

CICLO VITALE E CICLO
BIOLOGICO DELLA VITE

Ciclo vitale della vite

Fase di improduttività (0-3 anni)

Fase di produttività crescente (3-6 anni)

Fase di produttività costante (7-25 anni)

Fase di produttività decrescente (26-35 anni)

Il ciclo vitale riguarda l'intera durata della vita della pianta e, da un punto di vista fisiologico, può essere interpretata attraverso una:

1. Valutazione del **rapporto Carbonio/Azoto (C/N)** nella pianta

il **RAPPORTO C/N** va interpretato come rapporto tra le sostanze organiche elaborate dalla chioma (carboidrati, proteine, ormoni, lipidi, ecc) e le sostanze minerali ed organiche assorbite dalle radici

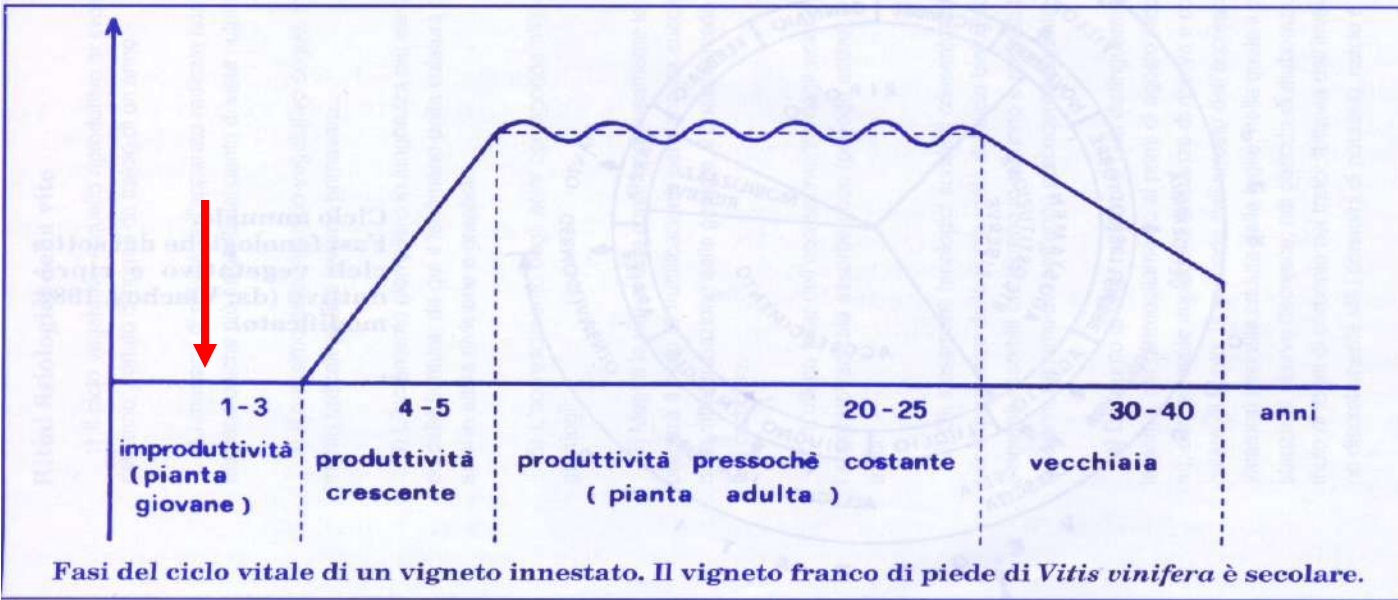
2. Valutazione del rapporto tra gli **ormoni promotori della fruttificazione** (auxine e citochinine) e gli **ormoni inibitori** (acido abscissico)

1) FASE IMPRODUTTIVA

- Durata: 1-3 anni

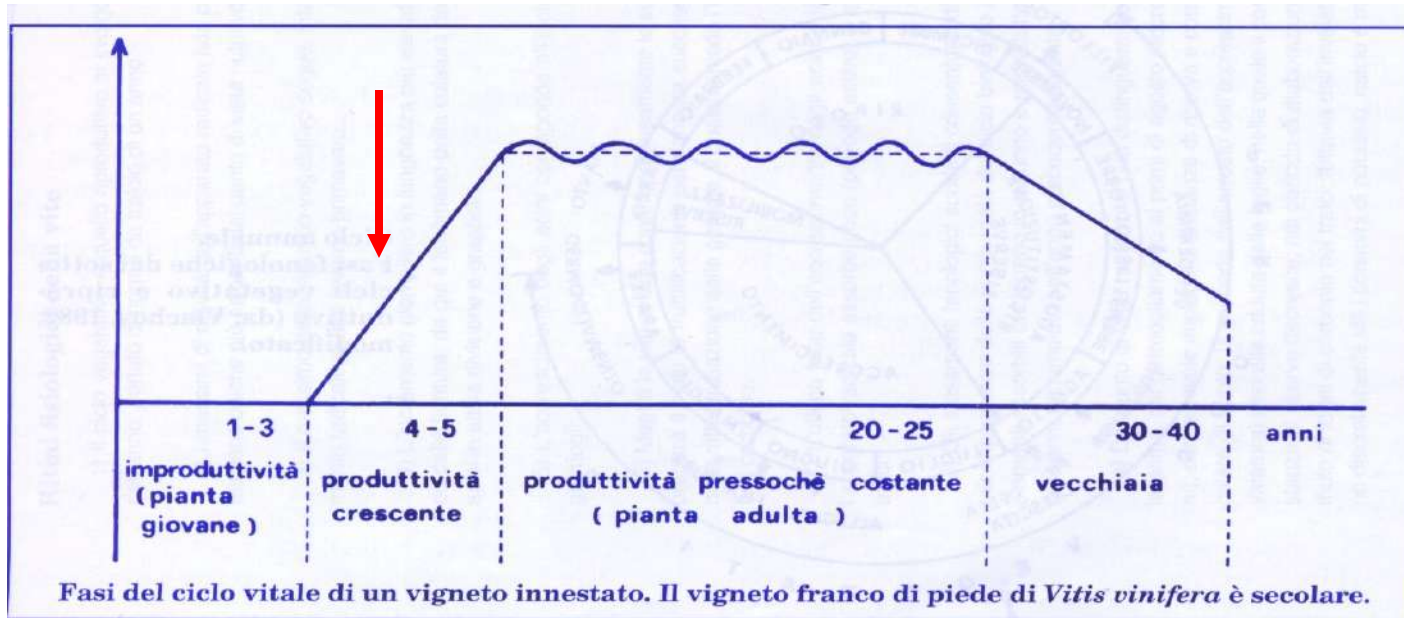
- Basso valore del rapporto C/N per effetto di una maggiore attività di assorbimento radicale rispetto a quella di sintesi da parte della chioma

- La bassa sintesi dei carboidrati a livello fogliare determina un mancato stimolo alla produzione di ormoni fiorali (riproduttivi) e quindi è assente l'induzione antogena delle gemme miste



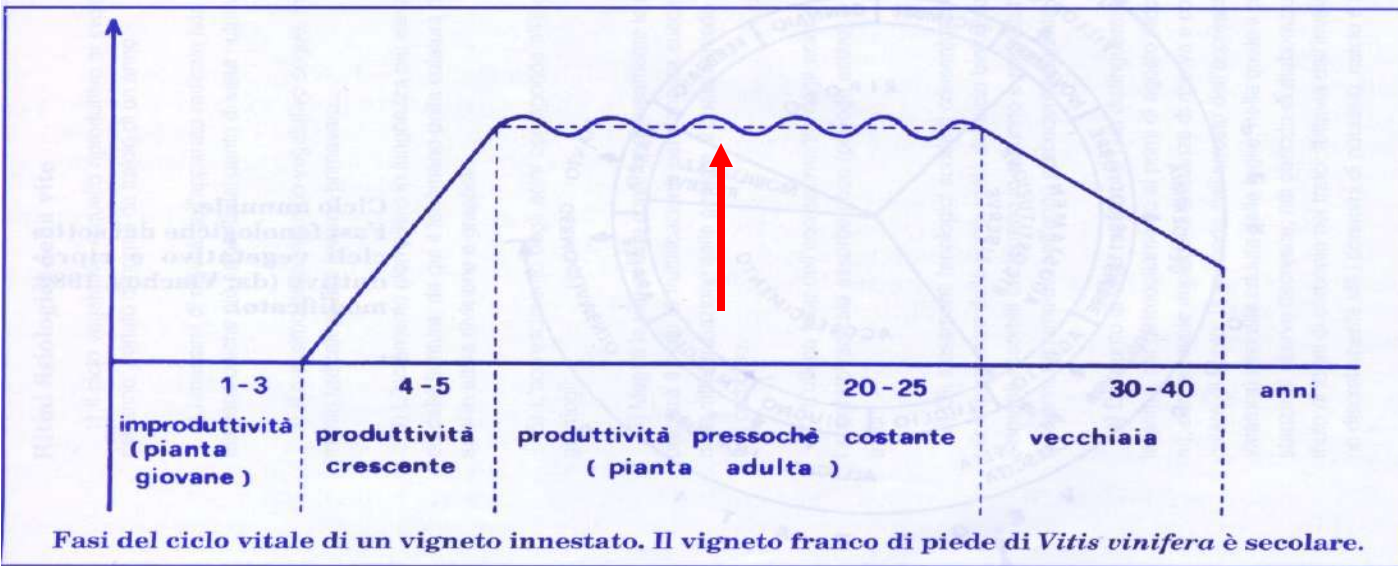
2) FASE A PRODUTTIVITA' CRESCENTE

- Dal 4° al 5° anno circa
- **innalzamento del rapporto C/N** per effetto di una chioma più sviluppata
- **innalzamento conseguente del tenore di ormoni florigeni** in grado di stimolare l'induzione delle gemme miste



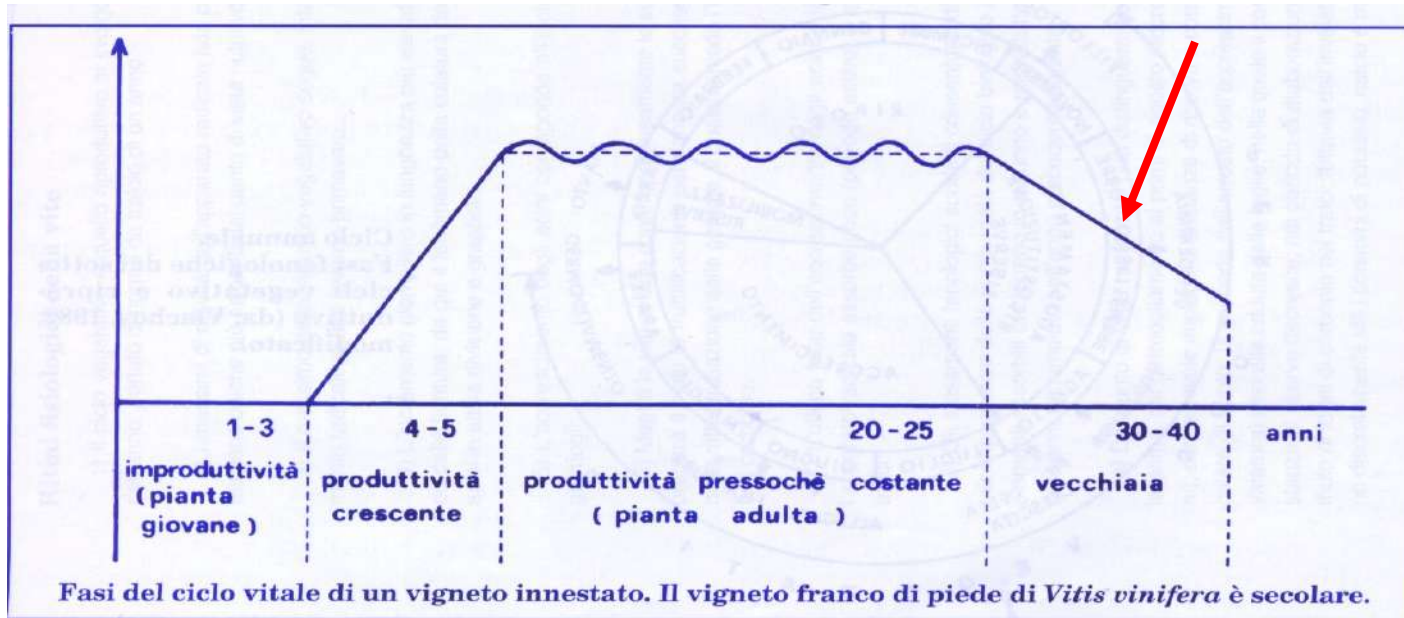
3) FASE A PRODUTTIVITA' COSTANTE

- Dal 7° al 25-30° anno circa, a seconda di molti fattori
- Il **rapporto C/N è costantemente spostato verso il C** e di conseguenza, anche gli **ormoni florigeni** prevalgono sugli inibitori
- L'ALTERNANZA DI PRODUZIONE è dovuta all'esaurimento di composti organici (glucidi, ormoni) destinati alla produzione dei grappoli dell'anno in corso, che divengono quindi in parte insufficienti per l'induzione delle gemme miste per l'anno successivo



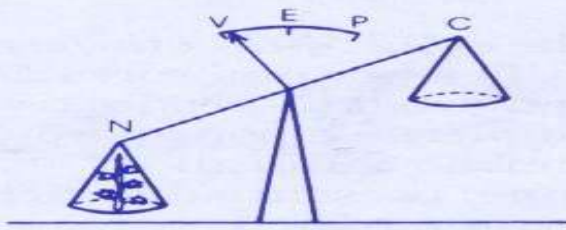
4) FASE DELLA SENESCENZA

- il rapporto C/N si mantiene alto, anche a causa del **più rapido invecchiamento della radice** e della conseguente riduzione della quantità di sostanze assunte dal terreno
- La produzione complessiva però si riduce** perchè gli organi invecchiano e diminuisce il vigore. Di conseguenza la sintesi di **ormoni antogeni si riduce**, e quindi minore sarà la differenziazione delle gemme

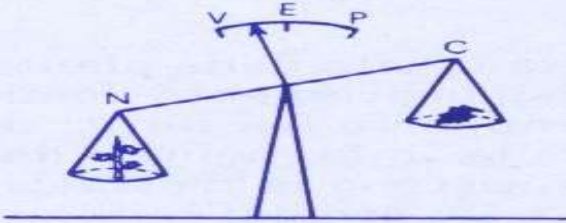


- Tutto ciò si verifica a partire dal **25-30° anno**, ma *molto dipende dalle tecniche colturali applicate* (portainnesto, varietà, potatura, ecc)

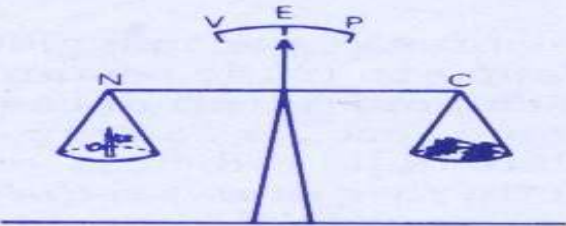
- molto è dovuto **all'impossibilità di una affinità completa tra vitigno e portainnesto** che determina inevitabilmente un deperimento più rapido dell'apparato radicale



Fase improduttiva:
prevalenza della crescita
vegetativa



Produttività crescente:
crescita vegetativa con
aumento dell'induzione a fiore



Produttività costante:
equilibrio fisiologico



Produttività decrescente:
riduzione induzione a fiore e
scarso accrescimento.
Senescenza

Ciclo annuale della vite

FENOLOGIA DELLA VITE

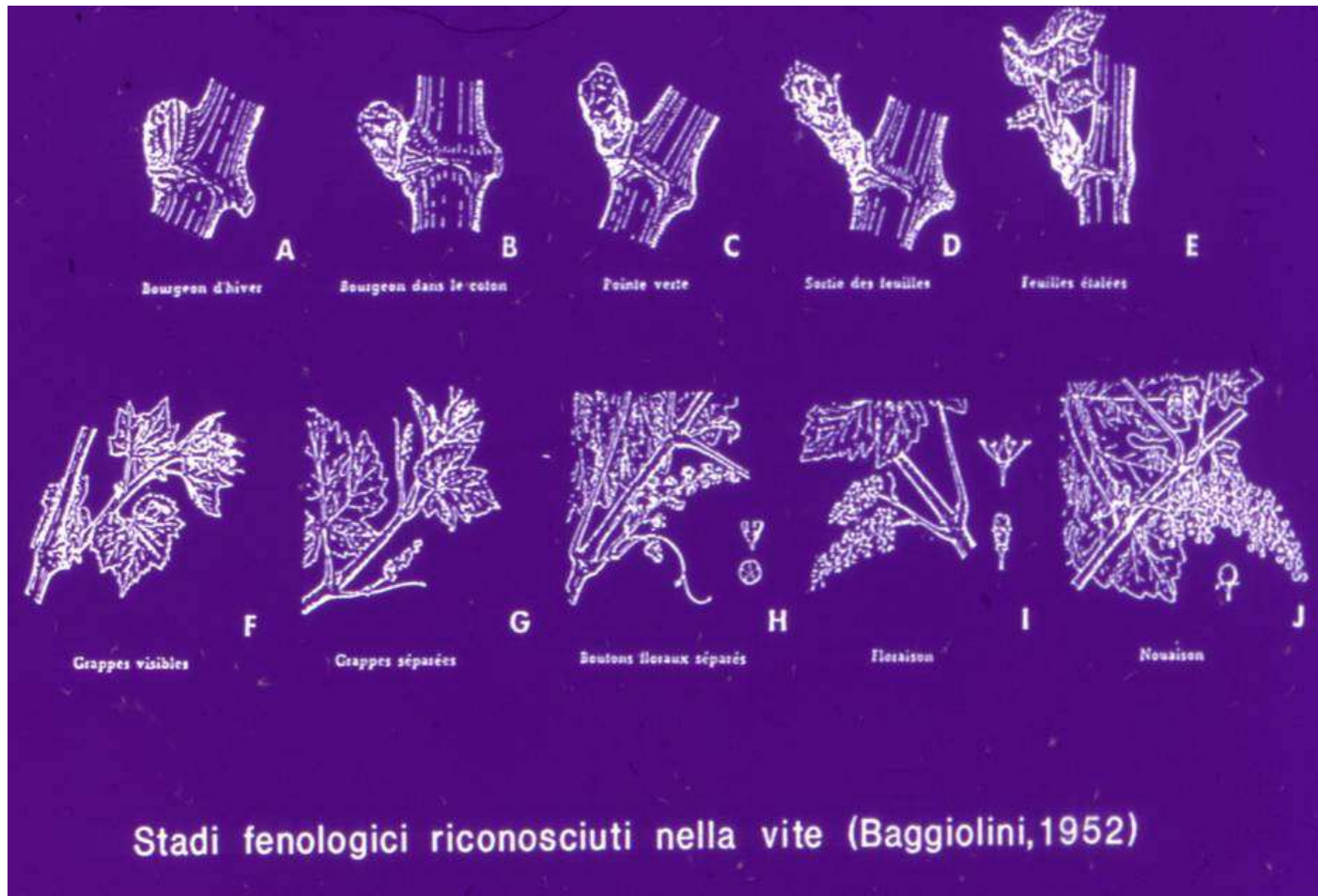
dal greco *phainestai*=apparire e *logos*=conoscenza

**STUDIO DEI FENOMENI PERIODICI DEL
CICLO BIOLOGICO ANNUALE E DELLE
RELATIVE CAUSE IN RAPPORTO ALLE
CONDIZIONI AMBIENTALI**

SCOPI

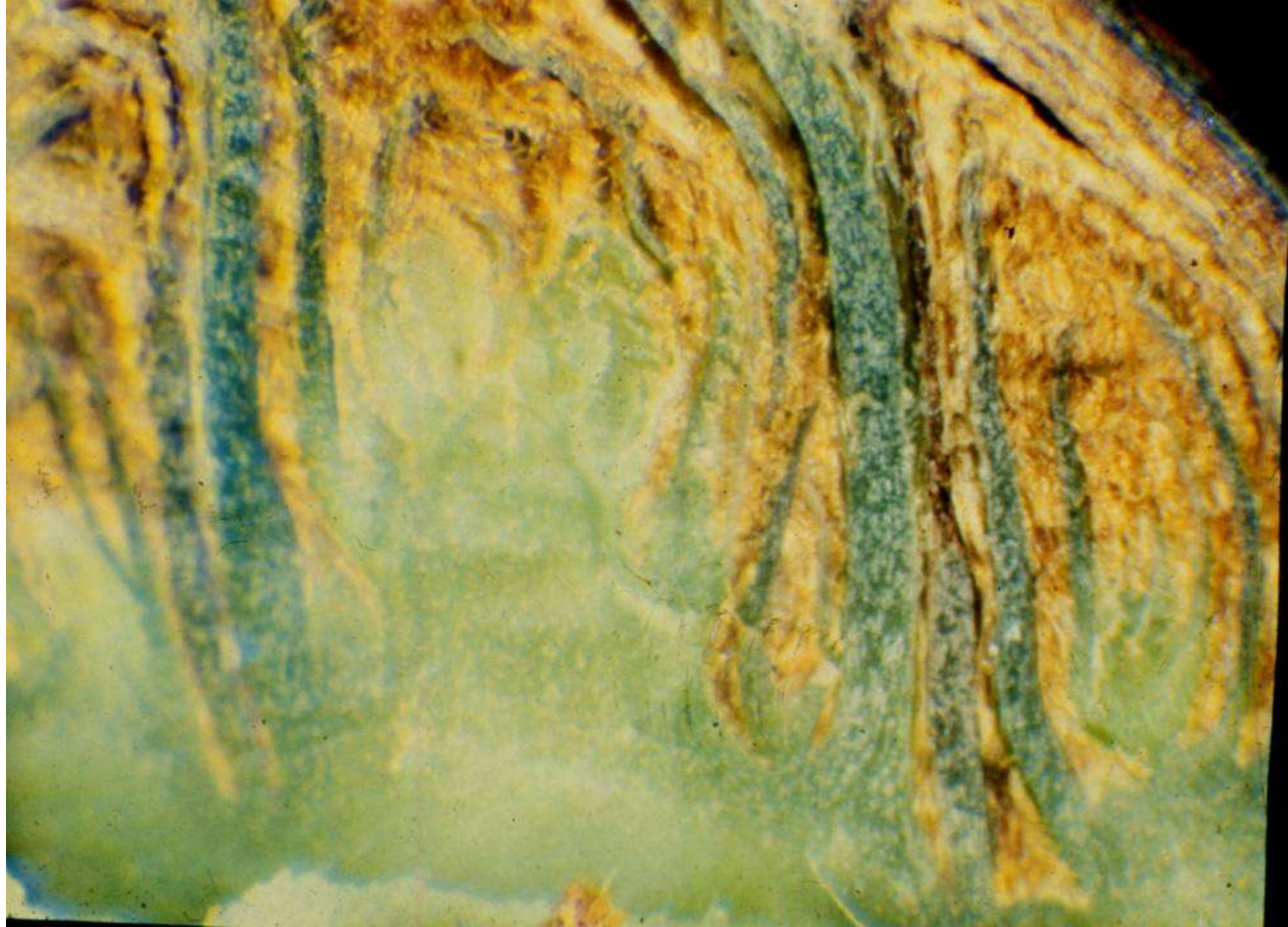
- Selezione della varietà e del sito di coltivazione
- Progettazione del vigneto
- Epoca e modalità di esecuzione delle pratiche colturali

In viticoltura, la fenologia è principalmente interessata ai tempi delle fasi specifiche di crescita e sviluppo nel ciclo annuale. Tale conoscenza può essere utilizzata per la selezione del sito e cultivar, progettazione dei vigneti, pianificazione di requisiti di gestione e attrezzature e tempistiche di pratiche colturali come parte della gestione dei vigneti (Dry e Coombe, 2004).





A. Gemma in riposo invernale





B. Fiocco di cotone

C. Punta verde



D. Prima foglia visibile



E. 2-3 foglioline distese



F. Grappoli visibili



G. Grappoli separati





H. Bottoni fiorali

I. Fioritura



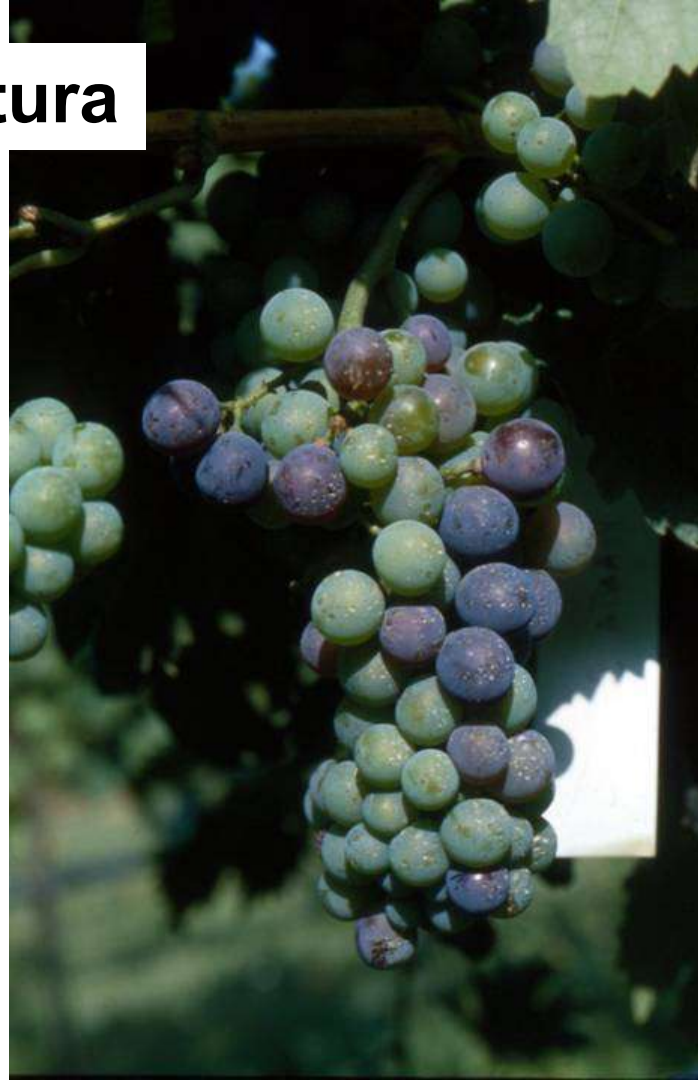
J. Allegagione



L. Invaiatura



L. Invaiatura



M. Maturazione



Sistema di classificazione fenologica della vite E-L modificato (rivisto da Coombe 1995)

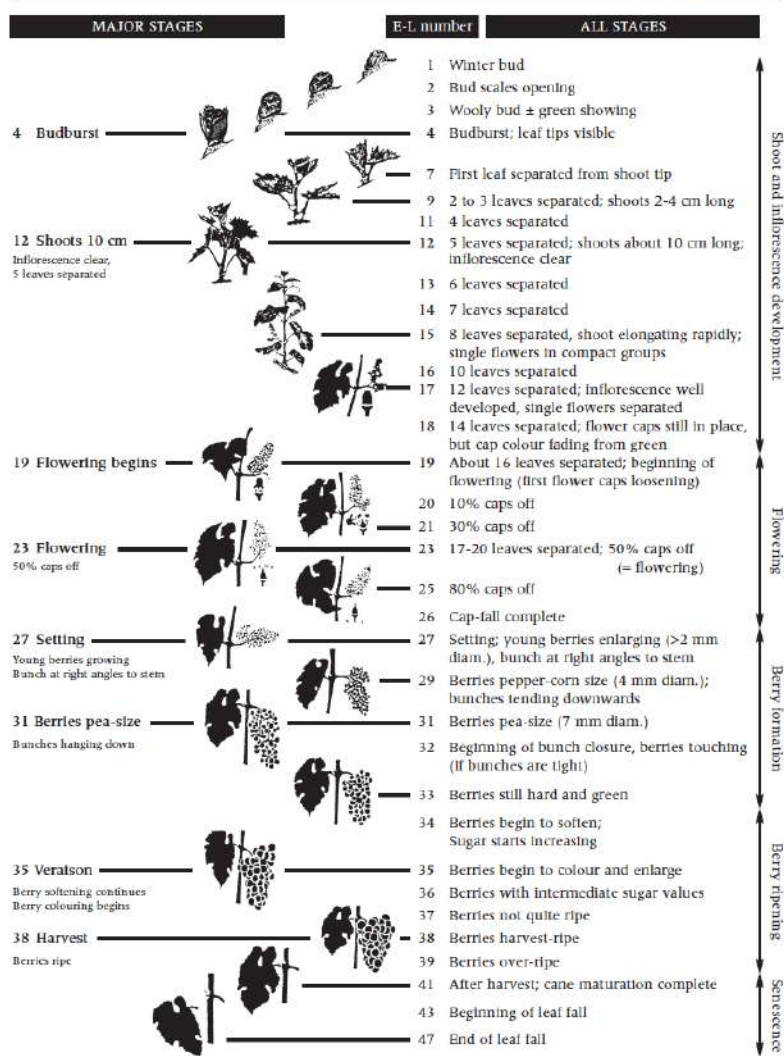


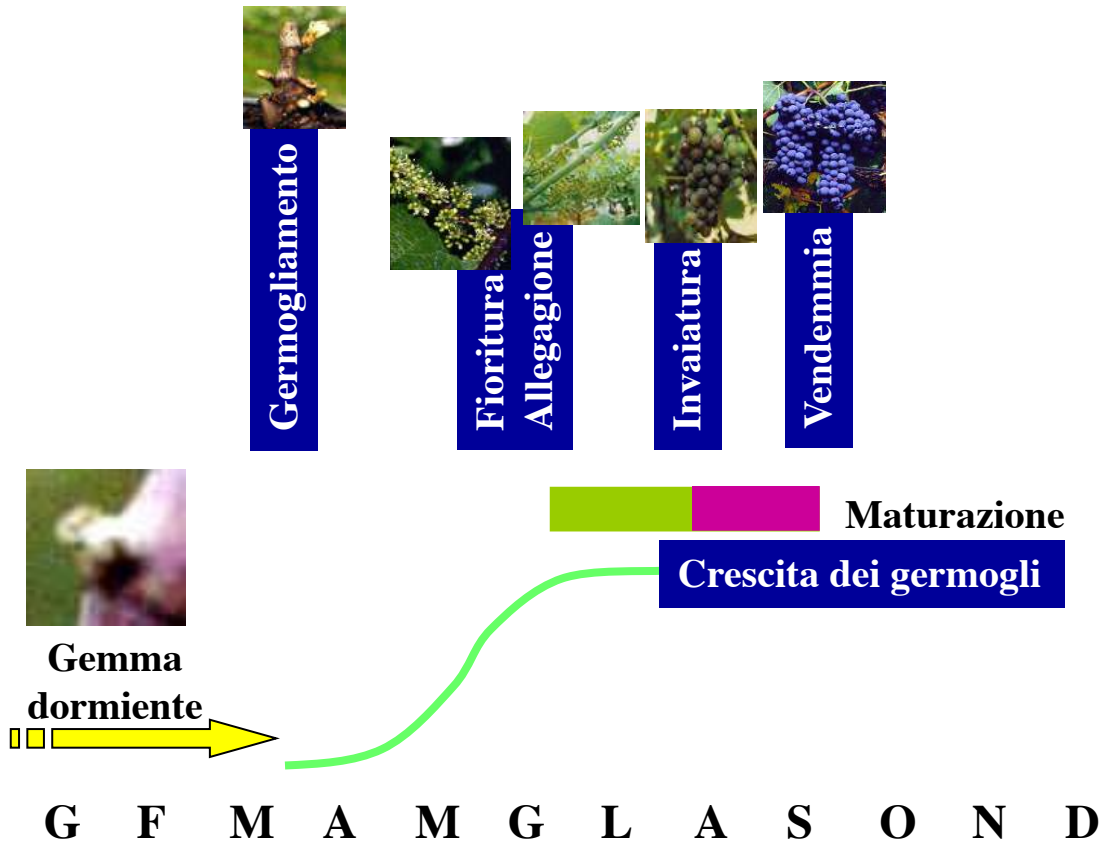
Table 1. Encoding and description of the phenological stages of the grapevine according to the extended BBCH scheme.

