERIODO

È considerata una specie a giorno neutro.

### RADIAZIONE LUMINOSA

Preferisce giorni soleggiati durante la maturazione del frutto

### TEMPERATURA

Preferisce gli ambienti con primavere asciutte, leggermente ventilate, temperate; può sopportare minime invernali fino a -30°C senza subire gravi danni. Il range termico di sviluppo è fra 7° e 28°C, con un optimum di 20°C. Richiede, a seconda delle varietà, da 250 a 1.200 unità di freddo (<7°C), e può soffrire di "colpi di calore" ad inizio primavera. Alcuni autori israeliani e sudafricani considerano che le ore di temperatura superiori a 18°C annullano l'effetto positivo delle ore inferiori a 7°C.



**Tab.2** Soglie critiche di temperature

<b>Stadio fenologico</b>	<b>10% danno</b>	<b>90% danno</b>
Gemma rigonfia	-4,3	-14,4
Calice visibile	-6,2	-13,8
Inizio fioritura	-4,9	-10,3
Piena fioritura	-4,3	-6,4
Scamiciatura	-2,6	-4,7
Ingrossamento frutto	-2,3	-3,3

## PRECIPITAZIONI

Il fabbisogno idrico si attesta sui 450-500 mm, a seconda delle varietà e delle annate. Una parte delle esigenze è soddisfatta dalle riserve del suolo e dalle precipitazioni.

## UMIDITÀ RELATIVA

Preferisce un'umidità relativa da bassa a moderata. Il frutto è molto sensibile alle alte umidità e alle piogge, specialmente in maturazione.

## ESIGENZE PEDOLOGICHE

### PROFONDITÀ DEL SUOLO

Indipendentemente dal portinnesto impiegato, la completa espressione del potenziale vegetativo e riproduttivo dell'albicocco necessita di suoli che non presentano limitazioni allo sviluppo radicale per almeno 100 cm di profondità.

### TESSITURA

Predilige terreno con tessitura media o moderatamente grossolana. Nei suoli a tessitura fine è indispensabile garantire il rapido allontanamento delle acque in eccesso (problemi di asfissia radicale); in questi terreni si possono avere anche problemi di fessurazioni e crepacciature. I portinnesti del susino, avendo apparato radicale superficiale, sono maggiormente sensibili alla siccità e mal si adattano ai terreni con tessitura grossolana. Il franco, grazie alla sua elevata vigoria e alle sue radici profonde, si adatta meglio ai suoli sciolti e pietrosi.

### pH

Predilige terreni con pH intorno alla neutralità: i valori ottimali si collocano fra 6,5 e 7,5. In presenza di valori estremi (<5,4 e > 8,5) si possono verificare limitazioni all'attività vegeto-riproduttiva. È mediamente resistente al calcare attivo: se innestato su franco tollera percentuali di calcare inferiori all'8%; su portinnesti del susino si può arrivare al 10%.



## SALINITÀ/SODICITÀ

Le condizioni migliori per la coltivazione si hanno con valori di conducibilità elettrica e di sodicità inferiori, rispettivamente, a  $0,4 \text{ dSm}^{-1}$  e a 8% di ESP. I suoli sono considerati non adatti per valori maggiori di  $0,8 \text{ dSm}^{-1}$  ed ESP superiore al 10%.

## DRENAGGIO

Le condizioni di produzione dell'albicocco sono migliori in suoli ben drenati. Devono evitarsi suoli pesanti e con drenaggio deficiente.

## ESPOSIZIONE DEL TERRENO

In zone vallive o di pianura si possono presentare problemi di gelate.

## ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI

Il piano di concimazione dell'albicocco assomiglia a quello del pesco, con un primo intervento all'allegagione dei frutti (circa 3-4 settimane dopo la fioritura), distribuendo circa  $30 \text{ kg/ha}$  di azoto; successivamente, in fase di diradamento, si effettuerà un secondo apporto con circa  $40 \text{ kg/ha}$ . In post-raccolta si forniranno, infine,  $30 \text{ kg/ha}$  di azoto. Il quantitativo totale di azoto da distribuire annualmente ( $90\text{-}120 \text{ kg/ha}$ ) può variare in funzione della carica produttiva, dell'interramento o meno dei residui di potatura, ecc.

Il ricorso alla fertirrigazione consente di ridurre i quantitativi di elementi fertilizzanti da apportare (azoto in particolare). La fertilizzazione fosfatica verrà effettuata ogni 3-4 anni in quantitativi di circa  $40\text{-}50 \text{ kg/ha}$  (in presenza di normale dotazione del terreno-  $10\text{-}20 \text{ ppm}$  di P).

L'elemento, in fertirrigazione, verrà distribuito nelle prime fasi dello sviluppo vegeto-produttivo allo scopo di stimolare lo sviluppo delle radici.

Per il potassio, le asportazioni annuali risultano molto elevate. Nei suoli normalmente provvisti si prevedono, nella fase giovanile (primi 3-4 anni), somministrazioni annue di 40 unità per ettaro, da aumentare progressivamente fino ad arrivare a  $100\text{-}130 \text{ kg/ha}$  nel caso di piante adulte in produzione. Carenze possono verificarsi in terreni molto sciolti. Una buona disponibilità dell'elemento migliora il colore della buccia e il contenuto zuccherino. Le concimazioni fosfo-potassiche vanno effettuate a fine inverno e devono essere seguite da una lavorazione leggera per favorirne l'approfondimento nel terreno.

## CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

### RISPOSTA AD ARRICCHIMENTO IN $\text{CO}_2$

Aumentando la concentrazione attuale di  $\text{CO}_2$  ( $300 \text{ ppm}$ ), la fotosintesi

dell'albicocco incrementa del 50-73%, a seconda delle varietà. Un aumento di 600 ppm condurrà ad innalzamenti della fotosintesi tra il 68 e il 120% (Wang et al, 2007).

### CATTURA DEL CARBONIO

Per una densità di piantagione di 0,0204 alberi m<sup>2</sup>, ogni singola pianta cattura un totale di 23,045 g di C e 84,498 g di CO<sub>2</sub> per anno, con la seguente ripartizione: 6,512 g di C (23,870 g di CO<sub>2</sub>) nelle radici; 2,831 g di C (10,381 g di CO<sub>2</sub>) nei rami; 2,290 g di C (8,396 g di CO<sub>2</sub>) nelle foglie; 8,545 g di C (31,331 g di CO<sub>2</sub>) nei frutti; 2,867 g di C (10,512 g di CO<sub>2</sub>) nel tronco (Mota, 2011).

### RESISTENZA ALLA SICCIÀ. ESIGENZE IDRICHE

È sensibile al ristagno di acqua nel suolo e mostra resistenza alla siccità. Da maggio a settembre il fabbisogno idrico è di circa 2.000- 2.500 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Ad inizio stagione il basso consumo (40% dell'ETP), dell'ordine di 50 mm, può essere soddisfatto dalle riserve del suolo. Siccità precoci, in questo periodo, (aprile) possono causare arresti di crescita, cascola dei frutti, ecc.

La fase che va dall'indurimento del nocciolo a raccolta è la più critica. Il fabbisogno per questo periodo corrisponde al 60% dell' ETP medio annuo; una mancanza d'acqua può penalizzare il calibro dei frutti e lo sviluppo della vegetazione attiva durante l'estate (problemi di rinnovo dei rami a frutto). Eccessi di acqua possono provocare vitescenza delle cellule sottoepidermiche dei frutti, cracking, patologie fungine, ecc. Dopo la raccolta l'albero richiede apporti idrici più limitati (40% ETP) per permettere una buona differenziazione a fiore e l'accumulo di riserve negli organi perenni.

### TOLLERANZA ALLE ALTE TEMPERATURE

L'aumento della temperatura max di 6-7°C e della temperatura media di 3°C anticipa lo sviluppo delle gemme fiorali, causando un'accelerazione del tempo di fioritura e una riduzione di allegagione. In fioritura, i fiori pesano meno e mostrano minor sviluppo del pistillo (Rodrigo e Herrero, 2001).

A primavera, temperature troppo elevate, appena prima della fioritura, sono pregiudizievoli per il corretto sviluppo del fiore: sperimentazioni in coltura protetta hanno dimostrato tassi di anomalie (pistilli corti) superiori rispetto alle piante in ambiente non forzato.

Il cambiamento climatico e l'aumento delle temperature medie conducono ad un ritardo della caduta autunnale delle foglie, con un allungamento della durata di acquisizione del fabbisogno in freddo invernale (la dormienza inizia quando le foglie sono cadute). Prolungamenti dell'attività vegetativa estivo-autunnale devono, in futuro, essere attentamente seguiti per evitare turbe fisiologiche della fioritura-allegagione.



# ARANCIO

NOME SCIENTIFICO:	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbek
FAMIGLIA:	Rutaceae
NOME COMUNE:	arancio dolce
ORIGINE:	Cina (Yuste, 1977) Cina (Gonzalez, 1984)
DISTRIBUZIONE:	40 latitudine Nord; 40° latitudine Sud
ADATTAMENTO:	regioni subtropicali e tropicali
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne
TIPO FOTOSINTETICO:	C3

## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### FASI FENOLOGICHE

*schiusura gemme*

*fioritura*

*allegagione*

*ingrossamento frutti*

*maturazione*



### RADICI

La maggior parte delle radici delle piante si trova fra 0 e 100 cm. Le radici degli agrumi presentano due periodi di accrescimento, alternati a due periodi di riposo, durante i quali si sviluppa la parte aerea. Si ha un periodo di stasi radicale quando la temperatura del terreno scende sotto 13°C. Le radici, nei primi anni di vita, hanno uno sviluppo maggiore rispetto all'apparato fogliare: questo comporta un notevole stimolo affinché si verifichi un impulso vegetativo maggiore rispetto a quello riproduttivo, che causa una fruttificazione scarsa e consente la formazione di strutture per supportare la produzione negli anni successivi. Lo sviluppo radicale è in equilibrio con quello vegetativo a partire dal 7°-8° anno. Dopo 15-20 anni di produzione la pianta ha un'attività radicale minore rispetto a quella fogliare.

### GERMOGLI E RAMI

I germogli si formano in primavera sul legno dell'anno precedente. Ogni nodo può dare origine a più di un germoglio in relazione alla presenza di più gemme nella sua struttura. I germogli che spuntano in primavera si classificano,



secondo il numero dei fiori e foglie che contengono, in: strutture multifiorali senza foglie (rametti fioriferi); germogli multifiorali che portano una rosetta di foglie (germogli misti); strutture fiorali senza foglie (fiori solitari); strutture unifiorali con foglie e fiori apicali; germogli vegetativi.

### GEMME

Sono nude e la loro differenziazione fisiologica comincia verso novembre-dicembre.

### FOGLIE

Sono persistenti e semplici (tranne in *Poncirus trifoliata*). Una pianta adulta, in pieno vigore, può presentare da 15.000 a 20.000 foglie con un'area di circa 200 m<sup>2</sup>. Le foglie permangono sulla pianta per 14-18 mesi e, in genere, presentano 400-500 stomi per m<sup>2</sup> nella pagina inferiore. Negli agrumi il ruolo delle foglie è fondamentale per assicurare le riserve nutrizionali alla pianta, soprattutto in primavera, allorché vengono utilizzate per consentire la ripresa vegetativa e la fioritura. Un frutto di arancio, affinché si sviluppi e venga raccolto, necessita dell'attività di circa 50 foglie; è evidente come la forte diminuzione della chioma non consente una buona produttività.



### FIORI ("zagare")

Sono portati nei nuovi germogli originatisi dalla schiusura delle gemme dormienti poste all'ascella delle foglie dei rametti dell'anno precedente. L'antesi avviene nel periodo intercorrente dalla fine di marzo ai primi di maggio, tranne per "l'arancio ovale", i limoni e i cedri che sono rifiorenti. Una pianta può portare fino a 6.000 frutti, con una produzione di 150-200 kg e oltre. I fiori sono ermafroditi, singoli o raggruppati in infiorescenze corimbiformi. Negli agrumi abbiamo le seguenti tipologie fiorali:

- Germogli campanulacei, con un unico fiore apicale e foglie giovani.
- Germogli misti, che alternano fiori e foglie giovani.
- Mazzetti di fiori. Alle ascelle delle foglie vecchie vi sono solo fiori.
- Fiori solitari, senza foglie giovani.
- Germogli vegetativi senza alcun fiore.

Nell'arancio prevalgono i germogli misti, mentre nel clementine sono più diffusi i fiori solitari. I migliori risultati produttivi si ottengono dai germogli misti e campanulacei, in quanto l'attività fiorale è assistita, per gli aspetti nutrizionali, dalle foglie che compongono il germoglio stesso. Ciò è assente nei rami fiorali e nei fiori solitari, determinando una minore probabilità di allegagione.

## FRUTTO

È una bacca denominata esperidio. Per sincarpia, un secondo piccolo frutticino (navel="ombelico") è presente, a volte, all'estremità del frutto principale. Il frutto presenta due parti principali: il *pericarpo* (o buccia) e l'*endocarpo* (o polpa), a sua volta distinto in esocarpo o *flavedo* (parte più esterna, colorata) e mesocarpo o *albedo*, costituito da parenchima spugnoso di colore bianco. Il colore rosso di alcune varietà di arance è dovuto alla formazione di pigmenti antociani nei vacuoli.

Il gruppo varietale dell'arancio rosso si distingue dal biondo per la presenza degli antociani, pigmenti idrosolubili appartenenti alla famiglia dei flavonoidi, che conferiscono il colore rosso alla buccia e/o alla polpa. La pigmentazione a carico degli antociani è sotto controllo genetico e si definisce a espressività variabile in quanto è anche dipendente dall'escursione termica tra il calore delle ore diurne, necessario per la piena maturazione del frutto, e il freddo delle ore notturne. Uno studio comparativo basato sulle sequenze geniche, conservate in specie modello caratterizzate dalla presenza di antociani, ha permesso di isolare nell'arancio il gene regolatore, al quale è stato attribuito il nome "Ruby". L'analisi di Ruby, nell'arancio rosso e biondo, ha mostrato una completa identità nella struttura e sequenza del gene. Una differenza fondamentale è stata invece identificata esclusivamente nei genotipi pigmentati in cui, a monte di Ruby, è presente una porzione di un retrotrasposone attivo (Tcs1) denominato 3'LTR, necessaria per l'attivazione del gene stesso. Ruby e la sequenza a monte sono responsabili della presenza/assenza della pigmentazione antocianica, mentre la quantità di pigmento accumulato dipende da meccanismi genetici o epigenetici non ancora individuati e che contribuiscono, insieme alle condizioni ambientali, a incrementare la variabilità dell'espressione antocianica della buccia e della polpa. Inoltre, l'analisi fenotipica del germoplasma pigmentato lascia presupporre che i meccanismi genetici alla base della pigmentazione della buccia e della polpa siano differenti. Per cui è frequente, a seconda della cultivar, poter osservare livelli di antociani molto diversi e più elevati nella buccia o nella polpa



## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME

La differenziazione fisiologica comincia verso novembre-dicembre. Segue la differenziazione morfologica, che avviene a metà dicembre-metà gennaio. Basse temperature e stress idrico sono i principali fattori coinvolti nell'induzione a fiore. Temperature intorno ai 25°C per diverse settimane, o periodi di stress idrico per almeno 30 giorni, sembrano essere indispensabili per indurre a fiore un elevato quantitativo di gemme. La mancata produzione di giberelline, dovuta a periodi di stress che la pianta subisce, può essere alla base dei fenomeni di induzione della fioritura. Le giberelline incidono negativamente sull'induzione antogena e, quindi, sulla fioritura. Ciò è confermato dalla constatazione che la loro sintesi e il trasporto nella pianta diminuiscono nel periodo dell'induzione fiorale a causa degli abbassamenti termici.

### GERMOGLIAMENTO

I germogli si formano in primavera sul legno dell'anno precedente, sebbene possano riscontrarsi anche sul legno più vecchio. Ogni nodo può dare origine a più germogli, in relazione alla presenza di più gemme nella sua struttura. La maggior parte delle specie e varietà di agrumi coltivate in climi temperati germoglia tre volte all'anno: primavera, inizio e fine estate. Il germogliamento primaverile è quello che porta i frutti per la produzione commerciale. Il limone porta, invece, fiori utili in tutti e tre i germogliamenti.

### FIORITURA

L'impollinazione è entomofila ed in parte anemofila. Molte varietà di agrumi producono anche 100.000-200.000 fiori per pianta, ma solo l'1-2% di questi completano il ciclo di fruttificazione; la rimanente parte è soggetta a cascola. Un primo periodo di cascola avviene durante la fioritura e dura circa 1 mese; il secondo periodo (cascola fisiologica) si verifica, in genere, in giugno.

La cascola fiorale riguarda i fiori "deboli", non fecondati o con anomalie fiorali. La cascola di giugno è da intendersi come un fenomeno di autoregolazione, a causata dalla forte competizione fra i frutticini per le sostanze nutritive, l'acqua, gli ormoni, ecc. Il periodo della cascola fisiologica è quello in cui si interviene, generalmente, con interventi di diradamento manuale e chimico per migliorare la pezzatura dei frutti.

La fioritura è condizionata da fattori esogeni, come temperatura e stress idrico, ed endogeni, come aspetti genetici, giovanilità, caratteristiche della gemma, stato ormonale e nutrizionale, produttività (il gradiente di fioritura diminuisce con la produttività: rami contenenti frutti sviluppano poche gemme fiorali; tale situazione sarebbe imputabile alla maggiore presenza di acido giberellico),

eccessiva permanenza dei frutti sulla pianta oltre l'epoca di maturazione (l'effetto inibitore del frutto maturo sullo sviluppo delle gemme a fiore è correlato all'alto contenuto di acido abscissico), ecc.

## ALLEGAGIONE

La maggior parte delle varietà di agrumi è partenocarpica e, quindi, produce frutti senza semi (apirenia).

Si parla di sterilità genetica (morfologica, citologica e fattoriale) quando la fecondazione non avviene per motivi diversi da quelli ambientali o esterni alla pianta. La sterilità morfologica può essere maschile e femminile. Il tipico esempio di sterilità maschile è quella della cv. Navel, dove le antere non producono polline. La sterilità femminile si verifica in alcune cv. di limone. La sterilità citologica è tipica delle cv. triploidi, nelle quali i gameti non risultano funzionali. La sterilità fattoriale insorge quando il polline, pur essendo vitale, non è in grado di fecondare i fiori della stessa cultivar (autoincompatibilità) o di cv. molto affini (interincompatibilità). L'esempio più comune di autoincompatibilità è rappresentato dal clementine e da alcuni suoi ibridi che producono frutti senza semi quando si trovano come piante isolate, mentre presentano numerosi semi quando si trovano con varietà con polline compatibile.

## SVILUPPO DEI FRUTTI

Lo sviluppo dei frutti, nella maggior parte delle cultivar, segue un andamento sigmoidale.

Baim, nel 1958, divise lo sviluppo dei frutti degli agrumi in 3 fasi:

**Fase I:** va dalla fioritura alla cascola fisiologica del mese di giugno. In questa fase, con durata variabile in base alla specie di circa 40-50 giorni, l'accrescimento del frutto è rapido ed avviene per divisione cellulare. L'aumento di pezzatura è dovuto, principalmente, all'accrescimento della buccia.

**Fase II:** dalla cascola di giugno alla pre-invaiatura. Ha una durata variabile, in base alla varietà, tra i 2-3 e i 5-6 mesi. In questo stadio si ha la fine dell'accrescimento per divisione cellulare e ha inizio quella per distensione; le vescicole dei loculi cominciano ad accrescersi per accumulo di succo.

**Fase III:** dall'invaiatura fino alla maturazione e senescenza dei frutti. Si caratterizza per una ridotta crescita del frutto e comprende tutti i cambiamenti associati alla maturazione.

## RACCOLTA

Gli agrumi si raccolgono da fine settembre a giugno, in base alle varietà. La valutazione del giusto grado di maturazione dei frutti è tipica per ogni cultivar. L'epoca di raccolta è fissata in base alla minima pezzatura commerciale, alla colorazione della buccia, al sapore caratteristico del frutto. Per l'arancio si



considerano, oltre a questi, le screziature rosse della polpa per le arance a polpa pigmentata, e la colorazione giallo-arancio per la polpa delle cultivar di arancio biondo. Altri parametri si basano sulla ricchezza in succo, sul contenuto in zuccheri espresso in °Brix e determinato con un rifrattometro manuale o digitale, sul dosaggio dell'acidità totale, ecc. L'acidità totale esprime il contenuto di acidi presenti nel frutto ed è ottenuta neutralizzando gli acidi totali liberi presenti nel succo (acido citrico) con una soluzione 0,1N di idrossido di sodio (NaOH). Il rapporto fra i solidi solubili totali e l'acidità totale (SS/AT), definito anche *indice di maturazione*, costituisce un altro importante parametro utilizzato per la valutazione della maturazione degli agrumi.

I frutti degli agrumi possono essere mantenuti sulla pianta per periodi più o meno lunghi dopo il raggiungimento della maturazione fisiologica, con minime perdite delle caratteristiche qualitative. Differenze esistono comunque nell'ambito varietale; infatti, le arance bionde a maturazione tardiva, come es. Valencia late, mantengono quasi inalterate le caratteristiche qualitative per un lungo periodo (3-4 mesi); generalmente, le cultivar pigmentate vanno soggette ad un progressivo deterioramento. Durante la maturazione l'acidità diminuisce ed i fenomeni di senescenza aumentano più rapidamente nei frutti rimasti sulla pianta rispetto a quelli frigoconservati. Anche le cultivar bionde tardive non sono esenti da problemi correlati a raccolte dilazionate nel tempo (granulazione e rinverdimento dei frutti) con scadimento qualitativo delle caratteristiche organolettiche e commerciali del prodotto. Inoltre, il mantenimento dei frutti sulla pianta richiede generalmente interventi anticascia e il controllo della mosca della frutta.

**Tab.1** Calendario di maturazione delle principali varietà

Varietà (Cultivar)	Epoca di maturazione (Ripening period)									
	Sett. Sept.	Ott. Oct.	Nov. Nov.	Dic. Dec.	Gen. Jan.	Feb. Feb.	Mar. Mar.	Apr. Apr.	Mag. May.	Giu. Jun.
<b>Arancio</b>										
<b>NavelinaISA 315</b>										
<b>Navelina V.C.R.</b>										
<b>Newhall</b>										
<b>Moro Nucleare 58-8D-1</b>										
<b>Washington Navel</b>										
<b>Navelate</b>										
<b>Tarocco</b>										
<b>Sanguinello S.S.A. Nucleare</b>										
<b>Tarocco Gallo V.C.R.</b>										
<b>Tarocco Nucleare</b>										
<b>Tarocco Scirè V.C.R.</b>										
<b>Thomson Navel nuc.</b>										
<b>Washington Navel Nucleare</b>										
<b>Lane Late</b>										
<b>Valencia Late Olinda</b>										
<b>Varietà (Cultivar)</b>	<b>Epoca di maturazione (Ripening period)</b>									

Fonte: NETAFIM ITALIA

## CONSERVAZIONE

Gli agrumi sono frutti aclimaterici. In condizioni normali producono bassissimi livelli di etilene (<0.1 microlitri/kg/h a 20°C).

**Tab.2** Formula di conservazione delle arance (umidità relativa prossima 90%)

<b>Arancia</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Durata (mesi)</b>
Navelina	2-3	2,2-3,5
Washington Navel	2-3	2,0-2,5
Navelate	3-4	2-3
Lane late	2-3	2,5-3,5
Salustiana	2-3	3-4
Valencia	2-3	3-4
Tarocco	8-10	1-2

Fonte: C. Mennone

## ESIGENZE CLIMATICHE

### FOTOPERIODO

Si considera una pianta a giorno neutro (FAO, 1994). Punto di saturazione luminosa 700-900 micromoli m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>.

### RADIAZIONE LUMINOSA

La luminosità influenza positivamente la qualità dei frutti.

### TEMPERATURA

Secondo alcuni autori le piante di agrumi possono vivere e vegetare senza subire danni significativi entro intervalli termici compresi fra 0°C e 50°C. Tuttavia, i valori ottimali di sviluppo e di crescita sono contenuti nel range 24°-30°C, con una soglia minima di circa 12°-13°C e una massima di 37°C, oltre le quali si considerano bloccate le attività fisiologiche (è noto che le specie agrumicole incominciano a vegetare ad una temperatura che si aggira intorno a 12°-13°C, per cessare virtualmente a temperatura superiore ai 38°C). Le basse temperature, in corrispondenza delle quali le piante incominciano a subire danni più o meno gravi, sono comprese tra 0° e -5°C; a partire da -9°C si può avere la morte della pianta. Se le temperature superiori a 36°-38°C si verificano durante l'intensa fase di divisione cellulare (da giugno ai primi di luglio), il regolare accrescimento è irrimediabilmente compromesso e, allo stadio finale, i frutti risulteranno più piccoli. La "scala" decrescente di resistenza al freddo può essere, indicativamente, la seguente: *Poncirus trifogliata*, kumquat, satsuma, arancio amaro, mandarini, arancio dolce, limone, limetta e cedro. L'entità dei danni da basse temperature dipende anche da fattori

intrinseci ed estrinseci alla pianta. A temperature superiori a 38°C si verificano danni dovuti ad arresto di crescita dei frutti. Se queste elevate temperature si verificano durante il periodo dell'allegagione si possono avere seri danni alla produzione, soprattutto con un livello dell'umidità relativa dell'aria inferiore al 30%. Negli ultimi anni si stanno affermando modelli che utilizzano i gradi-ora (GDH) per studiare più correttamente il rapporto fra fisiologia della pianta e ambiente termico.

### PRECIPITAZIONI

Questa specie si adatta in regioni con precipitazioni tra 700 e 2.200 mm; il suo sviluppo ottimale si ha, però, quando la precipitazione cumulata è attorno a 1.200 mm (FAO, 1994).

### UMIDITÀ RELATIVA

Atmosfera secca, accompagnata da alte temperature, risulta molto dannosa. L'umidità atmosferica ottimale si attesta sopra il 50%.

### ESIGENZE PEDOLOGICHE

#### PROFONDITÀ DEL SUOLO

Richiede suoli profondi e mediamente profondi, equivalenti, in pratica, ad una profondità effettiva maggiore di 1.0-1.8 m.

#### TESSITURA

I suoli migliori sono quelli tendenzialmente franchi, cioè dotati di equilibrata presenza di argilla, limo e sabbia. Sfavorevoli risultano i terreni con elevata presenza di particelle fini (argilla e limo), in cui il lento deflusso idrico e la formazione di croste superficiali possono creare condizioni di asfissia e sviluppo di patologie. I suoli con percentuali di sabbia eccessiva (>75%) hanno scarsa ritenzione idrica e minerale; decisamente non adatti sono i suoli a forte componente limosa o argillosa (>60% valutati nell'insieme). Indicativamente, i terreni migliori dovrebbero presentare una percentuale in argilla del 20-25%, in limo del 20-25% e in sabbia del 50-60%.

#### pH

Si sviluppa in un intervallo di pH tra 5.5 e 8.0, con un valore ottimale intorno a 7.5 (FAO, 1994). Suoli con valori superiori a 8.4 e inferiori a 6.0 sono da considerare inospitali. Il calcare attivo, per arancio amaro, deve essere inferiore al 10%; per citrange (*Citrus sinensis* x *Porcirus trifoliata*) <7%.

## **SALINITÀ/SODICITÀ**

È poco tollerante la presenza di sali nel suolo. Su arancio amaro  $< 3.5 \text{ dS m}^{-1}$ ; su citrange  $< 2.5 \text{ dS m}^{-1}$ .

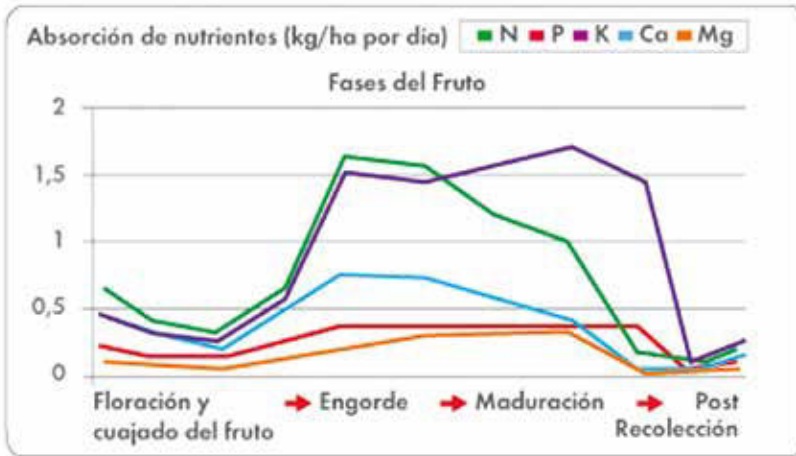
## **DRENAGGIO**

Gli agrumi sono piante estremamente bisognose di ossigeno. In carenza di ricambio di aria a livello radicale, come avviene nei suoli argillosi ed asfittici, l'apparato radicale, alla ricerca di ossigeno, tende a risalire verso la superficie. Il grado di tolleranza all'asfissia radicale varia con i diversi portinnesti. La permeabilità ottimale si attesta sui  $50\text{-}150 \text{ mmh}^{-1}$ . La disponibilità di ossigeno deve essere elevata e costante.

## **ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI**

Ad eccezione di K e Mg, la dinamica di accumulo dei nutrienti negli organi epigei in fase di sviluppo (frutti e germogli) segue quella della biomassa per gran parte della stagione. I dati suggeriscono che N, P e Ca dovrebbero essere disponibili nel suolo per l'assorbimento radicale delle piante di arancio da aprile ad ottobre, mentre l'assorbimento del K sembra esaurirsi in luglio, con una temporanea ripresa in ottobre e novembre. Il Mg dovrebbe essere disponibile per l'assorbimento sino a luglio-agosto. Da novembre a febbraio i quantitativi di nutrienti presenti nella chioma delle piante rimangono stabili o diminuiscono, indicando così che non si è verificato alcun assorbimento in questo periodo, ma è verosimile ipotizzare una traslocazione interna di nutrienti (N-K) agli organi perenni o ai frutti. All'inizio del ciclo vegetativo la capacità di assorbimento delle radici è limitata, mentre risulta alta la richiesta di nutrienti della pianta dovuta alla formazione di nuovi germogli. Alla ripresa vegetativa, il contributo del ciclo interno dell'azoto può rappresentare fino al 70% dell'intero fabbisogno della pianta; l'elemento, nel periodo estivo-autunnale, soddisfatte le esigenze fisiologiche e produttive della pianta, si accumula prevalentemente nelle foglie più vecchie, per essere poi rimobilizzato in primavera. Al fine di ridurre il rapido esaurimento delle riserve azotate nella pianta le prime somministrazioni vanno effettuate fra fine inverno-inizio primavera (fine febbraio-marzo), ed un intervento successivo può essere posizionato ad allegagione avvenuta (fine luglio).

**Fig.1** Assorbimento di macroelementi. Agrumeto adulto



Fonte: Manual de fertilización B. R. Garza Villareal

## CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

### RESISTENZA ALLA SICCIÀ. ESIGENZE IDRICHE

Altamente tollerante la siccità (FAO, 2007). In termini molto orientativi, il fabbisogno idrico per il nostro Paese può essere stimato intorno a 900-1.100 mm annui, circa metà dei quali coperti dalle piogge. Rimane da fornire, quindi, intorno a 400-600 mm di acqua, corrispondenti a 4.000-6.000 m<sup>3</sup> ad ettaro per stagione irrigua.

Negli agrumi, il periodo intercorrente fra la fioritura e la cascola di giugno risulta estremamente critico a causa del delicato ed instabile equilibrio che viene ad instaurarsi nella pianta fra condizioni nutrizionali, ormonali ed idriche. Un insufficiente stato idrico delle piante nella fase di "citochinesi" può portare alla formazione di frutti con un numero inferiore di cellule e, benché nella fase di "distensione cellulare" possa regolarizzarsi la situazione idrica, i valori finali della pezzatura saranno condizionati negativamente.

In rapporto all'andamento stagionale, l'irrigazione è indispensabile da aprile-maggio ad ottobre:

- 1.** Nel periodo della fioritura abbiamo la prima fase sensibile da tenere sotto controllo dal punto di vista del fabbisogno idrico.
- 2.** Nel periodo dell'allegagione, fase molto delicata per la fisiologia della pianta, una scarsa disponibilità d'acqua può causare la cascola dei frutticini.
- 3.** Nelle fasi di sviluppo ed ingrossamento dei frutti, gli stress idrici portano a riduzioni di pezzatura e deterioramento della qualità.

**Tab.3** Coefficienti culturali indicativi

		Coefficients		culturali	
Periodo	Navelina, moro	Tarocco, limone	Periodo	Navelina, moro	Tarocco, limone
1/04-30/04	0,30	0,30	01/08-08/08	0,85	0,88
01/05-08/05	0,35	0,35	09/08-16/08	0,80	0,93
09/05-16/05	0,36	0,37	17/08-24/08	0,90	0,95
17/05-24/05	0,40	0,43	25/08-31/08	0,91	0,95
25/05-31/05	0,40	0,48	01/09-08/09	0,91	0,95
01/06-08/06	0,42	0,52	09/09-16/09	0,91	0,96
09/06-16/06	0,44	0,54	17/09-23/09	0,92	0,99
17/06-23/06	0,44	0,55	24/09-30/09	0,94	1,00
24/06-30/06	0,56	0,62	01 /10-08/10	0,98	1,05
01/07-08/07	0,64	0,68	01/10-08/10	0,98	1,05
09/07-16/07	0,68	0,73	09/10-16/10	1,00	1,10
17/07-24/07	0,74	0,79	17/10-24/10	1,00	1,10
25/07-31/07	0,77	0,84	25/10-29/10	1,00	1,20

Fonte: ARSSA Calabria

Nel caso degli agrumi, diverse prove hanno dimostrato che irrigando intorno al 50-75% dei fabbisogni potenziali durante tutta la stagione, le perdite produttive sono state inferiori ai quantitativi di acqua risparmiata (intorno al 15-25%), con il conseguente aumento dell'efficienza nell'uso dell'acqua (González Altozano e Castel, 1999; Vélez *et al.*, 2007).