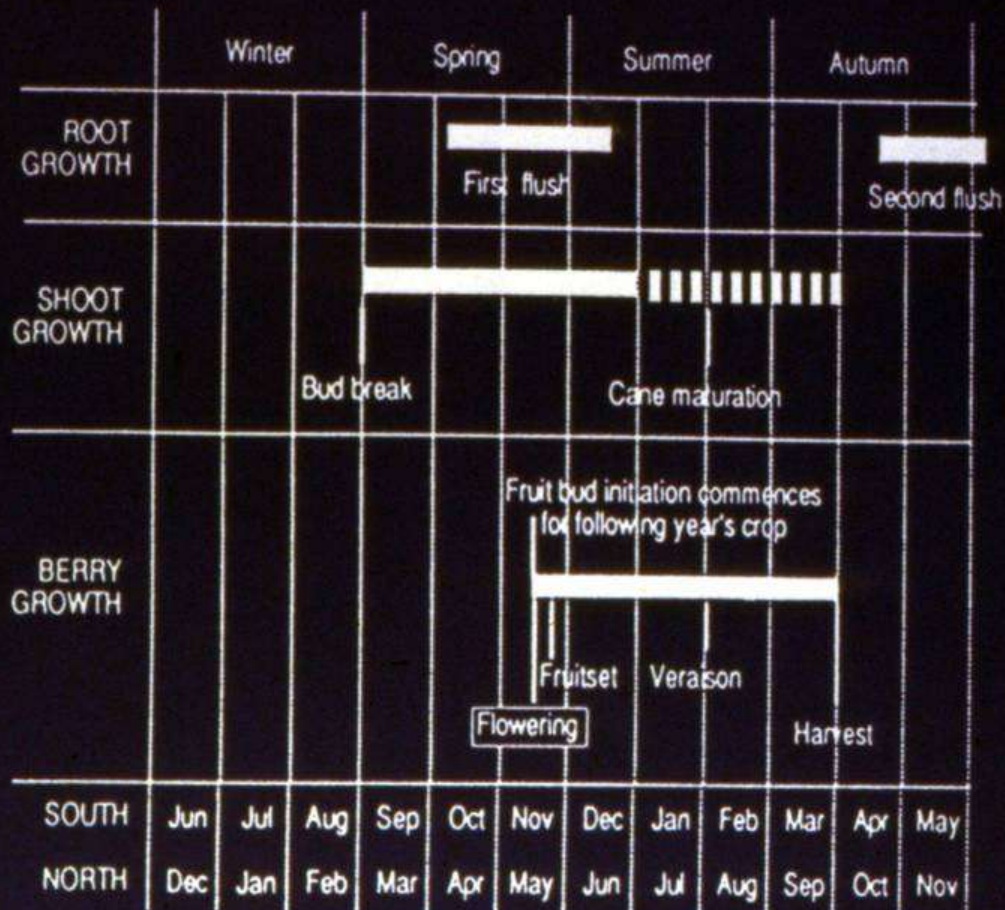
BBCH-Code	Description	BBCH-Code	Description		
Principal growth stage 0 00	Sprouting	61	Beginning of flowering: 10% of flowerhoods fallen		
	Dormancy: winter buds pointed to rounded, bright or dark brown according to cultivar, bud scales more or less closed according to cultivar	63	Early flowering: 30% of flowerhoods fallen		
	01	Beginning of bud swelling: buds begin to expand inside the bud scales	65	Full flowering: 50% of flowerhoods fallen	
	03	End of bud swelling: buds swollen, but not green	68	80% of flowerhoods fallen	
	05	"Wool stage": brown wool clearly visible	69	End of flowering	
	07	Beginning of bud burst: green shoot tips just visible	Principal growth stage 7	Development of fruits	
	09	Bud burst: green shoot tips clearly visible		71	Fruit set: fruits begin to swell, remains of flowers lost
	Principal growth stage 1	Leaf development		73	Berries groat-sized, bunches begin to hang
		11		First leaf unfolded and spread away from shoot	75
12		Two leaves unfolded		77	Begin of berry touch
13		Three leaves unfolded	79	Berry touch complete	
14		Four leaves unfolded	Principal growth stage 8	Ripening of berries	
15		Five leaves unfolded		81	Beginning of ripening: berries begin to brighten in colour
16		Six leaves unfolded		83	Berries brightening in colour
19		Nine or more leaves unfolded		85	Softening of berries
Principal growth stage 5	Inflorescence emergence	89	Berries ripe for harvest		
	53	Inflorescence clearly visible	Principal growth stage 9	Senescence	
	55	Inflorescence swelling, flowers closely pressed together		91	After harvest: end of wood maturation
	57	Inflorescences fully developed, flowers separating		92	Beginning of leaf discoloration
		93		Beginning of leaf fall	
95		50% of leaves fallen			
Principal growth stage 6 60	Flowering	97	End of leaf fall		
	60	First flowerhoods detached from the receptacle	99	Post-harvest treatments	

Table 2. Relationship between the Eichhorn and Lorenz scheme and the extended BBCH scheme.

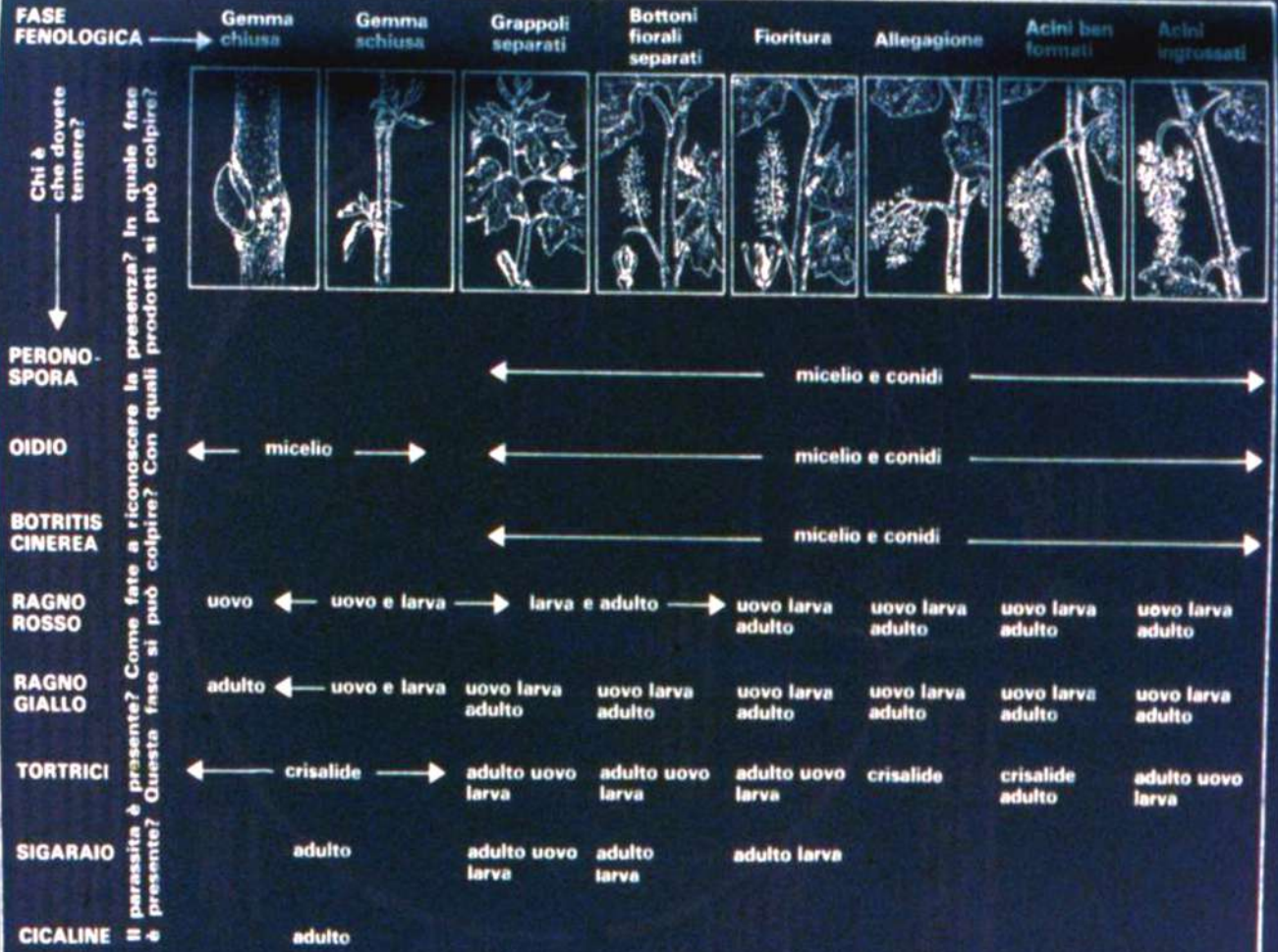
Eichhorn Lorenz	BBCH	Eichhorn Lorenz	BBCH
00	-	25	68
01	00	26	69
02	01	27	71
-	03	29	73
03	05	31	75
05	09	33	77
07	11	-	79
09	12/13	35	81
-	14	-	83
12	15/16/53	-	85
15	55	38	89
17	57	41	91
-	60	-	92
19	61	43	93
21	63	-	95
23	65	47	97
		-	99

Eichhorn, K. W., & Lorenz, D. H. (1977). Phanologische entwicklungsstadien der rebe. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes.*





Patterns of root, shoot and berry growth for the grapevine, for northern and southern hemispheres.



Il parassita è presente? Come fate a riconoscere la presenza? In quale fase è presente? Questa fase si può colpire? Con quali prodotti si può colpire?

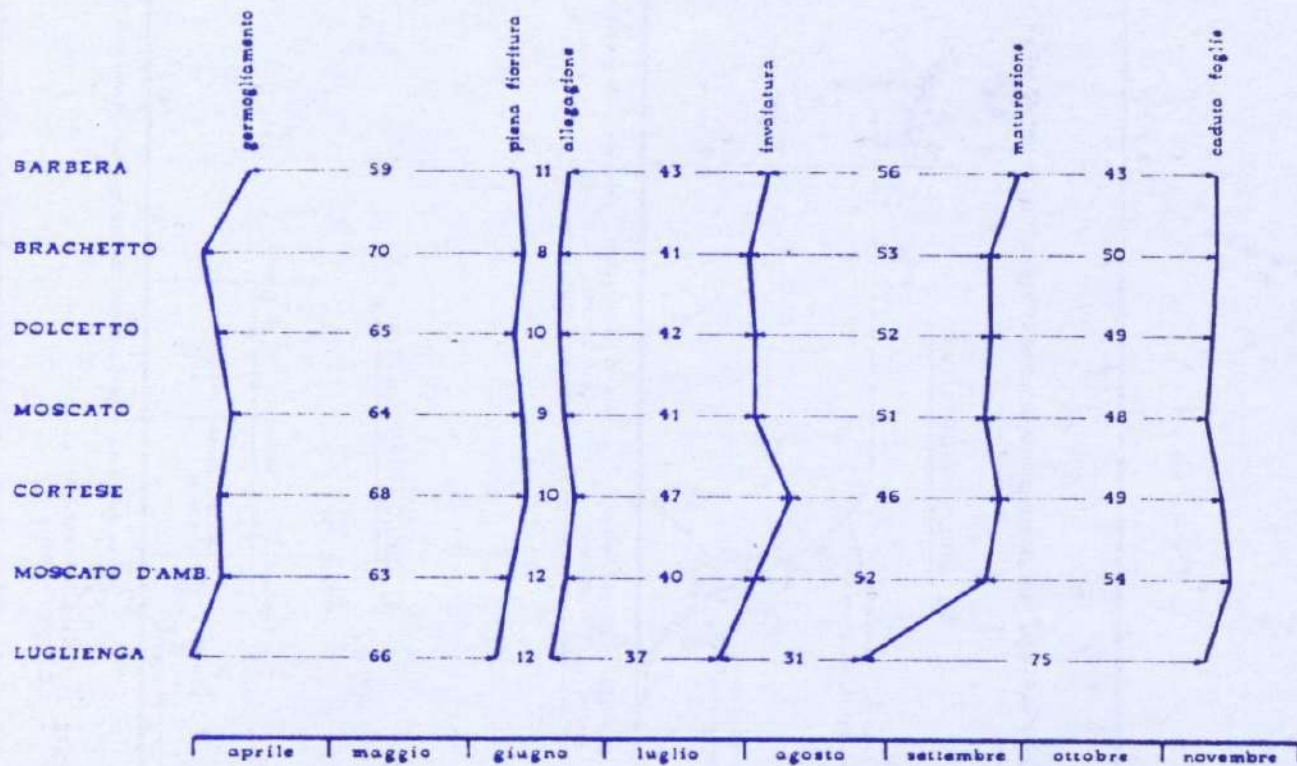
Video Time-lapse del ciclo annuale della vite

<https://www.youtube.com/watch?v=znDxoD8llmM>

Epoca e durata dei processi di sviluppo nella vite

- **Classificazione delle fasi fenologiche**
- **Variabilità in funzione del vitigno**
- **Variabilità in funzione della zona di coltura**
- **Variabilità in funzione dell'annata**
- **Condizioni di crescita particolari**

I modelli di previsione degli stadi fenologici sono utilizzati per programmare le pratiche colturali e predire gli impatti del cambiamento climatico sulla fenologia delle piante così permettendo di sviluppare strategie per mitigarne i possibili effetti sulla produttività

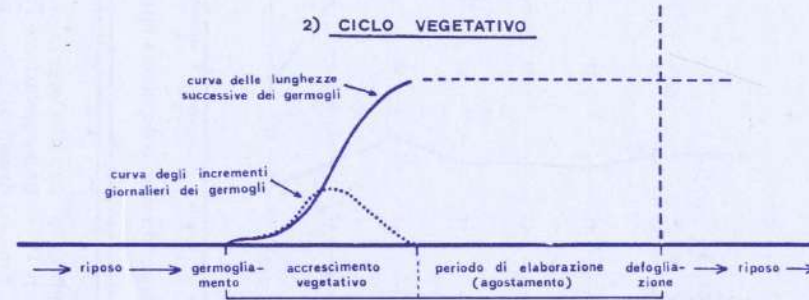
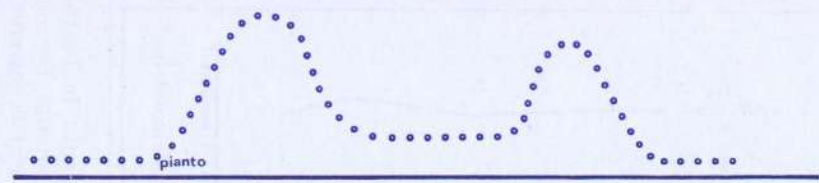


Lunghezza delle fasi fenologiche di vitigni da vino e da tavola rilevate nell'Alessandrino.

attività dell'apparato radicale: non coincide con fasi fenologiche critiche ed esigenti

• Il massimo **sviluppo vegetativo** segue la fase di più intensa attività radicale

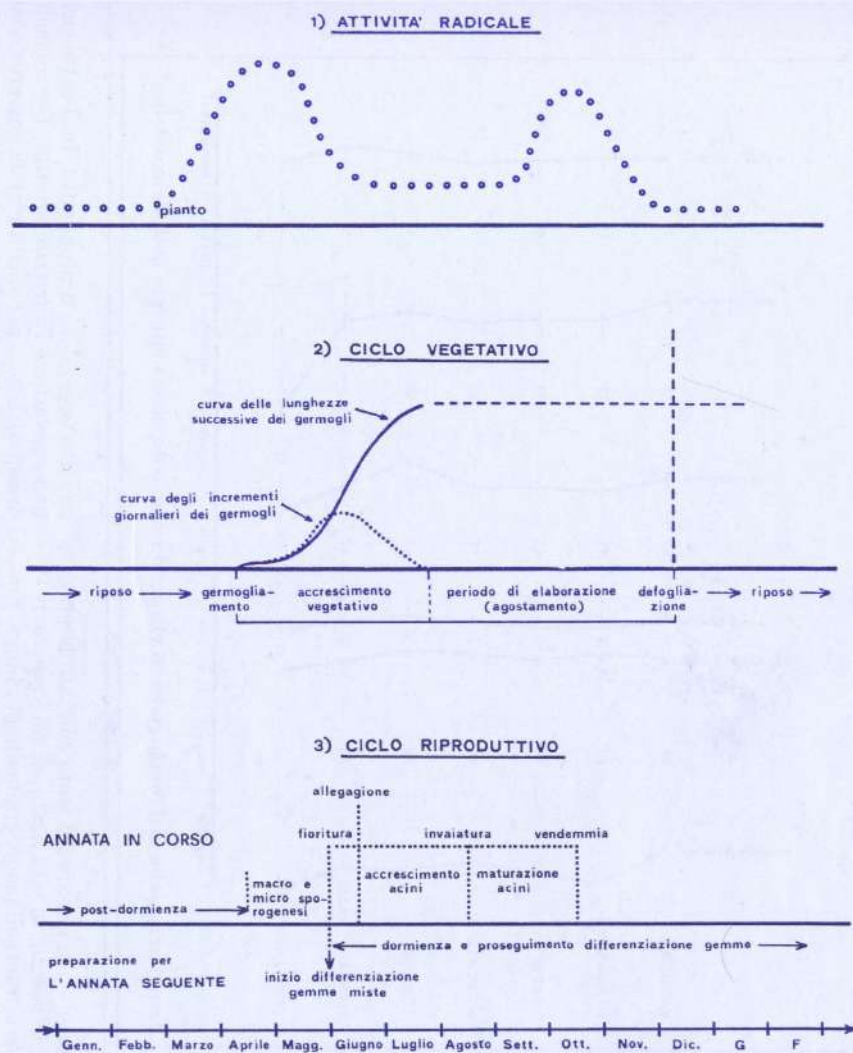
• Il più intenso accrescimento giornaliero si verifica in corrispondenza della fioritura



• **L'accrescimento degli acini** coincide circa con l'accrescimento dei germogli

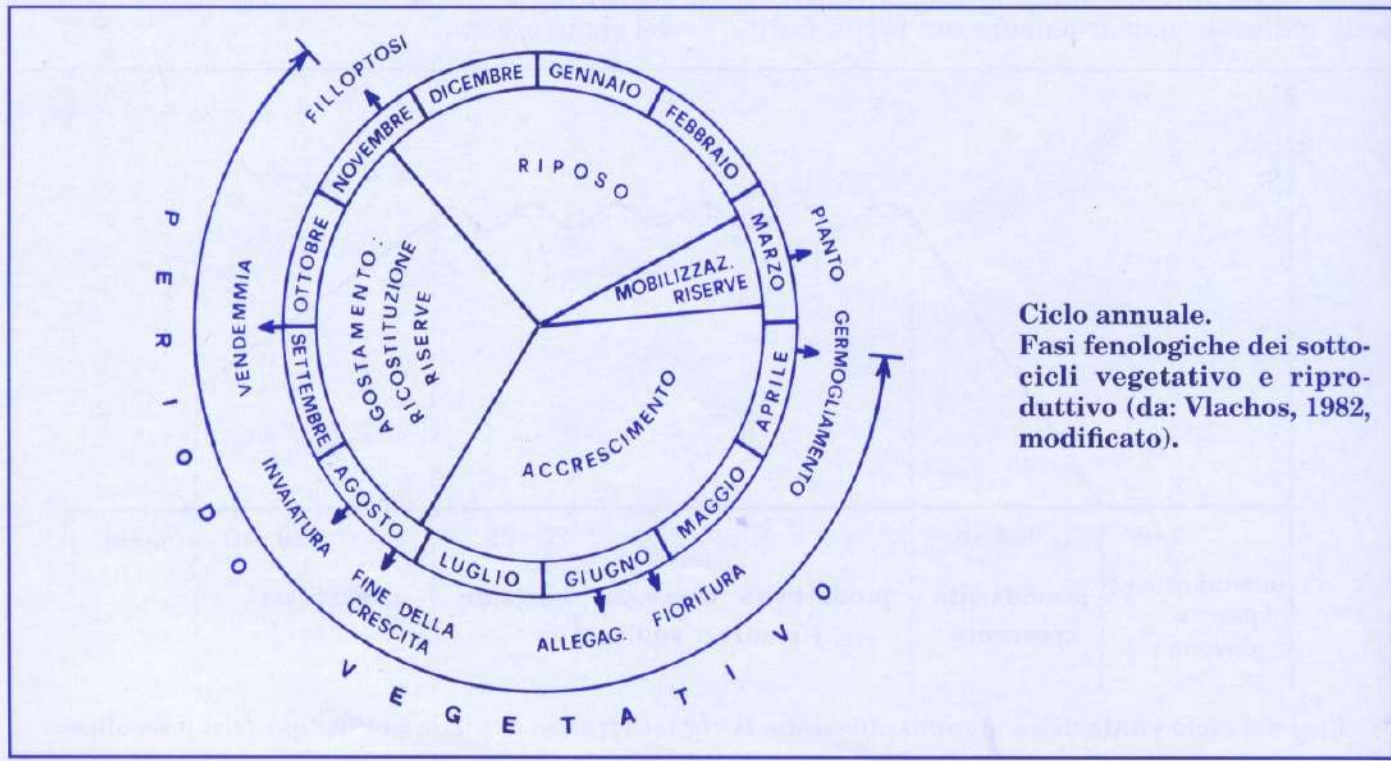
• Altra fase fenologica contemporanea ed esigente è **la differenziazione delle gemme** per il ciclo di fruttificazione dell'anno successivo

• **La maturazione degli acini** avviene quando l'attività radicale è bassa ed i tralci maturano (agostamento)



- Nella ***prima parte del ciclo biologico*** la vite impiega le sostanze di riserva accumulate nell'annata precedente in aggiunta agli elementi assorbiti dal terreno

- Nella ***seconda parte del ciclo biologico*** (dall'invaiaatura o dall'agostamento sino alla filloptosi) la vite provvede alla ricostruzione delle riserve sotto forma di idrati di carbonio nei tralci, nel ceppo e nelle radici



Ciclo annuale.
 Fasi fenologiche dei sottocicli vegetativo e riproduttivo (da: Vlachos, 1982, modificato).

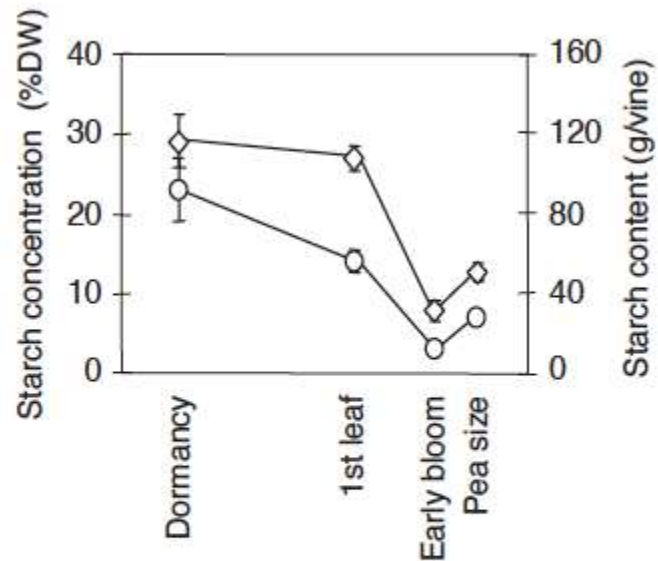
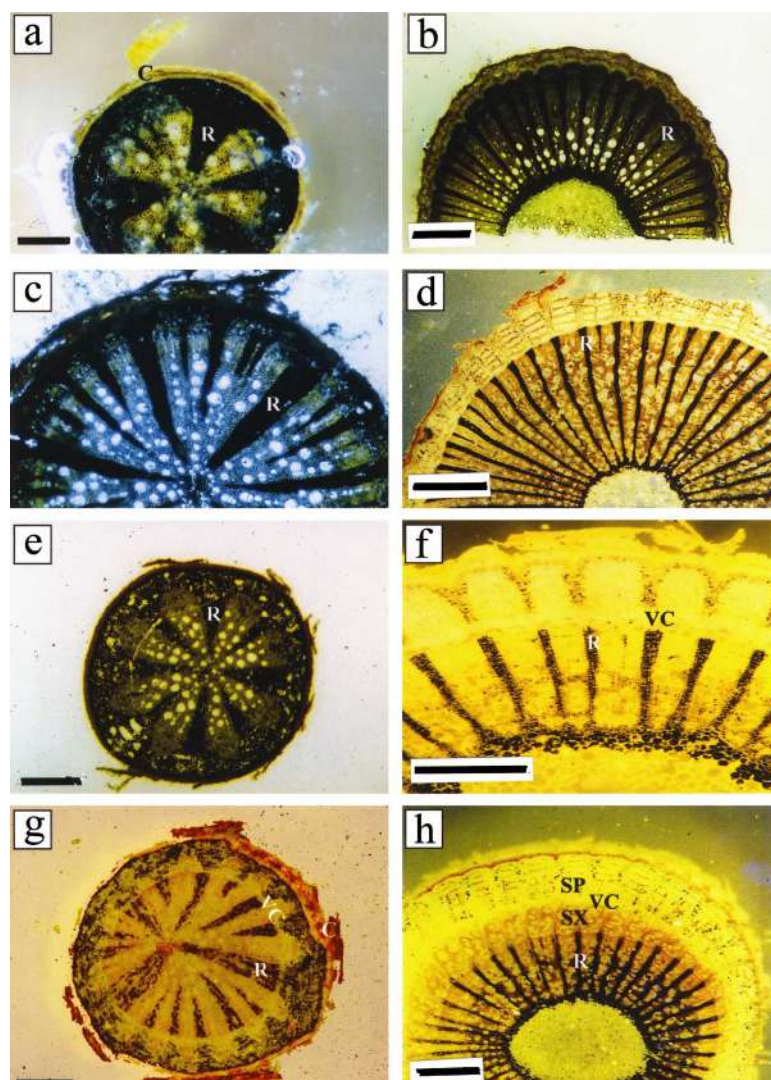


Figure 2. Changes in starch concentration (◇) and starch content (O) in whole perennial tissues (roots+trunk+canes) of grapevine cv. Pinot noir during the third growing season. Data are mean \pm SE of nine plants.

Figure 1. Localization of starch in transverse sections of roots (a,c,e,g) and canes (b,d,f,h) of grapevine cv. Pinot noir during the third growing season after planting. (a and b) End of year 2 (dormancy); (c and d) first leaf fully expanded; (e and f) first flower opened (early bloom); and (g and h) pea berry size. Scale bars .1 mm. C, cortex; R, ray parenchyma; SP, secondary phloem; SX, secondary xylem; VC



La crescita è associata all'attività' fisiologica complessiva della pianta:

- **Assorbimento acqua e sali minerali**
- **Assimilazione fotosintetica**
- **Respirazione**
- **Trasporto dei fotoassimilati e delle sostanze elaborate**
- **Traspirazione**

Condizionamenti della crescita:

- **Stato idrico** > Moltiplicazione, ingrandimento cellulare e organogenesi sono particolarmente sensibili
- **Temperatura** > Fotosintesi, respirazione, traspirazione e biosintesi

Soglia per la vite 10° C

Ottimale 20-25 ° C

Arresto 35-38 ° C

- **Suolo** > Temperatura. Fertilità
- **Luce** > allungamento degli internodi, induzione differenziazione antogena
- **Pratiche colturali** > Disponibilità di elementi nutritivi, sostanza organica, acqua.