In questi casi, l'efficienza produttiva delle piante è aumentata, poiché l'accrescimento vegetativo è stato influenzato maggiormente dallo stress idrico rispetto all'accrescimento dei frutti. Per aumentare i risparmi di acqua, la migliore epoca in cui imporre il deficit è dopo la cascola di giugno. In questi casi lo stress idrico non provoca una riduzione del numero di frutti raccolti, che possono compensare con un incremento di crescita durante l'autunno, purché da settembre il regime irriguo ritorni al 100%; detto incremento è favorito dalle piogge autunnali che aiutano la pianta a recuperare lo stato idrico ottimale. Se, invece, lo stress idrico è applicato in primavera, si corre il rischio di aumentare la cascola dei frutticini, riducendo così la produzione finale per un minor numero di frutti prodotti (González-Altozano e Castel, 2000). Le prove condotte in Spagna (Valencia), su clementine 'Nules', hanno dimostrato la possibilità di ridurre gli apporti irrigui nei mesi di luglio e agosto del 15-20% senza riduzione della pezzatura dei frutti; la pianta dovrebbe soffrire uno stress idrico moderato con valori del potenziale xilematico intorno a -1,3 / 1,5 MPa (Ballester *et al.*, 2014). Simili risultati sono stati ottenuti anche sull'arancio 'Navelina', da Gasque *et al.* (2009), applicando circa la metà dei fabbisogni irrigui potenziali durante i mesi di luglio/agosto e irrigando al 100% delle necessità durante tutto il resto

dell'anno, con un risparmio del 17% di acqua. Tuttavia, questi risultati non sono direttamente estendibili ad altre varietà e condizioni pedo-climatiche. Nel caso dell'arancio 'Lane-Late', ad esempio, che sembra avere una maggiore sensibilità allo stress idrico, una riduzione degli apporti, effettuata solamente nei mesi estivi, può comportare una minore pezzatura finale (Ballester *et al.*, 2013). In Sicilia, prove condotte su arancio 'Tarocco', in cui veniva impostata una riduzione del volume di adacquamento del 25% rispetto a un testimone irrigato al 100%, hanno confermato le risposte ottenute in Spagna. Questa riduzione ha permesso di mantenere valori produttivi e del peso medio del frutto ottimali, a fronte di un risparmio idrico di circa il 25% (Consoli *et al.*, 2014). Anche le risposte delle principali caratteristiche qualitative dei frutti sono state positive, sempre che non veniva sorpassato il valore soglia di potenziale xilematico di -1,3 MPa. Sull'arancio 'Navelina' il ritmo di accrescimento dei frutti di piante stressate ha mostrato un rallentamento nell'accrescimento del diametro equatoriale e del volume del frutto (Intrigliolo *et al.*, 1991), anche se, con le piogge autunnali i frutti subiscono un repentino aumento dell'incremento del diametro equatoriale, seppur non raggiungendo lo stesso volume dei frutti delle piante ben irrigate. Nelle piante maggiormente stressate è stato rilevato un significativo incremento della spaccatura dei frutti (*splitting*). (Da: D. S. Intrigliolo. *Italus Hortus*.2104)

**Tab. 4** Grado di utilizzazione dell'acqua per irrigazione

<b>Grado di utilizzazione dell'acqua</b>	<b>Salinità/Cond. (millimhos/cm)</b>	<b>SAR</b>	<b>Cloro (ppm)</b>	<b>Sodio (ppm)</b>	<b>Boro (ppm)</b>
Utilizzabile in tutte le condizioni	<0.75	<4	<140	<69	<0.5
Utilizzabile nella maggior parte delle condizioni	0.75-2.0	4-8	140-350	>69	0.5-1
Utilizzabile in alcune condizioni	>2.0	>8	>350	-	>1

Fonte: Agrumicoltura. Centro "Basile Caramia"

## TOLLERANZA ALLE ALTE TEMPERATURE

Tollera temperature sopra 34°C, sempre che i livelli di umidità ambientale non risultino troppo bassi.



# CILIEGIO

NOME SCIENTIFICO:	<i>Prunus avium</i> L.
FAMIGLIA:	Rosaceae
NOME COMUNE:	ciliegio dolce
ORIGINE:	Asia occidentale (areale compreso tra il Mar Nero e il Mar Caspio)
DISTRIBUZIONE:	diffuso in tutti i Paese compresi fra 35° e 55° di latitudine nord e sud e in quelle zone che, pur al di fuori di questi limiti, presentano analoghe situazioni climatiche
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne
TIPO FOTOSINTETICO:	C3



## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### FASI FENOLOGICHE

*gemme in riposo invernale*

*rigonfiamento delle gemme*

*boccioli visibili*

*bottoni fiorali visibili (bottoni bianchi)*

*inizio fioritura (stami visibili)*

*piena fioritura*

*inizio caduta petali*

*fine caduta petali*

*allegagione*

*caduta calice (scamicatura)*

*accrescimento dei frutti*

*frutti completamente sviluppati*

*maturazione di raccolta*

*inizio caduta foglie*

### GERMOGLI E RAMI

Il ciliegio dolce fruttifica prevalentemente sui dardi e, in alcune varietà, anche su rami misti e brindilli. Il ciliegio acido fruttifica prevalentemente su rami misti e brindilli.



## GEMME

Le gemme riproduttive contengono in media tre fiori. Le gemme vegetative sono di forma ellissoidale ed appuntite.

## FOGLIE

Sono glabre, di forma ovale appuntita, a margine intero, dentato. Il picciolo è rosso e scanalato. Sono inserite a spirale secondo una disposizione fillotassica 1/5 (1 angolo giro e 5 foglie prima di ritornare alla stessa posizione lungo l'asse). Caduche.

## FIORI

Riuniti in infiorescenze a ombrella di 2-3 fiori. Sono bianchi e formati da 5 petali. Quasi tutte le vecchie cv. sono autosterili per incompatibilità gametofitica. L'impollinazione è entomofila. Il nettare del ciliegio è molto attraente per le api, essendo fra i più ricchi in zuccheri (ne producono da 2 a 5 mg per giorno).

## FRUTTO

Drupe del peso di 5-12 g.



## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME

L'induzione fiorale è precoce. Nel ciliegio dolce già a metà del mese di maggio è evidente una lieve variazione dell'apice meristemato, che procede poi lentamente per circa 1 mese. Gli abbozzi fiorali cominciano a delinearsi a fine giugno; a metà luglio si notano i primi stadi di differenziazione dei lobi calicini e, successivamente, di quelli della corolla e degli stami. A metà agosto sono differenziati l'ovario e il canale stilare. A metà settembre sono evidenti le antere e la cavità ovarica.

### DORMIENZA

Il freddo è necessario per uscire dalla dormienza invernale e continuare l'accrescimento in primavera.

A seconda delle cultivar, il ciliegio richiede da 400 a 1.500 ore a temperature inferiori a 7,2°C.

## **GERMOGLIAMENTO**

Ha una forte dominanza apicale.

## **FIORITURA**

Fiorisce, di solito, dopo il pesco. L'apertura del fiore avviene nelle prime ore del mattino. Il sacco embrionale ha una vitalità piuttosto breve; la massima vitalità dello stamma si ha nello stesso giorno di apertura del fiore e in quello successivo. Il tubetto pollinico, in condizioni ideali di temperatura (media 21°C), impiega dalle 48 alle 72 ore, dal momento della germinazione sullo stigma, per raggiungere il sacco embrionale (Facteau, Wang e Rowe, 1973). Il tempo utile di impollinazione del fiore è molto breve (circa 48 ore); il tempo utile per l'impollinazione di tutti i fiori della pianta è più lungo (4-5 giorni) grazie alla scalarità di fioritura.

## **SVILUPPO DEI FRUTTI**

A fecondazione avvenuta, l'ovario comincia a crescere e si evolve in frutto secondo una curva di accrescimento che presenta tre fasi (di tipo "doppia sigmoide"). La prima fase ha una durata di 18-22 giorni ed è pressoché uguale per le diverse varietà. Durante questa fase si ha una crescita molto modesta dell'embrione, mentre notevole è quella dell'endocarpo che raggiunge quasi i 4/5 delle dimensioni finali; il mesocarpo aumenta di spessore per un aumento sensibile del numero delle cellule (20-30%) e del diametro (circa 4 volte) di queste. La seconda fase, detta di indurimento del nocciolo, ha inizio con un arresto della crescita delle dimensioni del frutto, cui corrisponde un'accelerazione dello sviluppo dell'embrione. Questa fase è proporzionale alla precocità di maturazione dei frutti, risultando molto breve nelle cultivar precoci. L'inizio della terza fase, che coincide più o meno con l'inviatura, si esprime con una decisa ripresa di crescita del frutto, dovuta alla distensione delle cellule del mesocarpo.

Durante lo sviluppo del frutto, nel periodo che intercorre fra l'allegagione e la maturazione, possono verificarsi casi di aborto dell'embrione dovuti per lo più a fattori genetici, fenomeni di competizione nutritiva e sbalzi termici.

## **RACCOLTA**

Dal momento della fioritura a quello della raccolta, secondo le differenti varietà, generalmente intercorrono 50-90 giorni. La ciliegia è un frutto aclimaterico; non migliora la sua qualità organolettica dopo la raccolta, da nessun punto di vista, ma al contrario può solo peggiorarla. Per questo motivo è fondamentale

raccogliere il prodotto al giusto livello di maturazione. Temperature di 33°-37°C, nel periodo della raccolta, determinano un decadimento qualitativo dei frutti. La definizione del momento più idoneo alla raccolta delle ciliege è legato all'assunzione da parte della buccia del colore tipico varietale.

## **CONSERVAZIONE**

L'elevata deperibilità di questa specie rende necessario, al fine di ritardare la senescenza e lo sviluppo di alterazioni parassitarie, prerrefrigerare i frutti (fino ad una temperatura di 4°-5°C) quanto più vicino possibile al momento della raccolta. Il tempo intercorrente tra raccolta e inizio prerrefrigerazione non dovrebbe superare le 8-10 ore.

I sistemi di prerrefrigerazione utilizzabili sono quelli ad aria o ad acqua. Quest'ultimo sistema può determinare, nel caso di trasporti prolungati, limitati aumenti dell'incidenza dei marciumi. Nell'ambito dei sistemi ad aria, quello ad aria forzata è il più indicato perché consente il raffreddamento del prodotto in 2-3 ore. Al fine di preservare un elevato standard qualitativo, l'intervallo raccolta-consumo non dovrebbe superare, nella maggior parte delle cultivar, i 7-10 giorni. Le ciliege sono però caratterizzate da fenomeni di senescenza e d'avvizzimento del picciolo abbastanza rapidi. Per tale motivo, anche nelle migliori condizioni di conservazione, il periodo massimo di "vita" post-raccolta, per la maggior parte delle cvv., non dovrebbe superare i 15-18 giorni.

I parametri consigliati per la conservazione in refrigerazione normale sono:

- temperatura: 0°C
- umidità relativa: 90-95%

L'atmosfera controllata offre consistenti vantaggi. I parametri consigliati sono:

- O<sub>2</sub> pari a 3-10%;
- CO<sub>2</sub> pari a 10-15%.

## **ESIGENZE CLIMATICHE**

### **TEMPERATURA**

La temperatura minima di crescita è di 7°C, con un optimum tra 18° e 24°C; temperature inferiori a -1.1°C, in primavera, provocano danni ai fiori e ai frutti appena allegati.

Con temperature al disopra di 36°C, in estate, si limita la crescita vegetativa e si favorisce la formazione di frutti "gemelli".

In fioritura, la temperatura ottimale per avere una buona allegagione è di 20°-25°C, mentre a temperature superiori a 30°C il granulo pollinico perde la sua capacità di aderire allo stigma.

**Tab.1** Soglie critiche di temperature

<b>Stadio fenologico</b>	<b>10% danno</b>	<b>90% danno</b>
Gemma rigonfia	-11,1	-17,9
Bottoni visibili	-2,7	-6,2
Separazione dei bottoni	-2,7	-4,9
Inizio fioritura	-2,8	-4,1
Piena fioritura	-2,4	-3,9
Alleggione	-2,2	-3,6

### **PRECIPITAZIONI**

È importante conoscere non tanto l'entità delle precipitazioni annuali ma la loro ripartizione mensile, considerando che per ciliegio, dalla primavera all'autunno, sono necessari 500-600 mm di acqua (5.000-6.000 m<sup>3</sup>).

### **UMIDITÀ RELATIVA**

Umidità relativa bassa, durante la fioritura, favorisce il disseccamento dello stigma e crea difficoltà alla germinazione del polline. All'opposto, con umidità elevata, il polline si agglutina nelle antere con difficoltà di trasporto sul pistillo. Piogge in fioritura riducono l'impollinazione, dilavano il polline e possono favorire lo sviluppo di patogeni (monilia).



## **ESIGENZE PEDOLOGICHE**

### **TESSITURA**

I terreni più idonei per il ciliegio, quando innestato su franco di ciliegio dolce, sono quelli profondi, con buona capacità idrica, con sottosuolo drenante e valori di pH compresi fra 6,5 e 7,2. Sono da evitare i suoli soggetti a ristagni idrici, poco profondi, quelli tendenzialmente acidi e quelli subalcalini.

### **SALINITÀ/SODICITÀ**

Valori di salinità ottimali sono quelli inferiori a  $0,4 \text{ dSm}^{-1}$  e di ESP inferiori all'8%.

## **ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI**

Il ciclo colturale del ciliegio è molto breve, per cui le esigenze nutrizionali sono concentrate in un periodo molto ristretto. La fase di post-raccolta è molto lunga e durante questo periodo è bene non trascurare la gestione della nutrizione e dell'irrigazione. Nelle prime tre settimane dalla ripresa vegetativa l'azoto deriva quasi esclusivamente dalla rimobilizzazione delle riserve interne, mentre l'assorbimento radicale presenta un andamento a sigmoide, con il massimo fra 40 e 60 giorni dopo la schiusura delle gemme, e un rallentamento dopo la raccolta. Da ciò ne deriva che la distribuzione dell'azoto deve essere posticipata oltre lo stadio fenologico della caduta petali, e le quantità, in questo periodo, possono variare fra 50 e 60 kg/ha, in funzione della dotazione naturale del terreno. Nel caso la dose stabilita sia pari o superiore alle 60 unità, allo scopo di migliorare l'efficienza dei concimi, è bene frazionare gli apporti. In post-raccolta si distribuiranno circa 15-30 unità/ha e la somministrazione deve avvenire entro la fine di agosto, quando cioè le foglie sono ancora attive dal punto di vista fotosintetico. In questa fase è bene verificare le reali necessità della pianta e le disponibilità dell'elemento nel terreno. In terreni di medio impasto, contenuti di 10 ppm di azoto nitrico risultano sufficienti per la pianta e non si richiedono ulteriori apporti. Oltre la stima dei nitrati presenti nel suolo si può ricorrere all'osservazione visiva dello sviluppo vegeto-riproduttivo delle piante, nonché della colorazione verde intensa delle foglie (indici di regolare accumulo di azoto nella pianta). Gli apporti di azoto in post-raccolta sono fondamentali per assicurare un ottimale sviluppo dei germogli e favorire la costituzione delle riserve azotate, ma non vi devono essere eccessi, altrimenti verrebbe esaltata l'attività vegetativa con scarsa differenziazione a fiore e riduzione della crescita dell'apparato radicale. Il fosforo, in relazione alle limitate quantità assorbite, può essere apportato ogni 3-4 anni; il potassio si apporterà alla ripresa vegetativa o, più tardi se in fertirrigazione.

In ambienti particolarmente asciutti è possibile frazionare gli elementi nutritivi principali con le seguenti modalità:

**Azoto:** 30-40% a 30-45 giorni prima della fioritura se in forma ammoniacale, o a 15-21 giorni se si danno nitrati; 20-30% dopo l'allegagione; 50-30% in post-raccolta.

**Fosforo e potassio:** in un'unica soluzione a fine inverno.

## **CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO**

### **RESISTENZA ALLA SICCIÀ. ESIGENZE IDRICHE**

La massima sensibilità allo stress idrico si ha fra la fioritura e la raccolta.

Generalmente si possono ritenere sufficienti volumi irrigui di 1.500-2.000 m<sup>3</sup>/ha/anno (5-7 turni irrigui con volumi variabili da 250 a 400 m<sup>3</sup>/ha per intervento). Una volta raccolto il prodotto, per favorire la differenziazione delle gemme e l'accumulo di sostanze di riserva sono necessari apporti idrici, seppur in quantità limitata. Per il ciliegio non è stata ancora proposta la tecnica dello "stress idrico" a causa della coincidenza del periodo di maggiore attività vegetativa con quello di fruttificazione.





# FICO

NOME SCIENTIFICO:	<i>Ficus carica</i> L.
FAMIGLIA:	Moraceae
NOME COMUNE:	fico
ORIGINE:	Asia occidentale e Mediterraneo
DISTRIBUZIONE:	dai Tropici ai Paesi temperati. 45° LN a 40°LS
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne
TIPO FOTOSINTETICO:	C3



## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### RADICI

Apparato radicale sviluppato ed espanso, dotato di accentuato geotropismo positivo.

### GERMOGLI E RAMI

È specie laticifera. Il lattice, bianco, contiene un enzima proteolitico irritante: la ficina. Il lattice si trova nel sistema vascolare della corteccia, delle foglie, delle infiorescenze e delle infruttescenze.



### GEMME

Le gemme possono essere "a legno" o "fiorifere", a seconda del loro destino. Quelle a legno sono, in genere, situate all'estremità dei rami; quelle fiorifere si trovano, invece, all'ascella delle cicatrici delle foglie dell'anno precedente o delle foglie dei rami dell'anno e dei germogli dell'anno.

### FOGLIE

Specie a foglie decidue. Le foglie sono alterne, ovate, grandi (300-700 cm<sup>2</sup>), caratterizzate da un'elevata eterofillia.

### FIORI

Il fico edule è privo di fiori maschili. Il siconio del caprifico porta fiori maschili

e femminili. L'impollinazione avviene tramite la *Blastophaga psenes*. Esistono numerose cultivar dove lo sviluppo dei "forniti" può prescindere dalla visita della blastophaga ed avvenire per partenocarpia. Lo sviluppo dei "fioroni" è di tipo partenocarpico. Le piante del fico domestico possono produrre, secondo le cultivar, una ("forniti"), due ("forniti" e "fioroni"), raramente tre ("forniti", "cimaroli" e "fioroni") tipi di infiorescenze. Vengono così distinte in unifere, bifere e trifere.

## FRUTTO

Il frutto è in verità un "falso frutto" (siconio), nel cui interno si trovano 500-1.500 piccoli frutti che botanicamente sono acheni.



## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME-GERMOGLIAMENTO

Gli abbozzi fiorali iniziano a formarsi alla fine dell'estate ed entrano in quiescenza ad inizio autunno. In primavera, alla comparsa delle foglie, cominciano a crescere e si rendono visibili.

### DORMIENZA

Il fabbisogno in freddo è limitato a circa 300-500 ore.

### FIORITURA

I fioroni sono partenocarpici e si formano sui rami dell'anno precedente, specialmente nella parte distale, sopra e lateralmente all'ascella delle cicatrici fogliari, ma anche nella parte basale di una branca fruttifera di 2-3 anni.

I forniti (o fichi veri) si formano all'ascella delle foglie dei rami dell'anno e maturano da fine luglio a novembre.

### SVILUPPO DEI FRUTTI

Il fico presenta una tipologia di crescita di tipo "doppia sigmoide" con due picchi e tre fasi di crescita. Nel corso della prima e terza fase il frutto cresce in dimensioni e peso; nella seconda fase resta stazionario. Il picco di crescita è associato alle auxine endogene.

## RACCOLTA

Il frutto è di tipo climaterico fino ad un certo stadio della maturazione. Il picco della produzione dell'etilene si ha tra il secondo e il terzo stadio di crescita. Alla fine della terza fase si passa ad uno stadio post-climaterico, con una riduzione del tasso respiratorio, della sintesi dell'etilene e della sensibilità all'etilene. I fichi raccolti immaturi si ammorbidiscono, cambiano colore ma non hanno un buon sapore in quanto non accumulano zuccheri.

## CONSERVAZIONE

I fichi freschi possono conservarsi fino ad una settimana a temperature di 1°-2°C ed UR dell'85-90%.

Un bagno di qualche minuto in soluzione di ipoclorito di sodio (30-50 mg/kg) o di bicarbonato di potassio (1%) può migliorare la conservazione (Molinu et al., 2006). Possibile la conservazione in atmosfera modificata.

## ESIGENZE CLIMATICHE

### FOTOPERIODO

È specie a giorno neutro

### TEMPERATURA

Il fico si sviluppa in zone a bassa igrometria, buona insolazione e con estati calde e secche. Le piante adulte possono resistere fino a -10°C/-12°C, mentre le piante giovani (1-4 anni) tollerano abbassamenti fino a -4,4°C/-6,7°C. Le temperature di 32°-37°C sono favorevoli per lo sviluppo e la maturità dei frutti. L'optimum per la fotosintesi è di 25°-30°C.



## PRECIPITAZIONI

Il ricorso all'irrigazione è necessario in annate siccitose e nelle zone con precipitazioni annue inferiori a 200-300 mm.

## UMIDITÀ RELATIVA

I frutti sono sensibili ad elevati livelli di umidità relativa in prossimità della raccolta.

## ESIGENZE PEDOLOGICHE

Si adatta a diversi tipi di terreno. Vanno evitati quelli freddi e compatti per l'elevata sensibilità della specie all'asfissia radicale. I terreni ideali sono quelli tendenzialmente franchi (medio impasto) o tendenzialmente sabbiosi (sciolti), con buona disponibilità idrica, fertili, con discreto contenuto di calcare e pH fra 6,5-7,8. È una specie leggermente tollerante la salinità. Il valore soglia è di  $4,2 \text{ dSm}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ .

## ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI

Per le piante in produzione si possono indicare le seguenti dosi di elementi fertilizzanti: 50 kg/ha di N, 30 kg/ha di  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 70 kg/ha di  $\text{K}_2\text{O}$ ; impianti in irriguo possono richiedere dosi maggiori. Il fabbisogno di azoto può essere anche soddisfatto con sovesci di leguminose. I concimi vengono distribuiti in primavera, poco prima della ripresa vegetativa. L'eccesso di azoto determina scarsa produzione, maturazione ritardata, frutti grossi, poco zuccherini e di facile deperibilità. La fertirrigazione è una pratica consigliata per impianti specializzati. Trattamenti fogliari a base di calcio riducono il fenomeno del "cracking" e migliorano la conservabilità dei frutti.

## CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

### RESISTENZA ALLA SICCITÀ. ESIGENZE IDRICHE

Necessità di almeno 300-400 mm di acqua, ben distribuiti durante lo sviluppo e la maturazione dei frutti. Prove sperimentali hanno dimostrato che la restituzione del 50% dell'evapotraspirato aumenta resa e qualità dei frutti.

### TOLLERANZA ALLE ALTE TEMPERATURE

Il fico è considerato pianta xerofila dei climi subtropicali e temperati. La biologia e morfologia fogliare e radicale spiegano il suo ampio potere di resistenza ad alcuni fattori climatici e pedologici. Il potente sistema radicale, capace di esplorare vari strati di terreno, e le foglie coriacee e prontamente caduche, permettono alla pianta di resistere alla scarsa umidità del terreno. La

vegetazione, però, si avvale ottimamente dell'umidità esistente nel terreno e delle frequenti piogge, specie quando il terreno è sciolto e la temperatura è elevata. La produzione è, invece, deprezzata dall'eccesso di umidità perché i siconi risultano più acquosi, si spaccano irregolarmente sull'albero, acidificano, ammuffiscono rapidamente e richiedono maggior tempo per l'essiccamento. Se la temperatura supera 42°-43°C i frutti tendono ad indurire. A temperature elevate si possono avere danni da scottature su rami e foglie.



# FRAGOLA

NOME SCIENTIFICO:	<i>Fragaria* ananassa</i> Duch
FAMIGLIA:	Rosaceae
NOME COMUNE:	fragola
ORIGINE:	Europa (Benacchio, 1982)
DISTRIBUZIONE:	70° LN a 55° LS
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne
TIPO FOTOSINTETICO:	C3
ADATTAMENTO:	regioni temperate e subtropicali. Nelle regioni a clima mediterraneo, le cv. a giorno corto si piantano in estate o in autunno; la fioritura avviene in inverno o in primavera; la raccolta inizia in primavera.



## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### FASI FENOLOGICHE:

*pre-trapianto*

*ripresa vegetativa*

*comparsa fiori rosetta*

*distensione grappoli*

*bottoni bianchi*

*fioritura*

*fioritura*

*allegagione*

*frutti verdi*

*frutti bianchi*

*invaiaatura*

*raccolta*

### RADICI

Si originano direttamente dalla corona, vicino alla superficie del terreno (il 70% si trova nei primi 15 cm; nei terreni argillosi si può arrivare al 90%). Il fabbisogno idrico viene soddisfatto nei primi 30 cm. In terreni sabbiosi e ben drenati, le radici si approfondiscono facilmente oltre i 50 cm. Con la pacciamatura tendono ad espandersi lateralmente e in superficie.

### GERMOGLI E RAMI

Il fusto è comunemente chiamato cespo o corona. Lo stolone è un germoglio



lungo e sottile che si forma da gemme ascellari delle foglie poste alla base della corona.

### GEMME

All'ascella delle foglie si formano gemme che, a seconda del numero di ore di luce e di temperatura, saranno vegetative o riproduttive e daranno origine a cespi secondari o stoloni o infiorescenze. Esiste un certo rapporto fra lo sviluppo della chioma e delle radici: piante che hanno una chioma scarsamente sviluppata hanno anche un apparato radicale di scarso sviluppo. La riduzione dell'apparato radicale (es. attacco di parassiti) provoca una riduzione di sviluppo dell'apparato aereo. L'espansione della chioma e delle foglie viene depressa dalla fruttificazione e riprende alla cessazione di quella.

### FOGLIE

Sono suddivise in tre o più fogliole. Sono molto ricche in stomi: 300-400 mm<sup>2</sup> (il melo ne ha 240), il che permette un'intensa traspirazione. Una pianta con 10 foglie, in una giornata calda estiva, può traspirare mezzo litro di acqua.



### FIORI

Possono essere "perfetti" (ermafroditi) o "imperfetti" (unisessuali), ossia contenenti soli organi maschili o femminili. Le varietà coltivate in Italia hanno, in genere, fiori perfetti. I fiori sono raccolti in infiorescenze. Le infiorescenze portano assi primari, secondari, terziari e quaternari, ognuno dei quali presenta all'estremità un fiore.

A volte si può avere il concrescimento di più assi che appaiono ingrossati ed appiattiti ("fasciazione"). Questo fenomeno può interessare anche i frutti che divengono così grandi fino ad assumere forme a "cresta di gallo".

Tali anomalie sembrano dovute a particolari condizioni di sviluppo autunnale, quando le giornate sono più corte, o cultivar coltivate in climi più meridionali di quelli a loro ottimali. Esiste diversa suscettibilità varietale.

### FRUTTO

È un "falso frutto" costituito dal ricettacolo sul quale sono inseriti gli acheni (semi). Dopo la fecondazione, gli ovuli sviluppandosi in acheni stimolano



l'ingrossamento del ricettacolo che, divenuto carnoso, costituisce il frutto. Ogni frutto può avere da 100 a 300 acheni. Il peso delle fragole è correlato positivamente al numero e alla distanza fra gli acheni: il massimo ingrossamento si otterrebbe con circa 6 acheni cm<sup>2</sup>.

## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME

In questo stadio, le gemme, ancora neutre, sotto l'influenza di fattori ambientali (luce e temperatura principalmente) ed ormonali, anziché evolversi in organi vegetativi, si evolvono verso lo stadio riproduttivo, costituendo, così, i primordi degli organi fiorali. Il fotoperiodo breve e l'abbassamento della temperatura, che nella maggior parte dei paesi dove è diffusa la fragola avviene in autunno-inverno, inducono il riposo che favorisce lo sviluppo della infiorescenza nella primavera successiva. Le diverse cultivar hanno un loro caratteristico adattamento all'ambiente: quelle adatte agli ambienti meridionali crescono e producono con giornate corte e temperature relativamente uniformi; quelle adatte al nord, trasferite in climi meridionali, necessitano di un fabbisogno in freddo in cui rimangono in dormienza. Le cv. adatte al nord, coltivate al sud, assumono scarso vigore e tendono a divenire nane; le cv. "meridionali", portate al nord, tendono a sviluppare molta vegetazione, differenziando così poche gemme a fiore. La produzione viene decisa in autunno, mentre le successive cure primaverili possono solo favorire condizioni atte a portare a buon fine la fioritura, migliorare la pezzatura e la qualità dei frutti, ma non, per le varietà unifere, aumentarne il numero.

Le condizioni dell'autunno (riduzione delle ore di luce e temperature "dolci") sono favorevoli al cambiamento di stato del meristema da vegetativo a riproduttivo: è la fase di induzione fiorale. Altri fattori possono influenzare l'induzione, come una carenza di elementi nutritivi (specialmente azoto), uno stress idrico e l'intensità luminosa bassa. Questi hanno tendenza a favorire un'induzione più precoce, mentre uno sviluppo vegetativo troppo vigoroso (eccesso di azoto) tende piuttosto a ritardare il fenomeno. La differenziazione fiorale, invece, è sfavorita da tutte le condizioni di stress.

Si possono distinguere tre fasi:

**1. Induzione fiorale:** si ha il passaggio del meristema dallo stato vegetativo a quello riproduttivo a seguito della diminuzione della produzione delle giberelline. In teoria, un fotoperiodo di 13 ore, associato a temperature fresche di 16°-20°C durante 10-15 giorni consecutivi, sono necessari a questa trasformazione. Il periodo d'induzione, molto corto, si posiziona tra la fine del

mese di agosto e l'inizio del mese di settembre.

**2. Iniziazione florale:** inizia con l'induzione e continua fino a che la temperatura lo permette (temperatura media superiore a 7°C), ossia fino a novembre-dicembre, secondo la situazione geografica e climatica. Non tutte le infiorescenze subiscono le trasformazioni. Nelle annate in cui l'autunno decorre prolungato, e con notti tiepide o appena fresche, si hanno condizioni favorevoli ad un periodo di induzione florale più lungo e ad una conseguente maggiore fruttificazione.

**3. Differenziazione florale:** nel corso di questa fase si crea la struttura delle infiorescenze e quella dei boccioli floreali (petali, sepal, stami). La differenziazione inizia in autunno e può proseguire fino a primavera. È in questa fase che si determina il numero dei fiori per infiorescenza e, quindi, dei frutti. Nel Meridione d'Italia l'induzione florale autunnale ha una maggiore durata rispetto al nord e, in parte, avviene anche alla fine dell'inverno (se mite), quando le giornate sono ancora corte e la temperatura è già favorevole per una ripresa delle attività della pianta, formando gemme che fioriranno nella stessa primavera-estate. Si ha così, all'inizio primavera-fine inverno, la produzione derivata dalle gemme formatesi in autunno e successivamente quella delle gemme formatesi a fine inverno. Tale situazione spiega le elevate produzioni del meridione rispetto al nord.

## DORMIENZA

Dal punto di vista morfologico, la dormienza si traduce in una riduzione della superficie fogliare e della lunghezza del picciolo. Questo stato di inibizione persiste fino al momento in cui l'apporto di freddo è sufficiente e le condizioni climatiche ritornano favorevoli perché la pianta ritrovi il vigore vegetativo e florale. La dormienza ha inizio con la diminuzione del fotoperiodo e della temperatura di fine estate. Rappresenta una fase fisiologica importante affinché la pianta possa poi produrre frutti. Il superamento della dormienza è possibile dopo un'esposizione della pianta ad una temperatura inferiore a 7°C. L'aumento del fotoperiodo a primavera ha ugualmente un effetto benefico sulla rimozione della dormienza. Le varietà hanno un diverso fabbisogno in freddo che può andare da 500 ore (a bassissimo fabbisogno) fino a 1.300 ore (a forte fabbisogno). In funzione delle condizioni climatiche dell'anno, le varietà possono mostrare un comportamento anomalo legato ad un insufficiente fabbisogno in freddo. La compensazione di una mancanza in freddo può realizzarsi con uno stoccaggio delle piante fra 0°C e 2°C (es. 700 ore per la cv. Gariguetto), oppure per un apporto di luce (flash luminosi).

## GERMOGLIAMENTO

Il ciclo classico di una varietà a giorno corto si può suddividere:

- L'impianto si effettua in estate. In questa stagione, i giorni lunghi e le temperature elevate favoriscono la crescita degli organi vegetativi.
- Sotto l'azione dei "giorni corti" e delle temperature autunnali più fresche, la crescita vegetativa rallenta e prende avvio l'induzione fiorale. Contemporaneamente inizia l'accumulo di riserve nelle radici e nel rizoma per permettere alla pianta di affrontare l'inverno.
- In inverno, con temperature basse e giorni corti, le piante fermano la crescita vegetativa e l'induzione fiorale. È richiesta una certa quantità di freddo.
- A primavera, sotto l'azione delle temperature più elevate e con l'aumentare della lunghezza del giorno, ha riavvio la crescita. Si ha, così, lo sviluppo delle infiorescenze fiorali, poi la fioritura e la fruttificazione. In alcuni casi si può avere una nuova induzione fiorale (quando le giornate sono ancora corte e la temperatura è già sufficiente per una nuova ripresa vegetativa della pianta).

## STOLONIZZAZIONE

La produzione degli stoloni, nella maggior parte delle cultivar, inizia quando le giornate tendono a superare le 12 ore di luce; diviene più intensa con 15 ore e una temperatura di 22°-23°C., purché le piante abbiano soddisfatto il fabbisogno in freddo e vi sia sufficiente disponibilità idrica e di elementi nutrizionali. Quando gli stoloni hanno sviluppato sufficiente apparato radicale con radici ramificate divengono indipendenti dalla pianta madre. La produzione degli stoloni esercita un effetto limitante sullo sviluppo della pianta, riducendo la formazione delle corone secondarie. A fine estate, quando le giornate si raccorciano e la temperatura diminuisce, il loro sviluppo rallenta fino a cessare in inverno. Le piante che producono molti stoloni, che vengono lasciati sviluppare eccessivamente, danno minori frutti e di pezzatura limitata. Essendo lo sviluppo degli stoloni un manifestazione dell'attività vegetativa, tutte le operazioni che ne contengono lo sviluppo favoriscono la produzione di frutti, mentre il contenimento della produzione di frutti e di fiori favorisce quella degli stoloni.

La produzione degli stoloni può variare a seconda delle cultivar.

## FIORITURA

Alla fine dell'inverno, quando la temperatura tende ad alzarsi ed aumentano il numero di ore di luce, si ha la ripresa dell'attività vegetativa, cui segue l'ingrossamento delle gemme differenziate nel precedente autunno e la emissione delle infiorescenze. La fioritura avverrà in epoca tanto più precoce quanto più rapidamente saranno soddisfatte le esigenze in freddo, a condizione

che le condizioni climatiche risultino favorevoli.