Ciclo BIOLOGICO della vite

1. SOTTOCICLO VEGETATIVO (ANNUALE)

- sviluppo vegetativo del germoglio
- agostamento del germoglio
- riposo vegetativo invernale

2. SOTTOCICLO RIPRODUTTIVO (BIENNALE)

- differenziazione delle gemme ibernanti
- fioritura ed allegagione
- accrescimento degli acini
- maturazione degli acini

1. SOTTOCICLO VEGETATIVO (ANNUALE)

FISIOLOGIA DELLA CRESCITA VEGETATIVA

IL PIANTO

L'inizio dell' **ACCRESIMENTO VEGETATIVO** è segnalato dalla fuoriuscita di liquido dai tagli di potatura non ancora pienamente rimarginati



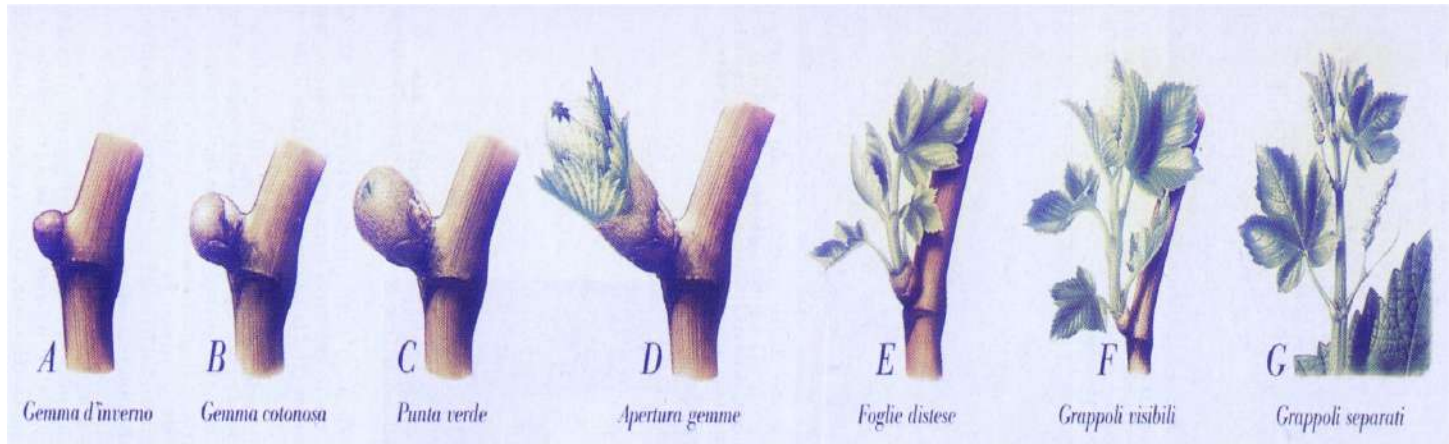
Il liquido è linfa xilematica composta da sostanze minerali ed organiche (soprattutto glucosio proveniente dall'idrolisi dell'amido radicale)

- **Aumento potenziale osmotico radicale**
- **Metabolismo delle riserve zuccherine con degradazione degli amidi (insolubili) in zuccheri più semplici (solubili)**
- **Ripristino conducibilità xilematica**
- **Reidratazione delle gemme**
- **Trasporto di citochinine dalla radice**
- **Attivazione della respirazione cellulare e ripresa dell'assorbimento degli elementi minerali**

GERMOGLIAMENTO



- rigonfiamento della gemma
- apertura delle bratte gemmarie
- emissione delle foglioline



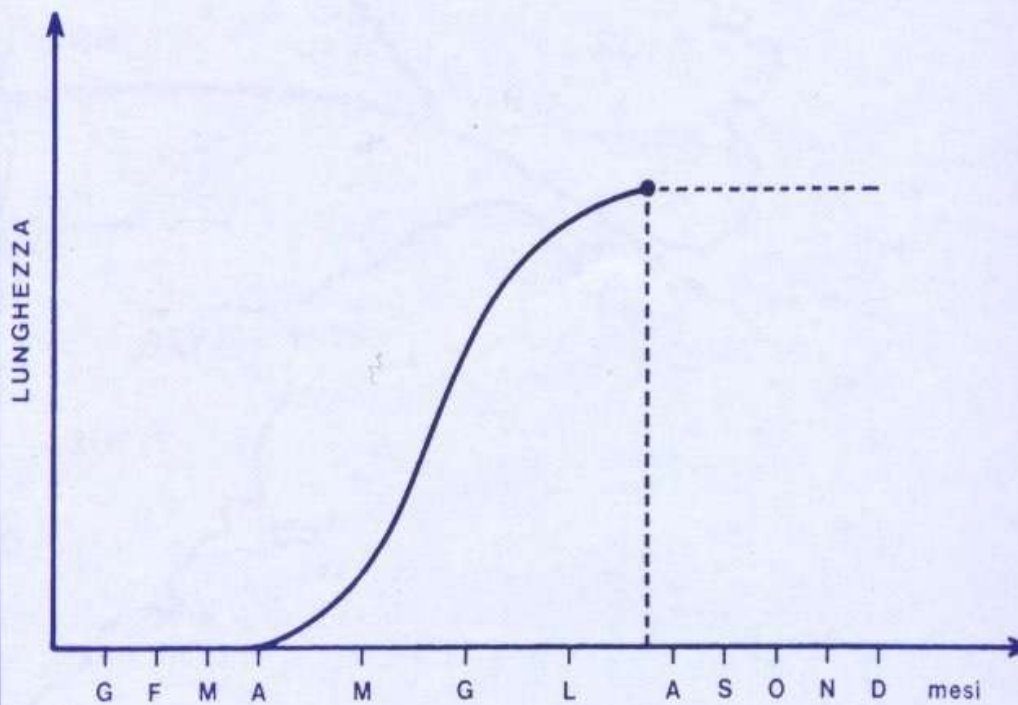
<https://grapesandwine.cals.cornell.edu/newsletters/appellation-cornell/2012-newsletters/issue-9/how-grapevines-reconnect-spring>

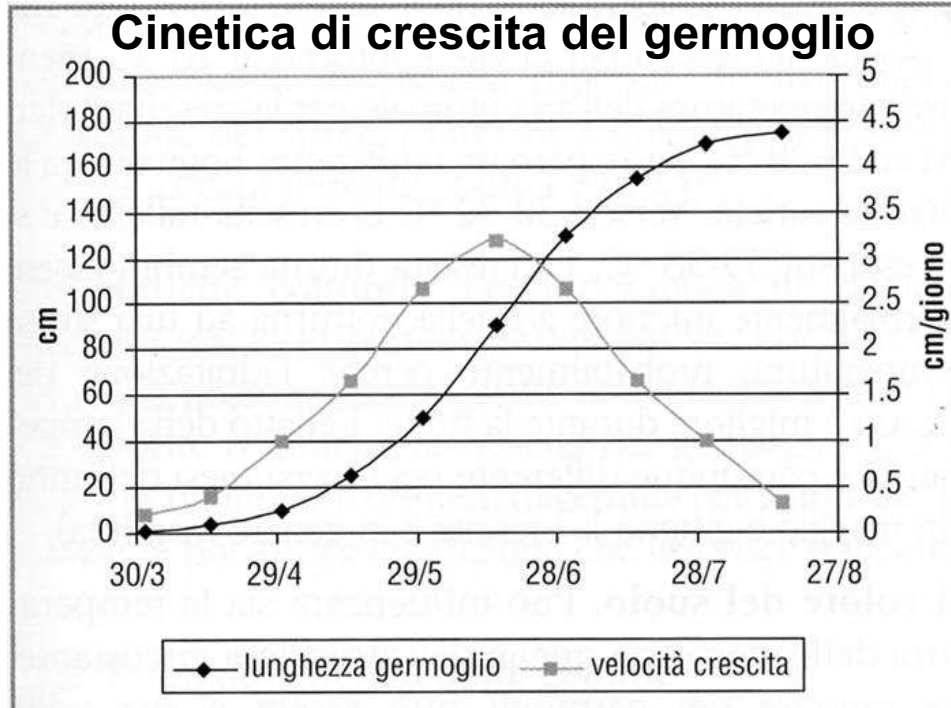
Accrescimento dei germogli

-fase iniziale di accrescimento lento, subito dopo l'apertura della gemma- **Distensione cellulare delle parti pre-formate**

-progressivo incremento del ritmo di accrescimento, con intensità massima (accrescimento relativo giornaliero) raggiunto ad inizio Giugno - **Proliferazione cellulare dei tessuti meristematici apicali**

Curva di accrescimento a **SIGMOIDE SEMPLICE**





- La massima velocità d'accrescimento (da 2 a 4 cm al giorno) è raggiunta in corrispondenza dell'antesi
- in Agosto il germoglio raggiunge la sua lunghezza finale ed inizia la fase successiva di maturazione
- l'accrescimento può continuare sulle femminelle

FATTORI CHE INFLUENZANO LO SVILUPPO E LA CRESCITA DEL GERMOGLIO

- 1. genetici**
- 2. nutrizionali**
- 3. ormonali**
- 4. colturali**
- 5. ambientali**

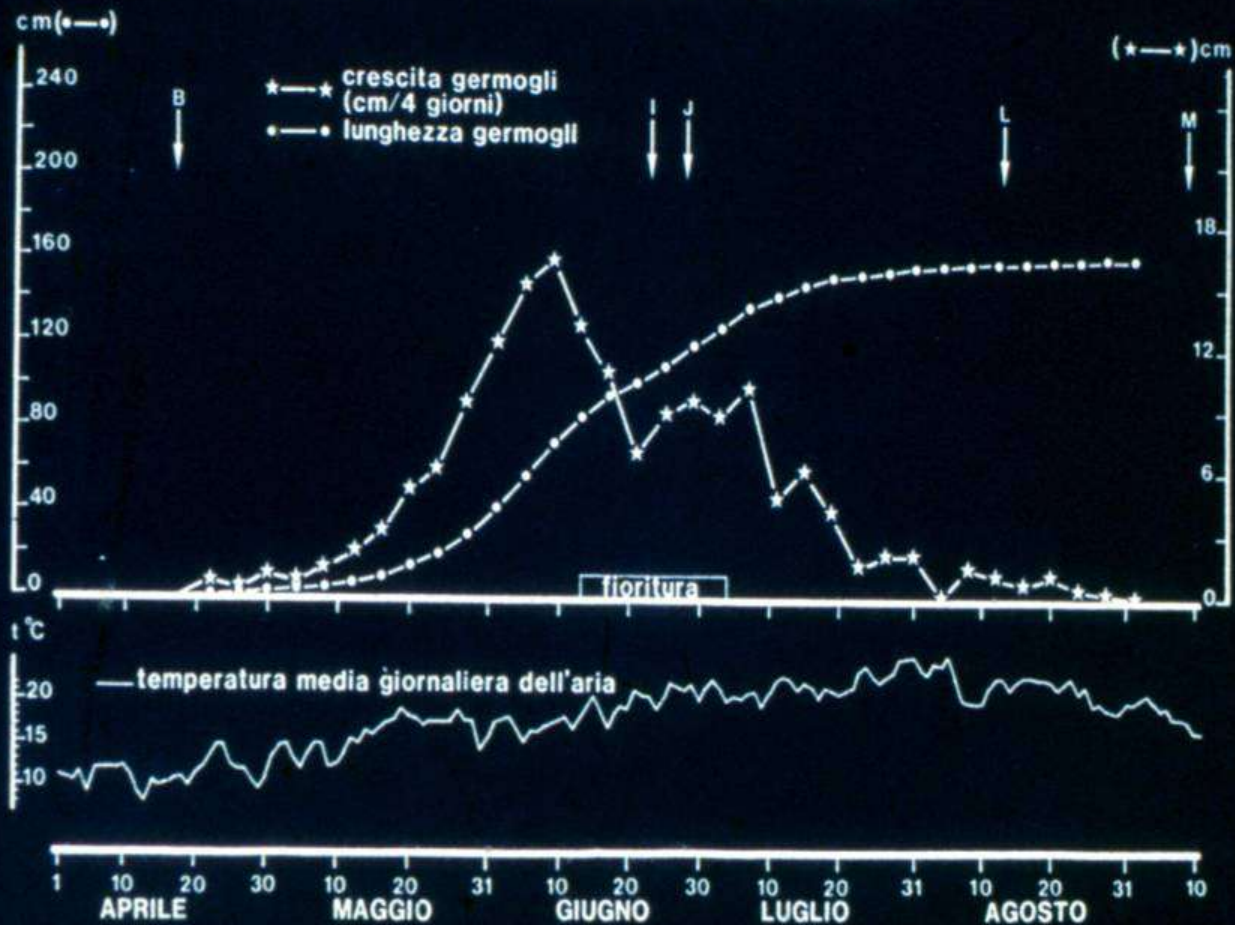
1.FATTORI GENETICI

Si tratta di caratteri direttamente attribuibili alla
combinazione VITIGNO – PORTAINNESTO

Vigore > Potenzialità genetica di crescita

ALBANA

Settefonti 1984-86



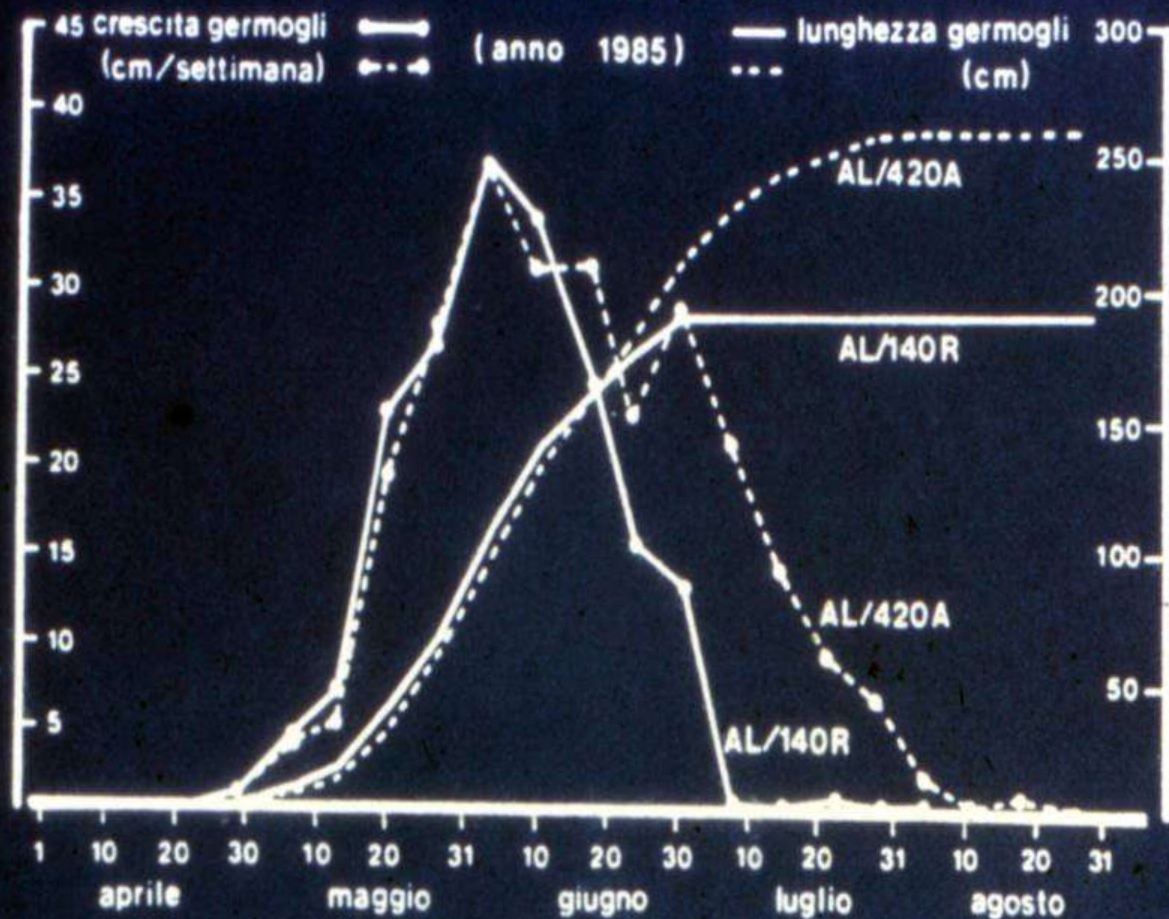
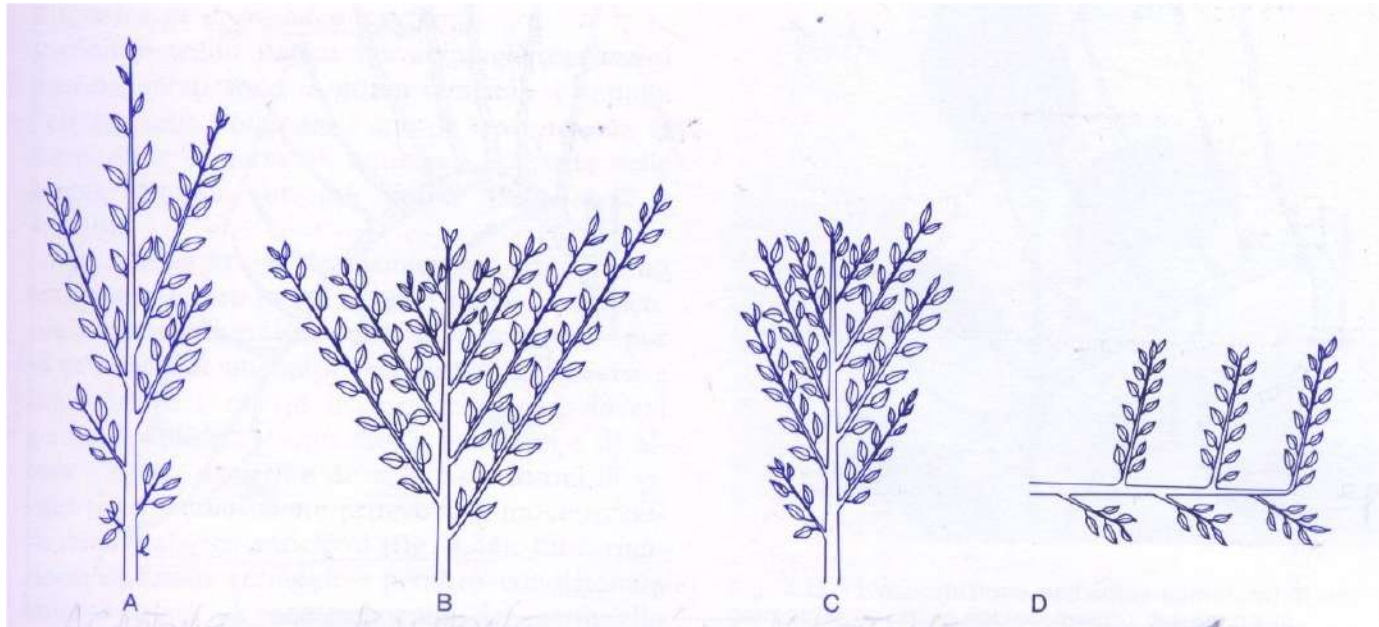


Figura 1 - Allungamento dei germogli e loro velocità di crescita nelle viti di «Albana» innestate su 140 R e su 420 A.

PIANTE ACROTONE: i germogli apicali si sviluppano più di quelli mediani e di quelli basali. È *mantenuta quindi la situazione iniziale dal germogliamento allo sviluppo completo della nuova vegetazione*

•**PIANTE BASITONE:** (ad esempio l'olivo): i germogli basali hanno un ritmo di crescita maggiore di quelli mediani od apicali

•**PIANTE MESOTONE:** i germogli raggiungono la medesima lunghezza, indipendentemente dalla loro posizione sul ramo



Nella Vite le gemme collocate nell'estremità superiore del tralcio di un anno sono le prime ad aprirsi secondo un

GRADIENTE VEGETATIVO di tipo ACROTONO



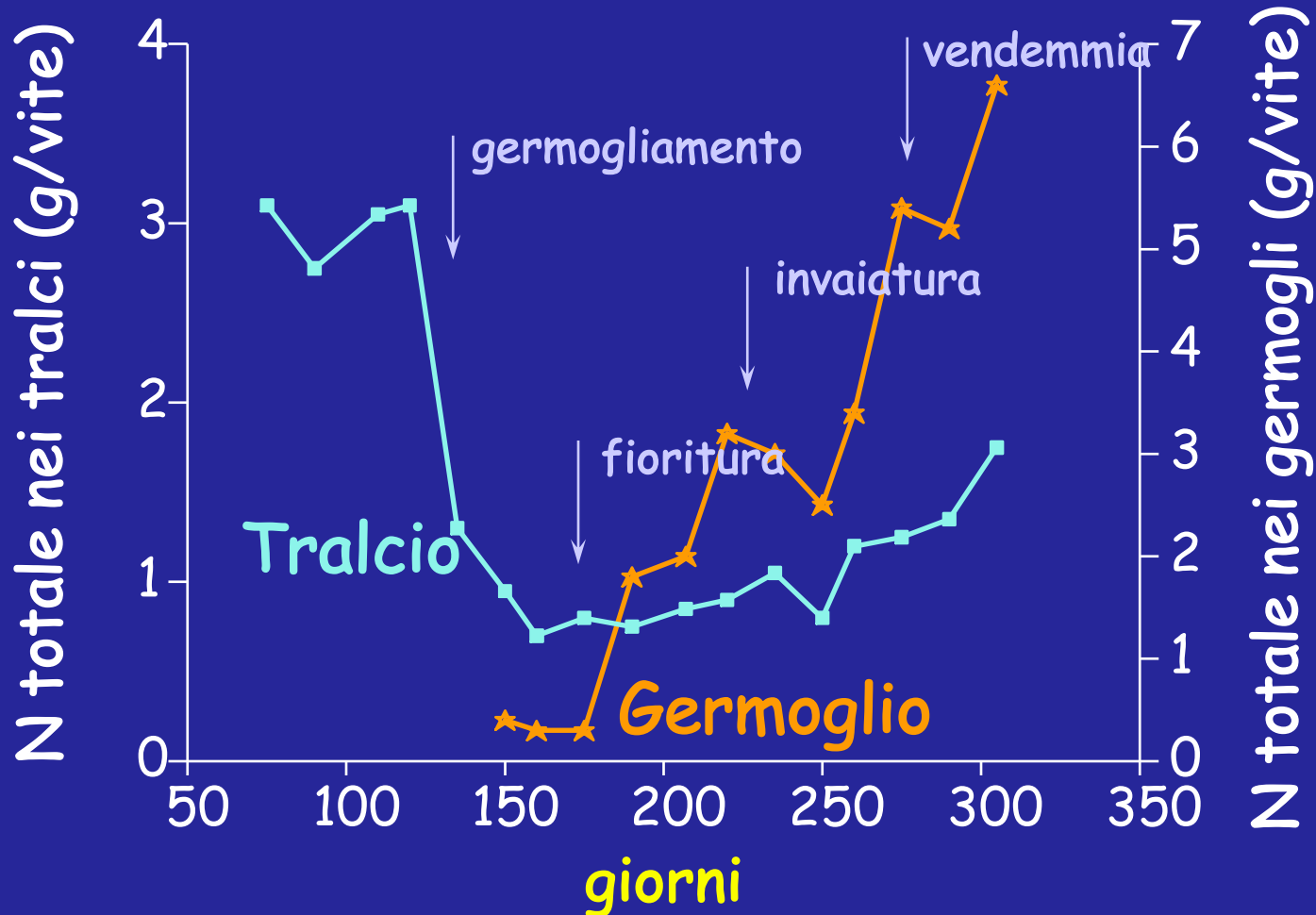
Le **citochinine** prodotte dalla radice e trasportate nella parte aerea con il pianto non si distribuiscono in maniera uniforme lungo il germoglio ma arrivano in dose maggiore nelle gemme distali che in risposta sintetizzano **auxine** (IAA) inducendo la dominanza apicale.

- Il gradiente si riferisce alle **PRIME FASI DELLO SVILUPPO** del germoglio, il cui allungamento può essere modificato dallo specifico HABITUS della specie, dalla posizione del germoglio lungo il ramo e da tutti gli altri fattori coinvolti nella crescita del germoglio

2. FATTORI NUTRIZIONALI

- **IMPIEGO DELLE RISERVE** nella prima fase di sviluppo del germoglio, quando ancora la capacità di fotosintesi delle foglie appena formate è insufficiente
- **MECCANISMO AUTOCATALITICO** conseguente all'aumento delle capacità di fotosintesi e di organizzazione di carbonio da parte delle *foglie*
- Influiscono in particolare la **DISPONIBILITÀ DI ELEMENTI NUTRITIVI E DI ACQUA**
- Ruolo centrale nell'accrescimento dei germogli è svolto in particolare dall'**AZOTO** (utilizzato in tutti i processi di sintesi di proteine nelle nuove cellule)

Variazioni dell'azoto totale

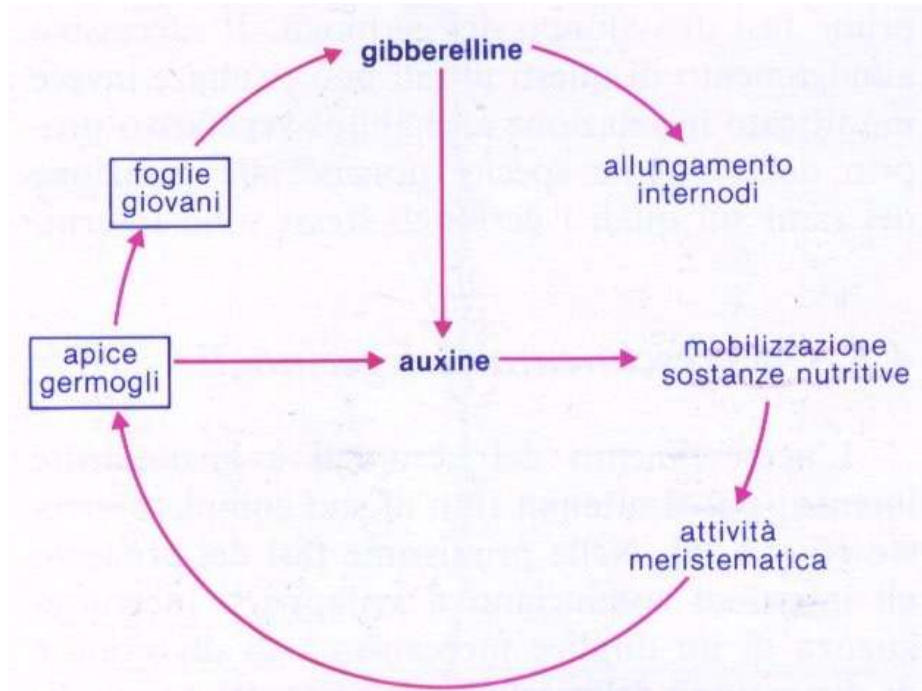


3. FATTORI ORMONALI

le **AUXINE** e le **GIBBERELINE** appaiono come le forme ormonali più direttamente coinvolte nell'accrescimento dei germogli

•**auxine**: prodotte dall'apice del germoglio *richiamo di sostanze nutritive all'apice*

•**gibberelline**: prodotte dalle **foglioline subapicali** proteggono le auxine dalla degradazione e ne incrementano la funzionalità. le gibberelline hanno inoltre un effetto sulla **DISTENSIONE CELLULARE E SULL'ALLUNGAMENTO** dei germogli



4. FATTORI CULTURALI

- **Altezza dal suolo**
- **Posizionamento tralci**
- **Tipo e Epoca di potatura**

EFFETTO DI INTERVENTI COLTURALI
(INCLINAZIONE-PIEGATURA-CURVATURA)
SUL NORMALE PORTAMENTO VEGETATIVO
DELLA PIANTA

- su una pianta **acrotona**, l'inclinatura limita il differenziale di sviluppo tra i germogli
 - su una pianta **basitona**, la curvatura accentua ulteriormente lo sviluppo dei germogli basali
- La vite è originariamente una pianta **ACROTONA**. Pratiche colturali differenti, quali: curvatura inclinatura e piegatura, possono modificarne sensibilmente l'habitus originario

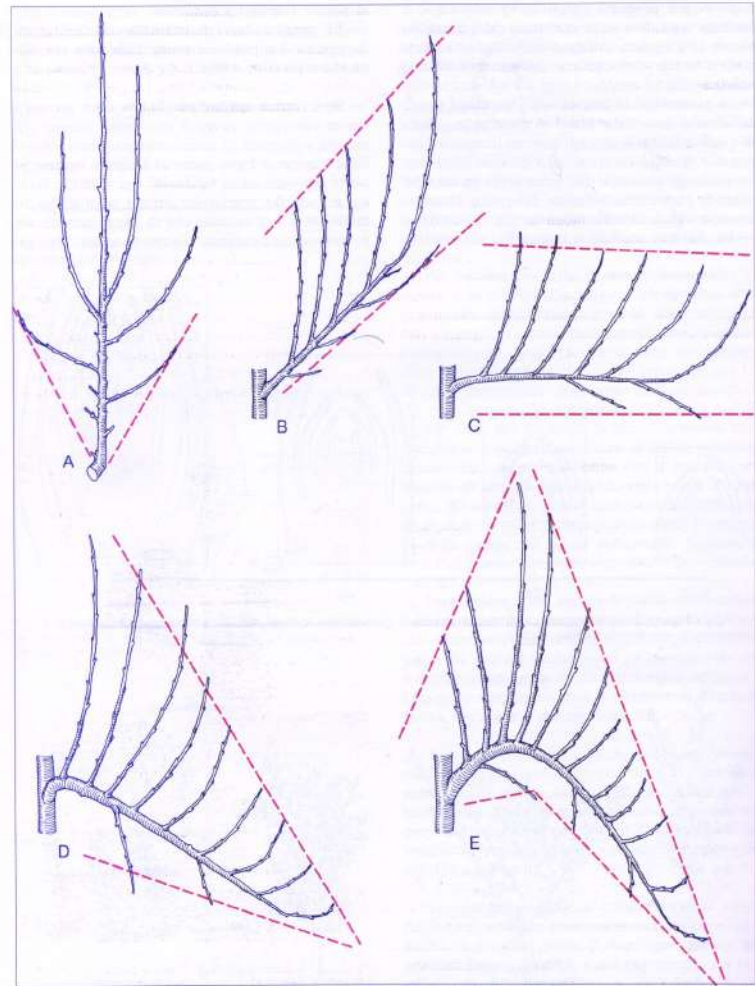


Fig. 4.41 - Effetto dell'inclinazione (B e C), della piegatura (D) e della curvatura (E) di un ramo sullo sviluppo finale dei germogli in una pianta acrotone il cui normale gradiente vegetativo è schematizzato in (A).









EPOCA DI POTATURA

Operazione che puo' essere diluita nel periodo che va dalla caduta delle foglie alla ripresa vegetativa

PRECOCE leggero anticipo del germogliamento danni gelate tardive

TARDIVA stimola il pianto che non sembra pregiudicare lo sviluppo vegeto- produttivo della pianta. Ritardo di germogliamento

INTENSITÀ DI POTATURA INCIDE SULLA

Percentuale di germogliamento:

<100% (alcuni nodi non schiudono; bassa vigoria germogli; potatura troppo ricca?)

=100% (in media un germoglio per nodo; vigoria e potatura equilibrata)

>100% (molti germogli secondari; elevata vigoria dei germogli; potatura troppo povera?)



5. FATTORI AMBIENTALI

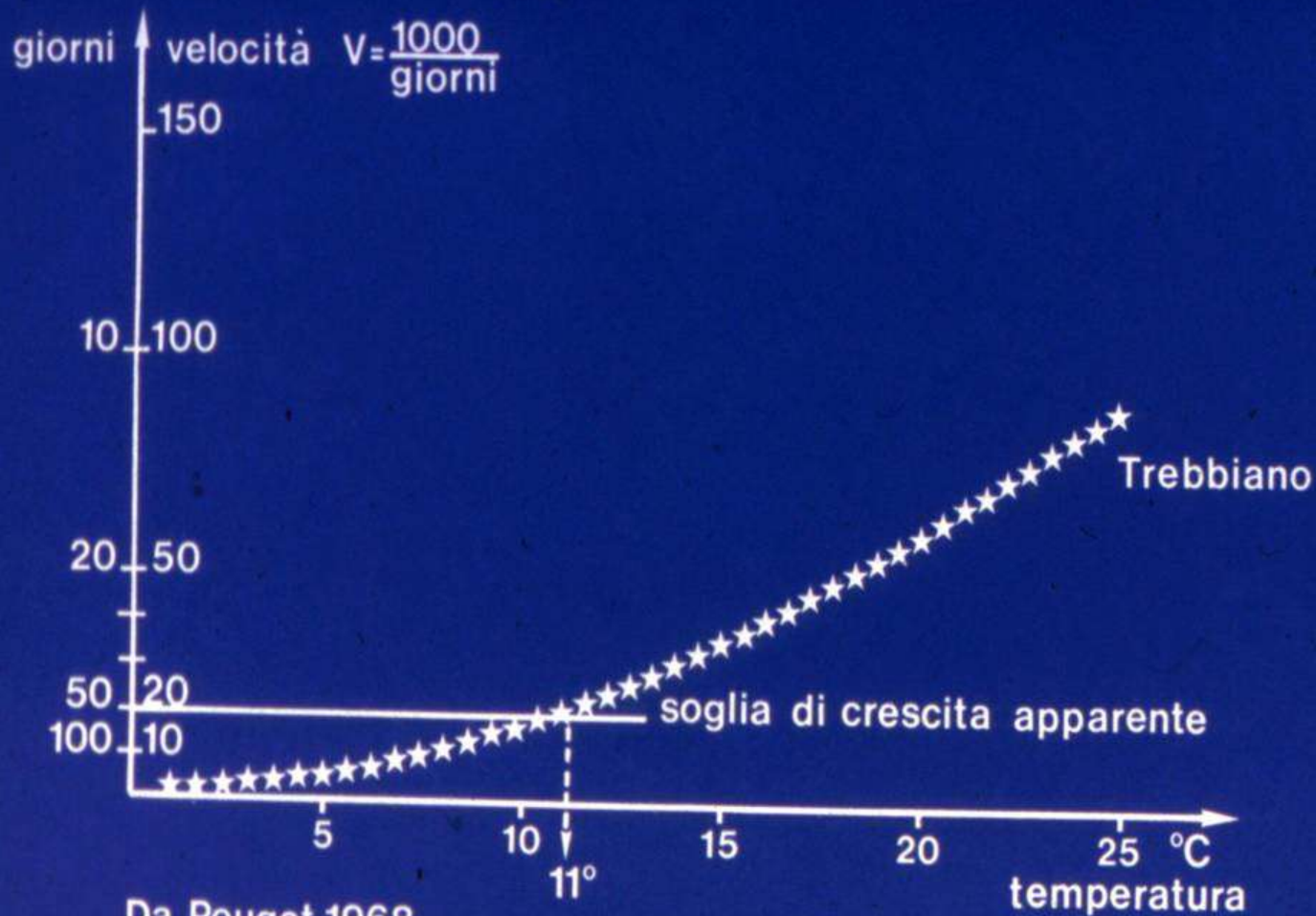
TEMPERATURA

•SOGLIA MINIMA DI VEGETAZIONE

- Cambia a seconda del genotipo, e può variare da $4.3^{\circ} C$ (*V. riparia*) a $10^{\circ} C$ (*V. vinifera*).
- In EUROPA LO ZERO VEGETATIVO È POSTO A CIRCA $10^{\circ} C$ ed il germogliamento avviene quando questa temperatura è mantenuta per una decina di giorni

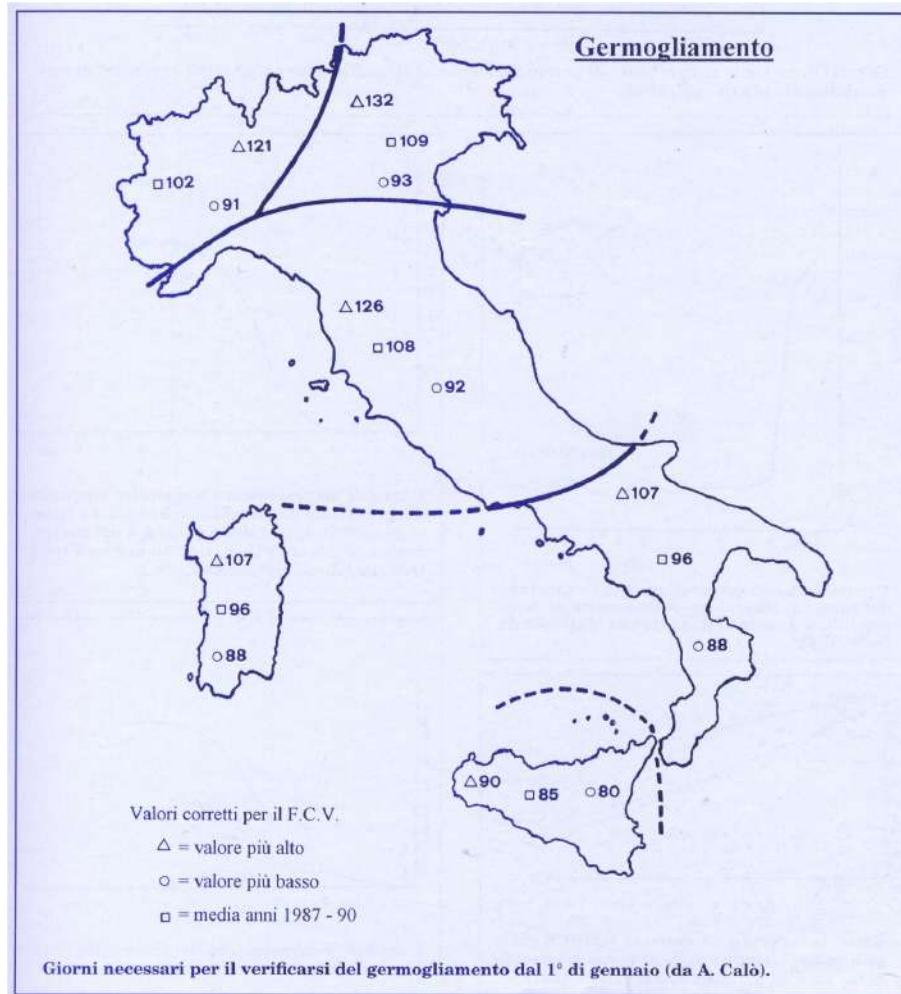
La soglia termica di crescita reale corrisponde alla temperatura alla quale inizia l'attività cellulare (4-5° C).

La soglia di crescita apparente (zero di vegetazione) corrisponde alla temperatura media giornaliera alla quale si manifesta il germogliamento (8-12 ° C).



Da Pouget, 1968

**EPOCA DI
GERMOGLIAMENTO:**
giorni necessari a partire
dal 1° gennaio



5. FATTORI AMBIENTALI:

FOTOPERIODO

- influenza la velocità e la durata dell'allungamento del germoglio
- La vite è una pianta ***LONGIDIURNA***, ***richiede luce per 12 ore o più*** per accrescersi. In agosto, infatti, quando il fotoperiodo si riduce cessa anche la fase di allungamento del germoglio
- Il fotoperiodo ***influenza inoltre anche il quadro ormonale***: in agosto cessa lo stimolo alla produzione di ormoni di crescita (auxine e gibberelline) a vantaggio di quelli inibitori -ABA- con conseguente rallentamento ed arresto della crescita

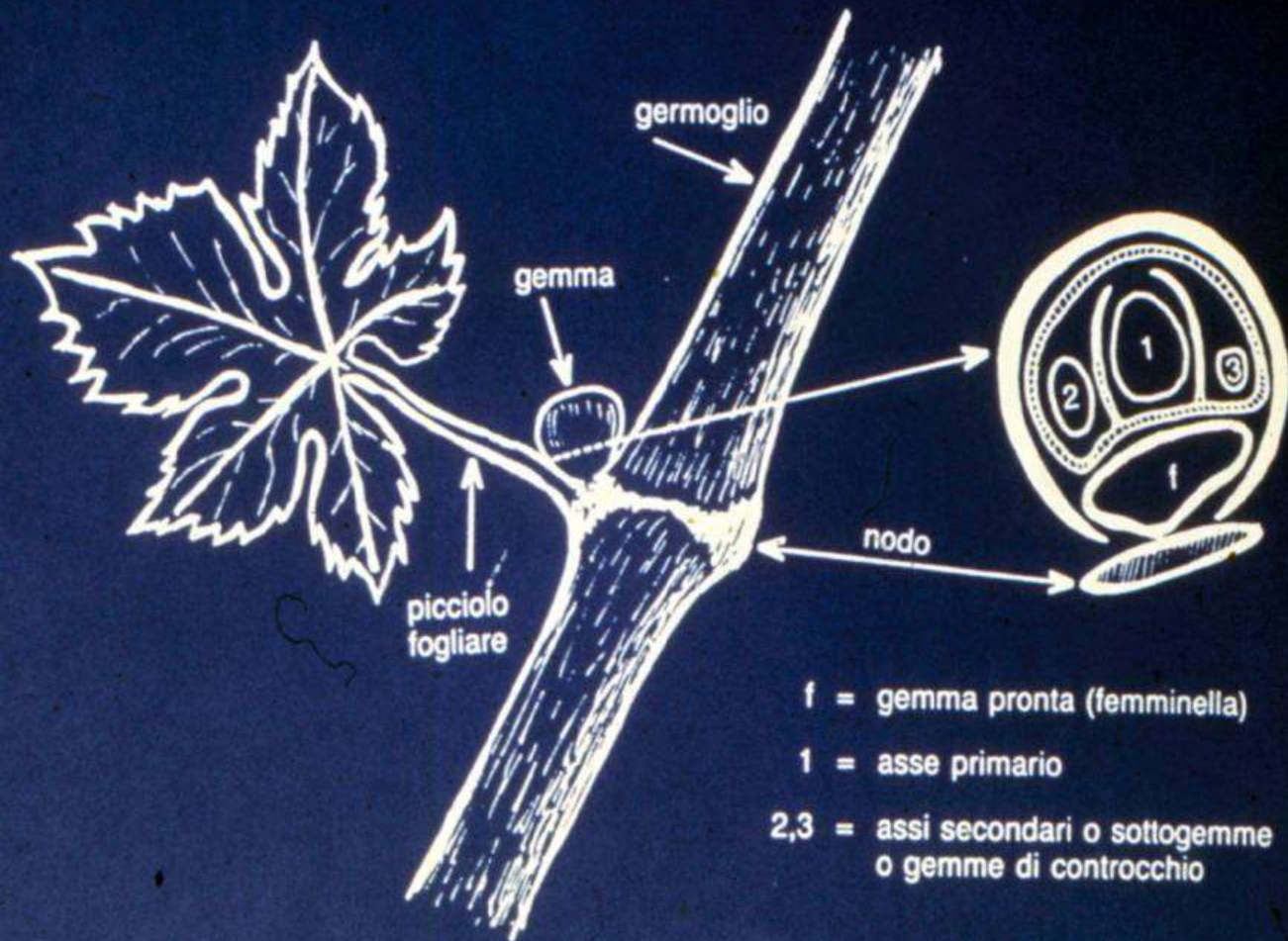
I germogli secondari (FEMMINELLE) hanno origine dalle gemme pronte e schiudono ad una certa distanza dall'apice (dominanza apicale) in funzione della vigoria e delle condizioni dell'ambiente

GEMMA PRONTA

Debole condizionamento iniziale alla quiescenza endogena

- a) fattori principali di condizionamento:
apice meristemático in crescita

- b) rimozione del condizionamento:
cimatura



f = gemma pronta (femminella)

1 = asse primario

2,3 = assi secondari o sottogemme
o gemme di controcchio

Condizionamenti annuali delle gemme

Inibizioni correlate

Complesso
gemmario

Gemma ibernante
Gemma pronta

Germoglio in crescita







26.6.2002



AGOSTAMENTO



PERIODO DI ELABORAZIONE O DI AGOSTAMENTO

- L'agostamento è un processo di maturazione da parte del germoglio, coincidente con l'**accumulo di sostanze di riserva nei tessuti, in modo particolare di amido**

- va dall'inizio di agosto, quando il germoglio termina di allungarsi, fino alla caduta delle foglie a fine stagione vegetativa*

- Durante questa fase il germoglio perfeziona la propria **struttura secondaria** attraverso l'**accumulo di amido** nei raggi midollari e parenchimatici assieme alla comparsa del periderma e del ritidioma



Femminella (a sinistra), con alla base la gemma mista.

**La lignificazione è a scalare e procede
dalla parte basale**

Il germoglio diventa tralcio

Durante l'agostamento cambia anche il **colore esterno** del germoglio che vira al marrone, il colore tipico dei tralci o sarmienti

Un buon agostamento, e quindi accumulo di sostanze di riserva negli organi perenni, è propedeutico per una serie di eventi fisiologici:

- differenziazione delle gemme
- livello di produzione dell'anno successivo
- qualità della produzione dell'anno in corso (richiamo di zuccheri ed elementi minerali di riserva accumulati negli organi perenni della pianta)

Fattori che influiscono sulla maturazione dei germogli:

1) ***stato nutrizionale***

2) ***trattamenti antiparassitari*** (effetto indiretto su ormoni promotori della crescita - auxine)

3) ***irrigazione e portainnesti vigorosi***

4) ***competizione attività produttiva/attività vegetativa***: se la prima è troppo accentuata e troppo esigente in fatto di destinazione delle sostanze di riserva, l'agostamento è ritardato o insufficiente

5) ***eventi ambientali avversi*** - grandine, vento, patogeni - deprimendo la fotosintesi si riduce la disponibilità delle molecole base dell'amido

CADUTA FOGLIE



formazione di un setto suberificato tra picciolo e lamina.

Anticipato dalla lunga fase di senescenza :

Ridotte le potenzialità fotosintetiche

Traslocazione degli elementi (soprattutto N e K) verso altri organi della pianta

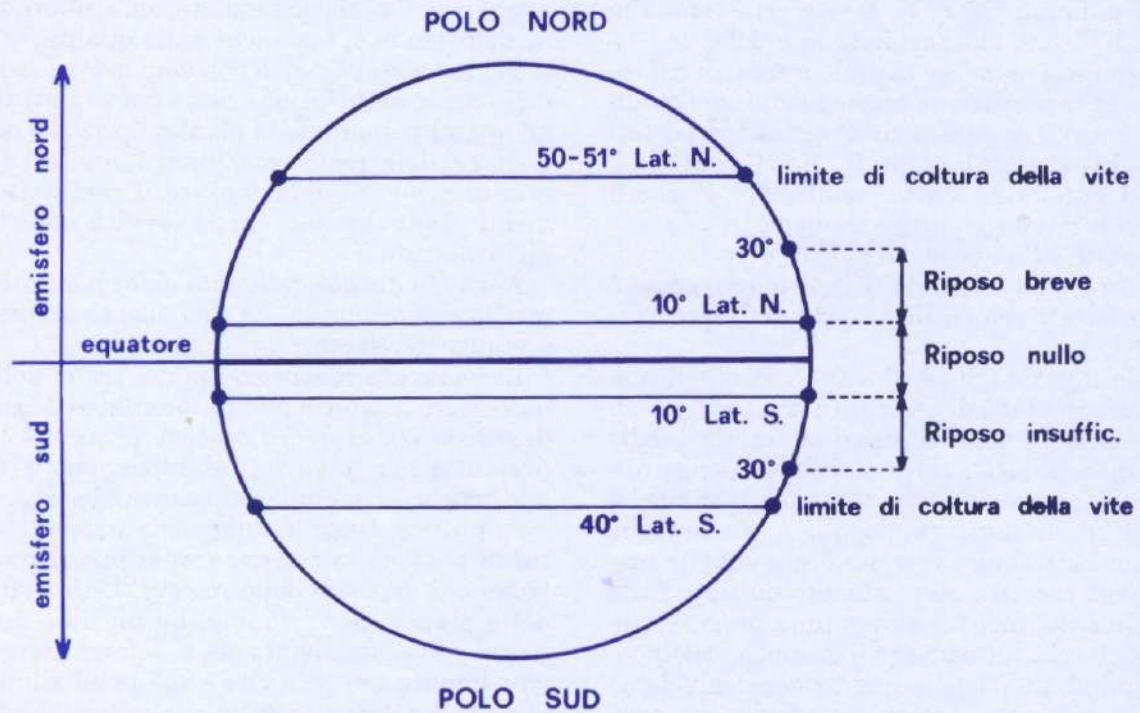
Progressiva degradazione della clorofille

Aumento concentrazione di ormoni inibitori (acido abscissico)

La caduta puo' avvenire in maniera rapida in caso di gelate autunnali precoci o attacchi di parassiti

PERIODO DI RIPOSO

- prima fase: ***richiamo degli zuccheri*** presenti nel lembo fogliare prima della abscissione fogliare
 - seconda fase: ***costituzione di riserve di zuccheri*** (sotto forma di amido ed emicellulose) negli organi perenni (tralci, fusto, radici)
 - terza fase: ***trasformazione in zuccheri semplici*** attraverso degradazione delle molecole complesse di riserva
- Accade quindi che in un periodo di apparente riposo (***mesi invernali dopo la caduta delle foglie***), ***nei tralci la concentrazione di zuccheri aumenti del 30-40%***



Distribuzione e limiti geografici della vite ed effetti sul riposo.

- In condizioni di **clima tropicale** la vite diventa come una sempre verde, ossia le foglie vecchie e giovani sono presenti contemporaneamente in un turnover continuo (vegetazione in continuo)

- Ciò comporta una presenza continuativa di ormoni inibitori tipici delle foglie vecchie, che impediscono la differenziazione delle gemme e la fruttificazione

TECNICHE PER LA PRODUZIONE IN AMBIENTI TROPICALI

- defogliazione artificiale**, per indurre l'entrata in una fase di riposo forzato

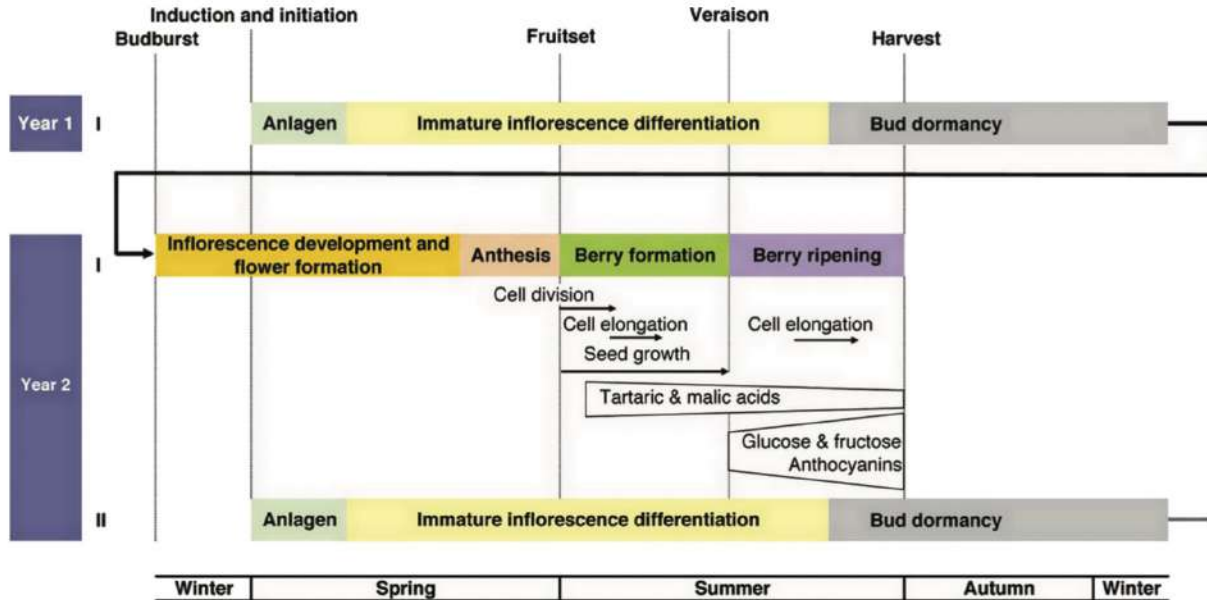
- A cui segue uno sviluppo di nuove foglie che, determinando la produzione di auxine, stimolano la **differenziazione antogena** delle gemme e quindi l'entrata in produzione della pianta

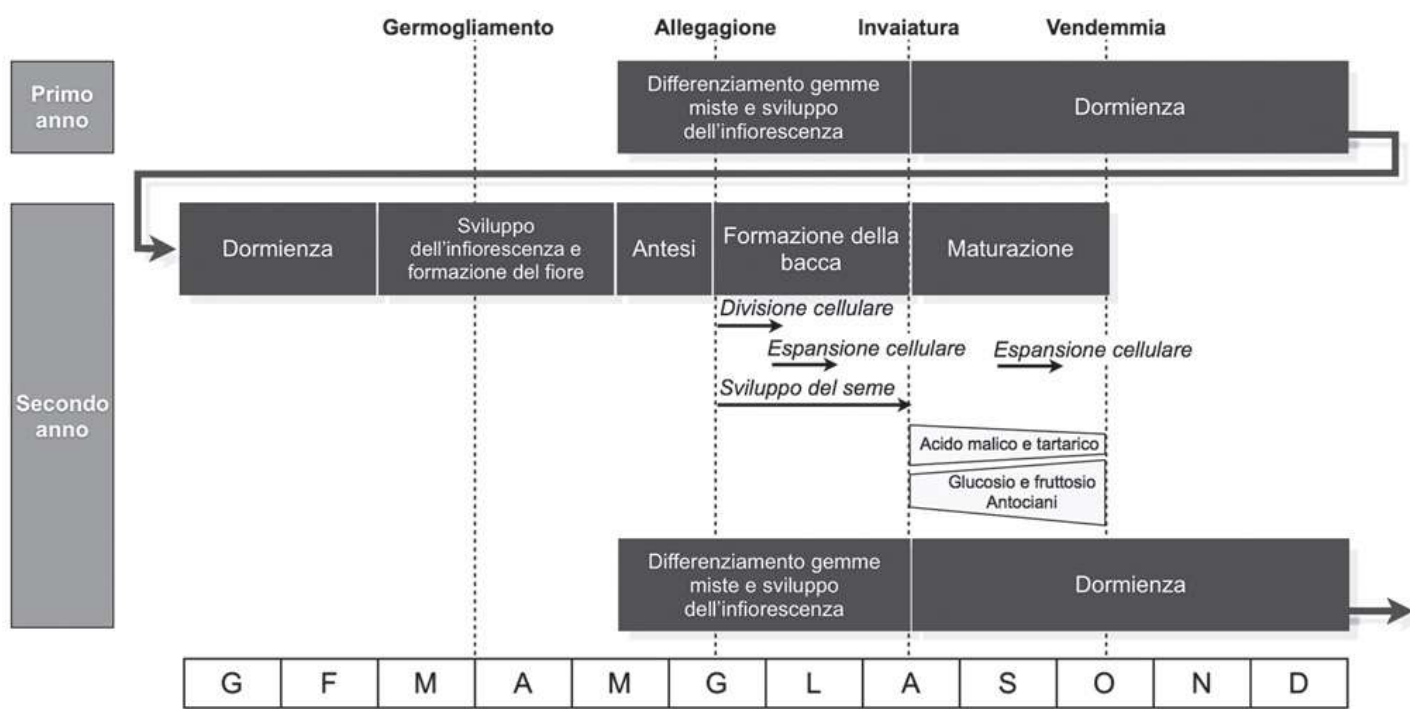
- impiego di sostanze ormonali** (tipo **idrogeno cianamide H_2CN_2**) per l'uscita delle gemme dalla dormienza

2. SOTTOCICLO RIPRODUTTIVO (BIENNALE)

**Crescita e sviluppo
DELLA GEMMA IBERNANTE**

The two-season grapevine reproductive developmental cycle (Carmona 2008, after Combe and Iland 2004)





Ciclo riproduttivo biennale della vite, con indicazioni riguardanti la differenziazione e sviluppo delle infiorescenze e dei fiori, la fioritura, le diverse fasi di sviluppo della bacca e l'andamento del rapporto zuccheri/acidi. L'inizio e la fine degli stadi fenologici e della raccolta possono variare in maniera anche significativa in relazione all'areale di coltivazione, all'andamento stagionale, al genotipo e alle pratiche colturali adottate

Ciclo riproduttivo delle gemme ibernanti

- biennale

- processo di induzione antogena inizia durante la crescita germoglio. All'ascella delle foglie si sviluppano delle gemme che potranno evolvere in senso riproduttivo (si possono cioè formare gli abbozzi dei primordi fiorali)

- processo di differenziazione morfologica inizia nella primavera ancora prima del germogliamento e consiste in una nuova organogenesi cioè la differenziazione definitiva degli organi fiorali (sepali, petali, stami e ovario).

IL PROCESSO DI DIFFERENZIAZIONE ANTOGENA NELLA VITE PUÒ ESSERE ARTICOLATO IN 3 FASI:

1.FORMAZIONE DEL PRIMORDIO INCOMPLETO (**Anlagen**)
nell' apice di gemme dormienti in germogli dell' anno
corrente

2.EVOLUZIONE DEL PRIMORDIO INCOMPLETO IN
PRIMORDIO FIOREALE O PRIMORDIO DEL VITICCIO e
successiva entrata in dormienza della gemma

3.FORMAZIONE DEI FIORI A PARTIRE DAI PRIMORDI
dell' infiorescenza al momento dell' apertura delle gemme
nella primavera successiva

Apice vegetativo

ANLAGE

(primordio indifferenziato)

**Primordio
del viticcio**

in vivo



Germoglio

in vitro

INFIORESCENZA

in vivo e in vitro

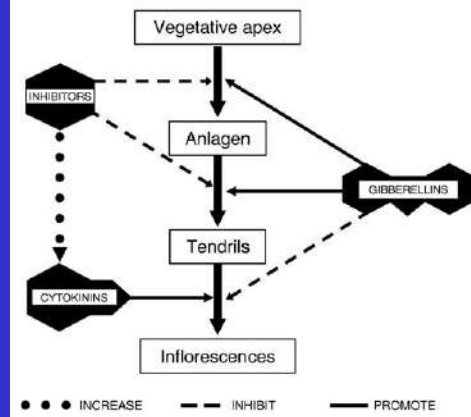


Viticcio

FIORI

ACINI

da Srinivasan e
Mullins, 1981



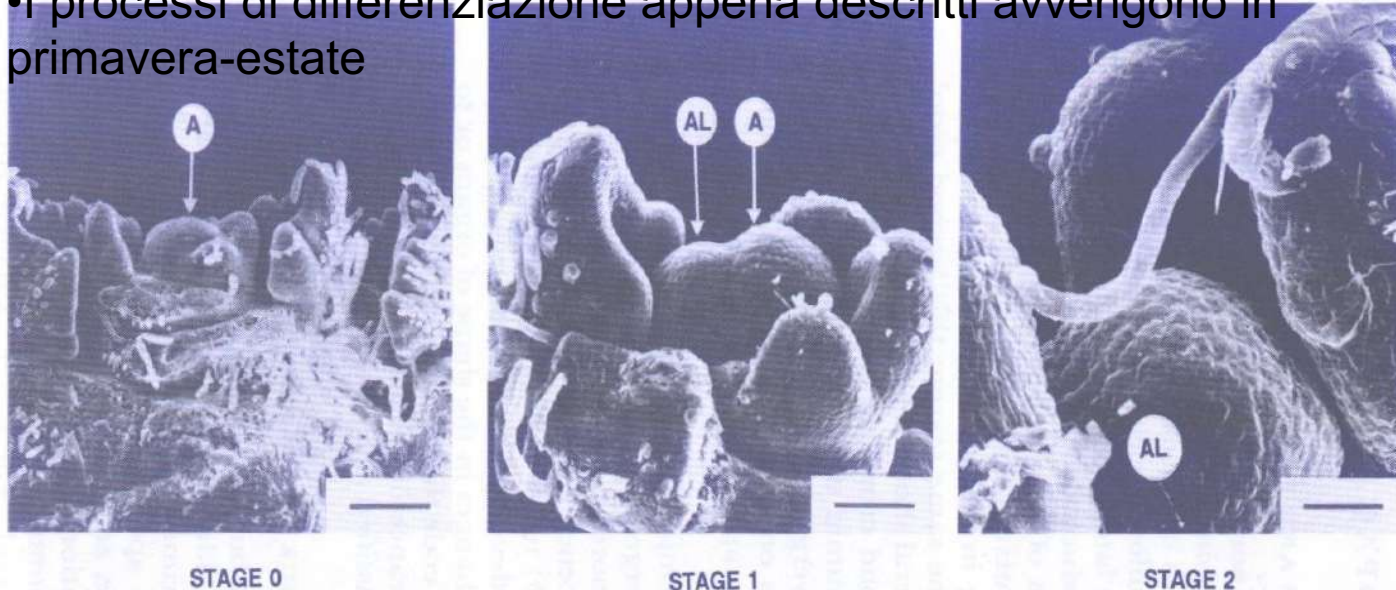
1. FORMAZIONE DEL PRIMORDIO

INCOMPLETO (Anlagen) all'apice di gemme dormienti in germogli dell'anno corrente

• **Stadio 0**: differenziazione dei primordi fogliari (da 3 ad 8 primordi fogliari per gemma; **A**: apice)

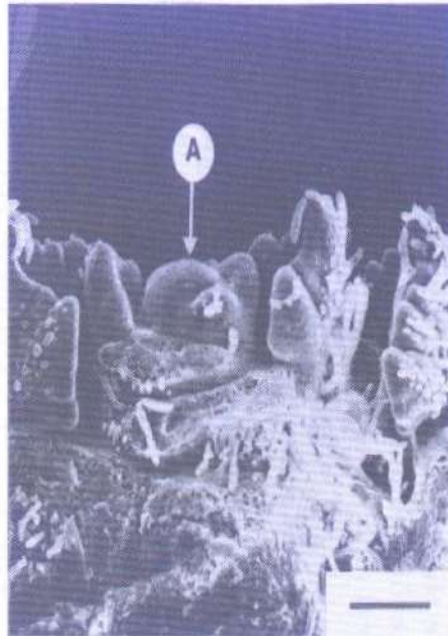
• **Stadio 1**: successivamente l'apice della gemma si suddivide in due parti uguali. Si forma il primordio florale (**AL**: anlage) la cui formazione può essere considerata come la formazione del primo stadio dell'asse florale

• I processi di differenziazione appena descritti avvengono in primavera-estate

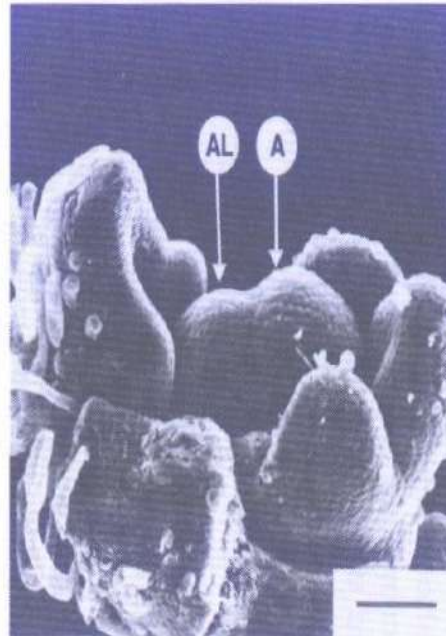


• Inizialmente il primordio florale e l'altra metà dell'apice della gemma (primordi fogliari) sono simili (**stadio 1**), ma in seguito cambieranno notevolmente la loro conformazione

• **Stadio 2**: il primordio florale si sviluppa in una ampia struttura ovale priva di scaglie, mentre il primordio fogliare è più sottile, con