I fiori, a seconda dell'andamento stagionale, possono presentare anomalie nella loro sessualità: stami parzialmente o totalmente non sviluppati, fiori perfetti e fiori parzialmente imperfetti, ecc. Temperature inferiori a  $-2^{\circ}\text{C}$ ;  $-3^{\circ}\text{C}$ , a seconda delle condizioni delle piante, dell'umidità atmosferica e della durata, possono danneggiare parzialmente o totalmente i fiori e/o i loro organi.

Se le temperature di fine inverno/pre-antesi si mantengono molto basse (o in presenza di squilibri nutritivi), i fiori principali e quelli in antesi possono avere scarsa presenza di polline. L'andamento climatico in fioritura ha una notevole influenza sull'impollinazione. Le condizioni ottimali prevedono temperature di circa  $20^{\circ}\text{C}$  ed UR inferiore al 60%. L'impollinazione può essere anemofila o entomofila (il fiore delle fragole ha un basso contenuto in zuccheri e, per questo è poco ricercato dalle api). La pioggia può dilavare gli stigmi, impedendo la fissazione del polline. I fiori che si aprono con basse temperature e scarsa luminosità hanno, spesso, stami più corti o abortiti (correlazione positiva fra lunghezza stami, acheni formati e grandezza frutti). I primi fiori possono andar incontro anche a scarsità di polline, mentre gli ultimi possono presentarsi privi di pistilli.

La temperatura bassa e la scarsa intensità luminosa causano la morte degli stami e la colorazione verde dei petali.

Il polline è maturo prima dell'apertura dei fiori e rimane vitale per alcuni giorni; anche i pistilli possono rimanere vitali per alcuni giorni (anche una decina).

Quando, per mancanza di impollinazione non si forma l'achenio, anche la rispettiva area del frutto non si sviluppa (frutti deformi).

Dopo l'impollinazione, se la temperatura è maggiore di  $15^{\circ}\text{C}$ , il frutto matura in circa 30 giorni.

La prefioritura estiva, normale negli impianti estivi, specialmente con piante-frigo, se non controllata, riduce lo sviluppo della pianta, con effetti sulla produzione della successiva primavera.

## **SVILUPPO DEI FRUTTI**

A fecondazione avvenuta gli ovari si sviluppano dando origine agli acheni, stimolando così la crescita e l'ingrossamento del ricettacolo. La maturazione dei diversi frutti varia a seconda della posizione che hanno nella singola infiorescenza: il primo, quello inserito sull'asse principale, è il più grosso; seguono, poi, quelli inseriti negli assi di ordine inferiore. Se la temperatura è inferiore a  $15^{\circ}\text{C}$ , la maturazione è molto lenta; se troppo elevata diviene eccessivamente rapida. La qualità dei frutti dipende principalmente dalla varietà, ma può venir migliorata o peggiorata dall'andamento stagionale, in particolare piogge e temperature durante la maturazione.

## RACCOLTA

Per le fragole destinate ai mercati lontani, il frutto si raccoglie quando almeno il 70% della superficie presenta la colorazione rosa o rosso tipico della varietà. Per i mercati locali il frutto si raccoglie quando tutta la superficie è colorata.

## CONSERVAZIONE

La fragola è un frutto climaterico con una elevata intensità traspiratoria. È soggetta a perdita di acqua, e ciò conferisce al frutto una colorazione più scura. Il frutto dovrebbe essere pre-refrigerato e poi posto in celle a temperature di 0°C ed UR di circa il 90%. Durante il trasporto refrigerato i contenitori possono essere arricchiti di CO<sub>2</sub> (10-25%) per rallentare la respirazione del frutto e l'attività dei microrganismi.

## ESIGENZE CLIMATICHE

### FOTOPERIODO

Il fotoperiodo ha un ruolo importante nel processo di fruttificazione e stolonizzazione. Le cv. possono essere distinte in:

**Cultivar "unifere"**: il fotoperiodo breve e l'abbassamento di temperatura (autunno-inverno) inducono il riposo che favorisce lo sviluppo delle infiorescenze nella primavera successiva.

In seguito alla differenziazione delle gemme a fiore in autunno, le piante fioriscono una sola volta nell'anno (in primavera); sono, quindi, unifere e vengono chiamate brevidiurne (SD "short-day") o "Junebearers" (JB). Esse richiedono, per l'induzione a fiore delle gemme, una lunghezza di luce giornaliera inferiore alle 14 ore e temperature inferiori a 15°C. Nel nostro



emisfero, le cultivar unifere differenziano in autunno, dalla fine di settembre fino a quando lo consente la temperatura. Nei climi temperati, la pianta durante l'inverno entra in riposo vegetativo; la successiva schiusura primaverile (fioritura) delle gemme consente una produzione che matura in un periodo di tempo più o meno lungo a seconda della lunghezza del periodo di differenziazione (25-50 giorni in Valle Padana; 90-100 giorni nelle aree meridionali).

**Cultivar "rifioventi" longidiurne:** le cultivar rifioventi longidiurne sono caratterizzate dalla differenziazione delle gemme a fiore nel periodo primaverile-estivo, quando si hanno giornate con 14 ore di luce o più, e fruttificano dalla primavera fino all'autunno. A questo gruppo appartengono numerose antiche varietà rifioventi, principalmente ottenute nel Nord-Europa.

**Cultivar "rifioventi" neutrali":** le cultivar rifioventi a giorno neutro (carattere rifiovente DN - "day neutral") sono indifferenti al fotoperiodo e differenziano gemme indipendentemente dalla durata del giorno: il principale fattore limitante l'induzione fiorale è rappresentato dalla temperatura. Appartengono a questa categoria tutte le cultivar "rifioventi" oggi più coltivate nel mondo.

**Cultivar "bifere":** o "parzialmente rifioventi". Differenziano in due periodi e producono, a nord, in primavera ed autunno.

## RADIAZIONE LUMINOSA

Preferisce condizioni medie di illuminazione. L'orientamento delle file è utile per massimizzare l'intercettazione della luce e, quindi, la produzione (quali-quantitativa).

## TEMPERATURA

Il punto di congelamento si ha intorno a  $-3^{\circ}\text{C}$ ;  $-5^{\circ}\text{C}$ , mentre il punto di crescita zero si ha tra  $2^{\circ}\text{C}$ - $5^{\circ}\text{C}$ . La temperatura diurna ottimale è di  $15^{\circ}\text{C}$ - $18^{\circ}\text{C}$ ; quella notturna  $8^{\circ}\text{C}$ - $10^{\circ}\text{C}$ . Per l'attecchimento la temperatura minima, ottima e massima, è di  $10^{\circ}\text{C}$ - $18^{\circ}\text{C}$  e  $35^{\circ}\text{C}$ , rispettivamente. Per la maturazione le temperature ottimali diurne e notturne sono rispettivamente  $18^{\circ}\text{C}$ - $25^{\circ}\text{C}$  e  $10^{\circ}\text{C}$ - $13^{\circ}\text{C}$ . Durante il periodo di riposo la fragola può tollerare temperature molto fredde (fino  $-6^{\circ}\text{C}$ ). L'induzione fiorale è favorita con temperature fra  $10^{\circ}$  e  $25^{\circ}\text{C}$ , specialmente a  $14^{\circ}\text{C}$  e con fotoperiodo di 12 ore. Vicino al limite superiore del range termico ( $18^{\circ}\text{C}$ - $25^{\circ}\text{C}$ ) si richiedono giorni corti per avere la fioritura, mentre a  $30^{\circ}\text{C}$  non c'è induzione. Durante la dormienza, temperature di  $-3,8^{\circ}\text{C}$  possono distruggere il 10% della pianta, mentre temperature di  $-12,5^{\circ}\text{C}$  e  $-21^{\circ}\text{C}$  distruggono il 50% e il 90% della pianta. In primavera, superata la dormienza, le temperature di

-5.4°C possono distruggere il 50% dei bottoni fiorali.

Per le temperature ottimali e critiche esistono ampie differenze varietali.

### **UMIDITÀ RELATIVA**

Preferisce condizioni di media umidità ambientale. Nebbie ed eccessiva umidità ostacolano la fioritura e l'impollinazione. Durante la maturazione è preferibile un'atmosfera relativamente secca.

## **ESIGENZE PEDOLOGICHE**

### **TESSITURA**

Preferisce terreni di medio impasto, ma si adatta bene anche a terreni argillosi, purché dotati di buon drenaggio.

### **pH**

Preferibilmente fra 5,8 e 6,5; il calcare non deve superare il 5% per non incorrere in clorosi ferriche

### **SALINITÀ/SODICITÀ**

È tra le specie più sensibili alla salinità. Per non subire riduzioni nella produzione, la soglia massima di sali nel terreno deve essere max 1,0 dS/m, e per ogni dS/m la produzione si abbassa di circa il 30%.

### **DRENAGGIO**

Richiede suoli con buon drenaggio.

## **ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI**

L'assorbimento complessivo di azoto è quantificabile in circa 90 kg/ha (variabile con le varietà e i livelli produttivi); il fosforo (P) è assorbito in quantitativi di 15-20 kg per ettaro di fragoletto in pieno campo (a seconda del livello di produzione), mentre per il potassio si hanno assorbimenti fra 90 e 125 kg/ha.

Il calcio è assorbito maggiormente in corrispondenza della fioritura e dell'accrescimento dei frutti in quantitativi valutabili attorno a 60-70 kg/ha.

L'azoto viene assorbito in maniera quasi uguale dagli organi vegetativi e dai frutti. Più del 40% dell'azoto immagazzinato nelle radici e nel colletto viene rimesso in circolo in primavera. La maggior parte del magnesio, del calcio e del fosforo viene assimilata durante la crescita vegetativa, mentre più del 60% del potassio durante la fioritura e la fruttificazione. Durante le prime settimane dopo l'impianto il calcio diventa importante per lo sviluppo delle giovani radici



e per la formazione dei tessuti fogliari. Nel periodo fioritura-accrescimento dei frutti aumenta rapidamente l'assorbimento di potassio (circa 3 grammi per pianta al giorno); un alto livello dell'elemento influenza positivamente la qualità dei frutti (incremento del contenuto di zuccheri ed acidi).

Il fosforo è fondamentale nelle prime fasi di crescita (sviluppo radicale) e a partire dalla fase di fioritura-sviluppo dei frutti. L'assorbimento di magnesio è concentrato soprattutto alla ripresa vegetativa e fino allo sviluppo dei frutti.

L'ammonio, ad elevati livelli, induce una maggiore crescita vegetativa delle piante e accresce le dimensioni del frutto, ma può avere effetti negativi sulla qualità e può competere con l'assorbimento del K-Ca e Mg.

Nei periodi di cielo coperto, elevate quantità di ammonio possono causare un'irregolare colorazione dei frutti. Nelle soluzioni per fragole senza suolo questo viene aggiunto in quantità massima pari al 10% del livello di azoto totale; dalla fine della fioritura fino alla fine della raccolta non viene più aggiunto poiché potrebbe modificare la qualità e il sapore dei frutti.

Apporti di azoto ammoniacale, ureico o organico in autunno inoltrato e/o in primavera fredde e poco luminose, possono rendere l'elemento disponibile tardivamente con gravi "esplosioni" vegetative in coincidenza dell'aumentare delle temperature e ripercussioni negative sulla qualità dei frutti. Se l'inverno è stato mite e le piante non hanno soddisfatto completamente il fabbisogno in freddo, gli apporti di azoto alla ripresa vegetativa devono essere precoci e più elevati.

## **CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO**

### **RISPOSTA AD ARRICCHIMENTO IN CO<sub>2</sub>**

Livelli elevati di CO<sub>2</sub> aumentano la quantità di materia secca, il contenuto di glucosio, fruttosio, zuccheri totali e composti aromatici (etilbutanoato, etilhexanoato, furaneol, linalolo, ecc.); diminuiscono gli acidi citrico e malico. CO<sub>2</sub> elevati (56 Pa) incrementano il rendimento del 42% in condizioni di alto contenuto di azoto.

### **CATTURA DEL CARBONIO**

Con una densità di 155.000 piante per ettaro, la fragola può produrre da 158 a 944 kg/ha di materia secca (Torun et al., 2013), corrispondenti ad una "cattura" di 74,26-443,68 kg/ha di carbonio dall'atmosfera.

### **RESISTENZA ALLA SICCATÀ. ESIGENZE IDRICHE**

Data la distribuzione superficiale delle radici necessita di frequenti irrigazioni con limitati apporti di acqua per ogni intervento. Per l'intero ciclo il fabbisogno idrico si attesta sui 4.000-9.000 m<sup>3</sup>/ha.

### **TOLLERANZA ALLE ALTE TEMPERATURE**

Non tollera temperature superiori a 30°C. Le temperature superiori a 24°-32°C riducono la formazione dei fiori e la qualità dei frutti (diversa sensibilità varietale).



## KAKI o CACHI

NOME SCIENTIFICO:	<i>Diospyros kaki</i> L.
FAMIGLIA:	Ebenaceae
NOME COMUNE:	cachi, kaki, diospiro
ORIGINE:	Regioni calde della Cina
DISTRIBUZIONE:	area mediterranea, Giappone, America Meridionale, ecc.
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne
TIPO FOTOSINTETICO:	C3

## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### FASI FENOLOGICHE

*gemma invernale*  
*rigonfiamento delle gemme*  
*punte verdi*  
*apertura gemme*  
*fioritura*  
*scamiciatura*  
*invaiaatura*  
*piena maturazione*  
*caduta foglie*

### RADICI

Sono costituite da un lungo fittone e da poche radici laterali, esili e di facile rottura. Il sistema capillizio ha una forte capacità rigeneratrice.

### GERMOGLI E RAMI

Si sviluppano dalle gemme miste. I giovani germogli portano all'ascella delle foglie i fiori, per cui il kaki fruttifica sui rami dell'anno.



### GEMME

Sono situate all'ascella delle foglie. Le gemme miste sono di forma conica; quella a legno assumono una forma più appuntita.

## FOGLIE

Sono caduche. L'indice fillotassico è 2/5. Il numero degli stomi e l'indice stomatico sono massimi nella parte centrale della foglia; la loro grandezza è inversamente proporzionale alla densità. Sui rami, le foglie superiori hanno più stomi e un indice stomatico maggiore. Nelle foglie del kaki si trovano *blastocoline* che inibiscono la germinazione delle spore di diversi funghi.

## FIORI

Le diverse cultivar possono portare fiori maschili (staminiferi), femminili (pistilliferi) e completi (ermafroditi). I fiori maschili sono ascellari, di norma triflori; i fiori femminili sono uniflori.



## FRUTTO

È una bacca provvista di un peduncolo legnoso e di un calice quadrilobato. La presenza del calice è essenziale. Se nella fase precedente la maturazione si tolgono le foglie ai rami, i frutti continuano ad accrescersi; se si tolgono i lobi calicini, sia il frutto, sia i semi smettono di accrescersi. Pare che essi siano sede di processi enzimatici ed ormonici (auxine) che regolano lo sviluppo del frutto. Il 67% della traspirazione avviene ad opera del calice e, solo il 33% dalla buccia del frutto. Il colore del frutto è dovuto a diversi pigmenti: criptoxantina (>50%), seguito da betacarotene, licopene e zeaxantina. Il prevalere della criptoxantina e della zeaxantina, più alto con una temperatura di 25°C e più basso a 10°C, induce una colorazione rosso aranciata. A temperature basse prevale il licopene, che determina una colorazione rossa.

I frutti possono formarsi per via partenocarpica o per fecondazione.

## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME-GERMOGLIAMENTO

La differenziazione dei primordi fiorali avviene nell'anno precedente la fioritura, ad inizio luglio. Le iniziali calicine si formano alla fine di luglio, mentre

all'inizio di agosto sono evidenti gli abbozzi dei petali. Successivamente l'evoluzione si arresta fino al termine dell'inverno. Alla caduta delle foglie sono differenziati, così, solo i verticilli che non hanno alcuna funzione connessa con la riproduzione, contrariamente alle Pomacee e Drupacee che differenziano gli organi riproduttivi prima del riposo invernale. Dopo il germogliamento, che inizia alla fine di marzo, avviene il completamento degli organi riproduttivi. Ai primi di maggio il fiore è completamente formato. Un accentuato sbalzo termico estivo, tra giorno e notte, favorisce la differenziazione di più gemme a fiore.

## DORMIENZA

È una specie a foglia caduca. Necessita di freddo durante l'inverno per la filloptosi e per assicurare un periodo di riposo vegetativo, sebbene non abbia particolari esigenze di "fabbisogno in freddo" (200-400 ore).

## FIORITURA

La maggior parte delle cultivar possiede solo fiori femminili o fiori femminili e maschili. La presenza di fiori ermafroditi è molto rara. L'impollinazione è di tipo entomofila. È necessario assicurare un certo numero di impollinatori. La capacità recettiva dello stigma per il polline dura circa 24 ore. Nelle prime ore del pomeriggio si divaricano i petali e, durante la notte si completa l'apertura; al mattino successivo gli insetti pronubi raggiungono lo stamma, l'imbrunimento del quale avviene la sera stessa o, al massimo, il giorno successivo. L'antesi avviene scalaramente lungo il germoglio, a partire dai fiori inseriti alla base, e si completa in circa una settimana (nella seconda metà di maggio). Alla scamicatura i frutti appaiono di colore verde-oliva. Da questo momento si verifica la cascola, che è direttamente proporzionale alla quantità di frutti allegati ed ha la sua maggiore intensità nel mese di luglio.

## SVILUPPO DEI FRUTTI

La biologia della fruttificazione del kaki presenta aspetti particolari. Le cv. vengono classificate secondo l'astringenza dei frutti alla raccolta in:

- **Costanti alla Fecondazione Non Astringenti (CFNA):** cultivar con frutti non astringenti alla raccolta, indipendentemente dalla presenza di semi (kaki dolce). La polpa è chiara e i frutti sono eduli fino dalla raccolta (sodi), indipendentemente dalla fecondazione.
- **Costanti alla Fecondazione Astringenti (CFA):** cultivar con frutti astringenti, indipendentemente dalla presenza di semi. La polpa è chiara e i frutti sono eduli soltanto dopo l'ammazzamento.
- **Variabili alla Fecondazione Non Astringenti (VFNA):** cultivar non astringenti, se fecondati. La polpa è scura e provvista di uno o più semi. Non sono eduli alla

raccolta se partenocarpici, richiedendo in tal caso l'ammezzimento del frutto ("Kaki Tipo").

- **Variabili alla Fecondazione Astringenti (VFA):** cultivar con frutti astringenti, anche se fecondati. Non astringenti solo attorno ai semi. Il numero dei semi, anche se elevato, non determina mai la completa edulità della polpa.

## RACCOLTA E CONSERVAZIONE

I frutti, climaterici, raggiungono la loro piena colorazione a circa 4 mesi dalla fine della fioritura, ma la raccolta avviene non appena i frutti hanno raggiunto i requisiti idonei per la commercializzazione e la conservazione.

La raccolta ha inizio quando pezzatura, forma, colore e consistenza sono quelli propri della varietà utilizzata. La maturazione del kaki non si completa sulla pianta. I frutti, una volta raccolti, sono conservati in attesa della maturazione.

Le tecniche di maturazione, in relazione alla tipologia commerciale prescelta, sono: maturazione naturale e maturazione controllata.

• **Maturazione naturale:** questo tipo di maturazione è idonea soprattutto per kaki non tannici (kaki mela o kaki-tipo fecondati) o poco tannici, ed è applicata a frutti che devono essere commercializzati poco dopo la raccolta. Consiste nel portare i kaki a temperatura di 20°-22° C per 24-36 ore, o a temperature più basse (15°C) per circa 60 ore. Bisogna, in ogni caso, evitare un eccessivo rammollimento, in quanto la maturazione continuerà anche durante il trasporto e la distribuzione commerciale.

• **Maturazione controllata:** questo tipo di tecnica è indispensabile per i kaki con elevato contenuto di tannini (kaki-tipo non fecondato, senza semi) e prevede l'abbinamento del trattamento termico (22°-25°C) con quello gassoso, seguito da un periodo di refrigerazione a 15°C fino a completa acquisizione del colore da parte del frutto. Più precisamente, la formula gassosa prevede l'utilizzo di 100-200 ppm d'etilene, l'anidride carbonica sotto l'1% e l'umidità relativa intorno 60-65% per evitare screpolature o spaccature della buccia. Si può immettere nella cella di maturazione anche ossigeno (50% in volume). La maturazione è assicurata in un tempo variabile di 36-48 ore, in funzione della percentuale d'etilene e dallo stato di maturazione iniziale del frutto. Le perdite di peso sono normalmente dello 0,7- 1,0 %. La difficoltà di tale tecnica sta nel governare la maturazione in modo che i frutti, pur perdendo l'astringenza, non risultino molto molli e siano, a colorazione raggiunta, sufficientemente sodi per poter affrontare il trasporto e la commercializzazione. Per il mercato italiano, che predilige frutti astringenti partenocarpici integralmente colorati e deliquescenti, la maturazione controllata risulta essere, oggi, l'unico metodo applicabile con ottimi risultati. Essa ha bisogno, però, di celle a tenuta di gas, con un sistema di condizionamento termico (tra 30° e 0°C) e uno di controllo



dell'umidità relativa.

•**Maturazione controllata ad elevate percentuali di anidride carbonica:**

per rimuovere l'astringenza è possibile effettuare trattamenti gassosi (con CO<sub>2</sub> a tassi prossimi al 90%) per un durata variabile da 1 a 3 giorni in rapporto allo stato di maturazione del frutto. Occorre tuttavia precisare che, dopo il trattamento, i frutti acquisiscono una consistenza della polpa ed una colorazione dell'epidermide differente rispetto al prodotto maturato con etilene: la polpa più soda ed una colorazione meno accentuata consentono di differenziare i prodotti sottoposti a tecniche di maturazione differenti.

## ESIGENZE CLIMATICHE

### RADIAZIONE LUMINOSA

Una carenza di luce può provocare un'eccessiva attività vegetativa delle piante, con allungamento degli internodi nei giovani germogli, ritardo nella lignificazione, maggiore sensibilità ai freddi invernali, induzione alla cascola.

Il kaki è soggetto ad una notevole cascola di frutticini, generalmente legata a fattori genetici, nutrizionali o alla mancata fecondazione. Raggiunge la massima intensità nei mesi di luglio ed agosto e può considerarsi esaurita nella prima decade di settembre.

Essa aumenta in concomitanza di una elevata umidità ambientale del terreno e dell'atmosfera.





## TEMPERATURE

Durante il riposo vegetativo sopporta minime termiche di oltre -15°C. Gravi danni possono essere provocati da temperature di poco inferiori a 0°C nel periodo del germogliamento, anche se tale fase inizia circa 10-15 giorni dopo la fioritura del pesco, per cui, solitamente, il kaki sfugge alle gelate tardive primaverili. Gelate precoci possono danneggiare commercialmente i frutti ancora sulla pianta, con imbrunimenti, necrosi e disidratazione.

## ESIGENZE PEDOLOGICHE

Il kaki predilige terreni con profondità utile alle radici maggiore di 80 cm, buon drenaggio, tessitura franca, non eccessivamente fine o grossolana, pH compreso tra 6,5 e 7,2, contenuto in calcare attivo inferiore al 4%, salinità inferiore a 2 mS/m.

## ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI

L'assorbimento di azoto aumenta progressivamente sino al mese di luglio, per decrescere poi bruscamente nei mesi successivi; il periodo di massimo consumo risulta compreso tra maggio ed agosto, quando la pianta assume il 68% del totale annuo. Il picco di assorbimento del fosforo si verifica nel mese di luglio, mentre tra giugno ed agosto viene assorbito il 70% del totale annuo di tale elemento. Per il potassio e il calcio, il massimo assorbimento si verifica in giugno; da maggio a luglio viene assorbito circa il 70% dei due elementi. Il magnesio viene assunto nella misura del 90% del totale da maggio ad agosto, con un picco a luglio ed agosto.

## CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

### RESISTENZA ALLA SICCIÀ. ESIGENZE IDRICHE

Nonostante le piante di kaki sopportino bene la siccità, la produttività e la pezzatura dei frutti possono essere compromesse, in modo grave, quando la disponibilità di acqua risulta insufficiente. Una buona disponibilità idrica è ritenuta importante nei periodi di fioritura e di allegagione, in quanto esalta lo sviluppo dei germogli e stimola la formazione dei frutticini, e nel periodo di accrescimento dei frutti.

**Tab.1** Coefficienti colturali

	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre
<b>Terreno inerbato</b>	0,70	0,70	1,00	0,95	0,85	0,85
<b>Terreno lavorato</b>	0,45	0,50	0,65	0,75	0,75	0,75

Fonte: Regione Campania . Disciplinari di produzione Integrata



## MANDORLO

NOME SCIENTIFICO:	<i>Prunus amygdalus</i> Batsch
FAMIGLIA:	Rosaceae
NOME COMUNE:	mandorlo
ORIGINE:	Asia Centrale
DISTRIBUZIONE:	15° a 45 °LN e LS Stati Uniti principale produttore mondiale
ADATTAMENTO:	regioni temperate e subtropicali con inverni non molto intensi. Il mandorlo si considera una specie a bassa-media richiesta in freddo e modesto fabbisogno in caldo. È la drupacea a fioritura più precoce
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne. Il ciclo produttivo dura fra 220 e 240 giorni
TIPO FOTOSINTETICO:	C3

## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### FASI FENOLOGICHE

*boccioli visibili*  
*gemme rigonfie prossime alla schiusura*  
*bottoni bianchi/rosa*  
*apertura gemme*  
*inizio fioritura foglie giovani a lembo disteso*  
*piena fioritura*  
*foglie adulte*  
*inizio caduta petali*  
*inizio disseccamento*  
*inizio caduta foglie*  
*pianta completamente spoglia*  
*accrescimento dei frutti*  
*frutti completamente sviluppati*  
*maturazione di raccolta*

### RADICI

Apparato radicale robusto, con approfondimento notevole negli ambienti aridi e nei terreni sciolti e profondi. Esiste antagonismo radicale.

### GERMOGLI E RAMI

I rami vengono suddivisi in rami a legno e rami a frutto (brindilli, rami misti, dardi o "mazzetti di maggio").



## GEMME

Le gemme a fiore sono portate dai dardi, dai brindilli e dai rami misti. Le gemme a fiore possono essere isolate o a gruppi di tre, delle quali quella centrale a legno e le due laterali a fiore.

## FOGLIE

Lanceolate, acute e con margini dentati. Caducifoglia.

## FIORI

Ermafroditi. La corolla ha petali bianchi o rosa. Il mandorlo presenta, in genere, sterilità fattoriale, ossia non è possibile la fecondazione all'interno della stessa varietà. Fanno eccezione alcune cultivar pugliesi ed altre di nuova costituzione dove è stato trasferito il carattere fertilità.



## FRUTTO

È una drupa deiscente formata da un epicarpo verde e tomentoso, un mesocarpo chiaro e spugnoso, che nell'insieme formano il mallo, e da un endocarpo consistente (guscio) contenente al suo interno 1 o 2 semi.

## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME

Nel corso della primavera-estate (maggio-giugno) precedente la raccolta hanno inizio, nella gemma, prima i processi di induzione e, secondariamente, quelli di differenziazione. In generale, a fine settembre tutti gli abbozzi fiorali sono presenti; entro dicembre si conclude la formazione dei granuli pollinici e, poco prima della schiusura delle gemme, si ha il completo sviluppo dell'ovario. Il processo di differenziazione vero e proprio copre il periodo metà agosto-metà settembre (con anticipi in alcune cultivar).

### DORMIENZA

In generale, non è una specie molto esigente in fabbisogno in freddo (250-500 ore  $T^{\circ} < 7^{\circ}C$ ).

## GERMOGLIAMENTO

Nella prima fase di formazione, essendo germogli e foglie in rapido accrescimento, non esportano fotosintetati verso i frutti. Il completamento del loro sviluppo si ha circa nella fase di indurimento del nocciolo ("maturazione" della mandorla). In questa fase la chioma ha raggiunto la sua massima dimensione e le foglie evidenziano una forte attività di traspirazione; inoltre, all'ascella delle foglie dei nuovi germogli si stanno formando le future gemme a fiore. In questo momento è fondamentale gestire adeguatamente irrigazione e nutrizione al fine di ottenere mandorle di buona pezzatura, evitando, così, la competizione tra frutti e germogli, e sufficienti centri di fioritura nell'anno successivo.

## FIORITURA

Inizia alla fine di dicembre (Sicilia) e si conclude nella seconda decade di marzo (Puglia). Nelle singole cv. la durata va da 1 a 3 settimane. L'impollinazione è entomofila.

## SVILUPPO DEI FRUTTI

Presenta differenze sostanziali rispetto ad altre drupacee. Subito dopo l'allegagione si ha l'accrescimento del frutto per divisione cellulare (citochinesi-FASE I). Man mano che questa fase volge al termine inizia la FASE II, o di indurimento dell'endocarpo, nella quale non si nota un sensibile aumento di peso e di volume del frutto.

Mentre in altre drupacee segue una terza fase di distensione cellulare, nel mandorlo questa è pressoché inesistente. Pertanto, nel mandorlo, il "potenziale produttivo" si esprime maggiormente entro 30-50 giorni dalla piena fioritura. Molto probabilmente le prime fasi di accrescimento del frutto sono sostenute dalle riserve accumulate negli organi di riserva nell'anno precedente. Questo perché la pianta, dopo l'allegagione, è ancora sprovvista di un apparato fotosintetizzante perfettamente funzionale (fioritura prima delle foliazioni) e, inoltre, le temperature sono troppo basse per l'assorbimento degli elementi nutritivi da parte delle radici. Una volta che le gemme schiudono, i germogli risultano funzionanti e provvederanno, anch'essi, alla nutrizione dei frutti. È importante, quindi, ottenere un apparato fotosintetico funzionale e persistente, in modo da ripristinare le sostanze di riserva, sostenere l'accrescimento dei frutti e garantire un rapido sviluppo dei germogli nel periodo di accrescimento dei frutti, in modo da renderli "esportatori" di fotoassimilati il più presto possibile. L'apparato radicale deve, altresì, essere perfettamente funzionale e capace di richiamare acqua e sostanze nutritive.

## RACCOLTA E CONSERVAZIONE

L'indice di maturazione è la deiscenza del mallo. Il momento migliore per la raccolta è quando iniziano a schiudersi gli ultimi mali, quelli dei frutti situati nelle parti interne e ombreggiate della chioma. Si raccomanda di non anticipare troppo la raccolta perchè i frutti possono risultare troppo leggeri, insipidi e meno conservabili.

Dopo la smallatura si consiglia di essiccare le mandorle, per ridurre l'umidità dei gusci e dei semi, fino a raggiungere un contenuto di umidità dei semi dell'8-8,5%.

## ESIGENZE CLIMATICHE

### FOTOPERIODO

Esistono cv. a giorno corto e cv. a giorno lungo (FAO, 1994). Giorni lunghi e giorni corti sono essenziali in alcuni momenti del ciclo della coltura (CIRE; 1989).

### RADIAZIONE LUMINOSA

La pianta per un giusto accrescimento richiede elevata luminosità. In condizioni di deficienza di luce si può avere scarsa lignificazione dei rami e dell'endocarpo del frutto.

### TEMPERATURA

Temperature di circa -2°C possono danneggiare i fiori, mentre la temperatura critica per i frutticini appena allegati è di circa -1°C.



Per una buona attività fotosintetica il range di temperature è tra 25° e 30°C, con un minimo e massimo, rispettivamente, di 15° e 35°C. Le elevate temperature possono provocare eccessiva traspirazione dei frutti, con conseguenti danni ("striminzimento") dovuti al fatto che la funzionalità stomatica dei frutti viene persa con l'avanzare della maturazione. La chiusura degli stomi delle foglie, per evitare perdite di acqua e possibili formazioni di emboli nei vasi, può ridurre l'attività fotosintetica della pianta.

### **PRECIPITAZIONI**

Si può produrre in asciutta a partire da un regime pluviometrico di 300 mm annui, anche se la redditività si ha a partire da 600 mm annui.

### **UMIDITÀ RELATIVA**

Preferisce ambienti asciutti. Elevata umidità atmosferica può creare problemi di impollinazione, sviluppo di patologie fungine e batteriche.

### **ESIGENZE PEDOLOGICHE**

#### **PROFONDITÀ DEL SUOLO**

Si adatta bene ai terreni poco profondi e ricchi di scheletro.

#### **TESSITURA**

Preferisce terreni sciolti e provvisti di buon drenaggio.

#### **pH**

5,5-8,5, con un optimum intorno a 7,3. Tollera il calcare.

#### **SALINITÀ/SODICITÀ**

Presenta bassa resistenza alla salinità. Il limite di conducibilità elettrica è di 1,6 dSm<sup>-1</sup>, con un valore critico intorno a 4,1 dSm<sup>-1</sup> (CIREN, 1989). È abbastanza resistente alla presenza di cloruri (Yuste, 1997).

#### **ESPOSIZIONE DEL TERRENO**

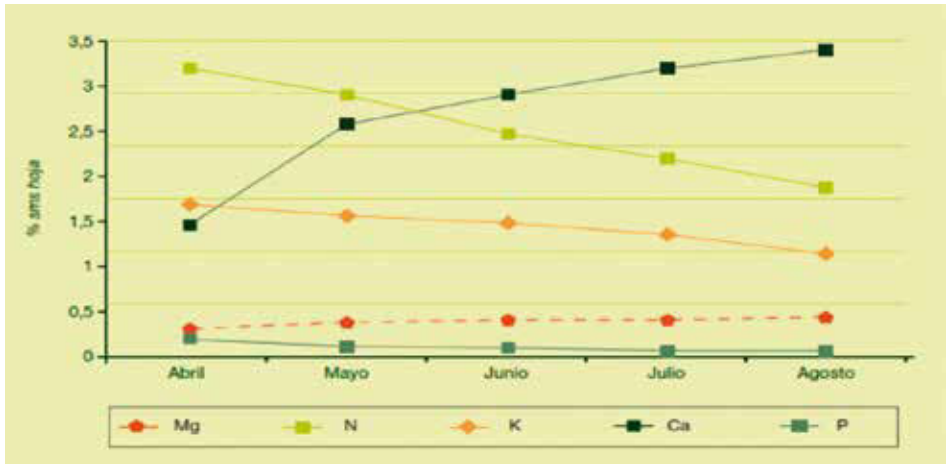
La direzione dei filari N-S permette ampia illuminazione.