STAGE 0



STAGE 1



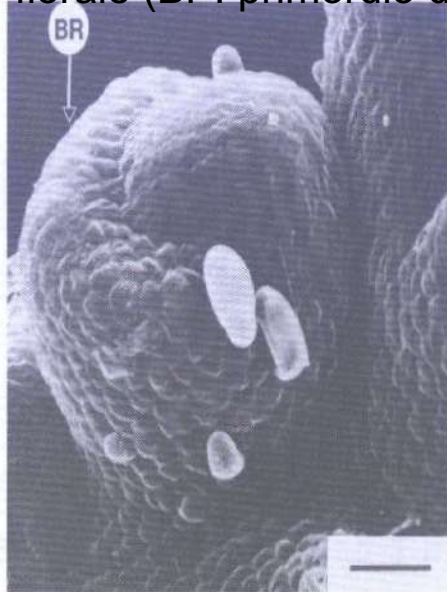
STAGE 2

2. FORMAZIONE DEL PRIMORDIO FIORALE

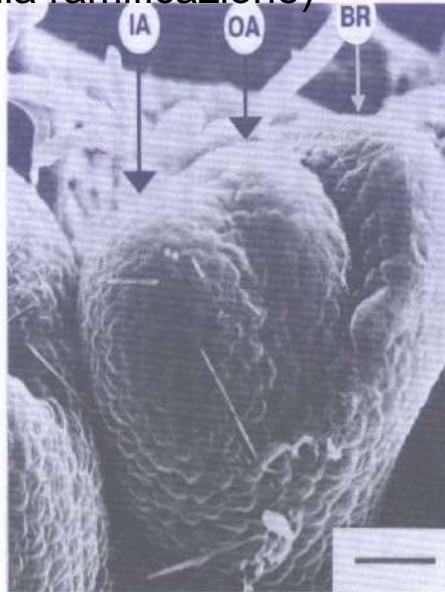
• **Stadio 3**: formazione della struttura a collare per effetto di una depressione periferica che si sviluppa nel primordio florale

• **Stadio 4**: formazione di un braccio adaxiale (interno, **IA**) ed un braccio abaxilale (esterno, **OA**) più piccolo

• **Stadio 5**: intensa ramificazione del braccio interno tipica del processo di formazione del primordio florale (BP: primordio della ramificazione)



STAGE 3

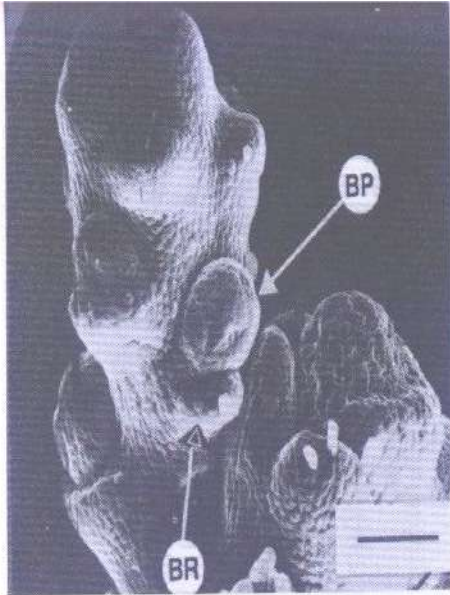


STAGE 4

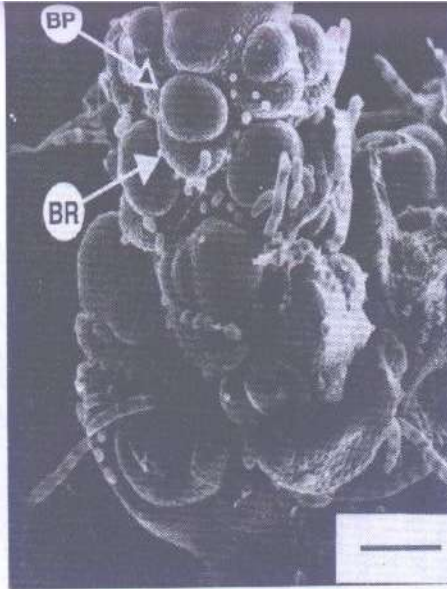


STAGE 5

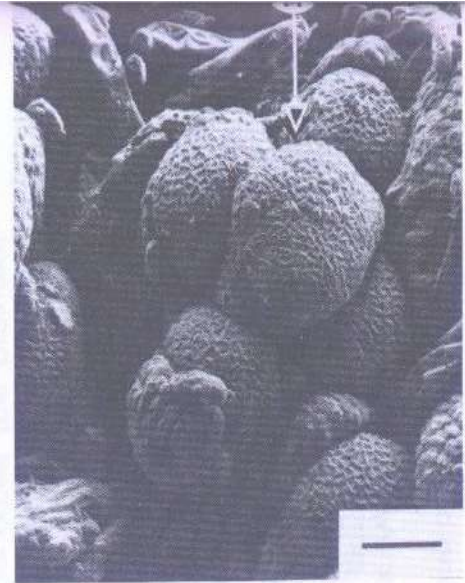
- **Stadio 6:** formazione di ramificazioni (BP) di primo, secondo, terzo ordine, sempre accompagnate dalla presenza di bratte (BR)
- Forma conica del primordio florale
- **Stadio 7:** conformazione a grappolo del primordio florale in cui i bottoni fiorali sono le singole ramificazioni formate da tessuto meristematico indifferenziato
- Al termine di queste differenziazioni, la gemma entra in dormienza e le fasi di formazione del fiore riprendono nella primavera successiva



STAGE 6



STAGE 7

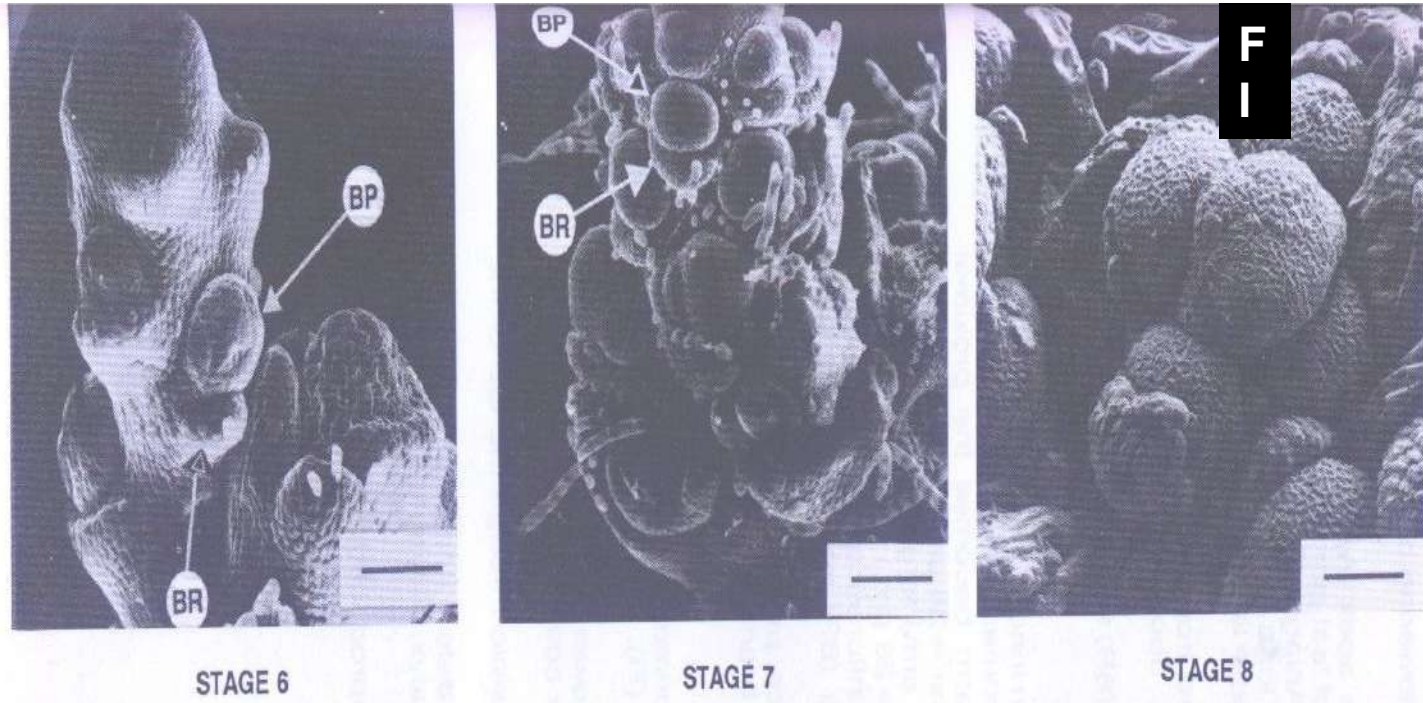


STAGE 8

3. FORMAZIONE DEL FIORE

• **Stadio 8:** produzione dell'iniziali fiorali (FI) seguente ad una fase di divisione di ciascuna ramificazione del primordio florale

• La differenziazione e sviluppo delle singole componenti del fiore inizia contemporaneamente nelle diverse parti del primordio dell'infiorescenza



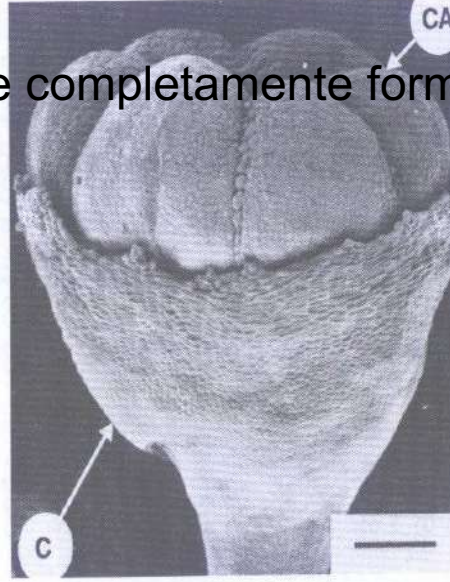
• **Stadio 9**: sviluppo del calice (**C**) in un iniziale florale (dopo l'apertura della gemma). Si forma in questo modo un anello di tessuto che copre in maniera non completa i petali

• **Stadio 10**: i petali sono caratterizzati da cellule che alla loro estremità si uniscono a quelle dei petali adiacenti formando la caliptra (**CA**)

• **Stadio 11**: fiore di vite completamente formato, poco prima dell'antesi



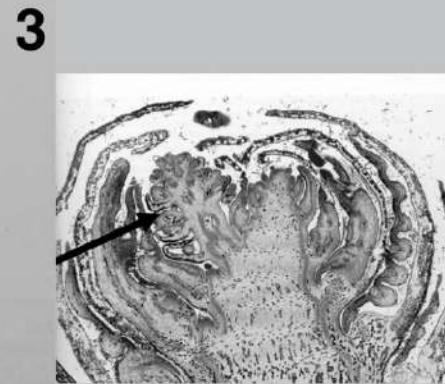
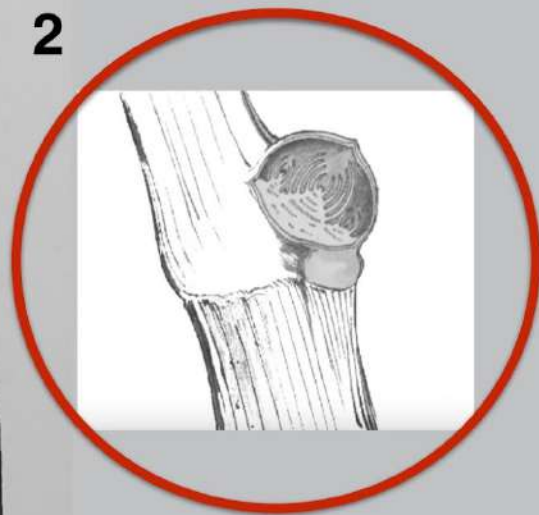
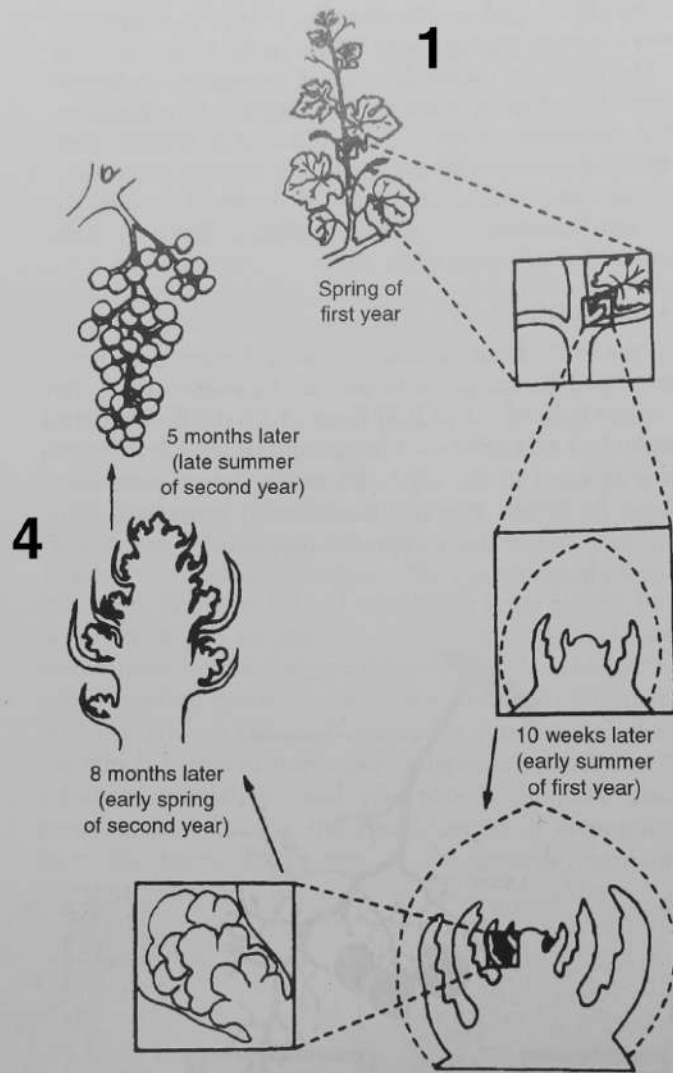
STAGE 9

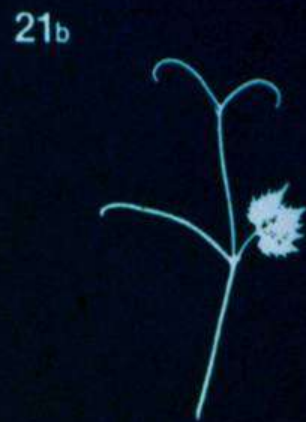
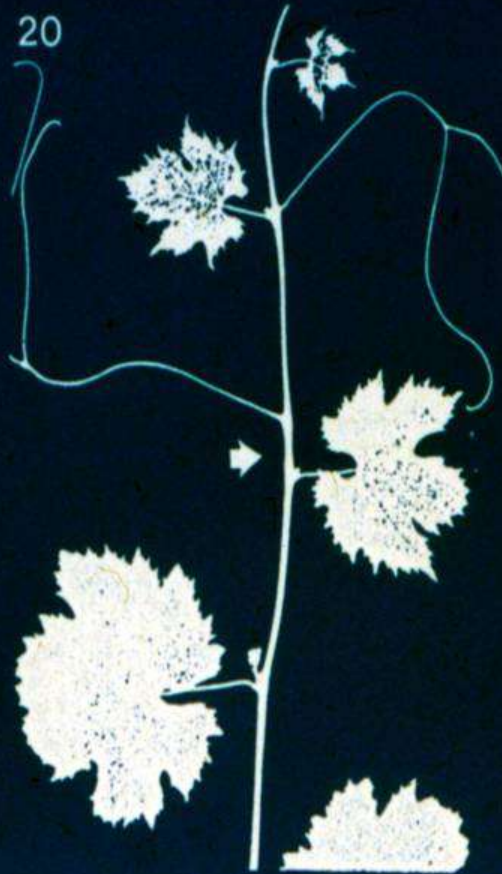


STAGE 10



STAGE 11







Fattori causali della induzione e differenziazione a fiore delle gemme di vite neoformate nel periodo compreso tra la loro comparsa e le successive 2-3 settimane

- **Nutrizionali**
- **Ambientali**
- **Ormonali**

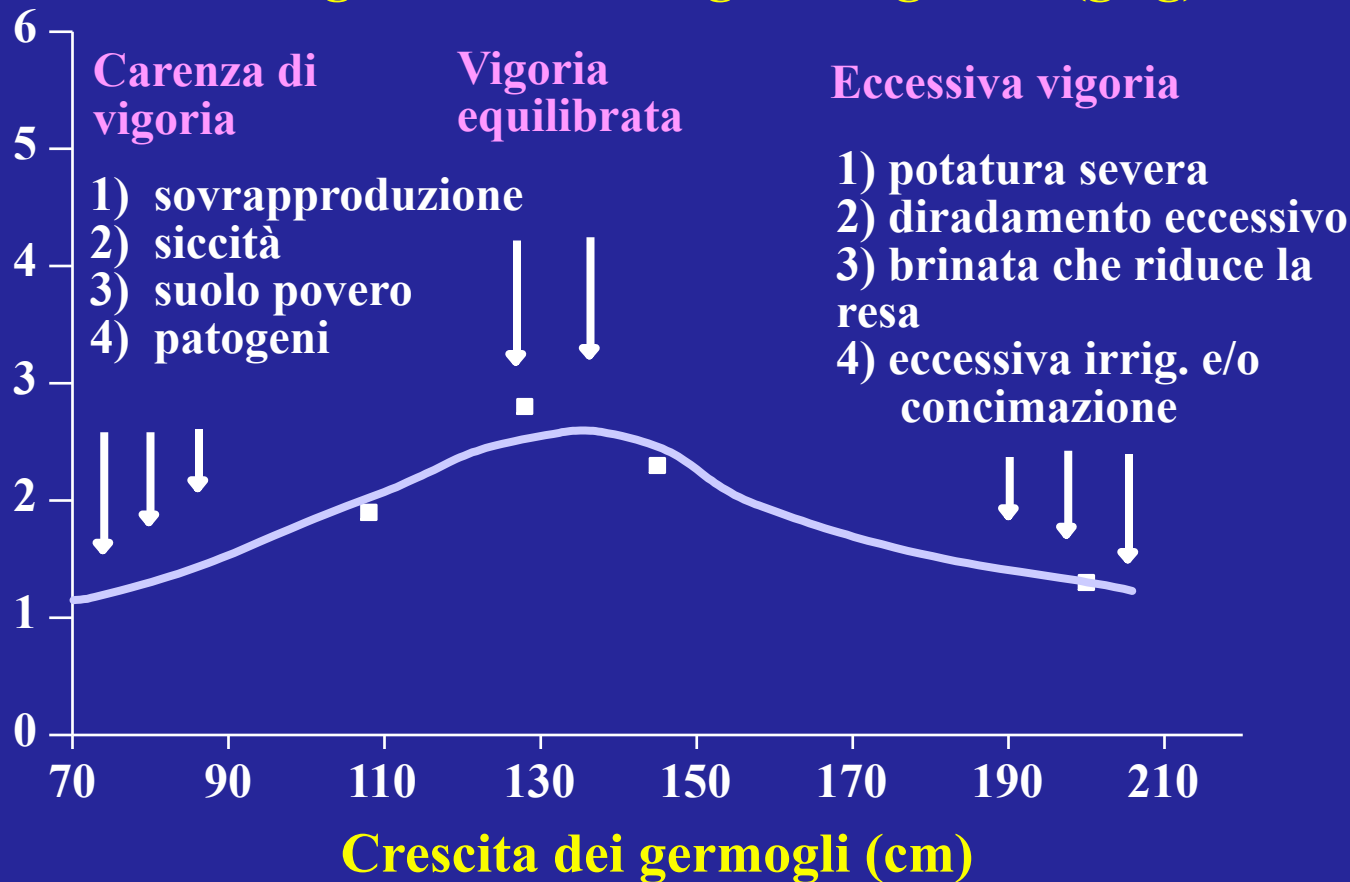
Effetti della variazione del rapporto C/N sulla differenziazione a fiore delle gemme

C (-) / N (++) = elevata vigoria. scarsa differenziazione a fiore. Tipico di viti giovani allevate in zone fertili, generosamente concimate e non interessate da stress idrici. Foglie grandi, internodi lunghi, crescita dei germogli prolungata ed insufficiente maturazione del legno.

C (+) / N (+-) = crescita vegetativa equilibrata ed abbondante differenziazione a fiore. Tipico di viti adulte su terreno moderatamente fertile provvisto di sufficiente umidità. Foglie ed internodi di normale conformazione, crescita dei germogli che si arresta all'allegagione, lignificazione adeguata.

C (++) / N (-) = crescita vegetativa stentata, scarsa differenziazione a fiore. Tipico di viti cresciute in terreni poveri, carenti anche in azoto. Foglie piccole, di colore verde pallido, internodi corti, tralci sottili ma ben lignificati.

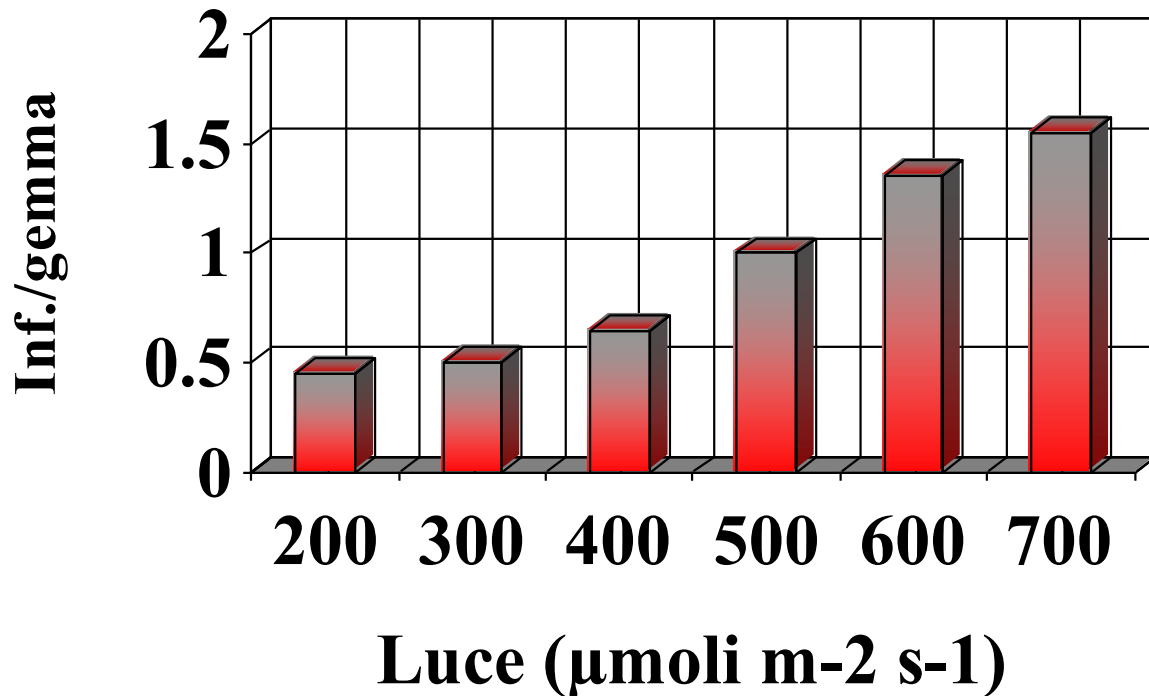
Fertilità delle gemme nella stagione seguente (gr/g)



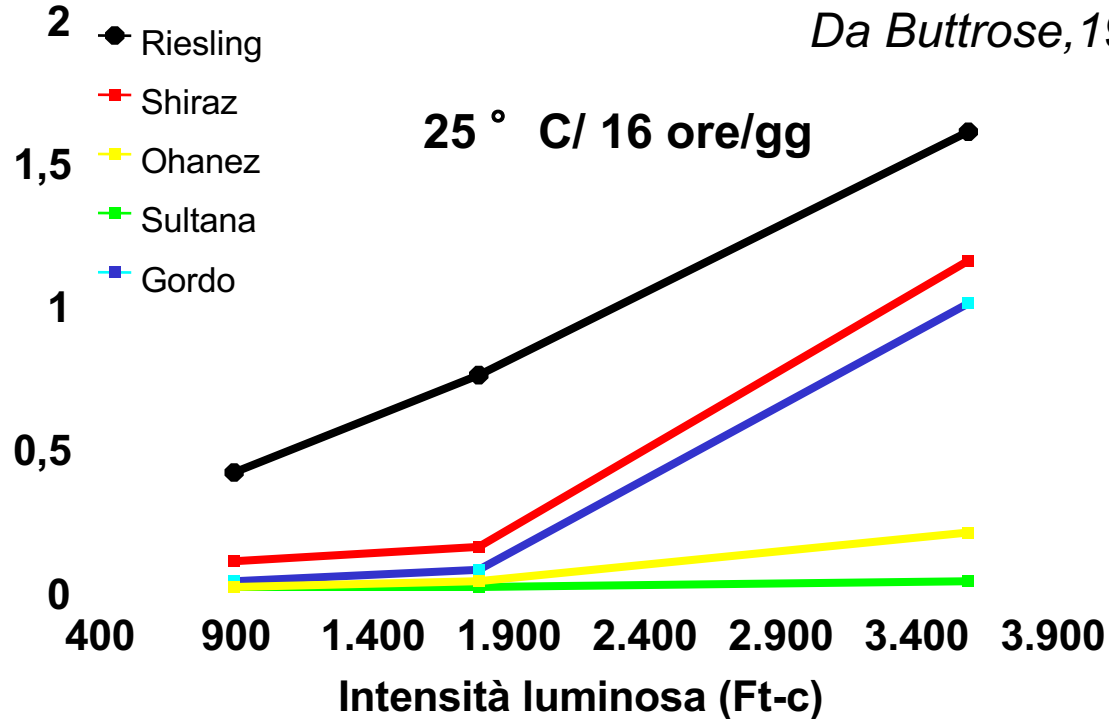
Fattori ambientali

- **intensità luminosa** (a sostegno dell'attività fotosintetica delle foglie adiacenti)
- **disponibilità idrica** (stress idrici possono ridurre l'induzione a fiore)
- **temperatura** (il numero di grappolini formati aumenta fino ai 30-35 ° C)





**Effetto della intensità luminosa sulla
differenziazione a fiore delle gemme - T
costante a 25 °C**



Numero di primordi per gemma



3400 Ft-c = 36000 lux = circa 720 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

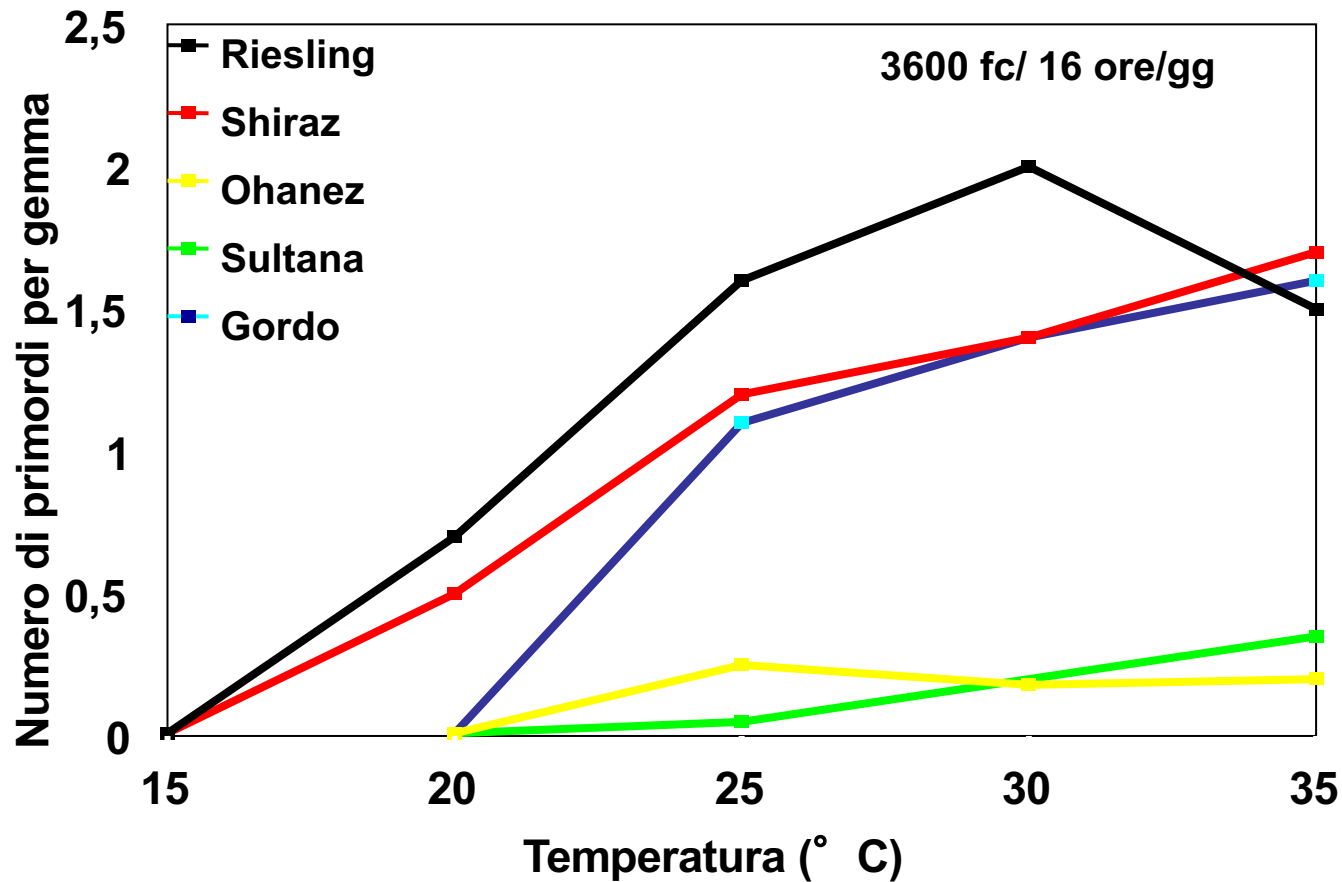
<i>Da Perez e Kliwer, 1990</i>	 Piena luce	 1 strato	 2 strati	 3 strati
PFD sopra chioma	1460	766	361	211
PFD sotto chioma	34	18	8	5
Necrosi (%)	15,3	39,4	44,6	47,2
Fertilità (%)	47,5	11,4	9,7	6,2

Thompson Seedless. Ombreggiamento di tutta la pianta a partire da tre giorni dopo la fioritura con rete nera di polipropilene (52% di riduzione)

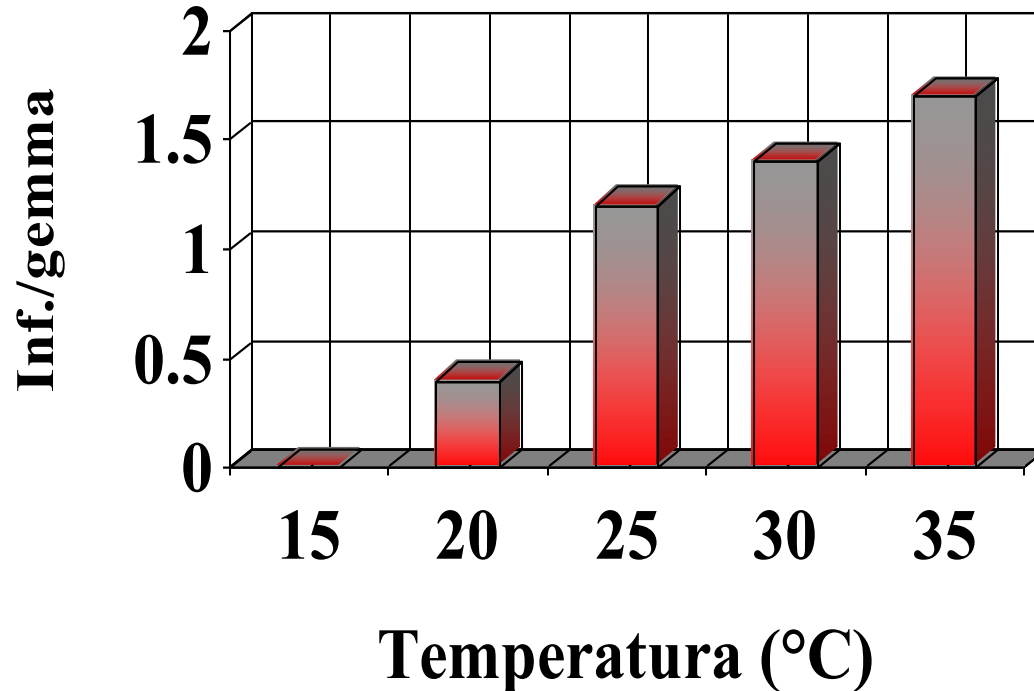
Ombreggiamento (gg)	Necrosi delle gemme (%)	Fertilità delle gemme (%)
0	42,5 B	44,2
15	72,6 A	19,2
30	69,2 A	23,3
45	74,2 A	20,8

Da Perez e Kliewer, 1990

Da Buttrose, 1970



**Effetto della temperatura sulla
differenziazione a fiore delle gemme - Luce
costante di $700 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.**



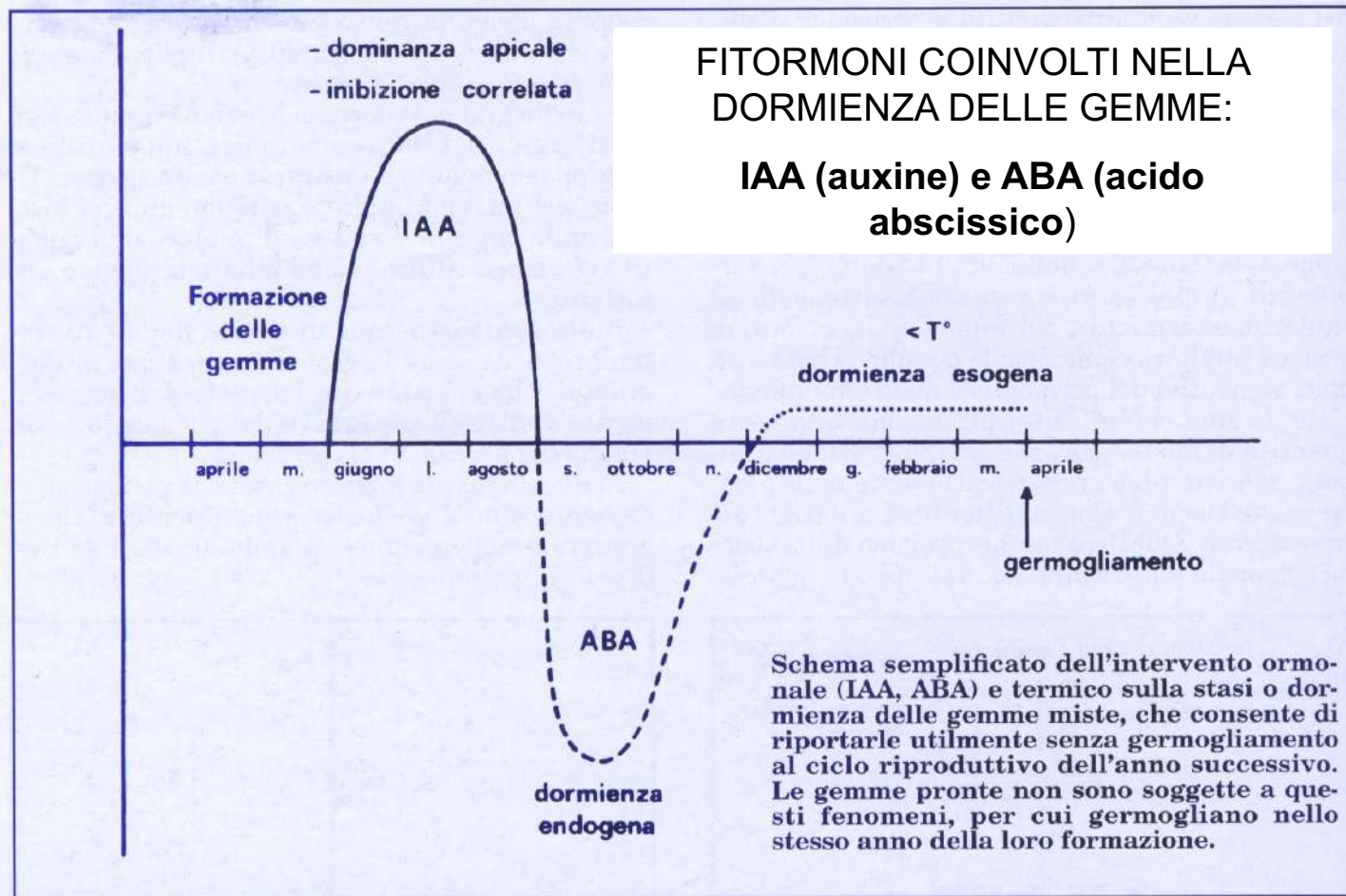


IL FENOMENO DELLA DORMIENZA NELLE GEMME DI VITE

Cosa impedisce alle gemme miste di proseguire il loro processo di differenziazione morfologica, originando subito un germoglio?

- **LA DORMIENZA** è un fenomeno complesso che si estende da una parte del periodo vegetativo fino a tutto il periodo di maturazione e riposo vegetativo
 - **Nell'entrata e nell'uscita delle GEMME IBERNANTI (MISTE) dalla dormienza gli ORMONI rivestono, anche nella vite, un ruolo di importanza centrale**
-

FATTORI ORMONALI



CONTROLLO ORMONALE (endogeno) DELLA DORMIENZA

•E' dovuto ad un calo progressivo degli ormoni promotori (AUXINE, CITOCHININE e GIBBERELLINE) accompagnato da un aumento nella concentrazione endogena di ACIDO ABSCISSICO (il principale ormone con funzioni di inibizione)

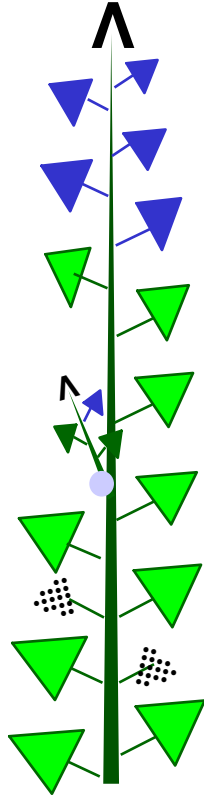
•LA FINE DEL PERIODO DI DORMIENZA si caratterizza invece per la diminuzione del contenuto di acido abscissico e per l' aumento delle citochinine e delle gibberelline

•Le AUXINE aumentano anch' esse nelle ultime fasi della dormienza, ma non intervengono in maniera diretta sulla sua cessazione

•Sembra invece che rivestano un ruolo diretto sul meccanismo di SCHIUSURA DELLE GEMME

**Distinguiamo varie fasi della
dormienza:**

FASE 1: PRE-DORMIENZA O DORMIENZA CONDIZIONATA (Maggio-Luglio)



- **Gemma ibernante**

dipendente da:

- A) apice meristemático principale**
- B) gemma pronta già in sviluppo**
- C) foglie giovani**

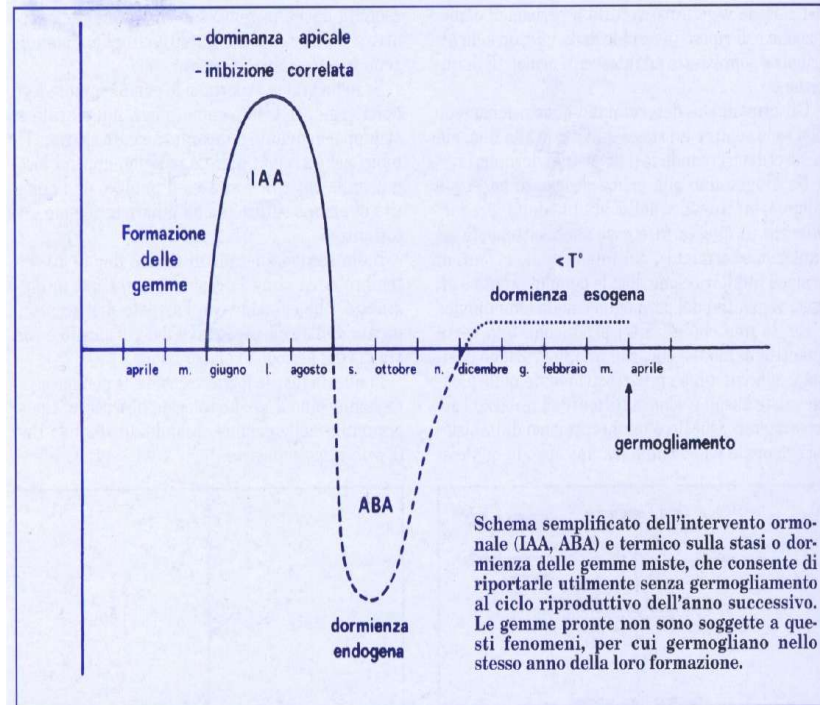
1. PREDORMIENZA

- Va da giugno alla prima decade di agosto (dalla formazione delle gemme alla fine dell' accrescimento del germoglio)

- In questo periodo le gemme sono sottoposte ad una forma di INIBIZIONE CORRELATA o dominanza apicale

- Ossia l' intensa attività **DELL' APICE DEL GERMOGLIO** e lo sviluppo delle **GEMME PRONTE** provoca la produzione di auxine che spostandosi in senso basipeto si accumulano a livello delle gemme miste basali inibendole

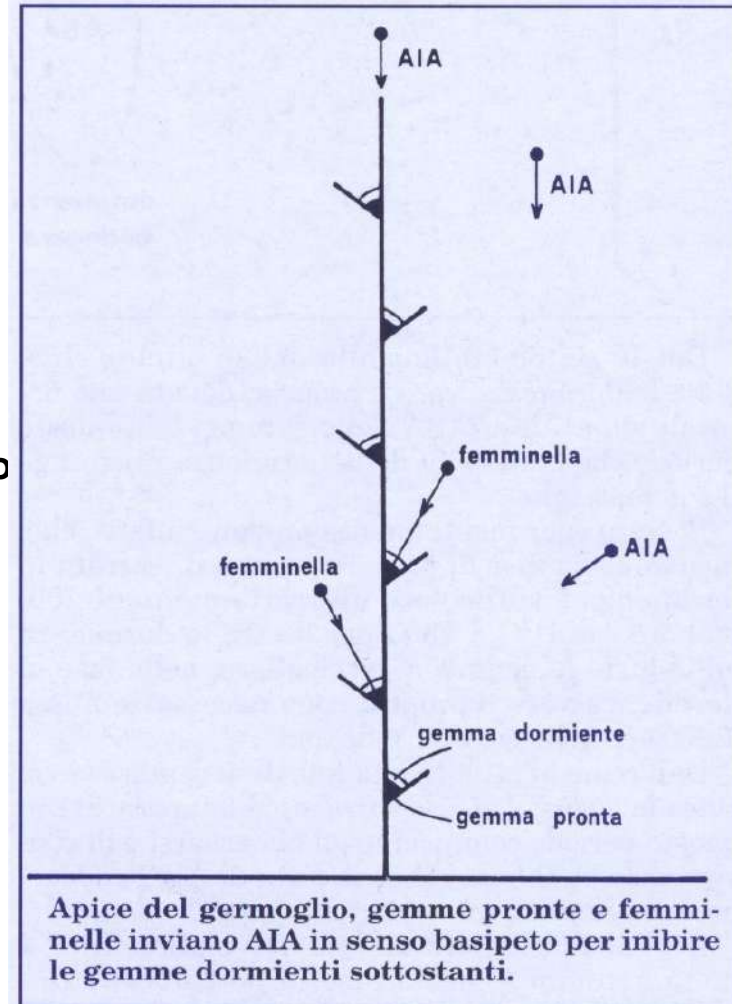
- Sussiste inoltre una INIBIZIONE DI TIPO TROFICO, in quanto gli apici in crescita esercitano un intenso richiamo di sostanze nutritive



DOMINANZA APICALE

•Interventi di **ASPORTAZIONE DELL' APICE DEL GERMOGLIO E DELLE GEMME PRONTE** consentono lo sviluppo della gemma mista più elevata per effetto della temporanea interruzione dell' inibizione correlata apicale

•non appena la gemma mista in questione inizia il proprio sviluppo, produce un quantitativo sufficiente di **AUXINE (AIA)** in grado di inibire a sua volta le gemme miste sottostanti

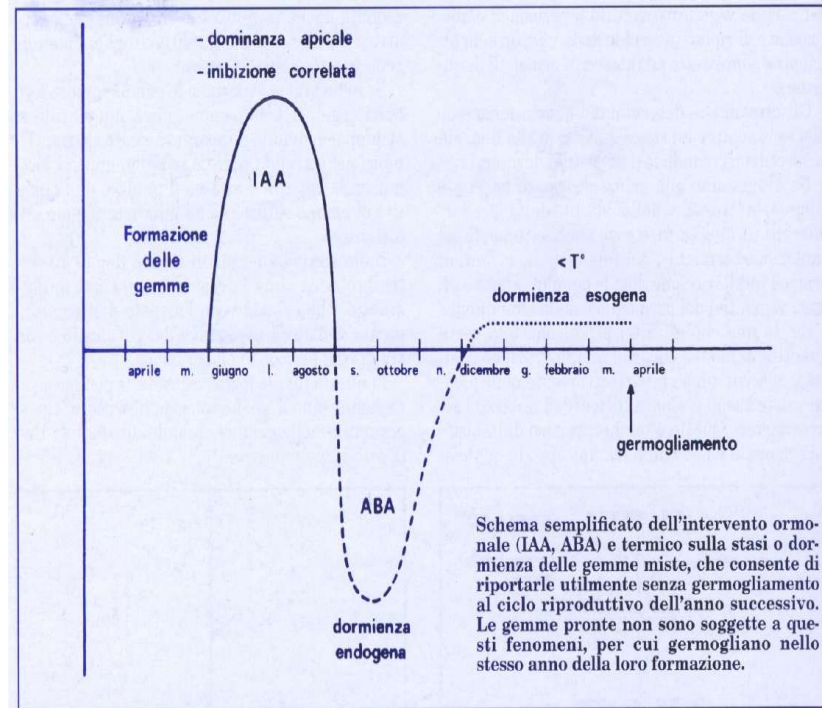


FASE 2: ENTRATA IN DORMIENZA

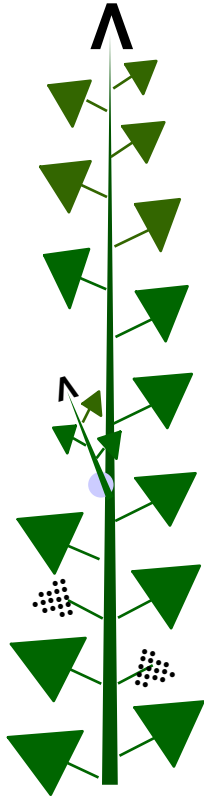
- Va dalla seconda decade di Agosto fino al 10 Settembre circa

- Coincide quindi con l'arresto dell'accrescimento dell'apice vegetativo del germoglio e con l'inizio della fase di agostamento

- Le foglie vecchie e le gemme stesse iniziano a produrre acido abscissico (ABA) che si accumula nelle gemme creando un secondo tipo di INIBIZIONE ENDOGENA



FASE 3: DORMIENZA ENDOGENA (organica)



Vi entra il complesso gemmario alla fine della crescita del germoglio (agosto-settembre)

dipendente da:

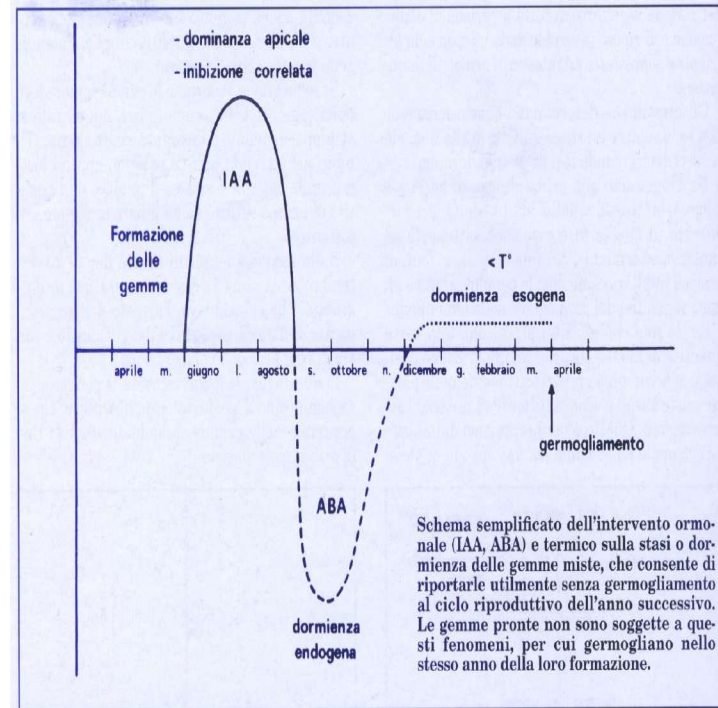
**A) senescenza apice
meristemato principale**

B) senescenza delle femmine

C) presenza di sole foglie adulte

FASE 3. DORMIENZA VERA E PROPRIA

- Va dal 10 Settembre fino alla fine di Ottobre
- È la fase di dormienza PIÙ PROFONDA dovuta al maggior accumulo di sostanze inibitrici (ABA) nelle gemme
- E' stato sperimentalmente osservato che il numero di ore di un trattamento con acqua a 25° C necessario per far uscire le gemme dalle fasi di predormienza e di entrata in dormienza equivaleva a circa 200-300 ore, mentre il medesimo trattamento doveva essere prolungato a 4.800 ore per uscire dalla fase di dormienza vera e propria



FASE 4: LEVATA DALLA DORMIENZA (novembre-dicembre)

-superamento della quiescenza
(fabbisogno in freddo $\sum t^{\circ} < 7^{\circ} \text{ C}$)

L'acido abscissico e' degradato e le gemme riacquistano l'attitudine al germogliamento

- Va da fine ottobre a fine novembre
- Le temperature di questo periodo cominciano ad abbassarsi e di conseguenza si *abbassa anche il contenuto endogeno di ABA nelle gemme*

CONDIZIONI NECESSARIE AL SUPERAMENTO DELLA FASE DI DORMIENZA DELLE GEMME ED INIZIO DELLA FASE DI GERMOGLIAMENTO

•Un aspetto da considerare per il superamento della fase quiescente delle gemme è il SODDISFACIMENTO DEL FABBISOGNO IN FREDDO

•Due sono i metodi per quantificare il fabbisogno in freddo:

1) Il numero delle ore durante le quali le gemme devono rimanere esposte a temperature inferiori a $+7^{\circ}$ C per superare la quiescenza (ORE DI FREDDO)

2)Il cumulo di UNITA' di FREDDO necessarie ad interrompere la quiescenza

•La richiesta da parte della vite delle cosiddette UNITÀ DI FREDDO (ore sotto una certa temperatura) è *piuttosto limitata* rispetto ad altre specie perenni

•Le informazioni a riguardo sono comunque ancora incomplete

•In ambienti con INVERNI MITI, l'apertura delle gemme è piuttosto erratica e comunque quantitativamente inferiore rispetto a piante cresciute in ambiente colturali più freddi

•L'uscita dalla dormienza può essere ottenuta mediante l'impiego di IDROGENO CIANAMIDE H_2CN_2 (DORMEX), molto efficiente per ottenere risvegli delle gemme più precoci ed in tempi uniformi quando applicato dopo la potatura

•L'impiego di questo composto è di particolare importanza per la produzione di uva da tavola in ambienti sub tropicali, consentendo un'entrata sul mercato anticipata e vantaggiosa

•Differenze nell'epoca di apertura delle gemme sono note tra le diverse varietà ed, inoltre, alcune PRATICHE COLTURALI dell'anno precedente possono influenzare l'uscita dalla dormienza

•In zone caratterizzate da inverni soleggiati, l'impiego dell' IRRIGAZIONE SOPRACHIOMA per abbassare la temperatura delle gemme esposte direttamente ai raggi solari permette di ottenere una più precoce ed uniforme uscita dalla dormienza

•Anche l'impiego di uno STRESS IDRICO CONTROLLATO DURANTE L' ANNATA PRECEDENTE, si è dimostrata una pratica agronomica in grado di influenzare l'epoca di uscita dalla dormienza

•Diffuso è inoltre l'impiego di modelli matematici che sulla base dello 0 vegetativo (che per la vite coltivata in zone temperate è collocato attorno ai 10° C) e delle temperature massime calcolate come media per un certo periodo, sono in grado di stimare con accuratezza la data prevista di schiusura delle gemme e di conseguenza l'inizio del calendario colturale

FASE 5: DORMIENZA ESOGENA

POST DORMIENZA (gennaio-marzo)

- **Gemma ibernante**

A) uscita dalla dormienza (7-15 gg a +7 ° C)

B) trasformazioni morfologiche nelle gemme (15-20 MARZO)



- Per arrivare alla fase di germogliamento, le gemme superano un' altra fase, quella della POST DORMIENZA, durante la quale il loro metabolismo richiede adeguate condizioni termiche

- parliamo in questo caso di FABBISOGNO DI CALDO, ossia di un determinato numero di ore durante le quali la temperatura supera specifiche temperature soglia

- il fabbisogno in caldo si quantifica attraverso le **UNITA' DI CALDO** (*GDH: growing degree hours*), così calcolate:

$$GDH = H * (T-4,5)$$

dove H è il numero di ore durante le quali la temperatura ambiente T ha superato la soglia di 4,5 ° C

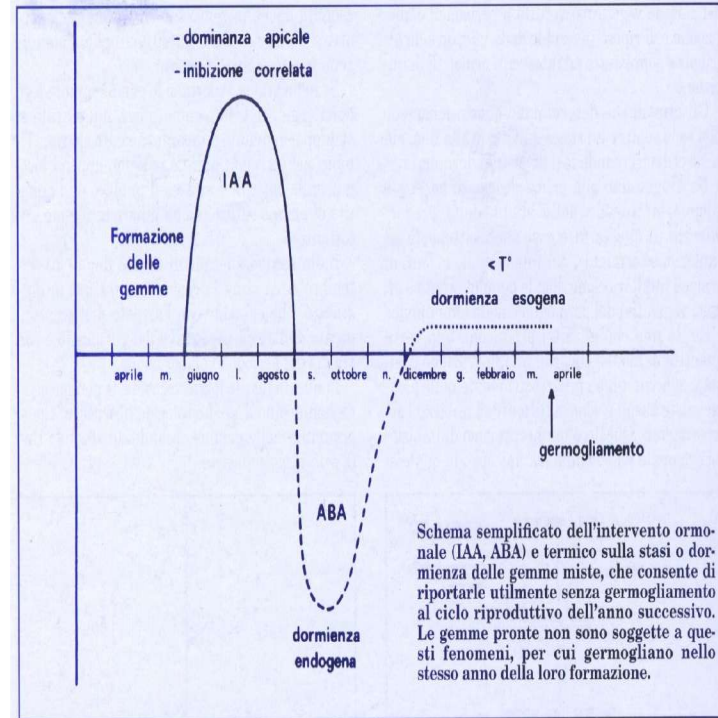
- Le unità di caldo non vanno confuse con l' accumulo di **GRADI GIORNO**, che misura la quantità di calore accumulato in un determinato periodo dopo il germogliamento correlato linearmente agli incrementi di crescita (**tempo termico**)

5. POST-DORMIENZA

- Va dall' ultima settimana di Novembre fino a metà Gennaio

- In questa fase l' inibizione non è più dovuta all' ABA endogeno, ma alle basse temperature esterne

- Si parla dunque di una **DORMIENZA ESOGENA** (non dovuta ad ormoni)

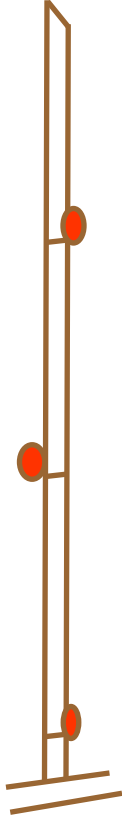


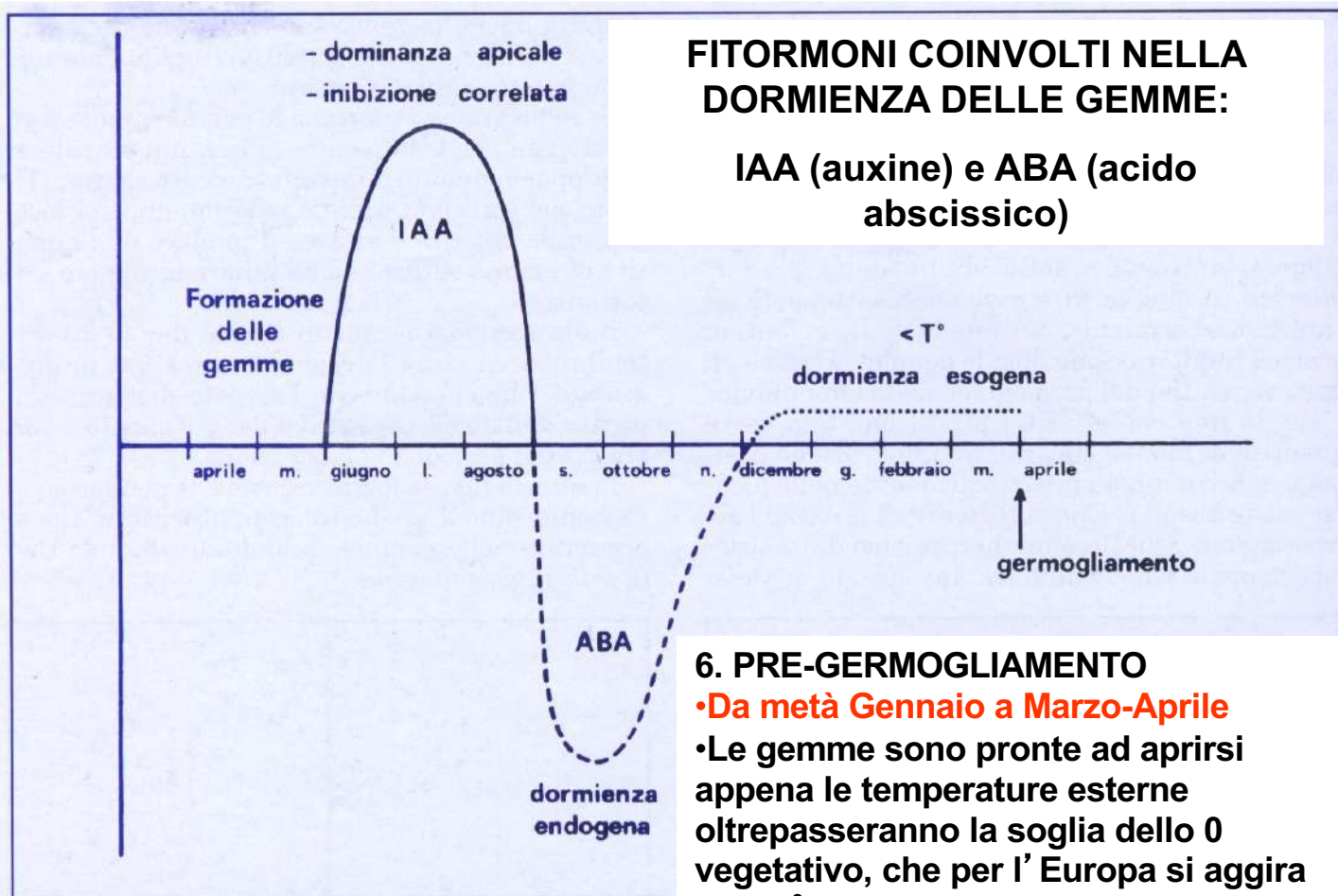
Fase 6: pre-germogliamento

- **Gemma ibernante**

A) 7-15 gg a 7-10 ° C (fabbisogno in caldo)

B) aumento volumetrico della gemma ibernante (fine marzo)

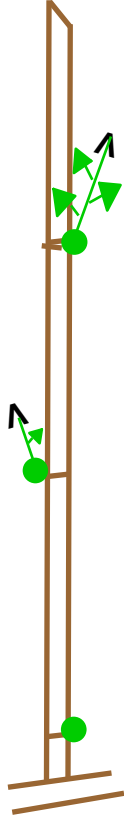




6. PRE-GERMOGLIAMENTO

- Da metà Gennaio a Marzo-Aprile
- Le gemme sono pronte ad aprirsi appena le temperature esterne oltrepasseranno la soglia dello 0 vegetativo, che per l' Europa si aggira sui 10° C

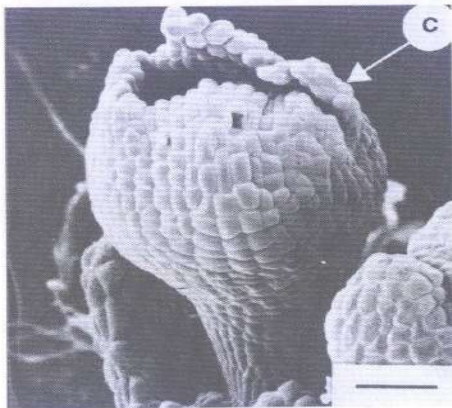
germogliamento



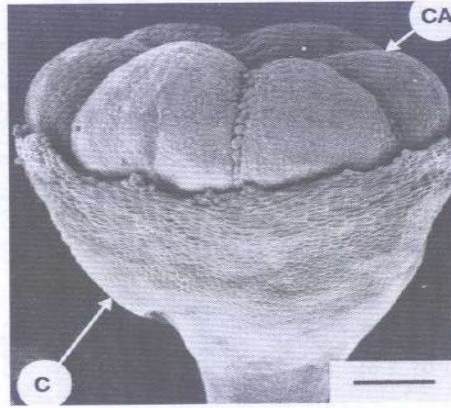
**A) temperature oscillanti
intorno ai 10° C**

**B) 50% delle gemme in fase B
(primi di aprile)**

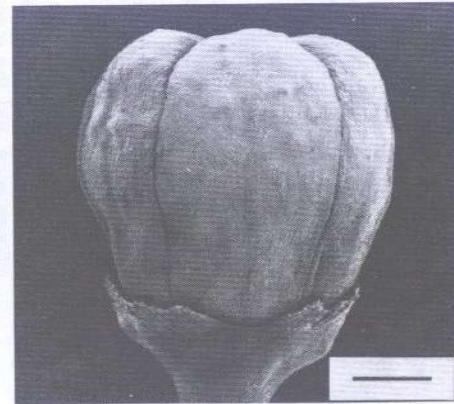
- il processo di differenziazione ANTOGENA all'interno delle gemme ibernanti riprende in marzo
- i primi abbozzi fiorali sono riconoscibili all'apertura della gemma e successivamente si ha la formazione di tutti le diverse componenti dell'organo florale
- influenza delle condizioni ambientali e climatiche sullo sviluppo completo dei fiori
- macro e microsporogenesi poco prima dell'antesi in maggio



STAGE 9



STAGE 10



STAGE 11

TABELLA RIEPILOGATIVA SULLE 6 FASI DI DORMIENZA DELLE GEMME MISTE DI VITE CON TIPOLOGIA DELL' INIBIZIONE E PERIODO ORIENTATIVO DELL' ANNO

Prospetto sulle fasi e sulle cause della dormienza delle gemme miste della vite

Fasi	Definizione dell'inibizione	Cause	Organi sintetizzanti o altro	Periodo orientativo	Intensità della dormienza (H ₂ O a 25°C) (in ore)
Pre-dormienza	Dominanza apicale, inibizione correlata	Auxine (acido indolacetico IAA)	Apici vegetativi, gemme pronte o femminelle	da giugno alla prima decade di agosto	200
Entrata in dormienza	Dormienza endogena	Acido abscissico (ABA) in incremento	Foglie adulte	10 agosto-10 settembre	200-300
Dormienza	Dormienza endogena	ABA (concentrazione massima)	Foglie adulte	10 settembre-25 ottobre	4.800
Levata della dormienza	Dormienza endogena	ABA (in decremento per le basse temperature)	Foglie adulte	25 ottobre-25 novembre	500-600
Post-dormienza	Dormienza esogena	Basse temperature	Clima	25 novembre-metà gennaio	0-200
Pre-germogliamento	Dormienza esogena	Basse temperature	Clima	metà gennaio-fine marzo	germogliamento (dipendente dalla soglia termica minima specifica)

FIORITURA

ALTERAZIONE
DELLA CALIPTRA

DEISCENZA DELLE DISTACCO

IMPOLLINAZIONE deposizione del polline sullo stigma e germinazione del budello pollinico. Durante la progressione lungo lo stilo si formano tre nuclei aploidi

FECONDAZIONE fusione dei nuclei generativi del polline con i nuclei contenuti nell'ovulo. Doppia fecondazione.