### **ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI**

L'azoto viene somministrato per il 30% alla ripresa vegetativa, il 40% prima dell'indurimento del nocciolo ed il restante 30% in post-raccolta per favorire la differenziazione a fiore delle gemme e il ripristino delle riserve per la stagione successiva. Per il fosforo e il potassio, il 40% viene distribuito alla



ripresa vegetativa e la restante parte in post-raccolta. Il calcio è somministrato, interamente, prima dell'indurimento del nocciolo.



**Fig.1** Assorbimenti nutritivi nel mandorlo

## CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

### RESISTENZA ALLA SICCITÀ. ESIGENZE IDRICHE

Nelle regione meridionali il volume stagionale irriguo si aggira sui 2.000-2.500 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, da distribuire tra le fasi di attiva crescita dei germogli e fino a 2-3 settimane prima della data prevista per la raccolta (cv. precoci); fino alla metà di agosto per le cv. a maturazione più tardiva. Le fasi in cui il mandorlo non dovrebbe trovarsi in condizioni di stress idrico sono il periodo di rapido accrescimento dei frutti e dei germogli e la fase di differenziazione fiorale delle gemme. In caso di applicazione della tecnica delle Stress Idrico controllato (SIC), durante la maturazione della mandorla si potrà, quindi, applicare un'irrigazione deficitaria. È importante sottoporre le piante ad irrigazione regolare per evitare che stress idrici e/o termici possano indurre la pianta ad entrare in ecodormienza. In questo caso, eventuali piogge abbondanti e/o eccessive concimazioni azotate potrebbero riportare la pianta in fioritura, con potenziale perdita di produzione dell'anno successivo.

### TOLLERANZA ALLE ALTE TEMPERATURE

Elevate temperature estive, abbinate a persistente siccità, possono portare alla disidratazione dei semi e alla formazione delle cosiddette mandorle "monache". Il massimo termico assoluto per il mandorlo è di 40°C (CMAJA, 2013).





## MELO

NOME SCIENTIFICO:	<i>Malus*domestica</i> Borkh.
FAMIGLIA:	Rosaceae
NOME COMUNE:	melo
ORIGINE:	Europa ed Asia occidentale
DISTRIBUZIONE:	30° a 65° LN e LS
ADATTAMENTO:	regioni temperate e subtropicali
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne
TIPO FOTOSINTETICO:	C3

## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### FASI FENOLOGICHE

gemma ibernante  
orecchiette di topo  
bottoni rosa  
inizio, piena e fine fioritura  
allegagione  
cascola di giugno  
frutto noce  
cascola pre-raccolta  
maturazione di raccolta  
caduta foglie

### GERMOGLI E RAMI

Ramo vegetativo, ramo misto, brindillo vegetativo, brindillo misto, lamburda.

### GEMME

Gemme vegetative e gemme miste capaci, queste ultime, di differenziare un germoglio e un corimbo.

### FOGLIE

Caduche. Fillotassi 2/5, ossia con intervalli di 2 angoli giro e cinque foglie prima di tornare alla stessa posizione lungo l'asse.



## FIORI

Infiorescenza a corimbo di 5-6 fiori. Il centrale ("kinf flower") fiorisce, in genere, in anticipo rispetto agli altri. Petali bianchi o rosati. Autoincompatibile per sterilità gametofitica.

## FRUTTO

Falso frutto (pomo) composto da 5 logge, contenenti ognuna due ovuli.



## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME

Il processo di differenziazione morfologica dell'apice delle gemme comincia, nel clima dell'Italia Settentrionale, nel mese di giugno, poco più di un mese dopo la fioritura, ed è preceduto dalla fase di induzione. Le condizioni nutritive svolgono un ruolo importante (rapporto sostanze idrocarbonate e acidi nucleici/istoni; bioregolatori ad azione stimolatrice o inibitrice).

Tra le sostanze ad azione inibitrice si ricordano le giberelline prodotte dai semi e dai germogli; tra quelle ad azione stimolatrice vi sono le auxine e le citochinine. Un elevato carico di frutti e/o un eccessivo lussureggiamento dei germogli sono fattori contrastanti l'induzione. Tra le condizioni ambientali grande importanza è svolta dall'intensità e dalla qualità della luce in quanto, già una riduzione non inferiore al 50% può influire negativamente sul processo di antogenesi. La differenziazione degli organi fiorali, nelle gemme miste e nelle lamburde, procede con la formazione del calice, della corolla, degli abbozzi degli stami e della rima ovarica fino alla caduta delle foglie. I processi procedono poi lentamente o si arrestano durante i mesi invernali più freddi, riprendendo a fine inverno-inizio primavera. La formazione del polline avviene a gemma schiusa o ancora più tardi: solo poco prima della fioritura avverrà il completamento del sacco embrionale.

### DORMIENZA

Il fabbisogno in freddo si estende da 300 a 1.300 ore.

### FIORITURA

L'allegagione dipende molto dal periodo utile di impollinazione, che è legato alle caratteristiche genetiche della cultivar e all'ambiente pedoclimatico. Il periodo

utile di impollinazione è la durata in giorni, a partire dalla schiusura del fiore, entro i quali si hanno sufficienti probabilità che possa avvenire la fecondazione. Esso corrisponde alla durata del periodo di longevità del sacco embrionale (tra 6 e 10-12 giorni) detratto il tempo necessario al tubetto pollinico per raggiungere l'ovulo che, in funzione di diversi fattori "perturbanti", può essere anche di 10 giorni. Ne consegue che i giorni utili per l'impollinazione sono i primi 4-5 dopo l'antesi, trascorsi i quali il tubetto pollinico ha scarse possibilità di raggiungere il sacco embrionale. Vari fattori agiscono sulla longevità del sacco embrionale (portinnesti, fattori climatici e nutrizionali). La concimazione azotata, in autunno, sembra migliorare la longevità dell'embriosacco. Le risorse per arrivare alla fioritura provengono quasi tutte dalle riserve dell'albero. Meno del 20% della crescita, fino a questo punto, proviene da fotosintesi. Il fiore/frutto, in questo periodo, è un competitore "debole".

### SVILUPPO DEI FRUTTI

Lo sviluppo dei frutti segue una dinamica a sigmoide semplice con due fasi di crescita (S1-S2). La prima è sostenuta, prevalentemente, da processi di divisione cellulare che si protraggono per circa 25 giorni; da 50-60 giorni dopo la fioritura, il frutto cresce per distensione cellulare.

### RACCOLTA

Per questa specie sono utilizzati soprattutto la degradazione dell'amido (test dello jodio) e la durezza; sono meno impiegati il colore della buccia, il residuo secco rifrattometrico, l'acidità e i reciproci rapporti.

**Tab.1** Indici di maturazione e parametri di qualità consigliati per la raccolta delle mele destinate alla lunga conservazione ed all'eventuale successiva trasformazione industriale (Fonte: D.P.I. Regione Emilia Romagna)

<b>Cultivar</b>	<b>Durezza (kg)</b>	<b>Degradazione amido (cat. 1-5)</b>
Gruppo Fuji	Indice non idoneo	3,5
Gruppo Gala	7,0	3,5
Gold Rush Co-op 38	7,5-8	2,3
Gruppo Golden Delicious	6,5	3,0
Granny Smith	7,5	2,5
Imperatore e simili	7,0	2,8
Pink Lady-Rosy Glow	7,0	3,0
Primiera	Indice non idoneo	3,5
Grauppo Stayman	7,0	2,5
Red Chief e simili	7,0	3,0
Modì	10,0	3,2
Crimson Crisp Co-op 39	5,8	n.d.

Categorie: - 1: massima presenza di amido; - 5: completa scomparsa di amido

## CONSERVAZIONE

**Tab.2** Formule di conservazione delle mele in refrigerazione normale (Fonti varie)

<b>Cultivar</b>	<b>Temperature (°C)</b>	<b>UR (%)</b>	<b>Conservazione (mesi)</b>
HGruppo Gala	0	90-95	2-3
Gruppo Golden delicious	1	95-98	5-7
Gruppo Smith	0	90-95	5-6
Gruppo Fuji	0	-	6
Imperatore e simili	1	-	6-7
Redc Chief e simili	0	-	6
Gruppo Stayman	1	-	5-7
Pink Lady-Rosy Glow	2	-	4-5

## ESIGENZE CLIMATICHE

### FOTOPERIODO

Si considera una pianta a giorno neutro (10-14 ore di luce) (FAO, 1994).

### RADIAZIONE LUMINOSA

La luce è indispensabile per una buona colorazione dei frutti, per una regolare maturazione del legno e per una ottimale differenziazione a fiore delle gemme.

### TEMPERATURA

Non teme danni da freddo invernale, anche fino a -20°, -25°C. Temperature di -2/-4°C, al germogliamento/fioritura, possono causare danni. Durante l'impollinazione la temperatura ottimale è di 15°-20°C. Temperature sopra 27°C, o sotto 4,4°C, inibiscono la crescita del tubetto pollinico. Durante l'estate le temperature ottimali per la crescita del frutto sono di 18°-24°C, mentre valori troppo elevati possono avere effetti negativi sul sapore del frutto. Alte temperature notturne (>22°C) riducono fortemente la colorazione dei frutti (optimum: 11°-12°C per le mele rosse)

**Tab.3** Soglie critiche di temperature

<b>Stadio fenologico</b>	<b>10% danno</b>	<b>90% danno</b>
Gemma d'inverno	-11,9°C	-17,6°C
Rottura gemma	-7,5°C	-15,7°C
Punte verdi	-5,6°C	-11,7°C
Orecchiette di topo	-3,9°C	-7,9°C
Mazzetti affioranti	-2,8°C	-5,9°C
Bottoni rosa	-2,7°C	-4,6°C
Apertura fiore centrale	-2,3°C	-3,9°C
Piena fioritura	-2,9°C	-4,7°C
Allegagione	-1,9°C	-3,0°C



## PRECIPITAZIONI

Richiede da 500 a 600 mm di acqua ben distribuiti.

## UMIDITÀ RELATIVA

Umidità relativa elevata e piogge durante la fioritura possono creare problemi di impollinazione.



## ESIGENZE PEDOLOGICHE

### PROFONDITÀ DEL SUOLO

La profondità minima, utile per le radici, è di 50 cm; quella ottimale, considerando le differenze fra i diversi portinnesti, deve essere superiore a 100 cm.

### TESSITURA

Preferisce terreni fertili, di medio impasto; rifugge da quelli eccessivamente argillosi e da quelli eccessivamente sciolti.

### pH

Valori ottimali sono compresi fra 6,6 e 8,5.

### SALINITÀ/SODICITÀ

Contenuti di sali nel terreno inferiori a 0,4 dS m<sup>-1</sup>, o superiori, sono causa di

sofferenza della coltura e di forti cali produttivi. Il melo tollera percentuali di sodio scambiabile (ESP) fino al 10%.

## **DRENAGGIO**

Per la coltivazione del melo, i terreni migliori sono quelli che assicurano un drenaggio buono, ma non eccessivo: sono suoli a tessitura franca, in cui l'acqua è rimossa prontamente, ma non rapidamente, così da essere disponibile per l'assorbimento radicale.

## **ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI**

### **AZOTO**

I meli assimilano l'azoto prevalentemente sotto forma di nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). L'eccesso può provocare elevato vigore vegetativo (crescita dei germogli intensa con lignificazione scarsa), ritardo di maturazione, frutti troppo grossi, poco colorati, suscettibili al "bitter pit" e alle malattie da conservazione, filloptosi fisiologica, cascola pre-raccolta, differenziazione a frutto scarsa, ecc. L'assorbimento di azoto varia con le diverse fasi fenologiche e, pertanto, la fertilizzazione azotata deve tener conto della dinamica di assorbimento di questo elemento. Dalla ripresa vegetativa fino alla fioritura più del 95% dell'azoto delle lamburde proviene dagli organi di riserva (radici, tronco, branche). In corrispondenza del rapido accrescimento dei germogli l'azoto assorbito dall'apparato radicale ha sempre maggiore importanza, arrivando a rappresentare il 50% del totale presente nei germogli stessi. Dal punto di vista pratico è consigliabile non apportare azoto, in forma minerale, prima della fase fenologica di "bottoni fiorali", in quanto apporti più precoci risultano poco efficienti e possono essere dilavati dalle piogge primaverili.

### **FOSFORO**

In primavera, adeguati livelli di fosforo stimolano l'accrescimento dell'apparato radicale, migliorano l'assimilazione degli altri nutrienti, favoriscono lo sviluppo delle foglie e degli organi riproduttivi.

### **POTASSIO**

Insieme all'azoto e al calcio è l'elemento maggiormente utilizzato dal melo.

### **MAGNESIO**

L'accumulo nei frutti è lento e costante durante tutto il ciclo vegetativo.

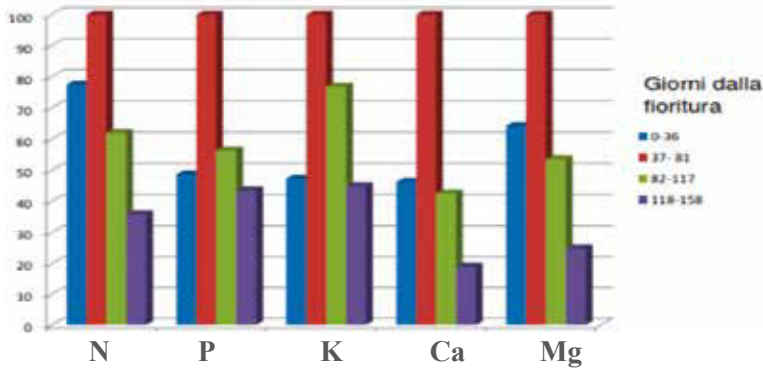
### **CALCIO**

L'accumulo nel frutto avviene durante le prime 4-6 settimane dalla fioritura (fase



di citochinesi) e proviene dal flusso xilematico; successivamente diminuisce lentamente nella fase di distensione cellulare.

**Tab.4** Dinamiche di assorbimento di nutrienti nel melo, derivate da dati di flusso (100% = periodo di massimo assorbimento).



Fonte: Zanotelli et al.2014

## APPORTI

### AZOTO

Riguardo le epoche di applicazione è da ribadire l'inutilità degli apporti prima della fioritura. In genere si interviene in post-fioritura ed entro la fase di "frutto noce"; somministrazioni tardive sono da evitare in quanto possono prolungare l'attività vegetativa e peggiorare la qualità del prodotto. Particolarmente importanti (specialmente per varietà a maturazione precoce allevate in terreni poco fertili) risultano gli apporti per ricostituire le riserve negli organi perenni; questi devono essere effettuati entro settembre con dosi indicative di circa 25-30 kg/ha di azoto, da ridurre a 10-15 kg/ha se si ricorre a fertirrigazione. Su varietà a maturazione tardiva (Fuji-Braeburn, ecc.) e con elevata produzione si può ricorrere a somministrazioni fogliari di urea. Qualora le riserve dell'albero si esauriscano precocemente in primavera (es. annata con elevata allegagione e scarso assorbimento radicale), possono essere utili applicazioni fogliari precoci di azoto.

### FOSFORO

In condizioni normali sono da ritenersi sufficienti 30 kg/ha anno di  $P_2O_5$ . La disponibilità di questo elemento deve essere assicurata in due momenti: fine luglio-inizi agosto (per sostenere l'accrescimento dei frutti) e dopo la raccolta per ricostituire le riserve negli organi di stoccaggio.

### POTASSIO

Se il terreno è sufficientemente ricco in potassio si può somministrare la quota

asportata annualmente dai frutti; nei casi di terreni particolarmente ricchi di potassio scambiabile è possibile anche intervenire ogni 2-3 anni.

In generale, la dose annuale è di circa 60-90 kg/ha. L'epoca di applicazione è quella che segue la cascola fisiologica dei frutticini, onde evitare antagonismi con il calcio. Eccessi di potassio possono favorire la caduta precoce delle foglie in Golden Delicious.

## **CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO**

### **CATTURA DEL CARBONIO**

Si stima che la fissazione di CO<sub>2</sub> possa essere di 21,8 t ha<sup>-1</sup>/anno.

### **RESISTENZA ALLA SICCIÀ. ESIGENZE IDRICHE**

Stress idrici (regime idrico del 50% della capacità di campo) riducono l'altezza delle piante, il diametro basale, la biomassa aerea, la biomassa radicale e l'area fogliare. Le fasi di maggior sensibilità sono la fioritura, l'allegagione e la rapida crescita dei frutti. Il fabbisogno idrico è di circa 6.000 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>.

### **TOLLERANZA ALLE ALTE TEMPERATURE**

Alte temperature (>30°C) durante l'inizio dell'induzione fiorale, in giugno, e temperature >26°C durante lo sviluppo del bottone fiorale, in agosto, sono associate con una riduzione della produzione nell'anno seguente.

### **RESISTENZA ALLA SICCIÀ-ESIGENZE IDRICHE**

La maggior richiesta di acqua da parte degli alberi avviene nella fase in cui si sviluppano contemporaneamente germogli e frutticini. Una corretta gestione della chioma, attraverso interventi finalizzati a ridurre la crescita vegetativa (Stress Idrico Controllato), permette di migliorare l'efficienza d'uso dell'acqua ed evitare, quindi, sprechi.

Le foglie in piena luce, nonostante traspirino di più rispetto a quelle situate all'interno della chioma, presentano un'efficienza d'uso dell'acqua (WUE) circa 10-12 volte superiore a quella delle foglie in ombra. Lo Stress Idrico Controllato viene applicato nelle fasi in cui gli apporti di acqua e nutrienti sono indirizzati principalmente allo sviluppo vegetativo (competizione germoglio con il frutto e post-raccolta), mentre si darà una piena restituzione dei consumi nelle fasi in cui i consumi idrici sono indirizzati ai frutti (ripresa vegetativa, allegagione e ingrossamento dei frutti).



# MELOGRANO

NOME SCIENTIFICO:	<i>Punica granatum L.</i>
FAMIGLIA:	Punicaceae
NOME COMUNE:	melograno
ORIGINE:	Medio Oriente (Iran, Caucaso)
DISTRIBUZIONE:	Area Mediterranea e zone subtropicali
ADATTAMENTO:	si adatta ad ambienti asciutti e umidi
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne
TIPO FOTOSINTETICO:	C3

## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### GERMOGLIAMENTO-FIORITURA

La ripresa vegetativa avviene a cavallo fra aprile e maggio. L'emissione delle foglie precede di circa un mese la fioritura. La fioritura è molto lunga e va da giugno a settembre.

Richiede 80-200 ore di freddo.

### SVILUPPO DEI FRUTTI

I frutti maturano da agosto a novembre.

### RACCOLTA E CONSERVAZIONE

Il frutto non matura dopo la raccolta.

Conservazione a 5°C per un massimo di 2 mesi. Per una conservazione più lunga e per evitare danni da freddo si deve utilizzare una temperatura di 10°C. UR 90-95%. Possibile la conservazione in film plastico traspirante.

Tasso di produzione di etilene meno di 0.1  $\mu\text{L/kg h}$  a 10°C.



## ESIGENZE CLIMATICHE

### FOTOPERIODO

Pianta a giorno corto. Richiede meno di 12 ore di luce (FAO, 2000)

### RADIAZIONE LUMINOSA

Richiede ambienti con elevata intensità luminosa.

### TEMPERATURA

La temperatura ottimale oscilla fra 23° e 32°C, con estremi fra 8° e 40°C. Resiste a temperature invernali di qualche grado sotto lo zero. Danni rilevanti si hanno a -10°C/-15°C. Sensibile alle gelate tardive.

## **PRECIPITAZIONI**

Cresce in zone con un minimo di 400 mm annui, un optimum di 900-1.200 mm e un valore massimo di precipitazioni annuali di 4.200 mm.

## **UMIDITÀ RELATIVA**

90-95%. È molto sensibile alla perdita di acqua, con conseguenti raggrinzimenti dei frutti.

## **ESIGENZE PEDOLOGICHE**

### **PROFONDITÀ DEL SUOLO**

Cresce bene in suoli profondi, in media di 1,5 m di profondità, nonostante si adatti anche a suoli con profondità di 0,5-1,5 m (FAO, 200).

### **TESSITURA**

Preferisce terreni profondi e freschi, ma si adatta anche a terreni poveri, salmastri, alcalini.

### **pH**

Ottimo da 6,5 a 7,5, con valori minimi di 5,8 e massimi di 8,5.

### **SALINITÀ/SODICITÀ**

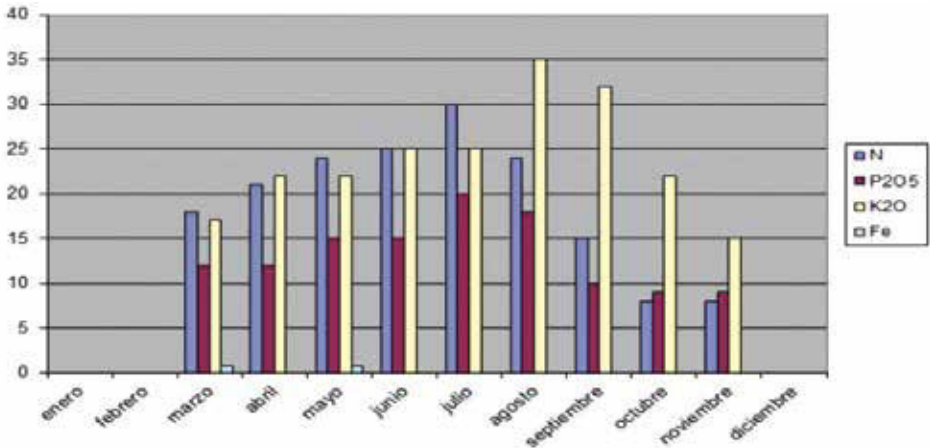
Ha bassa tolleranza alla salinità (FAO,2000)



## ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI

Gli assorbimenti maggiori si verificano tra metà luglio-metà agosto. Possibile carenza di microelementi.

**Tab.1** Curva di assorbimento degli elementi nutritivi



Fonte: Instituto Valenciano de Investigaciones Agraria

## CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

### RESISTENZA ALLA SICCIITÀ. ESIGENZE IDRICHE

Soporta bene la siccità, ma per fruttificare ha bisogno di acqua in abbondanza. Ha bisogno di umidità costante del terreno per evitare "cracking" dei frutti.







# NOCCIOLO

NOME SCIENTIFICO:	<i>Corylus avellana</i> L.
FAMIGLIA:	Betulaceae
NOME COMUNE:	nocciolo
ORIGINE:	Asia Minore, Europa e tutta la Regione Mediterranea
DISTRIBUZIONE:	tra il 40° LN e 40° LS
ADATTAMENTO:	regioni subtropicali semicalde e temperate
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne
TIPO FOTOSINTETICO:	C3



## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### RADICI

Le radici si trovano generalmente nei primi 50 cm di terreno, variabile con la tessitura, con le lavorazioni, ecc. Orizzontalmente si estendono per una superficie doppia rispetto a quella della proiezione della chioma. L'accrescimento avviene in autunno, maggiormente, e in primavera; assente in inverno.

### GEMME

Gemme a legno, gemme miste, organi maschili. Gli amenti maschili si evidenziano all'ascella delle foglie in giugno; si accrescono e maturano in dicembre-febbraio. Nelle gemme miste vi è l'infiorescenza femminile che emerge dalle perule (ciuffo di stili di colore rosso) nel periodo compreso fra dicembre e febbraio.

### FOGLIE

Ricche di peluria nella pagina inferiore.



## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME

L'induzione a fiore delle gemme miste avviene in giugno e luglio; in maggio per gli amenti. Successivamente si ha la differenziazione degli organi florali dei pistilli e delle antere, rispettivamente nelle gemme miste e negli amenti.

### DORMIENZA

Gemma a legno: 700-1.200 ore (<7°C); gemme miste: 700 ore; gemme degli amenti: 500 ore.

### GERMOGLIAMENTO

Le gemme miste e quelle vegetative germogliano alla fine di marzo. Il ritmo di accrescimento si manifesta maggiormente in giugno. Terminato l'accrescimento, continua l'accumulo di riserve in modo costante fino all'autunno.

## FIORITURA

La fioritura degli organi maschili può precedere, seguire o avvenire contemporaneamente con quelli femminili. Ciò varia con la cv., l'ambiente pedoclimatico, il fabbisogno in freddo, ecc. Il periodo utile in cui i fiori femminili possono ricevere polline è di circa 1 mese e va dal momento in cui i pistilli fuoriescono dalle perule delle gemme miste fino a quando disseccano per metà. L'emissione del polline avviene in una settimana. Buona parte delle cultivar di nocciolo è autosterile.

## SVILUPPO DEI FRUTTI

Il polline liberato dagli amenti raggiunge la base del pistillo che, però, non risulta ancora provvisto di ovario differenziato, in quanto questo si svilupperà nei mesi successivi in seguito allo stimolo esercitato dal budello pollinico giunto alla base del pistillo. Da questo periodo, che in pratica coincide con il mese di gennaio, comincia l'accrescimento dell'ovario. La fecondazione avviene alla fine di maggio. Il frutto comincia ad accrescersi rapidamente e alla fine di giugno raggiunge le dimensioni definitive.

## RACCOLTA E CONSERVAZIONE

I frutti, giunti a maturità, si disarticolano dagli involucri e cadono nell'arco di circa 1 mese, con inizio da metà agosto. Dopo la raccolta viene eseguita l'essiccazione ad una temperatura non superiore a 45°C.



## **ESIGENZE CLIMATICHE**

### **ALTITUDINE**

L'altitudine appropriata è fra 600 e 1.900 m.

### **FOTOPERIODO**

Risponde tanto a giorni corti (<12 ore di luce), neutri (12-14 ore di luce) e lunghi (>14 ore) (FAO, 2000).

### **RADIAZIONE LUMINOSA**

Cresce in condizione di media ombra, ma le foglie esprimono un'attiva di fotosintesi anche ad alte intensità luminose.

### **TEMPERATURA**

La temperatura media annuale deve oscillare tra 12°C e 16°C; la temperatura massima tollerata è di 35°-36°C, mentre la temperatura minima va da -8°C a -10°C. Lo sviluppo del budello pollinico avviene anche a temperature vicine allo 0°C, ma trova l'ottimo a valori compresi fra 10° e 20°C. Al germogliamento, in presenza di 2-3 foglie distese, la soglia di resistenza è di -1°C. Durante l'estate le temperature ottimali sono di 23°-27°C di giorno e di 16°-18°C di notte. Temperature superiori a 35°C, abbinate a bassa umidità atmosferica, possono provocare il disseccamento delle foglie.

### **PRECIPITAZIONI**

Il nocciolo può essere coltivato senza irrigazione in zone con piogge di almeno 800-1.200 mm, regolarmente distribuite durante l'anno (primavera-estate > 600 mm e un periodo asciutto minore di un mese).

### **UMIDITÀ RELATIVA**

L'umidità relativa ottimale per il nocciolo è tra il 70 e l'80% durante tutto il ciclo vegetativo. Esiste diversità fra le cultivar.

## **ESIGENZE PEDOLOGICHE**

### **PROFONDITÀ DEL SUOLO**

60-150 cm. Richiede un terreno profondo, soffice, di natura siliceo-calcareo-argillosa o calcareo-siliceo-argillosa. Sottosuolo permeabile.

### **TESSITURA**

Teme i terreni argillosi e l'asfissia radicale.

### **pH**

5,5-7,8, con calcare inferiore 8%.

## SALINITÀ/SODICITÀ

Non tollera i terreni salsi.

## ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI

In primavera, il nocciolo ha maggiore esigenze di nutrienti per lo sviluppo dell'embrione, l'accrescimento dei germogli dell'anno e la differenziazione dei fiori maschili e femminili che andranno poi in fioritura l'anno successivo a quello di inizio formazione. Si comprende l'esigenza della pianta di poter disporre nel periodo primaverile di azoto e di importanti microelementi, in particolare boro e magnesio. Il boro è riportato di avere effetti positivi sull'allegagione dei frutti e sulla produzione finale. L'elemento più importante per il nocciolo è l'azoto, apportato in dosi variabili dai 90 ai 150 kg/ha, preferibilmente con applicazioni frazionate, soprattutto in terreni sciolti: in marzo-aprile (35%), a fine maggio (50%), ottobre-novembre (15%). Per il fosforo ( $P_2O_5$ ) sono sufficienti apporti annuali di 25-40 unità/ettaro, tenendo conto della dotazione presente nel suolo. Il potassio influenza la qualità della produzione, favorendo l'assimilazione dell'azoto nelle foglie e lo sviluppo del seme. Normalmente si consigliano 60-80 unità/ettaro di  $K_2O$  (fino a 100-120), preferibilmente da solfato. In ambienti con elevata piovosità autunnale e/o in terreni sciolti è preferibile somministrare fosforo e potassio in febbraio - marzo.

## CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

### RESISTENZA ALLA SICCIÀ. ESIGENZE IDRICHE

Il nocciolo riesce ad adattarsi bene anche in condizioni di carenza idrica, ma esprime bassa produttività. La mancanza di acqua causa disseccamento della vegetazione, sviluppo ridotto dei rami, precoce defogliazione, caduta anticipata dei frutti, bassa resa alla sgusciatura, aumento di danni da patologie e insetti. Le esigenze idriche sono limitate in aprile e maggio, sono accentuate in giugno, luglio e agosto e tornano ad essere ridotte in settembre e ottobre. Poiché nei mesi di giugno, luglio e agosto si verificano l'accrescimento dei germogli e dei frutti, l'accumulo di sostanze di riserva nei frutti e nei rami e la differenziazione delle gemme a fiore, occorre soddisfare le esigenze idriche al completo. Le irrigazioni in giugno favoriscono l'accrescimento dei germogli e la pezzatura dei frutti; in luglio e in agosto migliorano la crescita del seme, la differenziazione delle gemme miste e l'accumulo delle sostanze di riserva. Periodi di carenza idrica superiori a 15 giorni-1 mese richiedono irrigazioni.

### TOLLERANZA ALLE ALTE TEMPERATURE

L'aumento delle temperature provoca un accorciamento della maggior parte delle fenofasi, specialmente della fioritura. Incrementi nella concentrazione di  $CO_2$  nell'atmosfera negli ultimi 70 anni sono stati accompagnati da una diminuzione della densità degli stomi per  $mm^2$ . Il numero degli stomi per  $mm^2$  era nel 1927 di 225, mentre nel 1994-95 si è ridotto a  $113 \pm 24$ .



## NOCE

NOME SCIENTIFICO:	<i>Juglans regia</i> L.
FAMIGLIA:	Juglandaceae
NOME COMUNE:	noce comune
ORIGINE:	Iran, Iraq, india e Sud della Russia
DISTRIBUZIONE:	Asia, America Settentrionale, Europa
ADATTAMENTO:	ha precise esigenze climatiche e pedologiche. Può adattarsi anche a situazioni poco favorevoli, ma ciò può comportare una diminuzione di produzione e di qualità
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne
TIPO FOTOSINTETICO:	C3

## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### RADICI

L'apparato radicale è fittonante e si approfondisce molto nel terreno. Presenta radici laterali corte e ramificate.

### GERMOGLI E RAMI

I rami sono grossi e ricchi di midollo.

### GEMME

Sono ascellari e apicali.

### FOGLIE

Picciolate, composte da 5-9 foglioline. Contengono juglone.



## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME

Giugno (fiori maschili); fine estate (fiori femminili).

### DORMIENZA

Il fabbisogno in freddo ( $<7^{\circ}\text{C}$ ) è di 600-1.200 ore.

### FIORITURA

Fiori unisessuati. Sia quelli maschili che femminili si trovano sulla stessa pianta (monoica). I fiori maschili si producono sui rami dell'anno precedente, prima o contemporaneamente all'emissione delle foglie. I fiori femminili si sviluppano sui rami dell'anno e, in genere, compaiono dopo quelli maschili. Il noce è autofertile ma, a causa della dicogamia, occorre consociare impollinatori con fioritura contemporanea. Impollinazione anemofila.

### RACCOLTA E CONSERVAZIONE

Da metà settembre a fine ottobre. Il momento ideale è quando il mallo si screpola e inizia a separarsi spontaneamente dal gheriglio. Segue l'essiccazione.



## ESIGENZE CLIMATICHE

### TEMPERATURA

Sensibile alle temperature troppo elevate (38°-40°C) e a quelle troppo basse che si verificano nel periodo del germogliamento e fioritura. In inverno può resistere a -20°C.

### PRECIPITAZIONI

Occorrono regimi pluviometrici di almeno 700-800 mm all'anno. I periodi critici sono la primavera (allegagione e crescita dei frutti) ed i mesi di luglio-agosto (pezzatura dei frutti, differenziazione gemme).

### UMIDITÀ RELATIVA

L'eccesso di umidità può creare problemi in fioritura.

## ESIGENZE PEDOLOGICHE

### TESSITURA

Preferisce terreni di medio impasto o sciolti e con buon drenaggio.

### pH

6,5-7,6

## ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI

Si consiglia di apportare il 40% dell'azoto alla ripresa vegetativa, il 40% in post-allegagione ed il restante 20% a fine estate per favorire la formazione delle gemme a fiore e la costituzione di un'adeguata riserva azotata.

## CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

### RESISTENZA ALLA SICCIÀ. ESIGENZE IDRICHE

Il fabbisogno in acqua è stimato sui 1.500-2.000 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>







## OLIVO

NOME SCIENTIFICO: *Olea europaea* L

FAMIGLIA: Oleaceae

NOME COMUNE: olivo

CICLO DI MATURAZIONE: perenne

TIPO FOTOSINTETICO: C3

## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### SISTEMA RADICALE

Il sistema radicale dell'olivo tende a svilupparsi superficialmente: la gran parte delle radici, infatti, si trova sui 60-70 cm di profondità; la distribuzione è in funzione dell'aerazione del suolo. In terreni areati l'angolo geotropico è relativamente piccolo e le radici possono arrivare ad una profondità di 6-7 metri. In suoli meno areati l'angolo aumenta e la profondità dell'apparato radicale diminuisce. In terreni lavorati le radici sono brevi e si mantengono verso la superficie. Ogni radice principale è collegata con una delle branche in modo settoriale, e questo fa sì che si crei interazione fra quella parte di chioma e la porzione corrispondente dell'apparato radicale. Tutto ciò porta, spesso, a chiome scompensate a seconda delle condizioni del terreno. È bene ricordare inoltre che l'eliminazione di una branca provocherà la decadenza del corrispondente apparato radicale, con sviluppo poi di nuove radici. Le radici dell'olivo adulto possono oltrepassare anche di 2-3 volte il raggio dell'area di proiezione della chioma partendo dal tronco.