ALLEGAGIONE inizio dell'accrescimento dell'ovario fecondato

la **colatura** dei fiori e' un fenomeno di autoregolazione della vite tramite la quale una quota (20-50%) di fiori e' eliminata dalla pianta stessa anche se gia' fecondati.

un eccesso di colatura puo' essere causato da

- eccesso di vigoria
- patologie varie
- andamento climatico particolarmente negativo

**LA FIORITURA E' SCALARE A PARTIRE DALL'APICE
DELL'INFIORESCENZA.**

**PERCHE' UNA PIANTA SIA COMPLETAMENTE
FIORITA OCCORRONO DA UNA A DUE SETTIMANE.**

**IN UNA INFIORESCENZA CI SONO DAI 300 AI 400
BOTTONI FIORALI, DEI QUALI NE ALLEGA
(NORMALE SVILUPPO DELL'OVARIO) CIRCA IL
40%.**

ANATOMIA DELLA RIPRODUZIONE

**NELLA VITE LA FECONDAZIONE E' ETEROGAMA
(incrociata) E L'IMPOLLINAZIONE E' ANEMOFILA e
in parte ENTOMOFILA**

**POSSONO ESSERCI CASI IN CUI LA
FECONDAZIONE E' AUTOGAMA, COME QUANDO
IL FIORE NON RIESCE AD ESPELLERE LA CALIPTRA
(CLEISTOGAMIA).**

SPOROGENESI

- L'evoluzione delle gemme in senso riproduttivo (induzione antogena delle gemme) si completa con la

- MICROSPOROGENESI**: anche detta spermatogenesi, cioè la formazione del polline all'interno delle antere

- MACROSPOROGENESI**: anche detta ovulazione, cioè la formazione del sacco embrionale all'interno degli ovuli

- Nella vite si conclude poco prima dell'antesi

- In generale la sporogenesi maschile precede quella femminile

- In ogni caso, episodio caratterizzante la sporogenesi è la **MEIOSI**

- Cioè la formazione di cellule sessuali con **nuclei aploidi**

MACROSPOROGENESI DELLA VITE:

formazione dell'oosfera

SACCO EMBRIONALE

• la CELLULA PARIETALE PRIMARIA dividendosi forma la calotta nocellare (un tessuto che è posto tra il sacco embrionale e il micropilo) ed il cappuccio nocellare (un trapposto tra i due tegumenti interni vicini

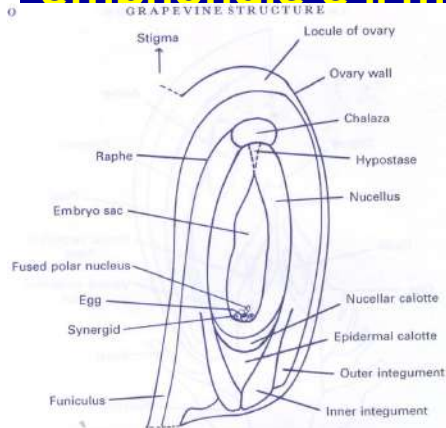
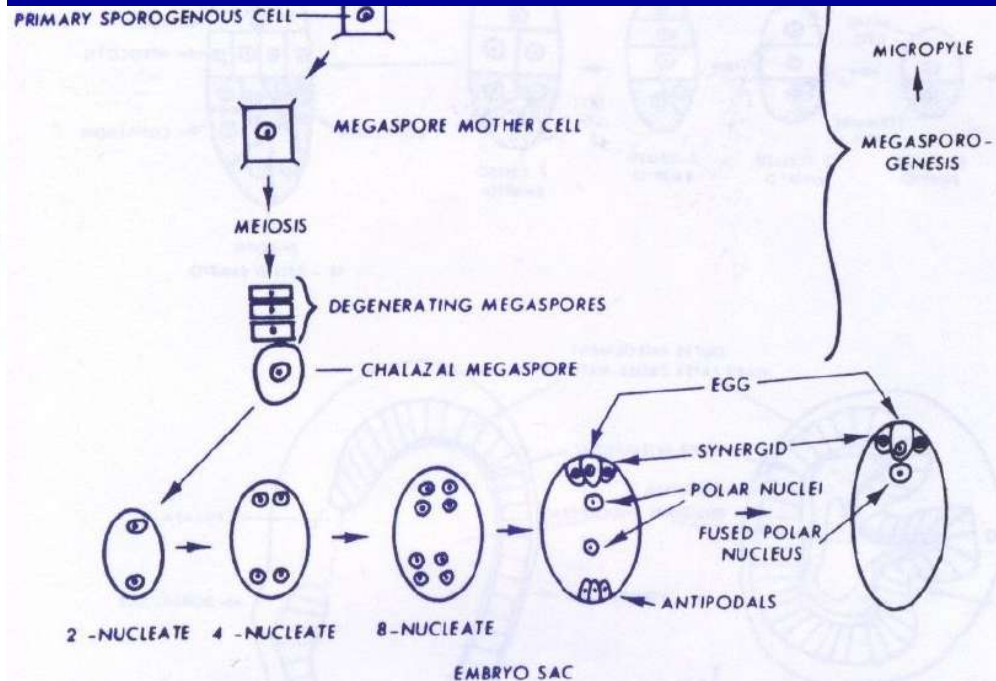


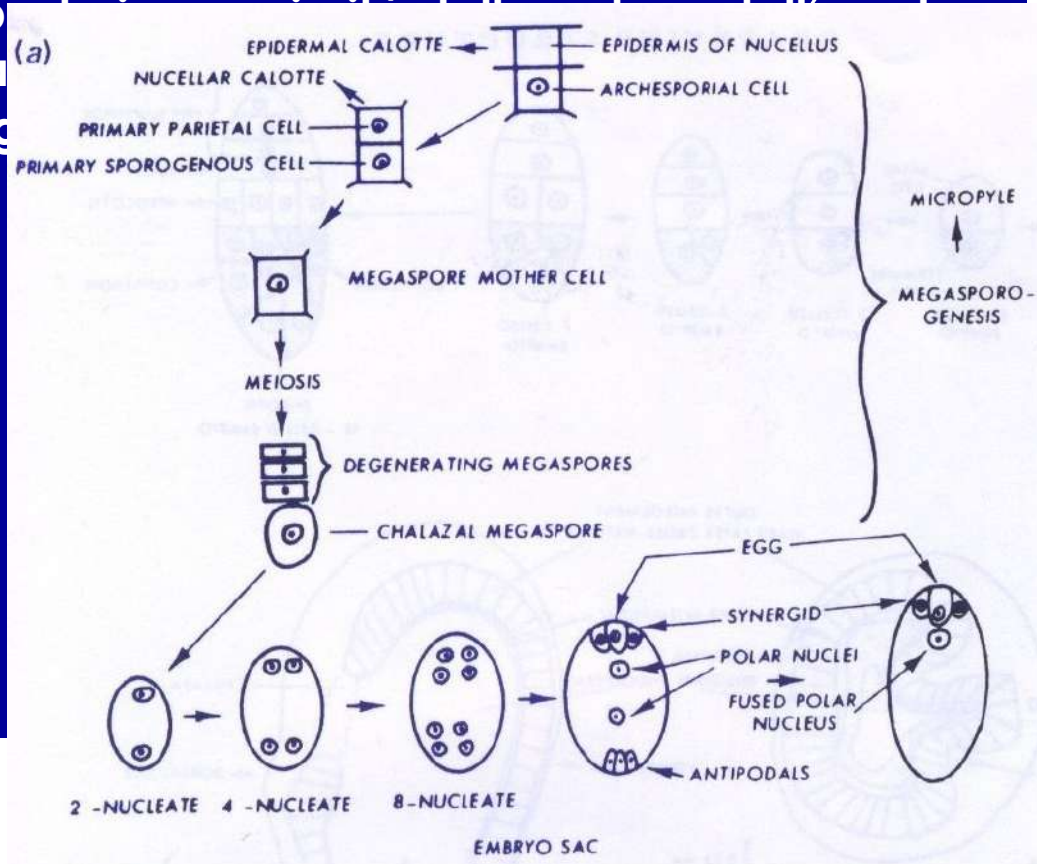
Fig. 3.19. Longitudinal section of an anatropous ovule of the grape cultivar Concord (at full bloom). From Pratt (1971). Reproduced with permission

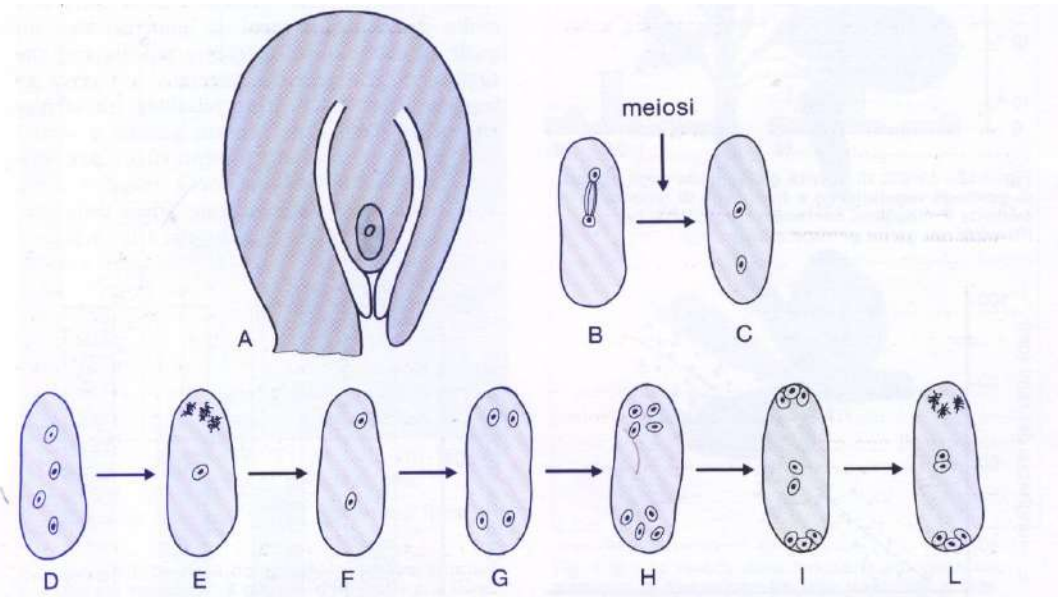


• la **CELLULA SPORIGENA PRIMARIA** diventa la cellula madre (**MEGASPORA**) che, in seguito a meiosi, produce **4 megaspore aploidi**

• la megaspora che rimane
forma l'embrion
3 megaspore deg

• la megaspora rimasta va incontro a **3 divisioni meiotiche** formando un **embriosacco con 8 NUCLEI** (3 ANTIPODI, 2 SINERGIDI, 1 OOSFERA E 2 NUCLEI POLARI)





MACROSPOROGENESI: sez. longitudinale di un ovulo con archesporio circondato dalla nucella (A). Archesporio in meiosi (B). Stadio binucleato (C). Tetrade di megaspore (D). Tre megaspore degenerano e quella superstite si divide 3 volte generando 8 nuclei aploidi (gametofito ottonucleato) (E-H). Organizzazione del gametofito: 3 antipodi verso la placenta, 2 sinergidi e l' oosfera verso il micropilo, 2 nuclei al centro (I). Nell' embriosacco, le 3 antipodi degenerano, i 2 nuclei centrali si fondono in 1 unico diploide (nucleo secondario dell' endosperma) (L)

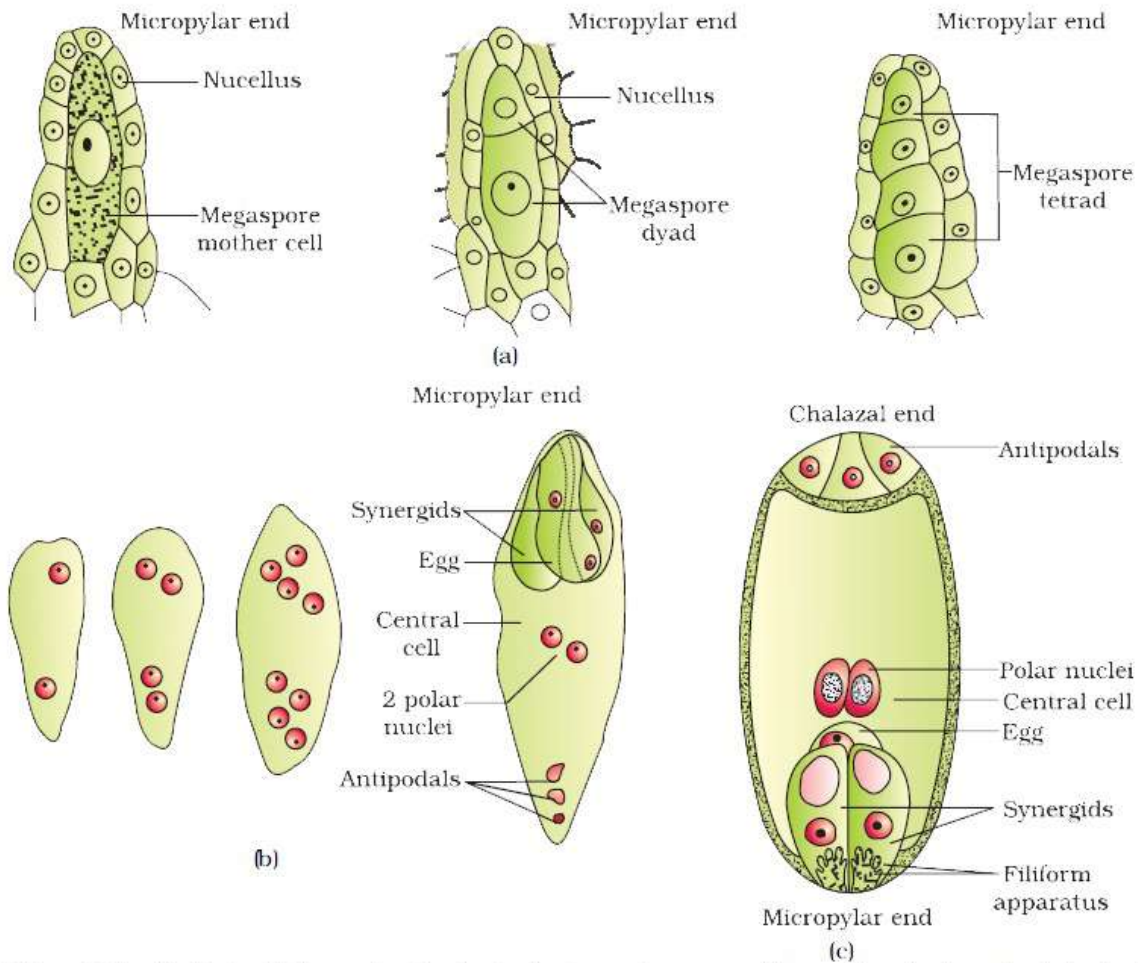
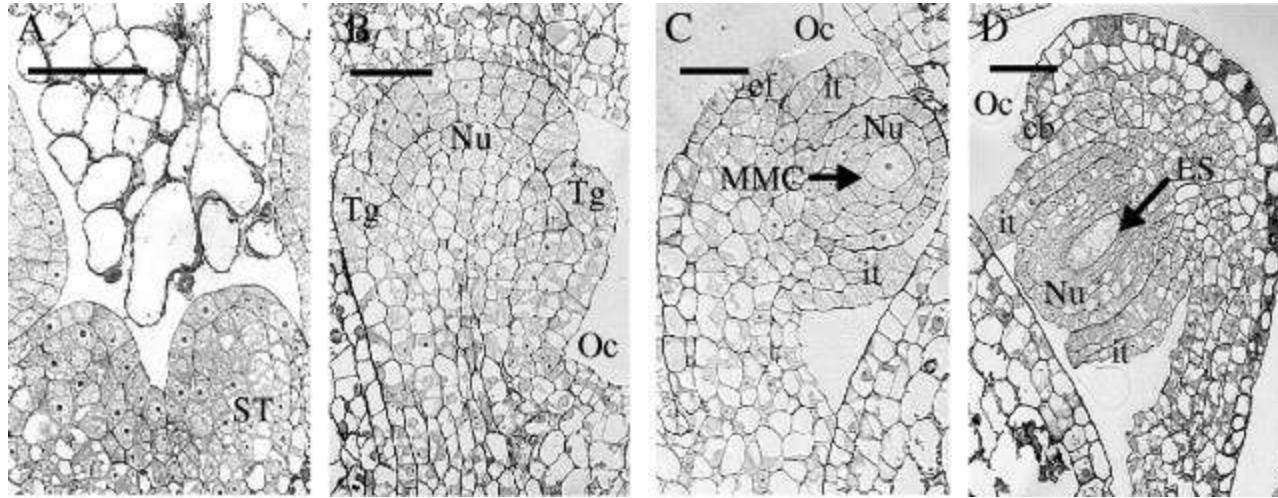


Figure 2.8 (a) Parts of the ovule showing a large megaspore mother cell, a dyad and a tetrad of megaspores; (b) 2, 4, and 8-nucleate stages of embryo sac and a mature embryo sac; (c) A diagrammatic representation of the mature embryo sac.



Development of female flower parts in 'Gewurztraminer' cuttings: (A) stage 12, sporogenous tissue; (B) stage 15, archespore; (C) stage 17, macrospore mother cell; and (D) stage 23, embryo sac. Arrows in C and D indicate starch grains. ES, Embryo sac; et, external tegument; f, funicle; it, internal tegument; MMC, macrospore

MICROSPOROGENESI DELLA VITE:

formazione del polline

ANDROCEO

La PARETE DELLE ANTERE è articolata in 3 tessuti:

1. epidermide
2. endotecio
3. tappeto

• produzione della CELLULE MADRE DEL POLLINE a partire da cellule epidermiche evolute in senso sporigeno

ANATOMY AND PROPAGATION

73

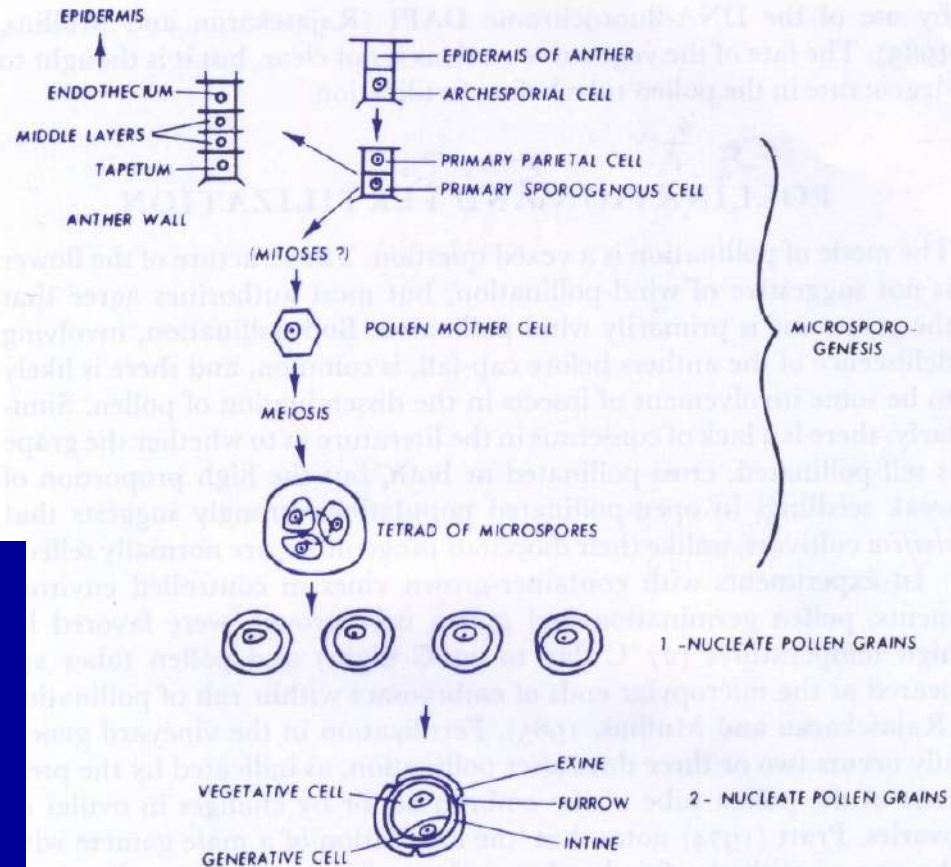


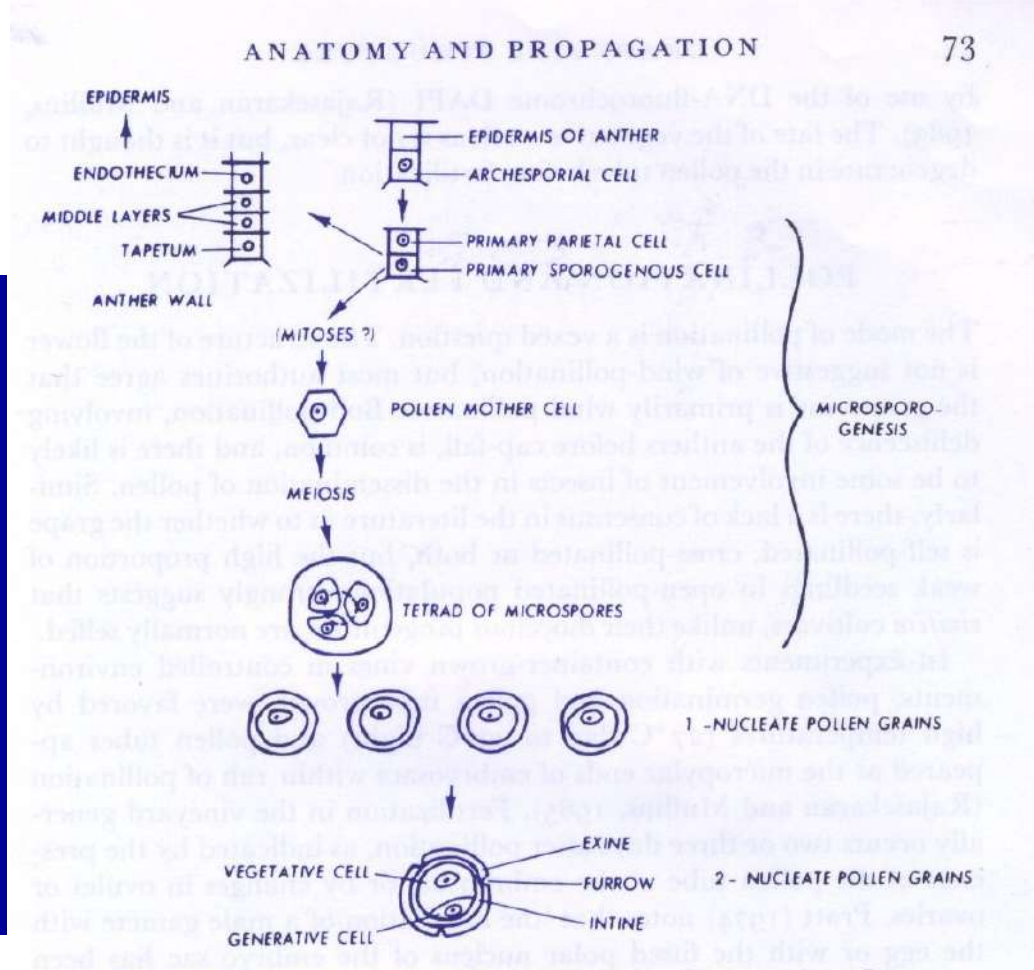
Fig. 3.21. Pollen development in the grapevine. Redrawn from Pratt (1971)

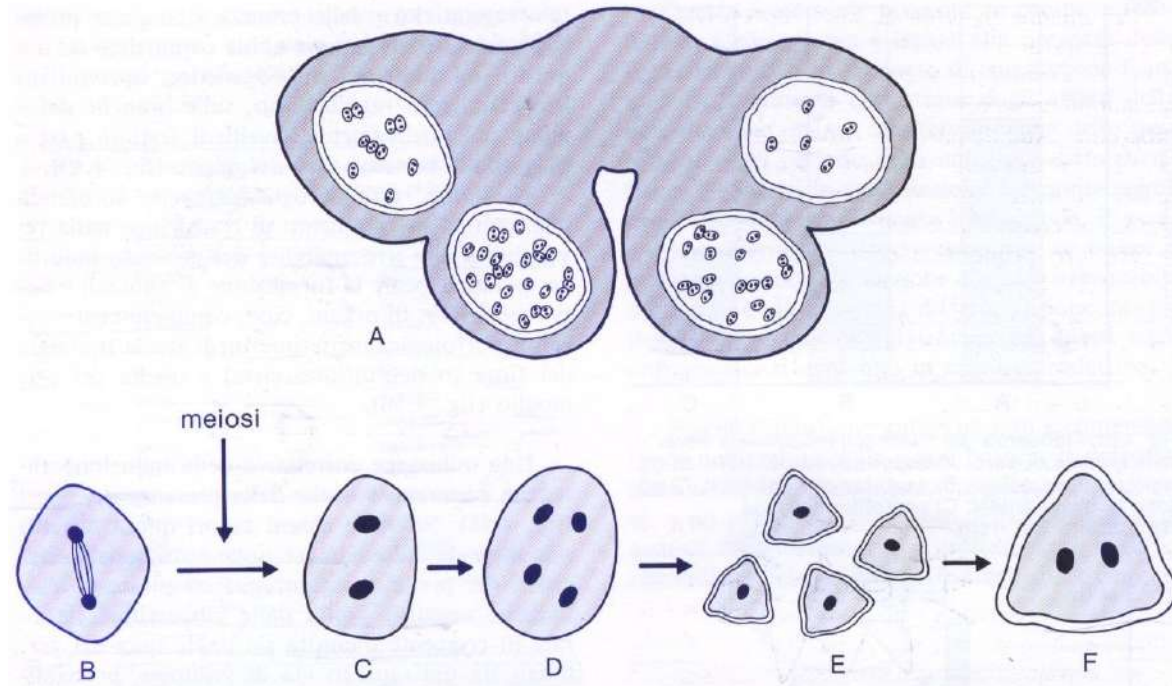
• Per meiosi da ognuna delle cellule madri si formano 4 MICROSPORE (TETRADE)

Le tetradi sono rilasciate nel loculo dell'antera contenente un fluido nutritivo derivante dalla degenerazione del tappeto

• Le microspore vanno incontro a mitosi subito dopo il loro rilascio nel loculo

• In questa fase sono quindi presenti NUCLEI GENERATIVI E NUCLEI VEGETATIVI separati da una parete (granuli di polline con 2 nuclei).