### FUSTO

Prende il nome di *pedale*, *ceppo*, *ceppaia*, *ciocco* nella parte inferiore ingrossata; continua poi con il *tronco* che, in alto, si suddivide in branche. Il tronco può presentare rilievi detti *corde*.



## OVOLI

Alla base del fusto si presentano delle protuberanze, che con il passare degli anni aumentano di numero e di volume. Queste formazioni caratteristiche si chiamano *ovoli*, *puppole* o *mammeloni*; sono dotati di abbondante materiale di riserva ed hanno la capacità di generare getti e radici, per cui si prestano al ringiovanimento della pianta e alla sua moltiplicazione. Le corde si formano in seguito al forte richiamo di linfa determinato da nuovi getti che hanno sostituito branche deperite. La crescita "contorta" dei tronchi è sempre di tipo orario.

## GEMME E SOTTOGEMME

Le gemme normali si formano all'ascella delle foglie (*gemme ascellari*) ed all'apice dell'asse vegetativo (*gemme apicali*). Schiudendo danno origine ad un germoglio fogliato (gemme a legno) o ad una infiorescenza (gemme a fiore). Al vertice che la gemma ascellare forma con l'asse del rametto si forma sempre una sottogemma; questa può schiudersi contemporaneamente alla gemma primaria, ma di solito germoglia dopo un periodo di tempo più o meno lungo, dando origine ad un germoglio legnoso o ad una mignola.



## RAMI

Si chiamano *germogli* dal momento in cui spuntano fino alla lignificazione, *rametti* finché conservano le foglie e *rami* in seguito. I rami su cui sono inseriti i rametti li denomineremo *branchette*, gli altri *branche*. Queste li distingueremo in *branche principali* e *branche secondarie*: le prime partono dal tronco e si prolungano direttamente, o mediante successive suddivisioni sino alla cima, e su di esse si inseriscono le branche secondarie che si diramano, poi, nelle branchette. Le branche principali formano l'*ossatura* o *scheletro* o *impalcatura* della pianta. I rametti dell'olivo si possono classificare in *succhioni* (rami a legno che si sviluppano da gemme avventizie presenti sulla parte dorsale di grosse branche), *polloni* (rami a legno che si sviluppano da gemme avventizie presenti sulla ceppaia), *rami a legno*, *rami misti*, *rami a frutto*.

**Ramo a legno:** getto vigoroso, dritto, talvolta ramificato, dotato solo di gemme a legno.

**Ramo misto:** getto poco vigoroso, provvisto sia di gemme a legno che di gemme a fiore.

**Ramo a frutto:** getto esile, provvisto esclusivamente di gemme fiorifere.

Nell'olivo è difficile differenziare i rami a legno da quelli a frutto perché, a differenza degli altri fruttiferi, le gemme a legno non differiscono nella forma da quelle a frutto.

## FOGLIE

La pagina superiore è dotata di una cuticola molto spessa; in quella inferiore sono presenti gli stomi (circa 470 per mm<sup>2</sup>) ed i tricomi (peli stellari- 143 per mm<sup>2</sup>). Questi ultimi servono a ridurre la traspirazione, ma consentono anche l'utilizzazione delle goccioline di umidità notturna, che a fine stagione vegetativa può essere equivalente a circa 90 mm di pioggia. L'età della foglia può raggiungere i tre anni di vita, ma in genere cadono nel secondo anno, tra aprile e maggio.

## INFIORESCENZA

I fiori sono riuniti in grappolini semplici o composti, di colore verdognolo-tendente al biancastro alcuni giorni prima della schiusura. Ciascun fiore si compone delle seguenti parti: quattro sepali di colore verde; corolla di quattro petali saldati nella parte inferiore, di colore variabile dal biancastro al giallognolo; stami in numero di due; pistillo. I fiori ancora in boccio si chiamano *mignoli*, e *mignole* i grappoli prima della schiusura; il *mignolare* si dice dell'olivo che emette le mignole, e la *mignolatura* del tempo in cui questi si sviluppano. Con la schiusura dei mignoli (antesi) inizia la *fioritura*; quando cadono le corolle si ha la *sfioritura*.

Nell'olivo sono presenti tre tipi di fiori:

- Fiori perfetti (ermafroditi).
- Fiori a funzione maschile (staminiferi).
- Fiori a funzione femminile (pistilliferi).

I fiori staminiferi derivano dall'aborto dell'ovario e/o dal disseccamento del pistillo; tutte le cv. presentano una percentuale variabile di fiori staminiferi legata al patrimonio genetico e influenzato da fattori ambientali e nutrizionali. I fiori pistilliferi sono caratterizzati dall'aborto delle antere, che avvizziscono prima dell'apertura del fiore, oppure dalla incapacità delle antere di produrre polline vitale. Il numero totale di fiori per pianta può arrivare a superare il mezzo milione, ma la stragrande maggioranza tende a cadere precocemente, già 1-2 settimane dopo la piena fioritura; solo l'1-2% si trasformerà in frutto. Può ritenersi normale, per una regolare produzione della pianta, anche un solo frutto per infiorescenza.

## FRUTTO

È una drupa formata, procedendo dall'esterno verso l'interno, da: *epicarpo* (pellicola esterna, punteggiata di lenticelle), *mesocarpo* o polpa, *endocarpo* (involucro legnoso), *mandorla* o *seme*. L'endocarpo, con la mandorla, forma il *nocciolo*. La drupa è all'inizio verde e coperta da un sottile strato ceroso (pruina); avvicinandosi all'epoca di maturazione il colore volge dapprima al giallognolo, quindi al rosso vinoso e, a maturazione, al nero lucente oppure al violaceo-rossastro (la clorofilla viene sostituita dalle antocianine). Si dice che le olive *invaiano* quando cominciano ad assumere il colore della maturazione. Le varie parti costituenti la drupa sono così rappresentate: polpa dal 65 all'80%, che può raggiungere il 90% in alcune varietà da tavola; endocarpo dal 18 al 23%; seme dal 3,5 al 7%. Per le principali varietà meridionali, la resa in olio (calcolata al 45% di umidità) oscilla fra un minimo di 9,50 kg ed un massimo di 29,93 kg per 0,1 t di olive; la resa in sansa da 21,53 kg a 53,65 kg.

## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME

La biologia florale comprende una serie di tappe determinate da processi biologici e morfologici e influenzate da fattori ambientali assai diversi. Si può suddividere nelle seguenti fasi:

- Formazione delle gemme a fiore (INDUZIONE).
- Differenziazione.
- Formazione della mignola e del fiore.
- Impollinazione e fecondazione.
- Allegagione.

### INDUZIONE

Comprende un insieme di modificazioni delle cellule che danno inizio al processo di trasformazione della gemma indifferenziata in gemma a fiore.

Il momento in cui avviene non è ancora perfettamente chiaro, ma molti specialisti ritengono che si verificherebbe entro il mese di luglio.

Le cause che portano le gemme laterali di un ramo di olivo a differenziare i fiori non sono completamente note, ma nuove ricerche sembrano indicare l'effetto "aging" come sorgente primaria del fenomeno.

La teoria più accreditata sulla formazione dell'infiorescenza è quella nota come "Teoria delle due fasi" (1996).

Secondo questa teoria, sulle gemme laterali di un germoglio, intorno al mese di luglio, una serie di fattori ambientali e nutrizionali eserciterebbe una pre-

induzione, ma sarebbe successivamente necessaria una “conferma”, alla quale concorrerebbero sia fattori endogeni (interni alla pianta) che ambientali.

È necessario ricordare che l’induzione è un processo fisiologico reversibile, ovvero non tutte le gemme indotte daranno realmente fiori.

Infatti, è il processo di differenziazione, che avviene a fine inverno, a provocare quelle modificazioni morfologiche irreversibili che segnano definitivamente il destino della gemma.

Come regola generale, le mignole si differenziano nelle gemme che si svilupparono nella stagione precedente. Così, le gemme che possono dare fiori hanno tra i tre e gli undici mesi di età.

Generalmente si ritiene che solo le gemme formate nel periodo di crescita primaverile-estiva possano differenziare e fiorire nella primavera seguente. Le gemme della parte distale dei germogli, che si sono sviluppate in autunno, solitamente non hanno fiori.

Ciò si verifica unicamente nelle regioni più fresche, dove lo sviluppo autunnale è breve e tardivo, e spesso non si ha lignificazione completa prima della primavera.

In condizioni molto induttive (lignificazione prematura dei germogli in autunno; inverno freddo ed umido), anche le gemme terminali dei germogli d’olivo possono subire una differenziazione florale e sviluppare una infiorescenza terminale.

## NUOVE TEORIE SULLA CRESCITA VEGETATIVA E SULLA FORMAZIONE DEL FIORE NELL’OLIVO. L’ “AGING”.

La causa che porta le gemme laterali di un ramo a differenziarsi a fiore sembra ricondursi all’effetto dell’ “**AGING**”.

In definitiva, un meristema apicale in accrescimento non riesce a formare gemme laterali destinate ad originare mignole se non dopo un definito numero di anni (o di quantità) di crescita del meristema.

I tempi di invecchiamento (“aging”) sono compresi fra uno e cinque anni, e possono essere molto diversi fra le diverse cultivar: Arbequina e Koroneiki permettono la fioritura di gemme generate sulla vegetazione del secondo anno; Coratina al 2°-3° anno, mentre in Frantoio le gemme laterali possono sviluppare infiorescenze solo se il meristema apicale ha superato il terzo anno di età (periodo di “invecchiamento” lungo). **La gemma in via di sviluppo deve probabilmente raggiungere un certo stadio di maturità per essere recettiva alle condizioni di induzione florale.**

Di conseguenza, la capacità di risposta della gemma ai fattori induttivi dipenderebbe anche dal suo stato di sviluppo e di maturazione. La velocità di crescita e di sviluppo del germoglio durante l’anno giocherebbe, di

conseguenza, un ruolo importante sul suo potenziale di fruttificazione nell'anno successivo.

Il modello dell'aging permette di spiegare, in parte, il fenomeno dell'alternanza di produzione. Affinché le piante possano produrre per più anni consecutivi è necessario che la crescita dei rami venga adeguatamente sostenuta; il decremento produttivo deriverebbe da un esaurimento della crescita dei meristemi apicali maturi, concomitante alla mancanza di vegetazione nuova in grado di sostenere le nuove produzioni.

### INDUZIONE DELLE GEMME A FIORE: PERIODO E SOSTANZE COINVOLTE

Il ciclo di fruttificazione dell'olivo si sviluppa nell'arco di due anni, con la seguente impostazione:

- Induzione
- Differenziazione delle gemme a fiore
- Fioritura
- Impollinazione e fecondazione
- Allegagione
- Accrescimento e maturazione del frutto

Il periodo più importante per l'induzione a fiore è quello compreso fra luglio e dicembre, nonostante le gemme possano rimanere in una condizione di reversibilità fino a febbraio. Sembra però probabile, contrariamente a quanto riportato normalmente, che l'induzione avvenga durante l'inverno, appena prima della fase di iniziazione. La fioritura, l'allegagione, l'accrescimento e la maturazione del frutto avvengono fra giugno e dicembre.

### ATTIVITÀ VEGETATIVA

L'accrescimento dei germogli avviene maggiormente da maggio a luglio e, in condizioni ambientali favorevoli, riprende con modesta entità a settembre-ottobre. In giovani piante, allevate in clima caldo-arido, si sono rilevati i seguenti accrescimenti:

- 6,3-3,2 mm/giorno in marzo-maggio e luglio-novembre
- 0,2-1,0 mm/giorno in maggio-luglio e novembre-marzo

### COMPETIZIONE PER GLI ASSIMILATI ED INDUZIONE DELLE GEMME A FIORE

Un confronto fra le fasi dell'attività vegetativa e riproduttiva mette in evidenza una parziale sovrapposizione temporale tra lo sviluppo dei germogli e il ciclo riproduttivo, e fra diverse fasi di due cicli riproduttivi consecutivi (sviluppo dei frutti sui rami ed induzione delle gemme a fiore sui germogli).

Queste sovrapposizioni provocano fenomeni di competizione e inibizione.

L'induzione è controllata da fattori ormonali, nutrizionali ed ambientali che, a



loro volta, sono condizionati dal carico dei frutti, dalla posizione delle gemme e dei germogli, dalla disponibilità di luce, acqua e nutrienti.

Il principale parametro che influenza il livello di induzione a fiore e la successiva allegagione è l'entità della produzione dell'anno precedente; essa può avere un duplice effetto:

#### • **INDIRETTO**

Correlazione negativa tra l'entità della produzione e l'accrescimento dei germogli. Poiché le gemme a frutto sull'olivo si formano sui germogli, la velocità di crescita e di sviluppo di questi giocherebbe un ruolo importante sul potenziale di fruttificazione dell'anno successivo. Le potenzialità produttive, nell'anno successivo ad uno di grande produzione, vengono così ridotte dal limitato accrescimento vegetativo e, di conseguenza, dal mancato raggiungimento di un certo stadio di maturità della gemma per essere recettiva alle condizioni di induzione fiorale (*Teoria dell'aging*).

#### • **DIRETTO**

Implica, probabilmente, meccanismi di controllo legati ai frutti in accrescimento sul livello d'induzione delle gemme dei germogli. I frutti, già dall'allegagione, sono forti polarizzatori di assimilati (sink); questi derivano principalmente dal ramo sul quale i frutti stessi sono inseriti e, in condizioni di carenza, anche da quelli immediatamente vicini. Anche l'induzione a fiore può essere considerata un debole sink di sostanze provenienti sia dai fotoassimilati formati sulle foglie, sia da quelli accumulati nella pianta, specialmente nelle radici. In definitiva, ai fini di una buona induzione, sono essenziali sia le riserve di cui la pianta dispone (specialmente nelle radici), sia l'attività fotosintetica delle foglie. L'azione inibente dei frutti sull'induzione, più che dipendere dal livello di giberelline prodotte dai semi dei frutti (effetto antiflorigeno delle giberelline), sembra essere dovuta maggiormente all'elevato consumo di riserve per sostenere l'accrescimento dei frutti nell'anno di carica.

#### **DIFFERENZIAZIONE A FIORE DELLE GEMME**

Una gemma si definisce "differenziata" quando in essa risultano formati, in modo irreversibile, gli abbozzi dell'infiorescenza.

Il periodo temporale di questo fenomeno è variabile con la zona e, probabilmente, con le cultivar ma, generalmente, si colloca fra novembre e febbraio. I fattori coinvolti nella differenziazione a fiore possono classificarsi in endogeni (geni ed ormoni, quali auxine, giberelline e acido abscissico) ed esogeni (freddo invernale, foglie, luce, ecc.).

Il fattore freddo (variabile con le diverse cultivar) non ha una chiara evidenza,

anche se, negli anni più freschi, la differenziazione delle gemme fiorali è comunque maggiore rispetto alle annate più calde; temperature alternanti fra 4° e 18°C (oppure una temperatura costante di 12°C) sembrano le più efficaci, e ciò spiegherebbe l'elevata differenziazione a fiore e produzione in alcune zone calde. La presenza delle foglie è fondamentale per la differenziazione; la loro rimozione, all'inizio dell'inverno, inibisce quasi completamente il fenomeno, mentre l'eliminazione da fine gennaio in poi sembra avere meno importanza. Questo periodo non è rigido e può variare con la cultivar e con l'ambiente. Il fattore contenuto nelle foglie non sarebbe di natura nutrizionale ma, probabilmente, sarebbero implicate sostanze promotrici e/o inibitrici specifiche prodotte dalle stesse foglie. A riguardo della luce, non è ancora chiaro come agisca sulla differenziazione fiorale delle gemme, ma l'ombreggiamento dà come risultato un'inibizione della differenziazione simile a quella che si ha con l'eliminazione delle foglie. Occorre, dunque, favorire una buona illuminazione di tutta la chioma mediante la scelta delle distanze di piantagione, le forme di allevamento e le tecniche di potatura. Infine, anche la disponibilità di acqua, di nutrienti, le gelate tardive e la siccità possono influenzare negativamente il fenomeno della differenziazione a fiore e ridurre il potenziale produttivo.

## FIORITURA

L'olivo fiorisce in maggio-giugno e la durata del periodo di fioritura varia con le condizioni ambientali. L'epoca può cambiare nello stesso ambiente, tra le diverse cultivar, anche di 3-4 settimane, e questo processo viene identificato come scalarità di fioritura. Inoltre, anche la posizione delle branche può creare dei gradienti a livello della stessa pianta, determinando un ulteriore aumento della complessità che caratterizza l'andamento fenologico (Cesaraccio et. al., 2006). Pèrez Badia e Rojo (2014) hanno messo in evidenza come l'esposizione delle branche produttive determini una scalarità di fioritura di circa tre giorni tra la porzione esposta a nord e quella a sud. La conseguenza di questo effetto è quella di produrre un'estensione del periodo di fioritura, offrendo maggiori probabilità di successo nell'impollinazione dei fiori. A seconda delle varietà, le mignole possono portare da 10-12 fino a 30 fiori (un olivo maturo può portare anche 500.000 e più fiori); dimensioni dell'infiorescenza, struttura e numero dei fiori sono sotto il controllo genetico, ma condizionati anche dalle disponibilità idriche e nutrizionali. Anche le pratiche colturali possono influenzare il tasso di fioritura, in particolare quando riescono a migliorare la sintesi e la ripartizione degli assimilati nella pianta. In una sperimentazione sono stati osservati gli effetti della concentrazione di azoto, potassio e fosforo a livello fogliare. Olivi appartenenti alla cultivar Barnea, sottoposti nel periodo



di fine estate a fertirrigazioni con diverse concentrazioni di azoto, fosforo e potassio, hanno evidenziato un incremento dell'intensità di fioritura al crescere della concentrazione di azoto. Se, al contrario, il livello di azoto è basso, può verificarsi una riduzione della fioritura. Tuttavia, al superamento di un certo quantitativo di azoto si può avere una diminuzione del numero di infiorescenze sul germoglio (Dag et al., 2009). La stessa risposta da parte della pianta è stata riscontrata anche per il fosforo, mettendo in evidenza come una regolare applicazione di questo elemento possa andare a vantaggio della produttività, in particolare nei nuovi impianti ad alta densità; non accade lo stesso, invece, per il potassio. Alcuni studi dimostrano anche che trattamenti a base di boro, effettuati tra novembre e aprile, possono andare ad influenzare la percentuale di schiusura delle gemme e, quindi, ad aumentare la fioritura.

Nell'olivo sono presenti tre tipi di fiori:

- **Perfetti o ermafroditi:** presentano organi maschili e femminili biologicamente funzionanti.
- **Staminiferi** o a fiori maschili: presentano aborto dell'ovario o disseccamento del pistillo.
- **Pistilliferi** o a fiori femminili.

Nella maggior parte delle cultivar si riscontrano fiori ermafroditi (o normali) e

fiori staminiferi (o maschili); rara è la presenza di soli fiori femminili. La proporzione dei fiori ermafroditi (i soli in grado di produrre olive) può essere influenzata da diversi fattori, quali il genotipo, la posizione sulla branca, la posizione dell'infiorescenza sul germoglio e di questo nella chioma, ma anche da condizioni ambientali, come ad esempio la temperatura (Cuevas e Polito, 2004). Dopo una elevata produzione, la percentuale di differenziazione dei fiori perfetti in ogni varietà diminuisce fortemente. La somministrazione di fertilizzanti minerali ed un regolare apporto di acqua nel periodo pre-fiorale possono ridurre la percentuale di fiori imperfetti.

L'eccesso di vigoria causato da un surplus di sostanze nutritive, condizioni ambientali avverse o una caduta anticipata delle foglie possono favorire la formazione di fiori imperfetti; questi cadono prima dei fiori perfetti non fecondati. In generale, tutte le cultivar presentano una certa percentuale di fiori staminiferi in dipendenza del patrimonio genetico. Il rapporto tra fiori perfetti ed imperfetti varia molto da un anno all'altro e non è stata riscontrata una relazione significativa tra numero dei fiori perfetti e produzione. Con una buona fioritura è sufficiente l'1-2% di allegagione, rispetto al totale dei fiori, per ottenere una buona produzione (un fiore perfetto per ogni infiorescenza può dare un buon raccolto).

## IMPOLLINAZIONE

L'olivo è una pianta anemofila (il trasporto del polline è assicurato dal vento, anche se alcuni insetti possono favorire l'impollinazione; il fiore è privo di nettari). Il fiore è proterogino, ossia, nel fiore perfetto, mentre all'apertura la parte femminile (ovario, stilo, stigma) risulta già recettiva, nelle antere devono ancora terminare i processi di formazione del polline (il polline si libera con 1-2 giorni di ritardo rispetto all'apertura del fiore). Il polline, trascinato dal vento per 1-2 km (anche decine in alcune situazioni), arriva su uno stigma recettivo; qui avviene un primo riconoscimento da parte del gineceo, che determina la crescita del tubo pollinico fino all'ovario. Giunto all'ovario si ha un secondo riconoscimento, a cui segue la vera fecondazione e la formazione dello zigote. Non sempre all'impollinazione segue la fecondazione; in alcune cultivar, a seguito della sola impollinazione, si ha una partenocarpia stimolativa che porta alla formazione di pseudodrupe (**olive passerine**) di piccole dimensioni, tondeggianti e con semi vani. Solo poche varietà di olivo possono autofecondarsi (varietà autofertili), mentre la maggior parte necessita di impollinazione incrociata per la presenza di fattori di incompatibilità, tanto nel corredo delle cellule stilari, quanto in quello dei gameti pollinici (sterilità fisiologica o fattoriale). Con varietà autosterili è necessario consociare nell'oliveto due o più varietà tra loro compatibili e contemporanee in fioritura.

## COMPATIBILITÀ

Le cultivar di olivo vengono, in genere, raggruppate in tre tipologie:

**Cultivar autocompatibili** (esempio Frantoio, Arbequina, ecc.): l'allegagione avviene mediante autogamia (il polline feconda l'oosfera della stessa cultivar). In questo caso non "servirebbe" l'impollinazione.

**Cultivar parzialmente incompatibili** (esempio Pendolino): si avvantaggiano della presenza di impollinatori, ma possono produrre anche in condizioni di autogamia.

**Cultivar autoincompatibili** (esempio Leccino, Moraiolo, ecc.): è indispensabile l'uso di impollinatori.

L'autoincompatibilità può essere dovuta a tre fattori:

- Cultivar con soli fiori pistilliferi: manca, o non è funzionale la parte maschile; devono ricevere polline da un'altra cultivar.
- Cultivar che non riescono a produrre polline.
- Cultivar con incompatibilità fattoriale: è la più diffusa in Italia (già descritta).

Questi particolari aspetti della biologia fiorale dell'olivo devono essere tenuti in considerazione, soprattutto quando si realizzano nuovi impianti.

Per una buona impollinazione è opportuno che il polline sia disponibile nelle vicinanze in grande quantità; in genere si consiglia circa un 10% di alberi impollinatori.

Questo valore può variare in base alla topografia del luogo, alla direzione del vento dominante, alla temperatura durante la fioritura, ecc. La pioggia e i venti secchi durante la fioritura riducono notevolmente la vitalità e la diffusione del polline; in particolare, i venti secchi provocano disseccamenti dello stigma, riduzione della crescita del tubetto pollinico nello stilo e deperimento dello zigote. I venti caldi possono provocare il deperimento degli ovari, anche quando l'albero non soffre per carenza idrica; in condizioni estreme di caldo secco anche gli ovari (fecondati o non) possono indurire e rimanere sull'albero per 2-3 mesi, per poi cadere. La massima caduta di fiori perfetti non fecondati si ha circa 12-15 giorni dopo la fioritura.

## FECONDAZIONE ED ALLEGAGIONE

Le condizioni climatiche durante la fioritura sono fondamentali per l'impollinazione e l'allegagione. La crescita del tubetto pollinico nell'ovario si arresta quando la temperatura, durante la fioritura, supera 30°C o scende sotto 5°-6°C; in queste condizioni si avrà scarsa produzione o si svilupperanno numerose infiorescenze con frutti partenocarpici.

Antesi, fecondazione ed allegagione non sono contemporanee, né sulla stessa pianta, né sullo stesso ramo e, nemmeno sulla stessa infiorescenza.

Nell'olivo è verosimile che si origini molto presto (nell'arco di 1-2 giorni

dalla fecondazione stessa) una gerarchia fra i fiori fecondati. Al momento dell'allegagione si ha la caduta immediata dei fiori imperfetti o non fecondati (e delle mignole prive di frutti allegati), cui segue quella dei frutticini meno competitivi (nell'arco di 1- 2 settimane).

Il fenomeno viene, in parte, spiegato come una caratteristica dell'olivo a produrre una quantità predeterminata di frutti per pianta, in relazione alla cultivar (genotipo), all'ambiente pedoclimatico, all'età, alle dimensioni dell'albero, alle risorse interne, ecc., indipendentemente dal numero iniziale dei fiori prodotti.

Fondamentale per l'allegagione sembra essere la disponibilità di risorse per la pianta: cultivar con ovari grandi richiedono maggiori risorse per lo sviluppo dei frutti, con conseguente precoce esaurimento delle scorte e diminuzione di allegagione. La crescita finale di frutti ed il raggiungimento del peso finale sono controllati geneticamente e non dipendono dalla percentuale di fiori allegati (vedi cv. Arbequina e Arbosana). Esisterebbe, dunque, una compensazione fra numero e dimensioni dei frutti allegati. Varietà con ovari e frutti molto piccoli (es. Arbequina; Arbosana) producono in grande quantità (produzione a grappolo), a differenza di varietà a frutto grosso e ad ovari grandi (es. Ascolana) che producono, in genere, un frutto per mignola.

In definitiva, in olivo, la compensazione fra numero e pezzatura dei frutti è regolata già dall'allegagione, e ciò permetterebbe alla pianta di adeguare la produttività alle risorse disponibili. La percentuale di allegagione, nelle migliori condizioni, può variare considerevolmente in un range tra il 3% ed il 7%, misurato alla raccolta e, quindi, al netto delle cascole di luglio e agosto.

Mentre la lunghezza dei rami non influisce sul livello di allegagione, il numero di infiorescenze, per unità di lunghezza di ramo, può influenzare notevolmente la percentuale di allegagione per infiorescenza; aumentando il numero di queste (oltre un certo limite) diminuisce la percentuale di allegagione. Lo sviluppo vegetativo ottimale è, quindi, il presupposto per una elevata produzione.

### **ABORTO DELL'OVARIO-CASCOLA FISIOLGICA-FRUTTI PARTENOCARPICI**

In olivo, la pezzatura dei frutti è prevalentemente legata ad un diverso numero di cellule, mentre la dimensione di queste sembra essere meno importante.

In generale, frutti più grandi derivano da ovari di maggiori dimensioni, facendo ipotizzare una correlazione con la diversa intensità di divisione cellulare nell'ovario prima della fioritura.

Le dimensioni finali del frutto sono sotto il controllo genetico, oltre che essere influenzati dalle condizioni ambientali e della pianta.

## ABORTO DELL'OVARIO

Si parla di **colatura** quando gli ovari cadono insieme ai fiori che hanno avuto un normale sviluppo, ma non sono stati impollinati o non sono stati fecondati. La **cascola**, invece, consiste nella caduta degli ovari fecondati che hanno iniziato a crescere ma, durante l'allegagione, cadono assieme ai fiori sterili (Fiorino et. al. 2011). L'aborto dell'ovario indica la presenza, in fioritura, di fiori privi di ovari o parzialmente sviluppati e, quindi, non funzionali. Questo fenomeno varia molto con l'annata, la varietà, da pianta a pianta, da ramo a ramo e, perfino nella stessa infiorescenza. Le cause sono diverse, ma essenzialmente riconducibili alla competizione fra i fiori (ovari) per le risorse dell'albero, che risultano, in genere, insufficienti per nutrire poi tutti i frutti.

Tutte le condizioni che influenzano la competizione tra fiori e frutti, o che diminuiscono le risorse, causano una diminuzione dell'allegagione ed un aumento dell'aborto. Tra questi si ricordano le carenze di azoto, le malattie fogliari, un basso rapporto fra foglie e fiori, carenze idriche e nutrizionali, insufficiente luminosità, condizioni climatiche sfavorevoli, produzione abbondante nell'anno precedente, fioritura abbondante e posizione delle infiorescenze in zone della chioma poco favorevoli (scarsamente illuminate).

L'aborto dell'ovario tende ad essere più elevato in varietà con fiori ed ovari più grandi (frutti grandi). I primi frutticini allegati si evidenziano già 10-15 giorni dopo l'antesi. All'inizio di luglio, solo pochi di quelli allegati continuano ad accrescersi, mentre gli altri tendono a raggrinzire e a cadere in modo rilevante. Venticinque-trenta giorni dopo la fioritura, il numero di frutti sull'albero si stabilizza e la cascola risulta molto limitata.

In generale, nel ciclo di fruttificazione dell'olivo sono rilevabili quattro sottoperiodi, nei quali si evidenziano cadute dei fiori e/o dei frutti:

**Colatura dei fiori e mancata allegagione:** l'andamento climatico influisce, in modo particolare, nel periodo che va dall'inizio della differenziazione delle gemme fino all'allegagione (temperature alte o basse, piogge, venti secchi, ecc.). In genere allega il 5-10% dei fiori.

**Cascola dei piccoli frutti:** può cadere anche il 70-80% dei frutticini che, dapprima raggrinziscono ed anneriscono ad iniziare dalla parte apicale. Le cause sono da ricercare nella mancata o deficiente fecondazione delle ovocellule e/o nella insufficiente nutrizione idrica e minerale della pianta.

**Cascola dei frutti nel periodo vicino alla maturazione:** in genere è dovuto alla generazione carpofoaga della tignola o a periodi di lunga siccità. La carenza di acqua causa una riduzione delle funzioni vegetative della pianta e dell'accrescimento dei frutti, ma non provoca da sola la loro caduta.

**Cascola dei frutti a maturazione:** con la maturazione diminuisce la forza di distacco del frutto.



Le foglie mature dei germogli, soprattutto quelle situate in posizione mediana, e le foglie sui rami di 1-2 anni, presentano un'attività fotosintetica maggiore rispetto alle foglie più giovani; questa tende a diminuire con la senescenza delle foglie.

La maggior parte delle foglie dell'olivo, anche potendo raggiungere i tre anni di vita, cade maggiormente a partire da giugno-luglio del secondo anno, a seguito degli alti livelli di ombreggiamento creati dalla nuova vegetazione.

La carenza di luce causa una drastica diminuzione dell'attività fotosintetica, per cui, le foglie più vecchie degli alberi non potati, contribuiscono in modo limitato alla produttività della pianta. La filloptosi anticipata e l'inibizione dell'attività vegetativa nelle parti ombreggiate possono provocare frequentemente il deperimento e il disseccamento di branchette di 2-3 anni.

Al crescere dell'intensità luminosa si ha un incremento proporzionale di fotosintesi fino a 400-500 micromoli di fotoni  $m^{-2} s^{-1}$ ; il punto di saturazione si raggiunge intorno a 800-1.000 micromoli di fotoni  $m^{-2} s^{-1}$ , oltre il quale, anche incrementando l'intensità luminosa, la fotosintesi non cresce più (oltre questi valori, la rigenerazione dell'enzima ribuloso difosfato carbossilasi è limitata).

La presenza delle foglie in zone ombreggiate (l'intensità luminosa che colpisce le due superfici fogliari è spesso simile, perché prevale la luce diffusa) è giustificata dal fatto che, nell'olivo, illuminando contemporaneamente ambedue le pagine fogliari, rispetto ad una sola, l'attività fotosintetica, soprattutto a bassa intensità luminosa, aumenta, mentre il punto di saturazione luminosa diminuisce (da 50 micromoli di fotoni  $m^{-2} s^{-1}$ , per 1 sola pagina fogliare, a 30 micromoli di fotoni  $m^{-2} s^{-1}$  per entrambe). Nelle foglie ombreggiate l'assimilazione fotosintetica è molto bassa e può anche assumere valori negativi, in quanto la respirazione prevale sulla fotosintesi. Quando le foglie ombreggiate vengono riportate alla luce (es. a seguito della potatura) si osserva un recupero dell'attività fotosintetica in 1-4 mesi. In condizioni di scarsa illuminazione si ha una notevole riduzione dell'allegagione per un insufficiente supporto metabolico delle foglie presenti sul germoglio; le drupe allegate crescono poco ed hanno un contenuto di olio limitato. I periodi di ombreggiamento che causano più danni sono quelli dei mesi di luglio, agosto e settembre.

I meccanismi, mediante i quali agisce la riduzione della luce, sono da ricercare nella diminuzione della sintesi di sostanze nutritive, nella limitata disponibilità di azoto, di sostanze ormonali e di enzimi. Considerando la sensibilità dell'olivo alla luce è importante scegliere bene l'esposizione, i sedi di impianto, la forma di allevamento e le tecniche colturali (fertilizzazione, irrigazione, potatura, ecc.). In relazione alla temperatura, per la fotosintesi clorofilliana si ritengono ottimali valori intorno a 25-26°C, con limiti inferiori e superiori pari a 4-5°C e 40°C. Le

temperature inferiori a 0°C determinano un arresto dell'attività fotosintetica, con danni irreversibili alle foglie intorno a -5°C; -8°C. Ad alte temperature si ha un forte incremento della respirazione e della fotorespirazione e, nei casi più gravi, si può avere denaturazione delle proteine. L'elevata luminosità può comportare fenomeni di fotoossidazione e fotodanno. Nelle zone meridionali, dove gli inverni si mantengono miti, l'attività fotosintetica rimane elevata, favorendo così la ricostituzione delle riserve consumate. Altri fattori che possono influire sulla regolare attività fotosintetica sono:

### DISPONIBILITÀ IDRICA

L'attività fotosintetica si mantiene costante fino al 60% dell'acqua disponibile (acqua compresa fra la capacità di campo e il punto di appassimento). In caso di carenze idriche si può osservare un ingiallimento delle foglie più vecchie, che entrano in competizione con quelle di 1 anno. In genere, l'ingiallimento interessa una parte della chioma a causa delle relazioni settoriali con l'apparato radicale. La sommersione dell'apparato radicale causa un decremento della fotosintesi già dopo una settimana di permanenza delle condizioni di anaerobiosi.

### CONCIMAZIONE

Mentre fosforo, potassio e magnesio influenzano relativamente la fotosintesi, la concimazione azotata migliora l'attività fotosintetica grazie alla sua influenza sulla sintesi della clorofilla e degli enzimi implicati nel processo metabolico.

### PATOGENI FOGLIARI

Attacchi di cicloconio riducono l'attività fotosintetica. L'infezione sulle foglie giovani si ripercuote negativamente sull'induzione a fiore e sulla crescita dei germogli; gli attacchi primaverili del fungo agiscono negativamente sulla differenziazione a fiore, sull'allegagione e sul peso unitario delle drupe. Interventi primaverili eradicanti, effettuati con prodotti rameici, potrebbero avere eccessiva azione defogliante ed influenzare negativamente la differenziazione (per mancanza di foglie). In caso di forti attacchi del patogeno è consigliabile ricorrere a prodotti fitosanitari (es. dodina, IBS, stobilurine) che non inducono la caduta delle foglie.

### PRODOTTI FITOSANITARI ED INQUINANTI AMBIENTALI

Alcuni prodotti, come ad esempio la poltiglia bordolese ed il dimetoato, possono ridurre la fotosintesi; il dimetoato causa un leggero arresto per 2-4 giorni. Alcuni inquinanti ambientali (es.  $O_3$ - $SO_2$ , ecc.) provocano la chiusura degli stomi e riducono la penetrazione della luce attraverso la lamina fogliare.

## FENOMENI DI SINTESI E TRASFORMAZIONE DEI COMPONENTI PRINCIPALI DELL'OLIVA

Fra i componenti responsabili, in modo diretto o indiretto, della qualità di un olio extravergine di oliva, vi sono i trigliceridi ed i composti fenolici (biofenoli). I trigliceridi sono molecole di glicerina esterificate con tre molecole di acidi grassi; costituiscono circa il 95% di un olio.

Durante la maturazione delle olive si assiste ad un processo biochimico che determina l'accumulo di olio. Il precursore necessario per la sintesi degli acidi grassi è l'acetilcoenzima A. Per mezzo del complesso enzimatico acile-grasso-sintetasi si ottengono, a livello del reticolo endoplasmatico cellulare, prima gli acidi grassi saturi e poi quelli insaturi; nel citoplasma avviene la sintesi dei trigliceridi. Nel mesocarpo (polpa), l'accumulo di olio dura circa 20 settimane (nel frutto inizia alla fine di luglio-inizi di agosto), con una velocità di accumulo di circa 40 mg di olio per frutto e per settimana.

Inizialmente, l'olio viene accumulato in corpi oleosi (oleosomi); questi, fondendo, danno origine a gocce di olio che diventano sempre più grandi e protendono verso il vacuolo. In prossimità della maturazione si osserva, generalmente, nelle cellule del mesocarpo una sola grande goccia di olio del diametro di circa 10-20  $\mu$ m. I composti fenolici derivano dagli zuccheri tramite una serie di reazioni (via dell'acido scichimico) che originano dapprima amminoacidi (fenilalanina, tirosina) e poi, tramite la fenilalanina-ammonioliase, acidi fenolici e composti dei flavonoidi. Il metabolismo prosegue con l'intervento dell'acetilcoenzima A, dando origine ai secoiridoidi *oleuropeina* e *ligstroside*. La frazione volatile è costituita per l'80% circa da aldeidi (trans-2-esenale, cis-3-esenale, esanale), da alcoli (trans-2-esenolo, cis-3-esenolo, esanolo) e dai loro acetil-esteri. Questi composti vengono prodotti per ossidazione enzimatica a partire dagli acidi grassi polinsaturi linoleico e linolenico attraverso la "via biochimica della lipossigenasi". Il ruolo dei secoiridoidi nell'oliva non è chiaro; la loro concentrazione tende a diminuire nel corso della maturazione del frutto per effetto di enzimi idrolitici.

## ESIGENZE CLIMATICHE

L'olivo è una specie sub-tropicale, con un intervallo di temperature ottimali per la crescita compreso fra 20° e 30°C e una efficienza metabolica che decresce a temperature inferiori. Le rese e le quantità più elevate si ottengono nelle aree che hanno inverni miti e piovosi, che consentono di costituire una riserva idrica nel suolo, ed estati asciutte e calde, in grado di far maturare i frutti e contenere gli attacchi della mosca. Le temperature inferiori a 10°-12°C non esercitano danni sulla pianta, ma rallentano i processi metabolici. Al di sotto di -7°C si osservano i primi danni sugli organi più sensibili della pianta (es. rami),

mentre sotto i  $-10^{\circ}\text{C}/-12^{\circ}\text{C}$  possono essere uccise le branche e l'intera chioma. La sensibilità dell'olivo alle minime termiche è influenzata sia da fattori intrinseci alla pianta (stato vegetativo e sanitario) che estrinseci (esposizione dell'impianto, epoca e durata delle minime termiche, velocità di discesa delle temperature, media di  $20^{\circ}\text{C}$  ed una umidità relativa ambientale compresa fra il 60 e l'80%). Se l'umidità relativa scende sotto il 50%, la vitalità dello stigma, organo del fiore destinato a ricevere il granulo pollinico, si riduce a meno di tre giorni, tempo insufficiente per lo sviluppo del budello pollinico e, quindi, dell'allegagione del frutto. In questo caso si produce una disidratazione dello stigma. Al contrario, quando l'umidità relativa è prossima al 100%, il polline si idrata aumentando di peso, il che riduce l'effetto dell'impollinazione anemofila. È possibile anche che un'idratazione eccessiva provochi lo scoppio del granulo pollinico.

L'umidità ambientale eccessiva e permanente favorisce lo sviluppo di malattie, specialmente quelle causate da funghi. Le nebbie sono pericolose per l'olivo, principalmente se si producono durante la fioritura, perché possono provocare la caduta dei fiori.

## ESIGENZE PEDOLOGICHE

### TERRENO

Diceva il prof. Pastore nel suo volume "Olivicoltura Meridionale": "Anche l'olivo-occorre dirlo?- predilige terreni di medio impasto, profondi, freschi e fertili; ben raramente, però, gli è riservato un simile privilegio, essendo costretto a vivere nei terreni più disparati: sulle sabbie e sulle argille, fra il detrito dei calcari e sulla roccia, nelle magre terre marnose, e persino nei terreni leggermente salmastri. Il principale requisito che deve possedere il terreno è quello della permeabilità. Nei terreni compatti ed umidi l'apparato radicale stenta a svilupparsi a causa della deficiente aerazione, e viene invaso dal marciume". Nei riguardi del terreno è necessario considerare che l'apparato radicale dell'olivo si espande prevalentemente nei primi 50-70 cm di suolo, con radici che possono spingersi fino a oltre il metro.

Pertanto, il suolo deve essere di ottima tessitura e struttura per una profondità non inferiore a 1 metro. Nei riguardi della tessitura, i terreni migliori per l'olivo sono quelli in cui sabbia, limo e argilla sono in equilibrio. I terreni prevalentemente sabbiosi hanno scarsa capacità di trattenere acqua ed elementi minerali, ma offrono una buona aerazione e sono vantaggiosi per l'olivo, in particolare quando vi è disponibilità di acqua e di elementi nutritivi. L'argilla non deve essere eccessiva (non dovrebbe superare il 40-45%) per evitare scarsa circolazione dell'aria e difficoltà di gestione delle lavorazioni.

L'olivo cresce bene nei terreni a reazione da moderatamente acida a moderatamente alcalina (pH fra 5.5 e 8.5). In questo range sono da preferire quelli a pH inferiori a 7.5 a quelli con pH superiori, principalmente per la difficoltà di assorbimento di alcuni micronutrienti.

In collina è necessario salvaguardare il territorio dall'erosione e, pertanto, in condizioni di ridotta pendenza (inferiore all'8-10%), le lavorazioni possono essere eseguite in qualsiasi direzione, favorendo così la stabilizzazione delle pendici con l'inerbimento (specialmente con lavorazioni secondo la linea di massima pendenza). In situazioni di maggiore pendenza è preferibile seguire le curve di livello (oltre il 30-40% si deve ricorrere al terrazzamento). In generale, la pendenza del terreno non deve superare il 20-25%, per permettere alle macchine una buona movimentazione.

### ADATTAMENTO ALLA SALINITÀ

L'olivo è una specie di media resistenza alla salinità, ma superiore alle altre specie da frutto (vite, agrumi, Pomacee).

Si stima che la produzione possa diminuire del 10% se la conducibilità dell'estratto saturo del terreno ha un valore compreso fra 4 e 6 dS/m. L'eccesso di sali solubili nel suolo può provenire dal materiale pedogenetico originario o, se il terreno è irrigato, dai sali apportati dalle acque di irrigazione.

Piante di olivo allevate in condizioni di salinità mostrano riduzioni di crescita, internodi raccorciati, foglie piccole. Inoltre, si può avere riduzione della germinabilità del polline, diminuzione dell'allegagione e della pezzatura dei frutti. Essendo l'olivo una specie a lento accrescimento, la comparsa dei sintomi da salinità (clorosi e necrosi fogliari, disseccamento dei fiori, disseccamento dell'apice dei germogli, filloptosi, ecc.) può manifestarsi lentamente anche negli anni successivi all'evento stressante. In riferimento al sodio e al cloro, l'olivo risulta moderatamente sensibile, con una riduzione della crescita e della produzione del 25% per valori di sodio scambiabile del 20-40%, e del 10% circa per quantitativi di cloro di 10-15 mmoli/l.

### ADATTAMENTO AD ASFISSIA RADICALE

Il principale requisito che deve presentare il terreno destinato all'impianto dell'oliveto è la permeabilità. L'olivo è una specie altamente sensibile al ristagno di acqua, con una variabilità dipendente dalla cultivar. I danni si manifestano con riduzione di crescita dei germogli, scarsa emissione di nuove foglie, anticipo di senescenza e filloptosi, inibizione della crescita e morte degli apici radicali, inibizione della formazione dei fiori, dell'antesi, dell'allegagione e dell'accrescimento dei frutti. La resistenza al ristagno è minore nelle piante molto giovani e in forte accrescimento, a tal punto che queste possono anche

morire se l'appezzamento di terreno permane in condizioni di asfissia per 3-4 giorni. La sommersione dell'apparato radicale provoca una lenta riduzione della fotosintesi. In condizioni di carenza di ossigeno si riducono anche gli assorbimenti radicali di elementi nutritivi, probabilmente in conseguenza della maggiore richiesta energetica per il trasporto attivo. Terreni mal drenati evidenziano una colorazione grigiastra, indice di condizioni di anaerobiosi.

## **QUALITÀ DELL'OLIO**

### **Il ruolo dell'ambiente e delle tecniche colturali**

Il contenuto e le relazioni fra i diversi costituenti dell'olio extravergine di oliva (componenti della frazione gliceridica e componenti minori) possono variare in funzione di diversi fattori: genetici, ambientali, colturali e tecnologici.

### **GENOTIPO E AMBIENTE**

Lo stato di maturazione delle olive e le condizioni ambientali possono avere riflessi sulle componenti dell'olio simili a quelle indotte dalla diversità varietale. L'andamento della maturazione, specifico per ogni varietà, e le condizioni ambientali (disponibilità idriche e temperatura), sono i fattori che più influenzano la variabilità qualitativa dell'olio per una stessa cultivar.

### **AMBIENTE DI COLTIVAZIONE**

La variabilità della componente acidica e di quella insaponificabile (alcoli, steroli, polifenoli, tocoferoli, idrocarburi, ecc.) è legata fundamentalmente alle condizioni ambientali. A tutt'oggi non ci sono evidenze sperimentali certe che evidenziano un legame tra caratteristiche pedologiche e composizione dell'olio di oliva. Procedendo dagli ambienti caldi del Sud a quelli più freschi del Nord (latitudine), o da quelli ad altitudine minore verso le quote più elevate, si riscontrano maggiori contenuti in acido oleico e, quindi, un aumento del rapporto acidi grassi insaturi/saturi.

Temperature elevate, nel periodo compreso tra l'allegagione e la maturazione, comportano, in generale, una diminuzione dell'acido oleico e dei polifenoli ed un aumento del palmitico, con un'ampia variabilità varietale. Temperature e piogge, influenzando il decorso della maturazione delle olive, possono far variare indirettamente la composizione dell'olio (temperature elevate e scarse precipitazioni, possono comportare anticipi di maturazione).

### **GESTIONE IDRICA DELLA PIANTA**

Il deficit idrico durante lo sviluppo iniziale dei frutti può pregiudicare l'accrescimento delle cellule del mesocarpo, difficilmente recuperabile con interventi irrigui tempestivi nelle fasi successive. Stress idrici possono

comportare anche l'arresto del metabolismo lipidico, anticipi di maturazione e cascola pre-raccolta. Diversi lavori sperimentali hanno verificato una modesta relazione fra stato idrico, acidità libera, perossidi ed indici spettrofotometrici. Lo stato idrico della pianta ha invece notevole influenza sulla frazione insaponificabile (prevalentemente sui composti fenolici) e sulla componente volatile dell'olio. Stress idrici comportano un aumento del contenuto di polifenoli e della stabilità all'ossidazione; gli oli derivanti da piante allevate in condizioni non irrigue presentano all'assaggio una maggior nota di piccante e di amaro e una minor nota aromatica. La diretta conseguenza di tutto ciò è che, modificando il regime irriguo e pianificando la giusta epoca di raccolta, si possono ottenere oli con caratteristiche organolettiche assai diverse.

### CARICA DI FRUTTI

Una bassa produzione per pianta accelera ed anticipa la maturazione e incrementa il ritmo di inoliazione.

Composizione acidica e contenuto di polifenoli non subiscono grosse variazioni, se non in casi di forte riduzione della carica produttiva.

Mentre l'acidità libera, il numero dei perossidi e le caratteristiche organolettiche e sensoriali dell'olio non sono influenzate dalla carica di frutti, piante scariche hanno un deposito di polifenoli, acido linoleico e palmitico più intenso e anticipato. È necessario sottolineare che, così come nel caso di carenza idrica, anche in presenza di bassa carica produttiva, la maturazione può essere anticipata, con la conseguente rapida evoluzione della qualità dell'olio; è importante, quindi, programmare bene l'epoca della raccolta.

### TECNICHE COLTURALI

Poche sono le informazioni sperimentali disponibili sull'influenza del modello di impianto, della forma di allevamento e della gestione del suolo sulla qualità dell'olio. Particolare importanza assume la posizione delle drupe sulla pianta, grazie soprattutto all'influenza della luce sull'attività fotosintetica. Gli effetti della fertilizzazione azotata sono spesso contraddittori e, solo in casi di evidenti eccessi si sono rilevati una riduzione del contenuto in polifenoli e della stabilità dell'olio.

### MATURAZIONE E RACCOLTA

Durante la maturazione avvengono diversi cambiamenti nella drupa: l'acido oleico (e a volte il linoleico) tende a diminuire, mentre i polifenoli, elevati nella fase iniziale dell'invaiaitura, tendono anch'essi a scendere a seguito di processi enzimatici. Tocoferoli, clorofille e carotenoidi subiscono, in genere, una costante diminuzione con il procedere della maturazione.



Alle variazioni quantitative dei diversi componenti degli oli si associano modifiche delle caratteristiche sensoriali (attenuazione delle note di "erbaceo fresco" e "floreale"), della colorazione (da oli verdi ad oli verdi-gialli o gialli) e del profilo organolettico (prevale la sensazione di "dolce")

## ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI

Le maggiori necessità di azoto si evidenziano fra la fioritura e l'allegagione dei frutti. Il potassio viene assorbito maggiormente a partire dall'indurimento del nocciolo fino alla raccolta. Il fosforo non presenta particolari picchi di assorbimento. Relativamente alle modalità ed epoca di applicazione, in ambiente non irriguo e in impianti adulti, l'azoto potrebbe essere distribuito in 2-3 interventi (mignolatura; indurimento del nocciolo ed eventualmente in post-raccolta, dove può risultare utile per ricostituire le riserve dell'albero, a vantaggio della produzione dell'anno successivo); il fosforo ed il potassio verranno distribuiti in parte in autunno (20-30%) e maggiormente in primavera (70-80%), in coincidenza della prefioritura.

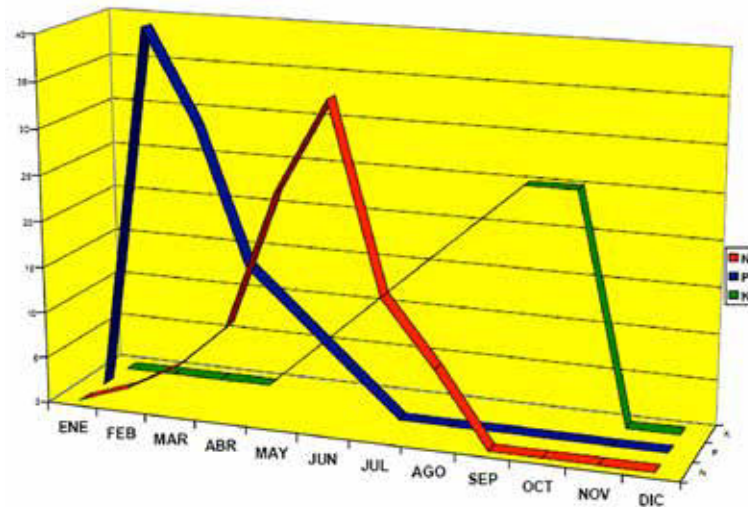


Fig.1 Assorbimenti minerali nell'olivo

## CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

### CATTURA DEL CARBONIO

Il sequestro di carbonio in un oliveto, irrigato e intensivo, si stima in  $7 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$  (Villalobos et al., 2006).

## RESISTENZA ALLA SICCIÀ. ESIGENZE IDRICHE

### Esigenze idriche dell'olivo

La gran parte degli oliveti italiani è coltivato in asciutta, cioè senza irrigazione. Una vasta documentazione sperimentale ha dimostrato i vantaggi produttivi dell'irrigazione che, nei climi caldi italiani, può comportare, in media, un raddoppio della produzione. L'olivo è una specie molto resistente alla siccità, grazie ad una serie di adattamenti, sia dell'apparato radicale che della chioma: elevato grado di sclerofilla, foglie piccole, presenza di peli stellari, elevata densità stomatica, vasi xilematici piccoli, numerosi e resistenti alla cavitazione, capacità dell'apparato radicale di esplorare velocemente il suolo a disposizione e, infine, da una crescita lenta della parte aerea rispetto all'apparato radicale (si riduce il fabbisogno idrico della chioma e aumenta la probabilità di assorbire acqua dal suolo) (Dichio et. al, 2002).

Altra caratteristica fondamentale della specie è l'elevata capacità, intensa come quantità di acqua che i vari tessuti possono cedere dalle loro riserve al flusso traspiratorio, contribuendo così all'abbassamento del contenuto idrico e alla formazione di un elevato gradiente di potenziale tra le foglie e le radici. Tale gradiente permette alle piante di assorbire l'acqua anche quando il potenziale del suolo raggiunge valori di -2.5 MPa, ben oltre il punto di appassimento di molte altre specie arboree da frutto, che viene raggiunto a potenziale di circa -1.5 MPa.

L'olivo consuma meno acqua per unità di superficie di altre specie arboree, come gli agrumi e il pesco, cioè ha un'elevata efficienza d'uso dell'acqua.

**Tab.1** Efficienza d'uso dell'acqua (WUE) e rapporto di traspirazione in alcune colture.

<b>Specie</b>	<b>WUE (g CO<sub>2</sub>/kg acqua)</b>	<b>TR (g acqua/g sostanza secca nel frutto)</b>
Olivo	5.5-9.6	315
Vite	3.2-4.4	-
Pesco	2.3-3.5	-
Agrumi	-	406
Prunus spp.	-	555
Mais	-	600

Fonte: Bonghi e Paliotti, 1994

Gli stomi rimangono parzialmente aperti anche quando il deficit idrico è notevole, il che permette il mantenimento di una certa attività fotosintetica e di regolazione della chioma (la pianta è in grado di continuare ad assimilare CO<sub>2</sub> e produrre carboidrati). Durante i periodi di carenza idrica, nelle cellule di foglie e radici dell'olivo si verifica la produzione di alcuni composti chimici (osmoliti) capaci di indurre lo spostamento di acqua per osmosi dagli spazi

presenti nelle cellule (apoplasto) a quelli intracellulari (simplast). Essi sono presenti normalmente a bassi livelli nelle cellule dell'olivo, ma la loro sintesi ne determina un aumento di concentrazione, causando il cosiddetto aggiustamento osmotico attivo. Fra i vari osmoliti riscontrati in olivo sono da segnalare il mannitolo, la prolina, il glucosio, alcuni acidi organici (malico, citrico). È stato rilevato un aumento del 97% della concentrazione di mannitolo rispetto alle piante controllo, mentre la prolina subisce un incremento di circa tre volte. Ciò provoca un abbassamento del potenziale osmotico intracellulare, con maggiore estrazione dal suolo di acqua nei periodi siccitosi.

Oltre all'aggiustamento osmotico attivo, in caso di perdita di acqua l'olivo mette in atto meccanismi di aggiustamento osmotico passivo, cioè la concentrazione delle molecole biologiche già presenti all'interno delle cellule.

Nell'olivo, questo meccanismo riveste un'importanza superiore rispetto all'aggiustamento osmotico passivo. Un altro fattore importante nella regolazione dell'equilibrio idrico è l'incremento del modulo di elasticità, dovuto all'attivazione di processi metabolici per la produzione di sostanze che provocano l'ispessimento delle pareti cellulari, incrementando in questo modo la rigidità dei tessuti della parete. Maggiore è la rigidità della parete cellulare e più elevato sarà il gradiente di potenziale idrico tra foglie, radici e suolo, il che facilita l'estrazione dell'acqua dal terreno. Contemporaneamente alle risposte fisiologiche, le cellule delle foglie e delle radici reagiscono agli stress idrici e fotoossidativi (fotoinibizione, fotoossidazione e fotorespirazione) aumentando l'attività di alcuni enzimi antiossidanti (superossidodismutasi, catalasi, ascorbato perossidasi, ecc.), i quali sono in grado di neutralizzare i radicali liberi e altre specie ossidanti prodotti in situazioni di stress biotici e abiotici, tra cui la siccità. In caso di severi stress idrici la conducibilità dell'apparato radicale si riduce. Nel breve periodo la pianta risponde allo stress regolando l'attività e l'espressione dei canali ionici e quelli per l'acqua, tra cui le acquaporine. Quando le condizioni stressanti risultano perduranti inizia un processo di suberificazione che evita la disidratazione delle radici. Il recupero dell'attività è preceduto dall'emergenza di primordi radicali in grado di rompere le barriere costituite. In condizioni di grave carenza idrica si può osservare un ingiallimento parziale ed una prematura caduta delle foglie.

### **ESIGENZE IDRICHE E PERIODI CRITICI**

Nell'olivo, i periodi più critici per la carenza idrica sono quelli corrispondenti allo sviluppo dei germogli (aprile-giugno), alla fioritura, all'allegagione, alle fasi di intenso accrescimento dei frutti e all'induzione delle gemme a fiore sui germogli (luglio-settembre). I consumi di acqua dipendono dalle fasi fenologiche e dalle condizioni ambientali e colturali. In generale, si può

affermare che il consumo medio giornaliero di un olivo sia di circa 1-1,2 litri di acqua per ogni m<sup>2</sup> di superficie fogliare.

**Tab.2** Effetti del deficit idrico sui processi di accrescimento e di produzione in relazione al momento in cui si verifica (Modificato da Beede e Goldhamer-1994)

<b>Fase del ciclo vegeto-produttivo</b>	<b>Periodo</b>	<b>Effetto del deficit idrico</b>
Accrescimento vegetativo	Fine state-autunno	Ridotto sviluppo di gemme fiorali e germogli nell'anno successivo
Formazione di gemme a fiore	Febbraio-aprile	Riduzione del numero dei fiori; aborto ovarico
Fioritura	Maggio	Riduzione dei fiori fecondati
Allegagione	Maggio-giugno	Riduzione dei frutticini allegati (aumenta l'alternanza)
Accrescimento iniziale del frutto	Giugno-luglio	Diminuisce la dimensione del frutto (minore numero di cellule/frutto)
Accrescimento successivo del frutto	Agosto-novembre	Diminuisce la grandezza del frutto (minore grandezza delle cellule del frutto)
Accumulo di olio	Luglio-novembre	Minore contenuto di olio/frutto

La produzione di fotosintetati si mantiene pressoché costante fino a che l'acqua nel terreno è al disopra del 60% dell'acqua disponibile (quella compresa fra la CC e il punto di appassimento), si assesta a discreti livelli tra tale e valore e il 20% dell'acqua disponibile, mentre si riduce drasticamente al disotto di tali livelli, fino ad annullarsi.

### **DIFFERENZIAZIONE A FIORE-FIORITURA**

Nella fase di differenziazione delle gemme, antesi ed allegagione, stress idrici, anche di breve durata, possono causare anomalie nella formazione del fiore (aborto dell'ovario, assenza di stami), riduzione del numero di fiori (anche del 40-100%) e riduzione dell'allegagione.

### **DOPO L'ALLEGAGIONE**

In tale fase, della durata di 30-50 giorni, si ha un'intensa attività di divisione cellulare. Un insufficiente rifornimento idrico può determinare una riduzione della pezzatura dei frutti (si riduce il numero delle cellule che formano il frutto) e un'accennata cascola di frutticini. Anche se lo stress idrico viene successivamente rimosso, difficilmente verranno recuperate le dimensioni finali. Dopo la prima fase di intenso accrescimento, e fino a circa 90 giorni

dalla fioritura, si ha un periodo di moderata crescita del frutto, corrispondente all'indurimento del nocciolo, seguito da una seconda fase di intenso accrescimento dei frutti, che dura circa due mesi (metà agosto-metà ottobre), in cui si ha la distensione delle cellule della polpa e l'accumulo dell'olio. Dopo questo periodo il peso del frutto rimane costante o subisce una lieve riduzione. Anche nella seconda fase di rapido accrescimento del frutto, un'adeguata disponibilità di acqua determina l'aumento dello spessore del mesocarpo e del rapporto polpa/nocciolo. I frutti hanno una minore forza di attrazione dell'acqua rispetto alle foglie e, quindi, sono gli organi che per primi risentono la carenza idrica. Le foglie di un anno sono più competitive rispetto a quelle più vecchie. In caso di stress moderati la crescita e l'accumulo di olio possono poi riprendere, ma non verranno mai pienamente recuperate.

### **EFFETTI DELL'IRRIGAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'OLIO**

Per quanto riguarda l'effetto dell'irrigazione sulla resa in olio, se questa è espressa correttamente in termini di peso secco, i valori non sono influenzati dalle variazioni di umidità delle drupe, e la resa in olio aumenta al diminuire del grado di stress idrico. Se la percentuale di olio è espressa sul peso fresco, come generalmente avviene nei frantoi, le eventuali differenze risentono soprattutto delle variazioni dell'umidità dei frutti, che possono manifestarsi nell'arco di pochi giorni in seguito a precipitazioni o venti secchi.

L'irrigazione, determinando un aumento delle olive per pianta, tende a ritardare la maturazione. Tuttavia, in caso di scarsa produzione dell'albero può accelerarla. Lo stress idrico induce una maturazione precoce, con difficoltà di estrazione dell'olio e possibile sviluppo del difetto sensoriale di secco-legno.

In generale, in condizioni normali, l'irrigazione influisce limitatamente sulla qualità dell'olio. Non influisce sull'acidità, sul numero dei perossidi e sugli indici spettrofotometrici. Inoltre, l'irrigazione ha scarsi effetti sul rapporto acidi grassi saturi/acidi grassi insaturi o sulle singole frazioni.

Secondo alcune ricerche, gli oli prodotti da oliveti irrigui hanno un minor contenuto di sostanze fenoliche e, quindi, un gusto meno amaro, ma anche più profumato e leggero (aumenterebbero alcune sostanze volatili, quali il trans-2-esenale-"profumo di erba tagliata"). L'irrigazione, diminuendo il contenuto di composti fenolici derivati dell'oleuropeina, può influire negativamente sulla stabilità all'ossidazione. Dal punto di vista pratico, a seconda delle zone e delle varietà, è possibile sviluppare protocolli di gestione dell'irrigazione che ottimizzino il contenuto di composti ossidanti e di quelli volatili per ottenere prodotti di alto livello qualitativo. In questo settore, la tecnica del deficit idrico sembra dare i migliori risultati.



## PERO

NOME SCIENTIFICO:	<i>Pyrus communis</i> L.
FAMIGLIA:	Rosaceae
NOME COMUNE:	pero
ORIGINE:	sudest dell'Europa, ovest dell'Asia
DISTRIBUZIONE:	30° a 55° LN e LS. Cina ed Europa sono i maggiori produttori
ADATTAMENTO:	regioni temperate e fresche
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne
TIPO FOTOSINTETICO:	C3

## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### FASI FENOLOGICHE

*gemma ibernante*

*orecchiette di topo*

*bottoni bianchi*

*inizio, piena e fine fioritura*

*allegagione*

*cascola di giugno*

*frutto noce*

*cascola preraccolta*

*maturazione*

*caduta foglie*

### GEMME

Le gemme produttive sono gemme miste che originano un germoglio e un'infiorescenza. Le gemme vegetative sono di piccole dimensioni ed appuntite. La produzione può avvenire sulle lamburde, sui rami misti e sui brindilli, anche se la maggior parte delle cultivar fruttifica "in prevalenza" sulle lamburde.



### FOGLIE

Glabre, inserite a spirale con ordine 2/5, cioè con due intervalli di angolo giro e cinque foglie prima di ritornare alla stessa posizione lungo l'asse.

### FIORI

L'infiorescenza è un corimbo formato da 7-10 fiori bianchi, ognuno con 5 petali. Il centrale fiorisce in ritardo rispetto agli altri ed ha scarse possibilità di allegagione.

### FRUTTO

Pomi (falso frutto) composti da 5 logge, ciascuno con 2 ovuli.



## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME

La differenziazione a fiore inizia tra il 20 e il 30 giugno; gli abbozzi dei sepali si evidenziano nella seconda metà di luglio; nella prima metà di agosto si evidenziano gli abbozzi dei petali, seguiti, dopo un mese, dall'abbozzo degli stami. Tra la fine di agosto e gli inizi di novembre compaiono gli abbozzi dei carpelli e, a metà febbraio, ha inizio la microsporogenesi, che precede la fioritura.

### DORMIENZA

Il fabbisogno in freddo varia fra le 600 e le 800 ore ( $T^{\circ} < 7^{\circ}\text{C}$ ).

### FIORITURA

È autoincompatibile per sterilità fattoriale di tipo gametofitico. Alcune varietà possono produrre frutti partenocarpici se coltivate in zone particolarmente vocate. I fiori sono ermafroditi. Impollinazione entomofila. Il periodo utile di impollinazione è compreso fra 2 e 13 giorni, in funzione della temperatura ambientale e della cultivar. La fioritura ha una durata di 10-14 giorni e inizia, nel clima mediterraneo, tra la fine di marzo e la seconda decade di aprile.

### SVILUPPO DEI FRUTTI

Lo sviluppo dei frutti segue una curva a sigmoide semplice. La fase di divisione cellulare si prolunga fino a 60 giorni dalla fioritura.

### RACCOLTA

È un frutto climaterico. La produzione di etilene è di circa 10-30 microlitri  $\text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$  a maturità. Per questa specie sono utilizzati soprattutto la durezza, il test dello iodio e, talora, il residuo secco rifrattometrico, l'acidità e i reciproci rapporti.

**Tab.1** Indici di maturazione e parametri di qualità per la raccolta delle pere destinate alla lunga conservazione ed all'eventuale successiva trasformazione industriale (*Fonti diverse*)

Cultivar	Durezza (kg)	Degradazione amido (1-5)
Abate Fetel	4,5-5,5	2,3
Bohème	7,0-8,0	-
Carmen	5,0-6,0	-
Conference	5,0-6,0	2,3
Decana del Comizio	4,0-5,0	1,8
Kaiser	5,5-6,0	-
Wiliam	6,0-7,5	1,2-1,4

## CONSERVAZIONE

**Tab.2** Formule di conservazione delle pere in refrigerazione normale (*Fonti varie* )

Cultivar	Conservazione (mesi)
Abate Fetel	4.5
Bohème	15-30 gg
Conference	6-7
Kaiser	3-4

**Tab.3** Pere - Formule di conservazione in Atmosfera Controllata (AC tradizionale e a basso ossigeno (Temperatura -1  0 C) (*Fonti varie*)

Cultivar	O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	Conservazio (mesi)
Abate Fetel	-	-	Sconsigliata
Conference	2	<1,0	7-8
Decana del C.	1,2-1,5	<1,0	5-6
Kaiser	2-3	3,0	6-7
William	2-3	5,0	4-5

## ESIGENZE CLIMATICHE

### FOTOPERIODO

Si considera una pianta a giorno neutro (FAO, 1994). La sospensione della crescita e l'induzione alla dormienza non sono influenzate dal fotoperiodo. L'abbassamento della temperatura (<12 C) induce ambedue i processi, indipendentemente dalle condizioni del fotoperiodo.



## RADIAZIONE LUMINOSA

Richiede media-alta luminosità.

## TEMPERATURA

Temperature al disopra di 27°C riducono le rese, con danni accentuati oltre i 32°C. La temperatura ottimale media estiva va da 20° a 25°C.

**Tab.4** Soglie critiche di temperatura

Stadio fenologico	10% danno	90% danno
Apertura gemme	-8,6°C	-17,7°C
Mazzetti fiorali	-4,3°C	-9,6°C
Mazzetti divaricati	-3,1°C	-6,4°C
Inizio fioritura	-3,2°C	-6,9°C
Piena fioritura	-2,7°C	-4,9°C
Caduta petali	-2,7°C	-4,0°C

## PRECIPITAZIONI

Si considera una specie sensibile alla siccità. Necessità almeno di 700-800 mm di acqua.

## UMIDITÀ RELATIVA

Richiede condizioni medie di umidità atmosferica.

## ESIGENZE PEDOLOGICHE

### PROFONDITÀ DEL SUOLO

Predilige terreni profondi, con franco di coltivazione maggiore di 100 cm. Ampia variabilità è legata al portinnesto e alla tipologia di terreno.

### TESSITURA

Mentre il pero innestato su franco si adatta a terreni poco fertili, calcarei e siccitosi, maggiori esigenze presenta quello innestato su cotogno, che ha un apparato radicale superficiale e sensibile al calcare. Il cotogno richiede, dunque, terreni fertili, freschi, profondi, con pH neutro o leggermente alcalino.

### pH

Il pero predilige valori intorno alla neutralità. Se innestato su cotogno BA29, Sydo e MC si ritengono ottimali valori compresi fra 6,5 e 7,5. Piante autoradicate o innestate su franco non subiscono limitazioni di crescita fino a pH 8. La sensibilità al calcare attivo varia con il portinnesto. Franco e cotogno

CTS 212 risultano i più resistenti (valori intorno a 12%). MA, MC e Sydo risultano sensibili già a valori superiori al 6%.

### SALINITÀ/SODICITÀ

Indipendentemente dal portinnesto, i valori ottimali di conducibilità e di sodio scambiabile (ESP) sono, rispettivamente, inferiori a 0,4 dSm<sup>-1</sup> e 8%.

### DRENAGGIO

Una capacità per l'aria inferiore al 2% causa l'interruzione dello sviluppo della pianta. La capacità per l'aria non dovrebbe essere mai inferiore al 10%.

### ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI

La maggior richiesta di azoto avviene tra la fine di aprile e gli inizi di luglio. L'accumulo di fosforo nelle foglie è massimo a luglio, mentre nei frutti l'assorbimento segue l'accrescimento di questi e continua fino alla raccolta. Nella stagione vegetativa il fabbisogno di potassio è inizialmente basso, ma aumenta rapidamente con la fruttificazione e la crescita dei frutti.

In generale, i periodi critici possono così schematizzarsi:

**Azoto:** post-fioritura; maggio-giugno (sviluppo vegetativo, sviluppo del frutto, induzione a fiore); post-raccolta.

**Fosforo:** dalla ripresa vegetativa.

**Potassio:** da 4-6 settimane dopo la fioritura fino alla raccolta.

La ripresa vegetativa (schiusura gemme, germogliamento, fioritura ed allegagione) avviene in massima parte a carico delle sostanze di riserva accumulate nei tessuti parenchimatici durante la precedente stagione vegetativa. L'azoto verrà distribuito, in quantitativi variabili fra 40 e 80 unità/ha, a partire da dopo l'allegagione. In caso di varietà o portinnesti vigorosi e di scarsa allegagione si distribuirà la dose minima. Per favorire la ricostituzione



delle riserve è bene intervenire con apporti autunnali pari a circa il 40-50% della dose annua stabilita. Il potassio, in ragione di circa 50 unità/ha, può essere distribuito in fertirrigazione dalla fioritura a fine maggio.

Le concimazioni autunnali di boro permettono di accumulare l'elemento nella pianta per la primavera successiva; i trattamenti fogliari con l'elemento vengono effettuati dall'inizio della fioritura, evitando trattamenti in piena fioritura.

## **CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO**

### **CATTURA DEL CARBONIO**

La fissazione di carbonio in un ettaro di pereto è stimabile fra 31,85-34,8 t, incrementabile fino a 42,2-103,5 t per un uso razionale delle biomasse.

### **RESISTENZA ALLA SICCIITÀ. ESIGENZE IDRICHE**

È molto importante considerare l'epoca di maturazione della cultivar: per le precoci è necessario assicurare un'adeguata dotazione idrica nel corso dell'accrescimento dei frutti, soprattutto nella fase finale di crescita; per queste cv., che comunque completano il loro ciclo di fruttificazione entro luglio, è consigliabile intervenire con l'irrigazione anche nel periodo post-raccolta. In caso di cv. molto tardive, invece, l'epoca di ingrossamento del frutto coincide con il periodo di fine estate, caratterizzato in genere da piovosità più elevata e minori consumi idrici. Lo Stress Idrico controllato (S.I.C.) prevede 4 fasi caratterizzate da una differente disponibilità idrica. La prima, che va dalla fioritura all'allegagione, prevede che nel terreno sia presente circa l'80% dell'acqua disponibile. La seconda inizia 60 giorni dopo la fioritura e dura fino al termine dello sviluppo dei germogli; in questa fase occorre ridurre al 20% l'acqua disponibile. Nella terza fase occorre riportare l'acqua all'80%, e tale valore va mantenuto durante lo sviluppo dei frutticini e la raccolta. Nella fase post-raccolta, l'irrigazione deve essere praticata fino al 20% dell'acqua disponibile per evitare riscoppi vegetativi in caso di temperature miti.

### **TOLLERANZA ALLE ALTE TEMPERATURE**

La risposta del pero a temperature di 45°C si traduce in una rottura delle cellule, mentre la degradazione delle proteine avviene a temperature di 39°-45°C. I frutti esposti ad alte temperature ed elevata luminosità, frequentemente presentano disordini fisiologici e danni sui settori esposti al sole. Inizialmente il danno sul frutto si produce a livello subepidermico con peggioramento dell'aspetto per perdita del colore, ingiallimento, imbrunimento e, in stadio avanzato, morte dei tessuti della buccia e di parte della polpa. Il danno da sole inizia quando la temperatura ambientale supera 30°C e la temperatura del frutto esposto raggiunge 45°C (problemi anche di brusone).



## PESCO

NOME SCIENTIFICO:	<i>Prunus persica</i> L.
FAMIGLIA:	Rosaceae
NOME COMUNE:	pesco
ORIGINE:	Cina
DISTRIBUZIONE:	30° a 45° LN e LS
ADATTAMENTO:	zone temperate e subtropicali
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne
TIPO FOTOSINTETICO:	C3



## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### FASI FENOLOGICHE

*gemma ibernante*

*calice visibile*

*bottoni rosa*

*inizio, piena e fine fioritura*

*scamiciatura*

*cascola di giugno*

*frutto noce*

*cascola preraccolta*

*maturazione*

*caduta delle foglie*

### GEMME

Le gemme a legno e a fiore sono protette da 8-12 perule rivestite da tomentosità bianco-argenteo. Le pesche producono prevalentemente su rami misti di 40-60 cm (pesche gialle, bianche e alcune nettarine). Alcune pesche gialle producono, invece, su brindilli e sui dardi. Le nettarine hanno minore fertilità dei rami misti rispetto alle pesche e producono prevalentemente sui brindilli e dardi; alcune varietà producono bene anche sui rami misti di 15-35 cm. Le percoche differenziano e producono bene in tutti i tipi di rami, con prevalenza su dardi e brindilli.





## FOGLIE

Possono essere provviste di glandole che indicano una buona resistenza alle malattie (es. oidio). Le varietà a più basso fabbisogno in freddo perdono le foglie molto più tardi delle varietà più esigenti in freddo invernale.

## FIORI

Ermafroditi. Rosacei, di colore rosa chiaro; campanulacei, con petali di colore rosa intenso. Il pesco è, in genere, una specie autofertile. Può verificarsi una cascola di fiori laddove non si è soddisfatto il fabbisogno in freddo. Si possono trovare fiori doppi su un unico peduncolo nelle primavere precedute da forti stress idrici e termici in agosto, quando è in corso la differenziazione a fiore.

## FRUTTO

La polpa può essere aderente al nocciolo, o spicca, e di consistenza fondente o meno.



## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME

La differenziazione delle gemme a fiore inizia nel mese di giugno e prosegue durante tutto il periodo vegetativo. La formazione dei granuli di polline avviene, per la maggioranza delle cultivar, in gennaio-febbraio, mentre il completamento dell'ovario si ha poco prima della fioritura.

### DORMIENZA

Il fabbisogno in freddo varia fra le 600 e le 800 ore. Le gemme che non hanno soddisfatto il fabbisogno in freddo cadono prima di schiudere.

### FIORITURA

La fioritura avviene tra la fine di febbraio e la fine di marzo. La durata varia da 10 a 15 giorni. Impollinazione entomofila. La temperatura ideale per la fecondazione è di circa 25°C, con un massimo di 35°-38°C. Sul fabbisogno in

freddo interferiscono sia la luminosità che l'andamento della temperatura.

## SVILUPPO DEI FRUTTI

Nell'accrescimento del frutto si riconoscono tre fasi:

- **I Fase:** dalla fecondazione a circa 40 giorni dopo; si verifica un'intensa divisione cellulare e un accrescimento rapido del frutto.
- **II Fase:** inizia il processo di indurimento del nocciolo e lo sviluppo dei cotiledoni; l'accrescimento è rallentato. Dura da pochi giorni a 2-3 settimane, a seconda della precocità di maturazione.
- **III Fase:** è caratterizzata da una ripresa della crescita del frutto per distensione cellulare. La durata e la curva di crescita dei frutti dipende dall'epoca di maturazione.

La **I** cascola può iniziare subito dopo la fioritura e riguarda i fiori non impollinati, non fecondati o abortiti; la **II** cascola inizia 4-6 settimane dopo la fioritura e riguarda soprattutto i frutti ingrossati regolarmente, nonostante l'assenza dell'embrione, o anche i frutti fecondati ma eliminati dalla pianta per squilibri nutrizionali e/o idrici; la **III** cascola si evidenzia in corrispondenza della maturazione dei frutti e riguarda i frutti fecondati e provvisti di seme. Ha una base genetica ed è influenzata dall'andamento stagionale.

## RACCOLTA

Si ricordano il colore di fondo della buccia e la durezza della polpa; a ciò si possono aggiungere il residuo secco rifrattometrico, l'acidità e il loro rapporto. Per le percoche, il colore della polpa e quella "di fondo" della buccia rappresentano indici di primaria importanza. Ai fini della conservazione prolungata, il prodotto dovrebbe essere raccolto a una durezza compresa fra 5 e 6 kg (puntale del penetrometro di 8 mm). Per la commercializzazione immediata, la durezza va rapportata alle esigenze della distribuzione e dello standard di qualità, e in ogni modo non dovrà essere superiore a tali valori. Per effetto della scalarità della maturazione, più o meno accentuata sulle diverse cultivar, è necessario eseguire almeno 3 raccolte per le pesche, nettarine e percoche.

## CONSERVAZIONE

È un frutto climaterico. Produzione di etilene 5-10 microlitri  $\text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ .

Per preservare le caratteristiche qualitative su standard molto elevati, l'intervallo che intercorre dalla raccolta al consumo dovrebbe essere limitato a pochi giorni (circa 7). Vi sono, tuttavia, delle necessità tecniche e commerciali che richiedono di prolungare tale intervallo di tempo. Si deve pertanto ricorrere alla conservazione, che non dovrebbe superare, per evitare eccessivi decadimenti

qualitativi, i 15-20 giorni se in refrigerazione normale, e i 25-30 giorni se in Atmosfera Controllata (AC).

**Tab.1** Formule di AC per pesche, nettarine, percoche

	<b>T°C</b>	<b>U.R. %</b>	<b>O<sub>2</sub> %</b>	<b>CO<sub>2</sub> %</b>
Nettarine (polpa gialla)	-0,5/0,5	90-95	1,5-2	8
Pesche e percoche (polpa gialla)	-0,5/0,5	90-95	1,5-2	5

(Fonte CRIOF)

## **ESIGENZE CLIMATICHE**

### **FOTOPERIODO**

Si considera una pianta a giorno neutro (10-14 ore di luce).

### **RADIAZIONE LUMINOSA**

Una elevata insolazione favorisce la maturazione e la qualità dei frutti. Nel periodo di induzione fiorale e in prefioritura un'atmosfera nuvolosa è favorevole perché riduce il fabbisogno in freddo. L'esposizione alla luce incrementa il numero dei germogli e il peso secco.



## TEMPERATURA

**Tab.2** Soglie critiche di temperatura

<b>Stadio fenologico</b>	<b>10% danno</b>	<b>90% danno</b>
Gemma rigonfia	-7,4°C	-17,9°C
Calice visibile	-6,1°C	-15,7°C
Corolla visibile	-4,1°C	-9,2°C
Inizio fioritura	-3,3°C	-5,9°C
Piena fioritura	-2,7°C	-4,4°C
Caduta petali	-2,7°C	-4,9°C
Scamiciatura	-2,5°C	-3,9°C

Fonte: progetto CLIMAGRI

## UMIDITÀ RELATIVA

Un'umidità relativa alta diminuisce le richieste di freddo (Bennacchio, 1982). Freddo e piogge, insistenti nel periodo della fioritura, possono disturbare in misura grave il processo di impollinazione, sia ostacolando il volo delle api che rallentando il processo di germinazione del polline e di fusione dei nuclei femminili e maschili.

## ESIGENZE PEDOLOGICHE

### PROFONDITÀ DEL SUOLO

È una delle specie più sensibili all'asfissia radicale: sono da evitare, perciò, i ristagni di acqua, e va assicurata alla coltura un franco di coltivazione mai inferiore a m 0,8-1,0.

### TESSITURA

Il terreno ideale per il pescheto è di medio-impasto, tendenzialmente sciolto, provvisto di sostanza organica, profondo, fresco, con sottosuolo permeabile, a reazione neutra.

### pH

Lo sviluppo ottimale si ha intorno a 6,5-7,5. Il pesco è molto sensibile al calcare attivo, problema oggi superato dall'ampia disponibilità di portinnesti tolleranti il pH elevato.

### SALINITÀ/SODICITÀ

Non tollera la salinità elevata (max 1,7 dSm<sup>-1</sup>).

## ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI

In primavera, la pianta utilizza le riserve di azoto fino a caduta petali; a partire da questa fase inizia gradualmente l'assorbimento radicale. Nelle cultivar precoci l'azoto assorbito tra la fioritura e il diradamento dei frutti è circa il 20% di quello assorbito durante l'intero ciclo vegetativo annuale. Il massimo assorbimento (circa i 2/3 del totale) avviene tra il diradamento ed il mese di agosto, periodo che corrisponde alla rapida crescita dei germogli. Tra il mese di settembre e la caduta delle foglie viene assorbita la rimanente quota di azoto necessaria alla pianta.

Nelle cultivar a maturazione più tardiva, il 10% del totale viene assorbito durante le prime fasi di sviluppo, il 65% dell'assorbimento avviene durante la crescita dei germogli (metà maggio-fine agosto) e circa il 25% viene asportato da settembre in poi.

Il fosforo trova collocazione nelle prime fasi dello sviluppo vegeto-produttivo, in quanto l'elemento stimola lo sviluppo radicale (specialmente in condizioni di basse temperature). Per il potassio, il fabbisogno cresce in parallelo con quello dell'azoto, ma diminuisce molto più rapidamente dopo la raccolta; l'apporto dell'elemento diventa importante durante tutto il periodo ingrossamento fruttimaturazione. Il calcio è assorbito gradualmente (circa il 30% fino alla raccolta) ed accumulato in massima parte nelle foglie e nel legno.

## CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

### CATTURA DEL CARBONIO

La quantità totale di carbonio fissato per albero è di 13,574 g (frutto 3,833 g, radici 4,721 g, foglie 2,209 g, tronco 1,782 g e rami 1,020 g), corrispondente a 49,771 g di CO<sub>2</sub>. La quantità di CO<sub>2</sub> liberata per mineralizzazione dal suolo ammonta a 1,57 t ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup>.

### RESISTENZA ALLA SICCIÀ. ESIGENZE IDRICHE

È stato calcolato che i consumi medi annuali di un pescheto (considerato irrigazione, piogge, riserve idriche, ecc.), al Sud, oscillano da 6.000 a 8.000 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, mentre al Nord tali consumi si attestano, per una stessa varietà, sui 3.000-4.000 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>. Sfruttando lo stress idrico e l'irrigazione, nelle diverse fasi biologiche attraversate dal frutteto, si tenta di indirizzare gli assimilati dalle foglie verso gli organi maggiormente interessanti per l'uomo (frutti) e non per la pianta (foglie, rami, fusto, ecc.). Per le ragioni indicate, la tecnica dello stress idrico controllato può essere applicata solo su piante adulte. Sul pesco il ciclo è stato suddiviso in 4 fasi:

• **Fase 1-** *Dall'inizio della fioritura alla formazione dei frutticini di 3-4 cm di diametro (post-diradamento).* Cominciano i processi di moltiplicazione

cellulare dei tessuti del futuro frutto. Un buon livello di umidità del terreno favorisce tali processi ed evita la cascola. L'attività vegetativa del germoglio è quasi ferma o molto lenta e, quindi, l'elevata umidità del terreno non stimola un'eccessiva vegetazione.

• **Fase 2- Sino all'indurimento del nocciolo.** Il frutto non si taglia più facilmente di netto con un coltello. Nel frutticino, il numero delle cellule è ormai definito e inizia l'espansione cellulare che porta all'accrescimento dei frutti. Il germoglio inizia il suo sviluppo richiamando assimilati verso di sé (forte competizione con i frutticini). È opportuno ridurre la disponibilità idrica nel terreno per evitare eccessiva competizione dei germogli sui frutti. Lo stress idrico indotto ridurrà la crescita del frutticino, che poi però riprenderà normalmente.

• **Fase 3-Sino alla raccolta.** Gli ormoni prodotti dal seme richiamano sostanze verso il frutto, che è in distensione cellulare. La competizione esercitata dal frutto determina un accrescimento rallentato dei germogli. Occorre dare una buona disponibilità di acqua alla pianta per permettere di recuperare l'eventuale riduzione di accrescimento provocata nella fase precedente.

• **Fase 4-Post-raccolta.** La pianta, senza frutti, dirigerà di nuovo gli assimilati verso i germogli. Lo stato idrico non deve essere eccessivo, per evitare forte crescita dei germogli, con riflessi negativi sulla maturazione del legno e delle gemme, sulla resistenza al freddo, ecc.

Nella fase 1-3 si mantiene il terreno ad una umidità pari al 70-80% dell'acqua disponibile; nelle fasi 2-4, sarà pari al 40-50%.

### TOLLERANZA ALLE ALTE TEMPERATURE

L'aumento della temperatura e il declino dell'umidità relativa durante l'impollinazione e l'allegagione possono influire negativamente su questi processi. Nei mesi estivi si possono avere danni per effetto dell'insolazione sul tronco e sui rami.





## SUSINO

NOME SCIENTIFICO:	<i>Prunus domestica</i> L. (susino europeo); <i>Prunus salicina</i> L. (susino cino-giapponese).
FAMIGLIA:	Rosaceae
NOME COMUNE:	susino
ORIGINE:	Europa e ovest dell'Asia
DISTRIBUZIONE:	25° e 55° LN e LS. Diffuso in tutto il mondo
ADATTAMENTO:	regioni temperate, regioni subtropicali
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne
TIPO FOTOSINTETICO:	C3



## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### FASI FENOLOGICHE

*gemma ibernante*

*bottoni visibili*

*bottoni verdi*

*bottoni bianchi*

*inizio, piena e fine fioritura*

*allegagione*

*scamicatura*

*cascola di giugno*

*invaatura*

*cascola preraccolta*

*maturazione*

*caduta foglie*

### GEMME

Appuntite, con 1-2 fiori nel susino europeo; globose, con 3 fiori nel cino-giapponese.

### FOGLIE

Ovali, coriacee e tomentose, nella pagina inferiore, nel susino europeo; grandi, lanceolate, a lamina sottile, nel susino cino-giapponese.

### FRUTTO

In genere spiccagnolo e a polpa soda nei susini europei; non spiccagnolo e a polpa deliquescente nel susino cino-giapponese.



## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME

La differenziazione a fiore delle gemme avviene durante i mesi estivi e risulta anticipata negli ambienti meridionali. Nell'Italia settentrionale la differenziazione ha inizio nella prima decade di luglio e raggiunge il suo massimo nell'ultima decade di luglio. Successivamente si formano i sepalii, i petali, gli stami e i carpelli. Alla metà di ottobre, generalmente, il bocciolo fiorale possiede tutte le parti costituite e supera l'inverno in questo stadio. Alla fine dell'inverno ha inizio la formazione del polline e degli ovuli, che si conclude poco prima dell'antesi. Differenze possono sussistere a seconda delle varietà e degli ambienti pedoclimatici, con scarti da una a tre settimane. Generalmente, nelle cultivar a forte accrescimento la differenziazione a fiore delle gemme avviene più tardi rispetto a quelle a debole sviluppo. In presenza di particolari situazioni di stress (es. siccità prolungata), alcune cv. di susino cino-giapponese possono completare la differenziazione assai precocemente; le gemme possono così schiudersi nello stesso anno con danni alla produzione successiva.

### DORMIENZA

Le cv. cino-giapponesi hanno un fabbisogno in freddo inferiore a quelle europee (600-1.400 CU-*Chilling Units*). Le cultivar europee necessitano di circa 700-1.700 CU.

### FIORITURA

Il susino europeo fruttifica prevalentemente sui dardi. Il susino cino-giapponese fruttifica prevalentemente su rami misti, dardi e anche sui rami anticipati. Il susino europeo è in generale autofertile, ma spesso in modo parziale, mentre il susino cino-giapponese è per lo più autosterile (sterilità morfologica, citologica e fattoriale). Impollinazione entomofila e anemofila. La fioritura del susino cino-giapponese avviene prima del pesco; quella del susino europeo avviene dopo il pesco.

### SVILUPPO DEI FRUTTI

La divisione cellulare prosegue per circa 4 settimane a partire dalla fecondazione; successivamente queste cellule si accrescono per distensione. Il susino va soggetto al fenomeno della cascola che si manifesta in tre momenti diversi. Il primo si riscontra durante la fioritura ed interessa i fiori in cui lo stilo e lo stigma sono disseccati (colatura); il secondo, di durata variabile (fino a 15 giorni dopo la fecondazione), interessa i fiori che, pur avendo gli ovari ingrossati, non risultano fecondati. Da questo momento solo i frutticini allegati

si sviluppano velocemente fino all'indurimento del nocciolo. L'indurimento del nocciolo corrisponde ad un periodo più lento di crescita dei frutticini.

È in questa fase che si verifica il terzo periodo di cascola (chiamato anche "cascola di giugno") causato, in genere, da un irregolare afflusso di sostanze nutritive al frutto. In alcune cv. questa cascola prosegue fino all'epoca di maturazione e prende il nome di "cascola preraccolta".

## RACCOLTA

Ricordiamo il residuo rifrattometrico e il colore della buccia. A questi si possono aggiungere l'acidità e la durezza della polpa.

## CONSERVAZIONE

La frigoconservazione si applica in atmosfera normale con temperature intorno ai 0°C ed UR del 85-95%, potendosi, così, conservare i frutti per periodi brevi compresi fra 15 e 30 giorni. Generalmente, dopo tale conservazione, è necessario sottoporre i frutti ad un periodo di maturazione complementare con temperature di 18°C che consente una normale evoluzione delle caratteristiche organolettiche. In genere viene adottata la prerrefrigerazione.

Con la "Stanley" e la "President" la conservazione non dovrebbe superare, per evitare forti decadimenti qualitativi, 20-30 giorni in refrigerazione normale (RN) e 45-60 giorni in Atmosfera Controllata (AC). L'Angeleno dovrebbe essere conservata per non oltre 30-40 giorni in RN e 40-60 giorni in AC. È un frutto climaterico. Produzione di etilene 10-20 microlitri kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>.



## ESIGENZE CLIMATICHE

### FOTOPERIODO

Si considera una pianta a giorno neutro (FAO, 1994).

### RADIAZIONE LUMINOSA

È esigente in luce durante le tappe di formazione e maturazione del frutto.

### TEMPERATURA

Il susino predilige ambienti poco ventosi, soleggiati e molto caldi in prefioritura, essendo una delle specie più esigenti in fatto di GDH (Growing Degree Hours). La temperatura ottima durante l'estate va da 20° a 24°C. La temperatura minima per la germinazione del polline è di 4°, mentre quella ottimale sui 15°-18°C. Durante lo sviluppo dell'embrione la temperatura non deve essere uguale o inferiore a 7°-8°C in quanto si avrebbe aborto della maggior parte degli embrioni. Il miglior sapore della frutta si ottiene con temperature estive di 15°-22°C. Temperature superiori a 38° vanno a detrimento del sapore e provocano alterazione dei frutti. In aree molto fredde (<15°C) i frutti possono risultare acidi o insipidi. La temperatura media, ottima per la maturazione, è attorno a 20°C, con un massimo di 28°C.

**Tab.1** Soglie critiche di temperatura

<b>Stadio fenologico</b>	<b>10% danno</b>	<b>90% danno</b>
Gemma rignonfia	-11,1°C	-17,2°C
Bottoni visibili	-8,1°C	-14,8°C
Bottoni bianchi	-4,0°C	-7,9°C
Inizio fioritura	-4,3°C	-8,2°C
Piena fioritura	-3,1°C	-6,0°C
Caduta petali	-2,6°C	-4,3°C

Fonte: progetto CLIMAGRI

### PRECIPITAZIONI

La letteratura riporta una richiesta minima di almeno 700 mm di acqua annui.

### UMIDITÀ RELATIVA

Preferisce atmosfera moderatamente umida o leggermente secca.

## **ESIGENZE PEDOLOGICHE**

### **PROFONDITÀ DEL SUOLO**

Nonostante le radici si approfondiscono poco, i migliori rendimenti si ottengono in suoli profondi, preferibilmente maggiori di 1 m.

### **TESSITURA**

Trova le migliori condizioni di coltivazione nei terreni ben drenati, di medio impasto. Presenta una buona resistenza all'asfissia radicale e alla clorosi ferrica, ancora maggiore con alcuni portinesti.

### **pH**

Il range dei valori va tra 4,5 e 7,4.

### **SALINITÀ/SODICITÀ**

È classificata come specie molto sensibile alla salinità. Per evitare cali di produzione, la conducibilità elettrica non deve essere superiore a  $1,5 \text{ dSm}^{-1}$ .

## **ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI**

Così come in altre specie fruttifere, la fioritura e le prime fasi vegetative avvengono a spese delle riserve metaboliche accumulate nella stagione precedente negli organi perenni (fusto e radici).

Dalla fase di caduta petali le nuove foglioline funzionano da organi "source" di fotoassimilati, mentre le nuove radici iniziano l'assorbimento degli elementi minerali. L'assorbimento di azoto inizia, quindi, dalla fase di allegagione con un



valore medio del 15% sul totale (entro il mese di aprile). Da maggio a fine agosto la pianta assorbe circa il 60% del proprio fabbisogno di azoto; il rimanente 25% servirà per la costituzione delle riserve, specialmente nelle radici. Si consiglia di frazionare gli apporti di azoto alla caduta petali (25-30%), al diradamento dei frutti (40-50%) ed in post-raccolta, entro settembre, il rimanente 20-25%. La concimazione fosfatica, nel caso le analisi del terreno evidenzino condizioni di normalità, può essere effettuata ogni 3-4 anni con circa 40-50 kg/ha di P. Il potassio e, in particolare il giusto rapporto K/Ca, svolgono un ruolo importante nel migliorare la qualità della frutta.

## **CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO**

### **RISPOSTA AD INCREMENTO DI CO<sub>2</sub>**

Con un incremento di 300 ppm di CO<sub>2</sub>, diverse specie del genere *Prunus* hanno mostrato incrementi di fotosintesi fra 37 e 64%.

### **CATTURA DEL CARBONIO**

Per un densità di impianto di 570 piante per ettaro, la quantità totale di carbonio per albero è di 11,121 g, pari a 40,777 g di CO<sub>2</sub> (19,161 g nei frutti, 13,859 g nelle radici, 4,066 g nel tronco, 2,568 g nei rami e 1,123 g nelle foglie).

### **RESISTENZA ALLA SICCITÀ. ESIGENZE IDRICHE**

Complessivamente, i fabbisogni irrigui del susino sono valutati intorno a 3.000-3.500 mc<sup>3</sup> di acqua per ettaro all'anno. Periodi critici: fioritura, allegagione, accrescimento frutti. In alcune varietà è applicabile lo Stress Idrico controllato (S.I.C.) con modalità identiche al pesco.





## VITE

NOME SCIENTIFICO:	<i>Vitis vinifera</i> L.
FAMIGLIA:	Vitaceae
NOME COMUNE:	vite
DISTRIBUZIONE:	32° a 52° LN e 30° a 40°LS
CICLO DI MATURAZIONE:	perenne
TIPO FOTOSINTETICO:	C3



## DESCRIZIONE FENOMORFOLOGICA

### FASI FENOLOGICHE

*gemma d'inverno*

*gemma cotonosa*

*punta verde*

*pertura gemme*

*foglie distese*

*grappoli visibili*

*grappoli separati*

*fioritura*

*allegagione*

*chiusura grappoli*

*invaiaitura*

*grappoli maturi*

Il ciclo annuale della vite viene diviso in due sotto-cicli: vegetativo e riproduttivo; quello vegetativo può essere schematicamente frazionato in:

- Periodo di accrescimento vegetativo, che inizia in marzo-aprile, in corrispondenza del germogliamento, per terminare alla fine di luglio-inizi di agosto con l'arresto della crescita dei germogli.
- Periodo di "agostamento", che inizia in agosto e termina con la caduta delle foglie.
- Periodo di riposo invernale, che termina in marzo-aprile, in coincidenza del germogliamento.

## CICLO VEGETATIVO e PRODUTTIVO

### ESIGENZE CLIMATICHE

Il germogliamento è dipendente da fattori ambientali (essenzialmente la temperatura), biologici (posizione della gemma sul germoglio, vigoria, caratteristiche genetiche) e colturali. In genere, le gemme situate all'estremità del tralcio germogliano prima, mentre le viti molto vigorose ed i tralci di maggior diametro tendono a germogliare più tardi; si nota, inoltre, un germogliamento più tardivo anche nelle viti che, nella stagione precedente, per cause diverse (accidenti parassitari, climatici, ecc.), non hanno accumulato sufficienti riserve. Il viticoltore, da parte sua, può modificare volontariamente o involontariamente l'epoca del germogliamento: con la scelta dell'ambiente pedoclimatico per l'impianto, con l'altezza dal suolo del sistema di allevamento, con l'epoca di potatura (ritardando la potatura si posticipa anche il germogliamento), con

il taglio e la curvatura/piiegatura del tralcio, che modificano il movimento della linfa, ecc. Il germogliamento è anticipato anche di 8-10 giorni da potature precoci e corte ed ogni vitigno presenta una soglia termica minima di vegetazione (esempio 11° C per il Tebbiano toscano) alla quale le gemme iniziano ad aprirsi lentamente. Al crescere della temperatura, al di sopra della soglia termica, aumenta la velocità di germogliamento. Non tutte le gemme presenti su un tralcio si aprono alla ripresa vegetativa. La percentuale è tanto minore quanto più elevato è il numero delle gemme lasciate con la potatura, ma può dipendere anche da problematiche legate alla gemma stessa a causa di competizioni trofiche con i germogli in accrescimento, oppure da condizioni microclimatiche sfavorevoli.

Un fenomeno particolarmente evidente sulle uve da tavola (ma anche su diversi vitigni da vino), specialmente se allevate a tendone e coperte con plastica, è quello delle gemme "cieche" o "mute". Si tratta di una mancata apertura di numerose gemme della porzione basale del tralcio, legata a fattori complessi e non ancora ben chiariti. Sono chiamati in causa elementi genetici, ambientali e colturali: tra questi il vitigno, le condizioni climatiche (in particolare quelle del periodo fine inverno), gli squilibri fisiologici legati alla forma di allevamento ed alle modalità di potatura, ecc. Come già ricordato, anche la lunghezza del tralcio, l'ordine delle gemme e la vigoria possono incidere sulla percentuale di germogliamento; spesso è possibile rilevare una mancata apertura delle gemme basali per cause parassitarie (es. escoriosi).

Normale appare il fenomeno se visto come conseguenza della specifica acrotonia della vite. Una spiegazione che cerca di approfondire il processo



deve per forza di cose comprendere lo studio di tutti quei fattori che possono influenzare la fisiologia della pianta. Nel tralcio a frutto si stabilisce una dominanza della parte alta verso la parte bassa, dovuta sia a condizioni trofiche (dominanza nutrizionale dei germogli superiori a scapito delle gemme basali) che a questioni ormonali.

Il fenomeno, noto come dominanza apicale, è stato per lungo tempo identificato con la sintesi e trasporto dell'auxina: le gemme distali germogliano prima delle altre e producono l'ormone che, trasportato per via floematica verso le gemme basali, ne impedisce il germogliamento, oppure, se queste germogliano, danno germogli corti, esili e privi di grappoli (sterili).

Questa ipotesi originaria è stata di recente rivista, alla luce delle nuove acquisizioni scientifiche sul ruolo degli ormoni nel determinismo della dominanza apicale. Sembrerebbero implicati non solo l'auxina, ma anche altri ormoni, quali le citochinine e lo strigolattone; quest'ultimo, prodotto da fusto e radice, inibisce direttamente lo sviluppo del meristema ascellare, mentre le citochinine potrebbero essere il vero fattore che stimola la crescita delle gemme laterali. Più affascinanti appaiono le ricerche di una studiosa australiana (*Dott.ssa Christine Beveridge*), la quale sarebbe giunta alla conclusione che la dominanza apicale sia correlata con la richiesta di zuccheri e non con la presenza di auxina nell'apice caulinare. Proprio la forte richiesta di questi da parte dell'apice limiterebbe la disponibilità di essi per le gemme ascellari. La ricerca ha dimostrato che il saccarosio causa una riduzione dell'espressione di geni che codificano per fattori di trascrizione e che portano alla inibizione della crescita delle gemme ascellari, favorendo così lo sviluppo delle gemme nelle fasi iniziali; successivamente interverrebbero uno o più fattori ormonali.

A questa spiegazione, prettamente naturale e fisiologica, si affiancano nel complesso condizioni di squilibrio vegeto-produttivo, che portano ad una alterazione della disponibilità di carboidrati per le gemme, confermando quanto ipotizzato dalla Dott.ssa Beveridge.

Va altresì aggiunto che la differenziazione delle gemme fertili è condizionata anche da fattori climatici, quali la durata e l'intensità dell'illuminazione, la lunghezza d'onda della luce, la temperatura, la piovosità, ecc.

Nella vite occorrono circa 365 giorni per formare e differenziare completamente gli organi delle gemme miste (il processo ha inizio verso metà maggio dell'anno precedente).

La luminosità e la lunghezza del giorno sono fondamentali per la differenziazione; è evidente, quindi, come, negli impianti eccessivamente vigorosi, la penetrazione della luce sia insufficiente, con turbe fisiologiche a livello delle gemme e mancato germogliamento.

Da un punto di vista metabolico è importante il rapporto fra carbonio/azoto

o, in modo più completo quello fra sostanze organiche/sostanze minerali; questo è correlato con la produzione di ormoni, che possono agire stimolando o inibendo la differenziazione a fiore.

Gli ormoni antogeni (auxine, citochinine) sono di origine fogliare e vi è un rapporto diretto tra produzione di ormoni e zuccheri, derivando i primi proprio dalle sostanze idrocarbonate. Nelle prime fasi della differenziazione, le citochinine si comportano da inibitori, mentre le giberelline stimolano l'apice vegetativo; successivamente, il loro ruolo si inverte e, mentre le citochinine divengono ormoni promotori, le giberelline inibiscono la trasformazione dell'abbozzo del viticcio in infiorescenza.

Il rapporto C/N risulta determinante sulla differenziazione solo quando è equilibrato, in quanto eccessi di azoto possono provocare una elevata crescita vegetativa con conseguente eccesso di giberelline e relativa azione inibitrice sulla differenziazione. La crescita eccessiva degli apici (così come gli eccessi di produzione) richiama inoltre sostanze nutritive, rendendole indisponibili per le gemme sottostanti in fase di differenziazione.

Siccità, carenze minerali, temperature non ottimali diminuiscono l'attività metabolica delle foglie, con conseguente scarsa produzione di citochinine (i principali ormoni antogeni) ed arresto di differenziazione.

Stesso fenomeno si nota in condizioni di asfissia fogliare, quando le foglie non ricevono la giusta dose e qualità di luce.

Avvenuto il germogliamento che, come già visto, è dipendenza di numerosi fattori (esogeni-ambientali- e/o endogeni-interni alla pianta-), spesso difficili da individuare e gestire contemporaneamente, inizia l'accrescimento dei germogli, con un massimo di incremento giornaliero verso la metà di giugno (2-10 cm al giorno). Successivamente, la velocità di crescita diminuisce (a seguito del venir meno di alcune condizioni ottimali di temperatura, acqua, luce, fotoperiodo, ecc.) e, verso la fine di luglio-metà di agosto, il germoglio arresta lo sviluppo con il disseccamento e la caduta dell'apice vegetativo (diminuiscono auxine e giberelline ed aumentano gli ormoni inibitori, quali l'acido abscissico). La crescita può però arrestarsi anche prima o prolungarsi al variare dei fattori condizionanti, in particolare la disponibilità idrica ed azotata del terreno, le forti potature, i portinnesti vigorosi, le densità di impianto non ottimali, l'uso eccessivo di ditiocarbammati a base di zinco (che stimolano la vegetazione, favorendo la produzione di auxine), le annate favorevoli, ecc.

Tra gli elementi climatici, che influenzano maggiormente lo sviluppo vegetativo la temperatura ha sicuramente importanza predominante; la vite ha una soglia termica di crescita intorno ai 10°C, con un optimum di 25-28°C ed un rallentamento e arresto di attività al disopra di 35°C.

**Tab.1** Soglie critiche di temperatura

<b>Stadio fenologico</b>	<b>10% danno</b>	<b>90% danno</b>
Gemma cotonosa	-10,6°C	-19,4°C
Punta verde	-6,1°C	-12,2°C
Apertura gemme	-3,9°C	-8,9°C
Prima foglia	-2,8°C	-6,1°C
Seconda foglia	-2,2°C	-5,6°C
Terza foglia	-2,2°C	-3,3°C
Quarta foglia	-2,2°C	-2,8°C

Fonte: progetto CLIMAGRI

Il processo metabolico che guida l'intera produttività della pianta è la fotosintesi clorofilliana. Essa, infatti, rende possibili l'assimilazione del carbonio atmosferico e la formazione di prodotti primari che si trasformeranno in materia organica, fornendo circa il 90-95% del peso secco alla raccolta.

L'altro 5-10% è assicurato dagli elementi fertilizzanti, assorbiti anch'essi con il concorso della fotosintesi.

I fattori influenzanti questo importante processo metabolico possono essere così elencati:

- Luce
- Temperatura
- Acqua
- Stato nutrizionale delle foglie
- Età delle foglie
- Carico produttivo
- Superficie fogliare
- Tecniche colturali

La luce solare (considerata come quantità e qualità) incide, non solo sulla fotosintesi clorofilliana, ma anche su importanti fenomeni fotomorfogenetici, fotoperiodici e fototropici.

L'energia radiante, utile ai fini assimilativi, è quella costituita dal complesso delle radiazioni elettromagnetiche corrispondenti alla zona visibile dello spettro e con lunghezza d'onda compresa fra 400 e 700 nm.

Essa viene chiamata PAR (Photosynthetically Active Radiation= Radiazione fotosinteticamente attiva) o anche PPF (Photosynthetic Photon Flux Density) e si misura in micromoli  $m^{-2}s^{-1}$  (fotoni, ossia micromoli di quanti di energia per unità di superficie nell'unità di tempo). La fotosintesi netta ( $CO_2$  effettivamente fissata per unità di tempo e superficie fogliare, derivata dalla differenza fra

fotosintesi lorda e respirazione) varia al crescere della densità di flusso fotonico (PPFD), con incrementi rapidi nella fascia compresa fra 0 e 400 micromoli  $m^{-2} s^{-1}$ ; la massima attività fotosintetica si manifesta ad una intensità luminosa superiore a 900-1.000 micromoli  $m^{-2} s^{-1}$ .

Per la vite, il punto di saturazione luminosa, oltre il quale non si registrano ulteriori incrementi di fotosintesi netta, varia intorno a 600-1.200 micromoli  $m^{-2} s^{-1}$ ; similmente, ma in maniera opposta, la fotosintesi diminuisce al decrescere dell'intensità luminosa, dimezzandosi a valori di 300-400 micromoli  $m^{-2} s^{-1}$ , fino ad arrestarsi intorno a 45-50 micromoli  $m^{-2} s^{-1}$  (punto di compensazione luminosa, dove la fotosintesi netta è uguale a zero).

L'effettiva percentuale di energia radiante nella banda del visibile, che raggiunge la vegetazione, varia in funzione delle condizioni meteorologiche, della obliquità dei raggi solari, delle caratteristiche proprie dei terreni (esposizione e pendenza), dell'orientamento dei filari, della forma di allevamento, ecc. In un vigneto a tendone, a partire dalla fioritura, si forma un tetto orizzontale di vegetazione capace di intercettare una quantità di luce prossima al 100% di quella disponibile (ciò spiega le elevate rese quantitative e, per alcune annate e zone, la buona qualità delle produzioni). Nelle forme di allevamento a controspalliera, buona parte della radiazione incidente viene perduta a terra senza intercettare la chioma (causa la parete vegetativa alta e stretta); la percentuale di luce captata non sarà mai pari al 100% ma, a seconda del rapporto fra spessore, altezza e densità chioma, potrà oscillare intorno al 50-70% della radiazione disponibile.

Quando il cielo è coperto, la radiazione è quasi tutta diffusa (= parte di radiazione deviata dalle nubi+ radiazione che interagisce con i composti presenti in



atmosfera), mentre quando il cielo è sereno la frazione diffusa non supera il 10% di quella diretta. Un valore medio di PPF ( =PAR), al mezzogiorno solare e in cielo privo di nubi, è di circa 1.600 micromoli  $m^{-2}s^{-1}$ , ma può raggiungere anche i 2.000 micromoli  $m^{-2}s^{-1}$

Un bilancio della PAR, in una foglia di vite mette in evidenza un assorbimento dell'80% (22% riemessa come radiazione infrarossa, 62% utilizzata per la traspirazione e dispersa per convezione, 1-2% utilizzata per la fotosintesi), una riflessione del 10% e una trasmissione attraverso le lamine del 10%.

Non tutte le foglie ricevono però la stessa radiazione solare incidente; quelle ombreggiate ricevono solo radiazione diffusa e quella trasmessa dalle foglie superiori (lo strato fogliare esterno ha una capacità di captazione della luce 10 volte superiore rispetto al secondo strato e 100 volte superiore rispetto al terzo strato). Una foglia sottoposta a luce solare limpida (circa 2.000 micromoli  $m^{-2}s^{-1}$ ) trasmetterà solo il 6% della radiazione, cosicché 120 micromoli  $m^{-2}s^{-1}$  filtrano allo strato fogliare successivo. Un terzo strato di foglie riceverà solo 7 micromoli  $m^{-2}s^{-1}$ , rimanendo così in condizioni ombreggiate (*Smart, Robinson, 1991*). In termini di intensità fotosintetica (espressa in mg di  $CO_2$  fissata  $dm^{-2}h^{-1}$ ) la prima foglia, trovandosi in condizioni ottimali, riesce a fissare 10 mg di  $CO_2$   $dm^{-2}h^{-1}$ ; la seconda 2-3 mg  $CO_2$  fissata/ $dm^2/h$  (pari a 1/3-1/4 dell'intensità max); la terza si troverà al punto di compensazione.

In condizioni di carenza luminosa la vite è in grado di attivare una serie di meccanismi di adattamento (lamina fogliare più espansa, maggiori concentrazioni di clorofille, variazioni dell'angolo di inserzione del picciolo sul tralcio, ecc.) che permettono alle foglie ombreggiate di esprimere una certa capacità fotosintetica, anche se ridotta rispetto a quella potenziale, ma sicuramente utile per la sopravvivenza della pianta. Esperienze scientifiche dimostrano che le foglie sottoposte a lunghi periodi di ombreggiamento sono capaci di recuperare la loro capacità fotoassimilativa una volta riportate alle normali condizioni di luce. Tutto ciò ha applicazione pratica negli interventi di pettinatura e di palizzamento (e in generale nei vari interventi di potatura verde) che, riportando alla luce le foglie precedentemente ombreggiate, fanno riprendere loro la regolare attività fotosintetica. Inoltre, anche sprazzi di luce, che si possono avere nelle chiome a seguito dei movimenti delle foglie operati dal vento, possono far ripartire la capacità assimilativa delle viti.

Resta sempre confermato che riduzioni eccessive della quantità e qualità della luce incidono sulla produttività della coltura e sulla qualità delle uve.

Quando l'ombreggiamento raggiunge livelli elevati si evidenziano fenomeni di "autoregolazione", con un ingiallimento ed un'abscissione precoce delle foglie ombreggiate ("asfissia fogliare"); la parte della chioma che riceve meno radiazione disponibile quindi, non costituisce per il vigneto un centro



di produzione ("*source*"= sorgente, ossia, qualsiasi zona della pianta che produce più fotosintati di quanto sia capace di assorbire/consumare, es. tubero che germoglia, seme in germinazione, foglia matura, corteccia all'inizio della stagione vegetativa, ecc.), ma bensì un altro centro di assorbimento ("*sink*"= pozzo/scarico, ossia, tutte le parti della pianta che non fanno fotosintesi o che comunque non producono abbastanza fotosintato per le proprie esigenze, es. foglia giovane in sviluppo, radici, fusti non più verdi, tuberi e frutti in formazione, ecc.), con notevoli consumi idrici; ciò deriva dalla naturale relazione esistente fra traspirazione e fotosintesi.

Le foglie che ricevono quantità di luce intorno a 800-1.000 micromoli  $m^{-2} s^{-1}$  di PPF (Photosynthetic Photon Flux Density) raggiungono valori massimi di fotosintesi (saturazione); queste, rispetto alle foglie ombreggiate, traspirano di più, ma hanno in compenso una WUE (Water Use Efficiency- "Efficienza d'uso dell'acqua"- ossia rapporto fra quantità di anidride carbonica fissata e acqua traspirata o in altri termini grammi di sostanza secca prodotta per ogni kg di acqua traspirata) superiore.

In definitiva, le foglie ombreggiate, anche continuando a perdere acqua per traspirazione, hanno una fotosintesi netta negativa, ossia consumano quello che fotosintetizzano. Esemplicando (dati rilevati su piante da frutto), è possibile dire che a 1.000 l di acqua traspirata da foglie ben esposte alla luce corrisponde una produzione di carbonio di circa 3 kg, mentre, con lo stesso quantitativo di acqua, le foglie ombreggiate producono appena 300 g di carbonio: un quantitativo non sufficiente per la respirazione notturna.

La radiazione luminosa è interessante anche per la sua influenza su alcuni fotorecettori, quali i fitocromi (fotorecettori importanti per l'induzione a fiore delle gemme), i criptocromi, le fototropine e su particolari enzimi coinvolti nell'accumulo di zuccheri negli acini (invertasi), nella sintesi degli antociani (fenilalanina-ammonio-liasi), nella demolizione dell'acido malico (malico e malico deidrogenasi) e nella concentrazione del potassio e del pH del mosto (nitrito riduttasi). L'attività dei fitocromi e degli enzimi dipende dal rapporto fra radiazione rossa (660 nm) e radiazione rosso-lontano (730 nm): la foglia è capace di assorbire quella rossa, mentre lascia passare, quasi completamente, la rossa-lontano; nelle zone ombreggiate della chioma questo rapporto, dal quale dipende l'attività di fitocromi ed enzimi, si riduce notevolmente (ossia diminuisce la porzione rossa, attiva); la conseguenza è che, in condizioni di ombreggiamento spinto, si ha un calo degli zuccheri e degli antociani, un aumento delle dimensioni degli acini ed una più lenta degradazione dell'acidità totale. I criptocromi e le fototropine sono sensibili alla banda del blu, che agisce da input per la regolazione dell'apertura stomatica.

La ricerca scientifica, particolarmente attiva in frutticoltura, ma anche nella

viticoltura da tavola, sta approfondendo l'argomento delle reti ombreggianti colorate (blu-rosse-verdi, ecc.) e, in special modo, di quelle blu, che, oltre a migliorare la conduttanza stomatica, potrebbero incrementare il livello di fotosintesi, grazie al maggior quantitativo di fotoni blu (una delle regioni di maggior assorbimento delle clorofille) potenzialmente utilizzabili.

Le foglie di vite possono organizzare, in condizioni ottimali, da 5 a 15 mg di  $\text{CO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$  (trasformata poi in glucosio e fruttosio che vengono trasportati ai centri di utilizzazione come saccarosio fosforilato), ma la quantità e la dinamica dell'intercettazione luminosa dipendono da fattori endogeni (età della foglia, vigore, stato nutrizionale, posizione della foglia lungo il germoglio, ecc.), esogeni (principalmente fattori del microclima intorno alla pianta) ed antropici (es. tecniche ed epoca di potatura). Una potatura ricca, ad esempio, ossia con un elevato carico di gemme, porta alla formazione di numerosi germogli fin dalle prime fasi di sviluppo; ciò comporta una maggiore intercettazione di energia luminosa rispetto a forme di potatura a minor carico di gemme.

Solo intorno a 35-40 gg dall'emergenza (quando la lamina fogliare si è



espansa fino al 70-80% circa della dimensione finale), la foglia raggiunge il massimo della capacità fotosintetica, che rimane costante per oltre tre mesi, per diminuire poi progressivamente. È importante che durante il periodo della maturazione vi sia un buon quantitativo di foglie attive (30-50 gg di età) per favorire la regolare nutrizione dei grappoli.

Le foglie giovani (fino a 1/3 delle loro dimensioni definitive) consumano più sostanze di quanto ne producono; quelle vecchie (100-120 gg) sono poco efficienti dal punto di vista fotosintetico. Tutto ciò porta ad uno spostamento progressivo della funzionalità fotosintetica dalle foglie del tratto basale del germoglio (più attive nel periodo germogliamento-fioritura) a quelle del tratto

mediano (fase fioritura-invaiatura) e a quelle del tratto apicale (invasatura-abscissione). Verso la fine del ciclo vegetativo, le foglie più giovani, anche se si presentano ingiallite, perchè povere di clorofilla e di azoto, mantengono una discreta capacità fotosintetica e possono rappresentare una fonte di carboidrati nel periodo post-raccolta. Un aiuto fondamentale per incrementare tardivamente la fotosintesi viene dalle foglie delle femminelle, le quali, anche presentando uno sviluppo della lamina fogliare ridotto del 50-60% circa, hanno una fotosintesi netta più elevata del 10-20% circa ed una senescenza ritardata di circa 1-2 settimane. È evidente allora l'importanza (già confermata con l'uso del carbonio 14) che le femminelle rivestono nel produrre zuccheri utili per la maturazione dell'uva, ma anche per la ricostituzione delle riserve necessarie ad una pronta ripresa vegetativa primaverile (nonché per una migliore resistenza al freddo delle gemme e dei tralci). Tuttavia, un'eccessiva e prolungata crescita di queste (tipico delle piante molto vigorose) può condurre agli stessi effetti negativi di uno sviluppo esagerato dei germogli; inoltre, l'ombreggiamento che potrebbe crearsi comporterebbe una minore aerazione, difficoltà di penetrazione dei prodotti fitosanitari e problemi per la raccolta. È importante conoscere e saper gestire bene la vigoria della vite, in quanto i due processi metabolici più importanti per la pianta (fotosintesi e respirazione) sono intimamente connessi ad essa. Un germoglio molto vigoroso avrà un'intensità respiratoria elevata, con conseguente rapida degradazione degli zuccheri formati dalla fotosintesi; un germoglio a vigoria equilibrata avrà invece un bilancio più corretto fra fotosintesi e respirazione, con possibilità di accumulare zuccheri nei grappoli e/o negli organi perenni come riserva (fusto, radici, tralci, ecc.). In definitiva, la vigoria stimola l'attività vegetativa, con notevoli ripercussioni su quella riproduttiva. All'unico centro di sintesi, la foglia, si oppongono due poli di assorbimento degli idrati di carbonio: gli apici vegetativi e i grappoli. Germogli eccessivamente vigorosi polarizzano i fotosintetati verso gli apici, creando difficoltà per una regolare nutrizione dei grappoli, con conseguenti colature (su grappoli fiorali) e/o anomalie di maturazione. Schematicamente è possibile costruire un percorso di efficienza della chioma della vite che pone come primo fattore la quantità di energia luminosa disponibile; a partire da questa, il viticoltore può agire su gradini successivi relativi a:

- Quantità di energia luminosa effettivamente intercettata dalla chioma.
- Quantità di energia luminosa effettivamente convertita in assimilati, attraverso la fotosintesi clorofilliana.
- Quantità di elaborati convogliati verso i grappoli, a partire dall'invasatura.

Appare chiaro ed evidente come l'efficienza della chioma viene raggiunta solo quando esiste uno specifico "accordo/compromesso" fra i tre punti elencati,

quando cioè questi vengono soddisfatti contemporaneamente.

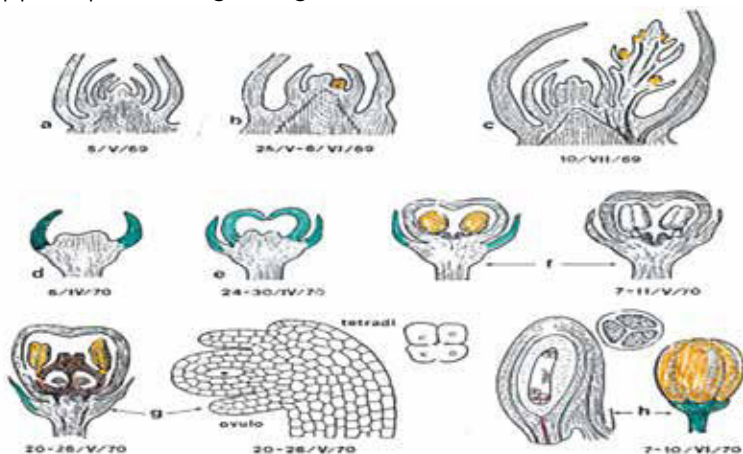
Un impianto ragionato del vigneto e un'ideale tecnica colturale possono contribuire al raggiungimento di quell'equilibrio fisiologico necessario per realizzare la massima efficienza della chioma e, di conseguenza, la migliore qualità delle produzioni.

**Tab.2** Punto di saturazione della luce (PPFD micromoli m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>)

Specie	Punto di saturazione
Mirtillo	600
Pesco	> 800
Ciliegio acido	400-700
Actinidia	> 800
Albicocco	700
Mandorlo	> 800
Susino	700
Ciliegio dolce	400-700
Melo	> 800
Olivo	500-800
Vite	> 800

## DIFFERENZIAZIONE DELLE GEMME

Il complesso gemmario ibernante si differenzia l'anno precedente alla sua schiusura (maggio-giugno), dopo la formazione delle gemme pronte (alla loro base). Si formano gli abbozzi fogliari, poi quello del primo grappolo (fine maggio) e poi, 15 giorni dopo, il secondo grappolo. La differenziazione si ferma ad agosto (periodo di dormienza), per riprendere poi in marzo e completarsi appena prima del germogliamento.



**Fig.1** Differenziazione del complesso gemmario (Fonte: Prof. Scalabrelli Univ. Pisa)

## FIORITURA

Avviene a fine maggio-inizio giugno. È scalare sul grappolo e sul germoglio (parte centrale, basale, distale).

## SVILUPPO DEI FRUTTI

Nel corso dell'allegagione i tessuti dell'ovario riprendono la crescita. Le cellule di tutti i tessuti iniziano a moltiplicarsi e a distendersi. In particolare, le cellule dell'epidermide evidenziano un marcato ispessimento della cuticola e una consistente deposizione di pruina. Gli stomi, presenti sull'epidermide dell'ovario in numero assai minore rispetto a quelli presenti nell'epidermide inferiore della foglia (1-2 per mm<sup>2</sup>), vengono inattivati per la suberificazione delle cellule sottostanti e assumono l'aspetto di lenticelle, visibili anche a occhio nudo nelle bacche mature non pigmentate. Il processo di moltiplicazione cellulare è limitato alla prima parte dello sviluppo del frutto. Più precisamente, la fase di divisione cellulare dura, nelle bacche con semi, nel complesso 30-40 giorni, con un massimo di intensità limitato a 15-20 giorni dopo la fioritura. La



durata della moltiplicazione varia tra i tessuti: termina prima nell'endocarpo, 7-10 giorni dopo la fioritura, quindi nel mesocarpo e, successivamente, 30-40 giorni dopo la fioritura, nell'esocarpo. La crescita della bacca, tanto in peso quanto in volume, è descritta da una curva a forma di doppia sigmoide, suddivisibile in almeno tre fasi successive: fase 1, detta erbacea perché la bacca mantiene caratteristiche vegetative; fase 2, o di stasi, perché la bacca arresta la crescita; fase 3, o di maturazione, durante la quale la bacca modifica profondamente le caratteristiche meccaniche e di composizione. Nel corso della fase erbacea la bacca accumula progressivamente acido tartarico e acido malico. Nell'esocarpo si accumulano anche tannini (polimeri delle catechine o proantocianidine). È nel corso di questa fase che si sviluppa il vinacciolo. Terminata la fase 1, la bacca ha una stasi nella crescita e una riduzione delle attività biosintetiche limitate soprattutto alla sintesi dell'acido malico. La durata della stasi può variare da pochi giorni, nelle varietà precoci, fino a 20-30 giorni in quelle tardive. Nel corso della stasi si completa la formazione del vinacciolo e la maturità dell'embrione. Con l'invasiatura si ha l'inizio della seconda fase

di accrescimento delle bacche, che è dovuta essenzialmente alla distensione cellulare, e della maturazione.

È stato dimostrato lo scarso significato dell'ormone etilene nella maturazione dell'uva, mentre questo indurrebbe la sintesi di ABA, l'ormone ritenuto il principale regolatore della maturazione della bacca. Trattamenti con analoghi dell'etilene hanno evidenziato un effetto stimolativo sulla maturazione solo quando applicati in epoche tardive (pre-invaiaitura; 8-9 settimane dalla fioritura); trattamenti precoci (stadio erbaceo; 4-7 settimane dopo la fioritura) possono avere un effetto inibitorio.

## ECOFISIOLOGIA DEGLI ASSORBIMENTI MINERALI

Il fabbisogno in azoto è elevato in prossimità della fioritura (sviluppo dei germogli, foglie e grappoli), per poi diminuire in pre-chiusura grappolo e arrestarsi in concomitanza dell'invaiaitura. Un secondo assorbimento si realizza fra la vendemmia e la caduta delle foglie, quando le radici sono di nuovo attive. L'apparato radicale della vite presenta un primo picco di attività tra il germogliamento e la fioritura ed un secondo picco tra la raccolta delle uve e la caduta delle foglie. Il fabbisogno in fosforo è crescente dal germogliamento alla fine della fioritura, per poi diminuire tra pre-fioritura e chiusura grappolo-invaiaitura; le richieste aumentano nuovamente tra la maturazione e la caduta foglie. Nel caso del potassio, il fabbisogno è massimo fra inizio fioritura e pre-chiusura grappolo, per poi diminuire nell'ultima fase del ciclo vegetativo. Il magnesio viene assorbito dal germogliamento alla fioritura, con un picco a fine fioritura.

**Tab.3** Fabbisogni annuali medi per vigneto in produzione (uve da vino)

<b>Elemento</b>	<b>Fabbisogno (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Fase fenologica di maggior richiesta</b>
Azoto	40-60	Germogliamento; post-allegagione; post-raccolta su vitigni o zone a vendemmia precoce
Fosforo	20-30	Germogliamento; fioritura; allegagione
Potassio	80-120	Germogliamento; post-allegagione; maturazione
Calcio	80-120	Pre-fioritura; maturazione
Magnesio	60-130	Germogliamento-Pre-invaiaitura
Zolfo	15-25	Germogliamento

Fonte: D. Porro

## CARATTERISTICHE DI RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

### CATTURA DEL CARBONIO

Per una densità di piantagione di 0,082 piante m<sup>-2</sup> si cattura un totale di 6,358 g di C e 23,315 g di CO<sub>2</sub> per pianta, con la seguente ripartizione: 1,254 g di C nella radice; 0,637 g nei rami; 0,802 g nelle foglie; 3,298 g nei frutti; 0,367 g nel tronco.

### RESISTENZA ALLA SICCIÀ. ESIGENZE IDRICHE

L'aumento della temperatura può comportare le seguenti variazioni:

- Cambio fenologia: anticipo germogliamento
- Cambio varietà e regioni di produzione
- Qualità del vino: la presenza di temperature molto alte, rispetto alle esigenze varietali, può comportare una maturazione accelerata del frutto con effetti negativi sull'acidità, colore, rapporto zuccheri/sostanze coloranti, ecc.

Il volume irriguo stagionale della vite si aggira tra i 1.800 e i 3.000 mc/ha.

Esso varia in funzione dell'andamento climatico, della forma di allevamento, del tipo di vitigno usato e delle tecniche colturali.

La vite è particolarmente sensibile alla carenza idrica nelle fasi di:

- accrescimento dei tralci
- prefioritura
- accrescimento degli acini

In prefioritura la vite ha bisogno di un sufficiente apporto idrico per sostenere l'intenso sviluppo vegetativo che si protrarrà per 3-4 settimane dopo la fioritura.

L'acqua, in questo periodo, è anche veicolo di sostanze nutritive essenziali per un regolare sviluppo dell'apparato vegetativo (per una buona maturazione del grappolo occorrono 10 cm<sup>2</sup> di foglie per 1 gr di acini). In prossimità della fioritura e nei primi stadi di sviluppo dell'acino l'acqua deve essere sufficiente per assicurare una buona allegazione e lo sviluppo iniziale dovuto a divisioni cellulari. Due settimane prima della fioritura e 3-4 settimane dopo questo stadio è il periodo più importante per raggiungere adeguati livelli produttivi (quantità e qualità). Dalla metà dell'intervallo fioritura/invaiaatura alla raccolta i fabbisogni idrici diminuiscono e vanno nella direzione di stimolare la sintesi di composti "nobili" (polifenoli, aromi) a scapito dell'accrescimento vegetativo.

In prossimità dell'invaiaatura si restituiranno quantitativi di acqua inferiori a quella traspirata, per ridursi ancora fino alla maturazione. È da ricordare che dall'invaiaatura l'acino è meno sensibile alla carenza idrica per un passaggio da un flusso idrico xilematico bidirezionale, e floematico preinvaiaatura, a uno di



sola entrata, floematico, post-invaiaatura.

Nelle cv. precoci e nelle annate calde si può intervenire una decina di giorni dopo la vendemmia con un lieve intervento irriguo per sostenere l'attività fotosintetica e i processi di traslocazione delle sostanze di riserva, evitando però di stimolare la ripresa vegetativa. Un secondo intervento irriguo, abbinato a una concimazione azotata, può essere eseguito a circa 2-3 settimane dopo la vendemmia.

### DIFFERENTE SENSIBILITÀ NELLE DIVERSE FASI FENOLOGICHE

Lo stress idrico influenza in modo più marcato la crescita dei germogli piuttosto che la produzione di carboidrati.

- Tra allegagione e invaiatura l'irrigazione è un valido strumento per controllare la crescita dei germogli (moderati stress idrici).

### LA PRODUZIONE È FORTEMENTE PENALIZZATA DA:

- Stress idrici nella fase pre-allegagione e durante l'allegagione
- Forti stress idrici tra allegagione e invaiatura

### DOPO L'INVAIATURA, MODERATI STRESS IDRICI FAVORISCONO LA QUALITÀ DELLA PRODUZIONE.

- In questa fase gli acini sono meno sensibili al deficit idrico a causa di una ridotta funzionalità xilematica.
- Aumenta la concentrazione di zuccheri, di sostanze fenoliche ed antocianiche.

### **Alcuni effetti dello stress idrico "severo"**

- Riduzione della divisione e distensione cellulare
- Organi di riserva (frutti) cedono acqua alle foglie e germogli
- Diminuzione diametro vasi xilematici
- Embolismo e cavitazione dei vasi xilematici
- Perdita del turgore cellulare
- In fioritura:
  - Ostacolata fecondazione
  - Induzione aborto
  - Diminuzione numero di semi
- Cascola frutti
- Filloptosi
- Rapporto radici/foglie
- Sintesi di prolina

- Diminuzione dell'attività di enzimi coinvolti nel turnover azotato
- Diminuisce l'attività di gibberelline e citochinine
- Maggiore sintesi di ABA
- Diminuito assorbimento di elementi minerali
- Sintomi visivi

Le tecniche di irrigazione controllata, definite in inglese *deficit irrigation*, permettono di incrementare la qualità delle produzioni senza ridurre eccessivamente le rese. L'equilibrio vegeto-riproduttivo è più regolare ed aumentano i metaboliti secondari (polifenoli e aromi).

Le più diffuse in viticoltura sono:

- *Deficit irrigation*: l'apporto di acqua è inferiore alle perdite per evapotraspirazione.
- *Regulated deficit irrigation*: il potenziale idrico fogliare è mantenuto ad un livello di deficit idrico costante.
- *Partial rootzone dryng*: si irriga alternativamente una parte sì e una parte no di radici. Si producono segnali biochimici che inducono la pianta al risparmio idrico.

### **Stress idrico moderato ed effetti sull'uva e sul vino**

- Diminuzione peso dell'acino
- Nessun effetto sul contenuto in zuccheri del mosto
- Diminuzione acidità totale e aumento pH
- Aumento antociani totali ed estraibili
- Aumento peso molecolare dei tannini
- Aumento frazione di antociani e polifenoli stabili (nel vino)

Nel complesso migliora la qualità dei vini. Gli effetti dipendono dall'ambiente, dal tipo di suolo, dal sistema di allevamento, dal vitigno (isoidrico-anisoidrico), caratteristiche morfo-fisiologiche, ecc.

### **Aspetti visivi dello stress idrico**

Le viti che dispongono di una quantità di acqua sufficiente mostrano apici vegetativi con un buon sviluppo; i viticci prossimi all'apice sono in posizione verticale. Le foglie sono perfettamente orientate verso il sole; il viticcio in punta al germoglio è più lungo dell'apice, che appare ripiegato.

In caso di siccità prolungata le foglie si ripiegano e tendono ad orientarsi in direzione opposta al sole; i viticci si sviluppano in senso orizzontale o pendono verso il basso; l'apice del germoglio non è più curvato e il viticcio arretra. Gli

internodi raccorciati, o ad andamento zigzagante verso l'apice, sono indice di un grave carenza idrica.

In caso di stress gravi e prolungati si assiste al disseccamento degli apici e dei viticci, che poi cadono. Se lo stress idrico prosegue le foglie dei tralci principali appassiscono ed i sintomi si rendono evidenti maggiormente a mezzogiorno. La reazione dei diversi vitigni è molto differente. A varietà che sopportano meglio di altre un moderato/lieve stress idrico (vitigni anisoidrici), si contrappongono vitigni isoidrici. Fra le prime si citano il Merlot, lo Chardonnay, il Cabernet sauvignon, il Montepulciano. Alle seconde appartengono il Sangiovese, il Lambrusco, ecc.



## **BIBLIOGRAFIA PRINCIPALE**

- AA.VV. (2000).** Frutticoltura speciale. REDA
- A.VV. (2000).** Guida alla concimazione. Regione Campania
- AA.VV. (2008).** Fisiologia vegetale. Mc Graw-Hill
- AA.VV. (2009).** Quaderno di agrumicoltura. Centro di ricerca e sperimentazione B. Caramia (Locorotondo).
- AA.VV. (2012).** Elementi di fisiologia vegetale. EdiSES
- AA.VV (2013).** Requerimientos agroecologicos de cultivos INIFAPCIRPAC
- AA.VV.(2014).** Fraisier. Physiologie et types des plantes. CTIFL
- Baldini E. (1988).** Arboricoltura generale. CLUEB (BO)
- Carbonneau A.(2011).** La vite. Enoeone
- Fregoni M. (2013).** Viticoltura di qualità. Tecniche nuove
- Neri D., Massetani F., Giorgi V. (2009).** La potatura. Edagricole (BO)
- Piccirillo P. (2016).** Il fico. New Businnes Media
- Ragazzini D. (1993).** La coltivazione del kaki. Edagricole (BO)
- Sansavini S., Fideghelli C. (2005).** Il pesco. Edagricole (BO)
- Sansavini S., Ranalli P. (2012).** Manuale di ortofruttcicoltura. Edagricole

Riviste consultate: L'informatore Agrario, Terra e vita, Frutticoltura, Italus Hortus, Agrifoglio  
Atti di Convegni  
Sitografia Varia

L'autore è a disposizione degli aventi diritto con i quali non gli è stato possibile comunicare, nonché per involontarie omissioni o inesattezze nella citazione delle fonti dei brani e delle illustrazioni riprodotte nel presente volume.

*Il volumetto non è in vendita.*

*Si ringraziano gli Enti e le Aziende che ne hanno permesso la pubblicazione.*

“Il sapere è come i cerchi prodotti nell’onda del lago  
dal sasso scagliatovi in mezzo.  
Essi partono da un centro e si estendono alla periferia,  
ma vi giungono sempre più languidi a misura che si  
allontanano da quello...  
Un libro può irradiare tutt’all’intorno qualche lume,  
ma diraderà poco le tenebre dell’errore,  
specialmente nelle campagne se non è coadiuvato  
dall’esempio pratico,  
dalle applicazioni effettive di quanto insegna.  
Però le scuole di agricoltura, i poderi modelli,  
gli Istituti agrari fanno maggiore bene.....  
associano l’esperienza e la pratica  
al precetto e alla teoria”.

(Cosimo Ridolfi, Saggio di agrologia, 1865, p. 12)

Finito di stampare  
Marzo 2018  
Tipografia Rosetana  
*Roseto degli Abruzzi (TE)*