MICROSPOROGENESI: sezione trasversale di un antera (A) con cellule madri del polline prodotte dal tessuto sporigeno. Cellula madre in meiosi (B). Stadio binucleato (C). Stadio tetranucleato (D). Granuli pollinici maturi (E). Granulo pollinico con 2 nuclei spermatici aploidi (F)

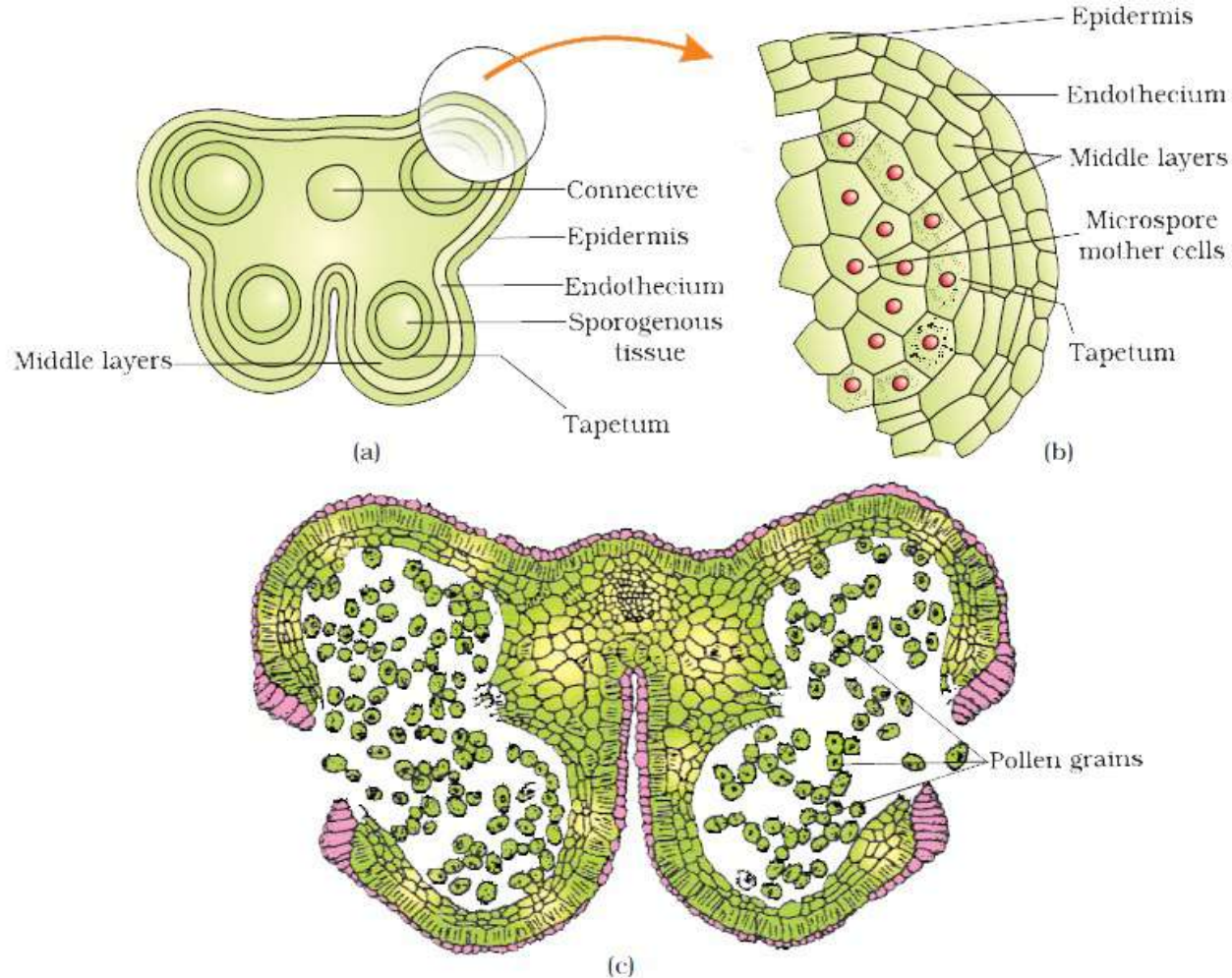


Figure 2.3 (a) Transverse section of a young anther; (b) Enlarged view of one microsporangium showing wall layers; (c) A mature dehisced anther

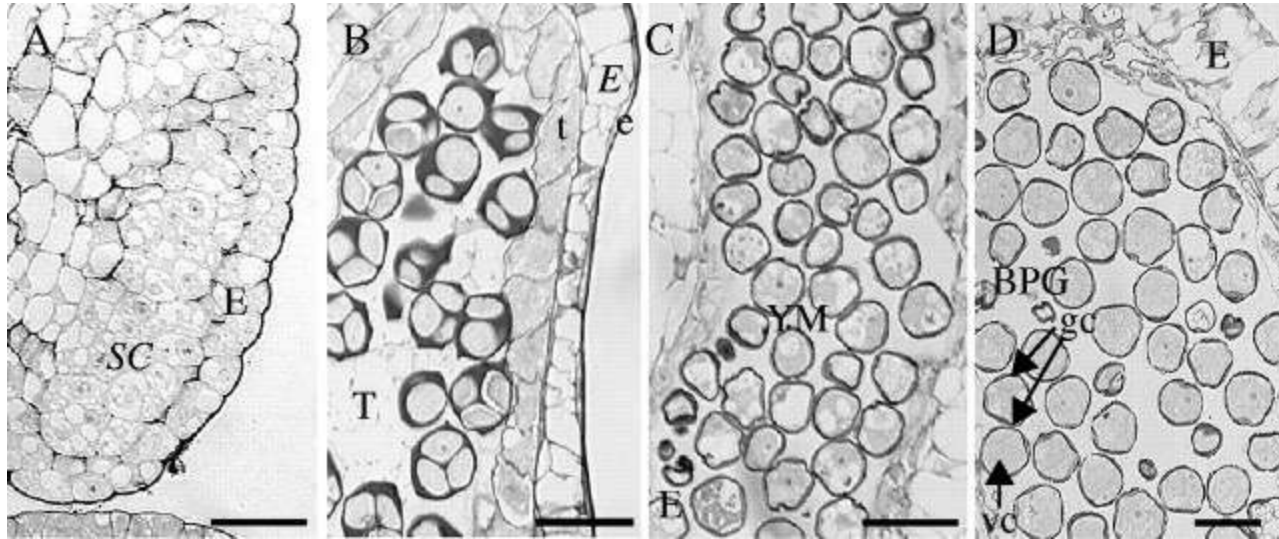


Fig. 3.

Development of anthers in 'Gewurztraminer' (GW) cuttings: (A) stage 12, sporogenous cells; (B) stage 15 + 2 d, tetrads; (C) stage 15 + 8 d, young microspores; and (D) stage 17, bicellular pollen grains. BPG, Bicellular pollen grains; e, epidermis; E, endothecium; gc, generative cell; SC,

**L' apertura (DEISCENZA) delle
antere avviene a partire dalla zona
centrale tramite un taglio
longitudinale**

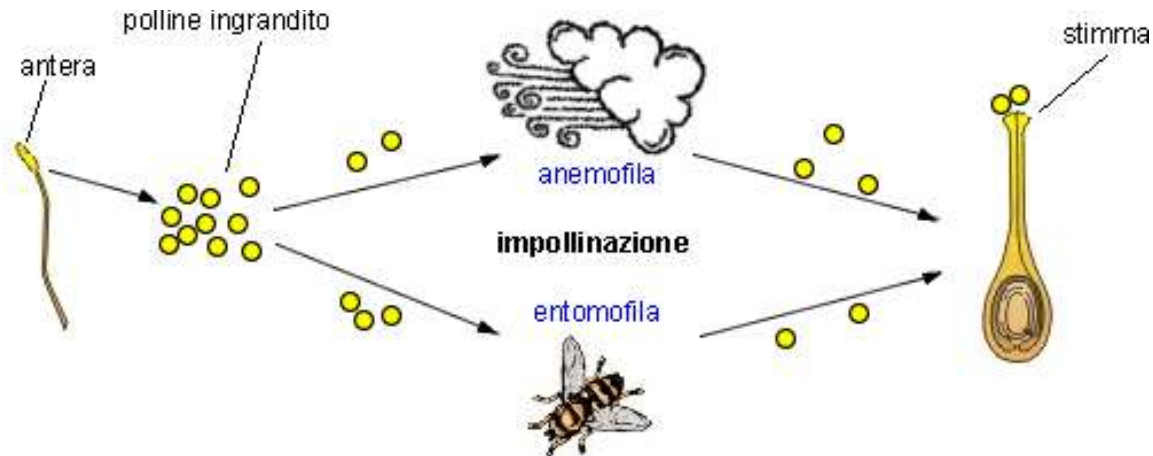
IMPOLLINAZIONE



Impollinazione

ENTOMOFILA (insetti pronubi)

ANEMOFILA (vento)



In condizioni favorevoli il polline compatibile che si è depositato su una stigma entro un ora si idrata e germina.

- **Effetto massa**
- **Ioni calcio**

Il nucleo vegetativo ha tutto il trascrittoma necessario per controllare il processo di germinazione e l'allungamento del tubetto pollinico.

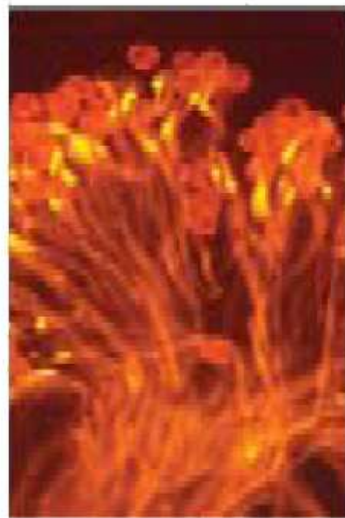
- I nuclei generativi si moltiplicano attraverso successive divisioni mitotiche (**microgametogenesi**) all'interno del tubetto pollinico
- I nuclei vegetativi si pensa degenerino all'interno del tubo pollinico prima della fecondazione

Lo stigma emette un essudato ricco di stigmasterolo, boro e sostanze fenoliche con una concentrazione osmotica simile a quella del tubetto pollinico

Il tubetto pollinico emette enzimi idrolitici (pectinasi e cutinasi) che sciolgono la lamella mediana delle cellule dello stigma favorendo il suo ingresso nello stilo.

Molti tubetti contemporaneamente possono allungarsi lungo lo stilo

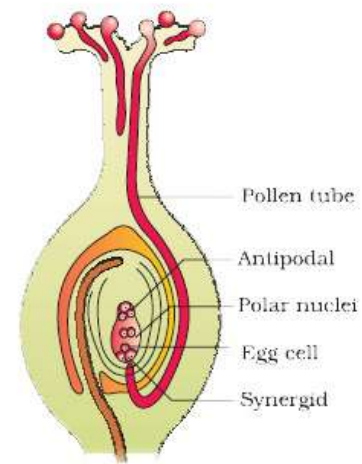
Giunto nell'ovario penetra nel micropilo ed entra nel sacco embrionale e riversa i due nuclei generativi



(a)

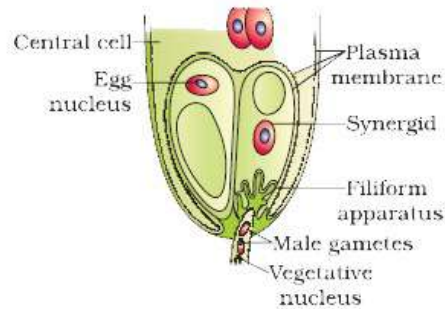


(b)

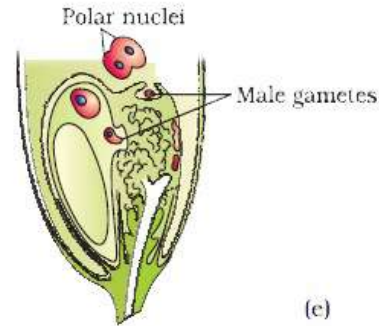


Longitudinal section of a flower showing growth of pollen tube

(c)



(d)



(e)

Figure 2.12 (a) Pollen grains germinating on the stigma; (b) Pollen tubes growing through the style; (c) L.S. of pistil showing path of pollen tube growth; (d) enlarged view of an egg apparatus showing entry of pollen tube into a synergid; (e) Discharge of male gametes into a synergid and the movements of the sperms, one into the egg and the other into the central cell

FECONDAZIONE

FORMAZIONE DELLO ZIGOTE

SVILUPPO DELL' ENDOSPERMA

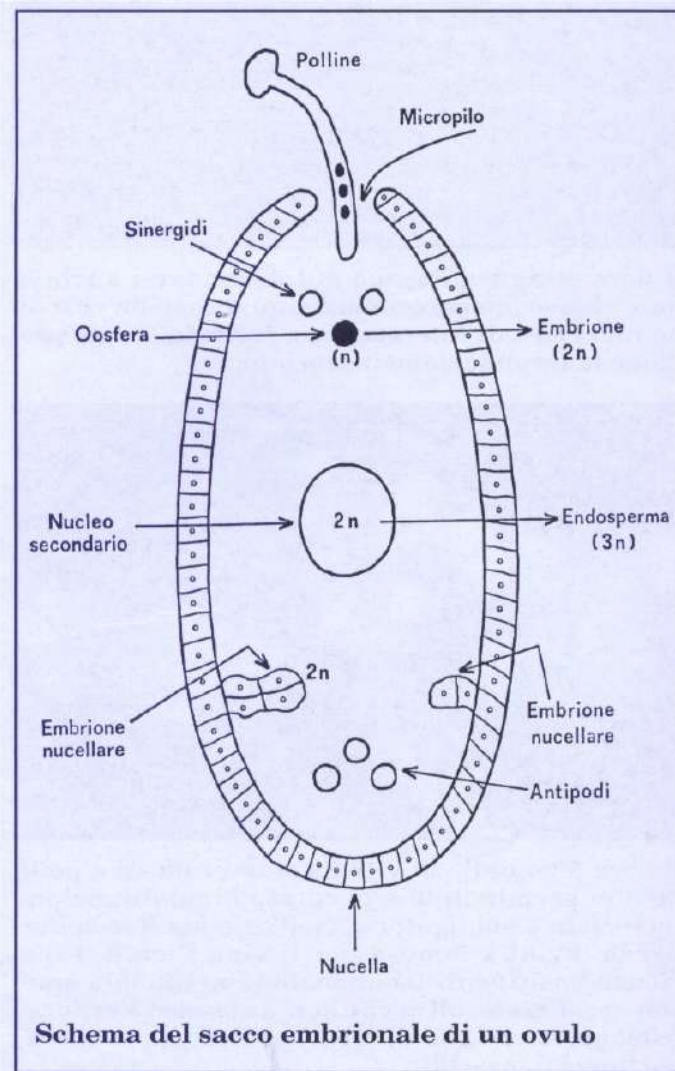
FASI DELLA FECONDAZIONE

- **3 nuclei: 2 generativi ed 1 trofico**

- **fecondazione dell' oosfera e formazione dell' *embrione* ($2n$)**

- **fecondazione del nucleo polare secondario e formazione dell' *endosperma* ($3n$)**

- ***allegagione* regolata da ormoni (auxine, gibberelline e citochinine) prodotti da embrione ed endosperma**



Meccanismi che ostacolano l'autogamia

Meccanismi di sterilità per impedire l'autogamia e quindi una progressiva erosione della variabilità genetica (rischio legato all'ermafroditismo)

- **MORFOLOGICA:** assenza o deficienza di sviluppo di stami e ovario (androsterilità o ginosterilità) .
- **CITOLOGICA:** dipende da turbe della meiosi durante i processi di sporogenesi.
- **FATTORIALE:** il polline e' germinabile ma non e' in grado di fecondare il fiore della medesima cultivar (autoincompatibilità , molto rara nella vite) e di altre cultivar della medesima specie (inter-incompatibilità)

NELLA VITE

MORFOLOGICA

Fiori fisiologicamente maschili

Fiori femminili

CITOLOGICA

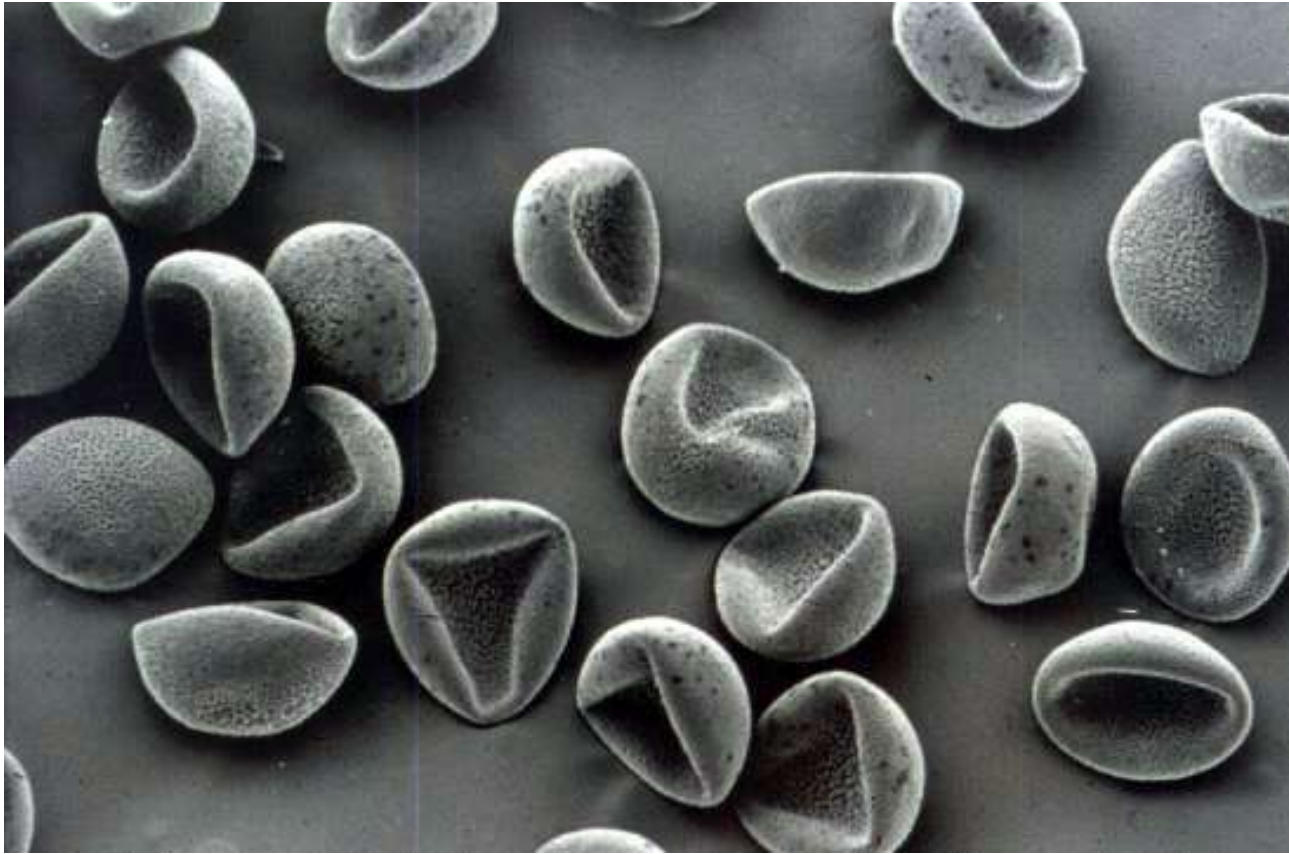
I fiori sono morfologicamente normali ma

le antere emettono poco polline o

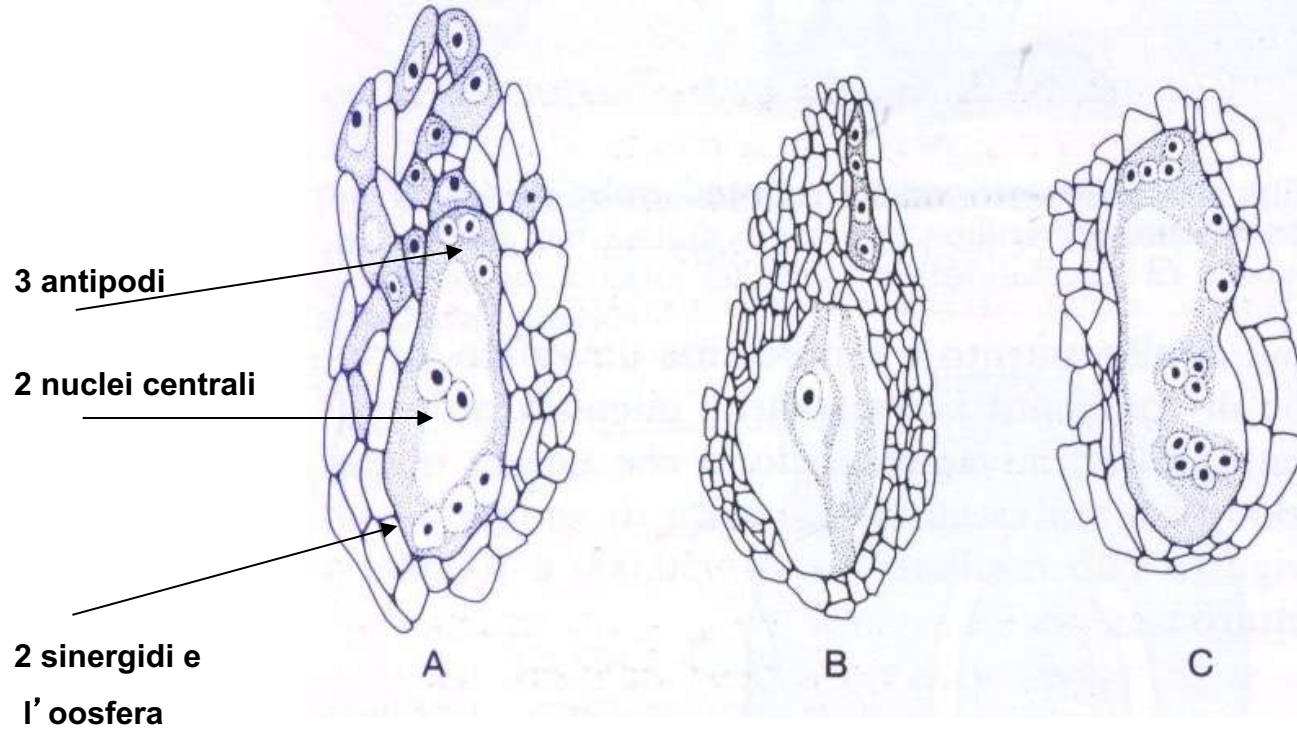
questo e' sterile (picolit)

Anomalie del sacco embrionale

Granuli pollinici sterili appartenenti a cultivar con fiori fisiologicamente femminili (es. Lambrusco di Sorbara)



IL LAMBRUSCO DI SORBARA PRESENTA SIA STERILITA' CITOLOGICA CHE MORFOLOGICA, IN QUANTO IL POLLINE E' STERILE E GLI STAMI SONO SPESSO REFLESSI.



Anomalie citoistologiche dell' embriosacco, CAUSA DI STERILITA' .

A) Embriosacco normale; b) e c) Embriosacchi anomali

DICOGAMIA

**MATURAZIONE DEGLI ORGANI SESSUALI MASCHILI
E FEMMINILI NON CONTEMPORANEA**

**il periodo di recettività dello stigma non
coincide con quello di maturità del polline**

PROTERANDRIA prima maschili poi femminili

PROTEROGINIA viceversa

FATTORI AMBIENTALI CAUSA DI RIDOTTA FERTILITÀ O STERILITÀ

**Carenza di Boro o Calcio ostacolano la
germinazione del polline e la crescita del
tubetto pollinico**

**Bassa disponibilità di azoto presenza di fiori con
pistilli atrofici**

**Mancato soddisfacimento del fabbisogno in
freddo**

Piovosità intensa durante la fioritura

Ventosità

Temperature troppo basse o troppo alte

SI POSSONO VERIFICARE ANCHE I SEGUENTI FENOMENI:

APIRENIA (assenza di semi)

1. Partenocarpia sviluppo del frutto senza fecondazione (assenza di semi o soli abbozzi).

Nella vite un tipo particolare di partenocarpia:

2. Stenospermocarpia normale fecondazione seguita da aborto dell'embrione (Sultanina, Thomson seedless)

1. PARTENOCARPIA:

la bacca si sviluppa senza che ci sia stata fecondazione e quindi abbiamo la completa **ASSENZA DI SEMI**

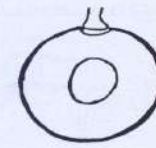
•PARTENOCARPIA STIMOLATIVA:

impollinazione non seguita da fecondazione della cellula uovo (Corinto)

Lo sviluppo della bacca è stimolato dalla sola impollinazione ed in particolare dagli ormoni (GIBBERELLINE) liberati dal tubetto pollinico in sviluppo

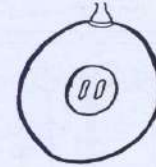
•PARTENOCARPIA VEGETATIVA: sviluppo del frutto senza impollinazione. Nella vite da luogo ad ACINELLATURA VERDE o DOLCE
Dovuta all'abbondante presenza di ormoni propri della fase vegetativa nel momento della fecondazione

•L' allegazione partenocarpica può essere attraverso **TRATTAMENTI**



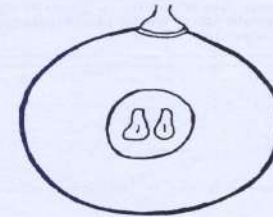
PARTENOCARPIA

POLLINICA, VEGETATIVA,
BACCA PICCOLA, ROTONDA



STENOSPERMOCARPIA

BACCA PICCOLA, OBLUNGA



BACCHE CON VINACCIOLI

GRANDI, FORMA VARIETALE

Le bacche partenocarpiche rimangono più piccole e rotonde; quelle stenospermocarpiche piccole ed ovoidali; le bacche fecondate diventano grandi ed assumono la forma varietale.

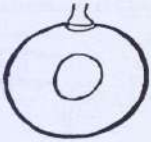
2. STENOSPERMOCARPIA

nella quale le bacche contengono uno o più semi abortiti

- **FECONDAZIONE DELLA SOLA OOSFERA:**
l'embrione muore per mancanza di nutrimento
- **FECONDAZIONE DEL SOLO NUCLEO POLARE:**
l'endosperma degenera per mancanza dell'embrione

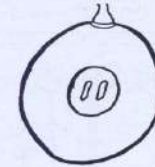
La parziale fecondazione è sufficiente a far allegare la bacca, la quale si **SVILUPPERÀ IN MANIERA RIDOTTA** per mancanza di produzione ormonale e conseguente richiamo di nutrienti

Esempio: varietà Thompson Seedless nella quale può avvenire la fecondazione parziale (oosfera o nucleo polare)



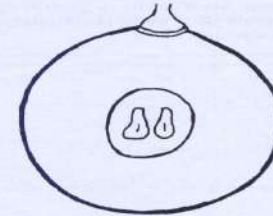
PARTENOCARPIA

POLLINICA, VEGETATIVA,
BACCA PICCOLA, ROTONDA



STENOSPERMOCARPIA

BACCA PICCOLA, OBLUNGA



BACCHE CON VINACCIOLI

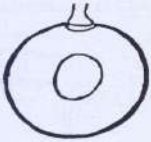
GRANDI, FORMA VARIETALE

Le bacche partenocarpiche rimangono più piccole e rotonde; quelle stenocarpiche piccole ed ovoidali; le bacche fecondate diventano grandi ed assumono la forma varietale.

- Lo sviluppo stenospermocarpico o partenocarpico è tipico di alcune varietà

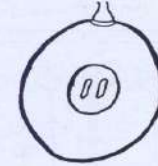
- La causa di questa disfunzione riproduttiva è da ricercarsi nella sterilità citologica, a carico delle cellule del sacco embrionale

- Ad esempio, la fecondazione può non avvenire perché alcune cellule deputate al processo di fecondazione presentano un numero di cromosomi anomalo (per effetto di una meiosi alterata) con conseguente impossibilità di appaiamento



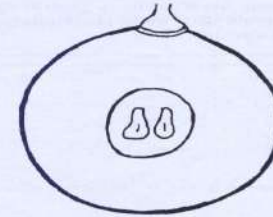
PARTENOCARPIA

POLLINICA, VEGETATIVA,
BACCA PICCOLA, ROTONDA



STENOSPERMOCARPIA

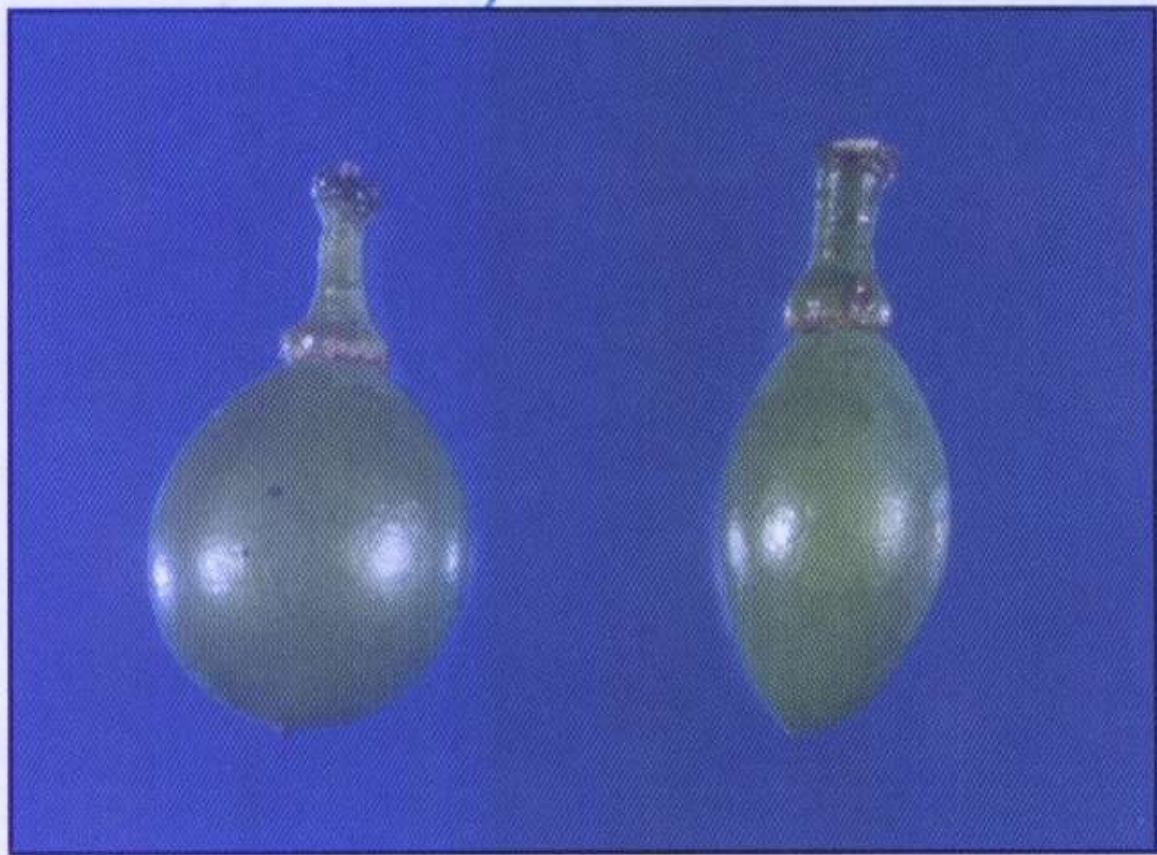
BACCA PICCOLA, OBLUNGA



BACCHE CON VINACCIOLI

GRANDI, FORMA VARIETALE

Le bacche partenocarpiche rimangono più piccole e rotonde; quelle stenospermocarpiche piccole ed ovoidali; le bacche fecondate diventano grandi ed assumono la forma varietale.



L'acino fecondato (con vinaccioli) si distingue da quello partenocarpico o stenospermocarpico perché inizialmente ha una forma più tondeggiante

APOMISSIA

SI FORMANO EMBRIONI SENZA FECONDAZIONE.

Moltiplicazione asessuata ma per seme

- **EMBRIONI FORMATI DA OVOCELLULA CON PROCESSO MEIOTICO REGOLARE (aploidi)**
- **EMBRIONI DA TEGUMENTO O NUCELLA (TESSUTI SOMATICI diploidi)**

SEMI VANI

- **Tegumenti seminali completi, ma vuoti (cv. Chaouch)**

NORMALE FECONDAZIONE E PRIMI STADI DI SVILUPPO DELL'EMBRIONE

FECONDAZIONE

FORMAZIONE DELLO ZIGOTE

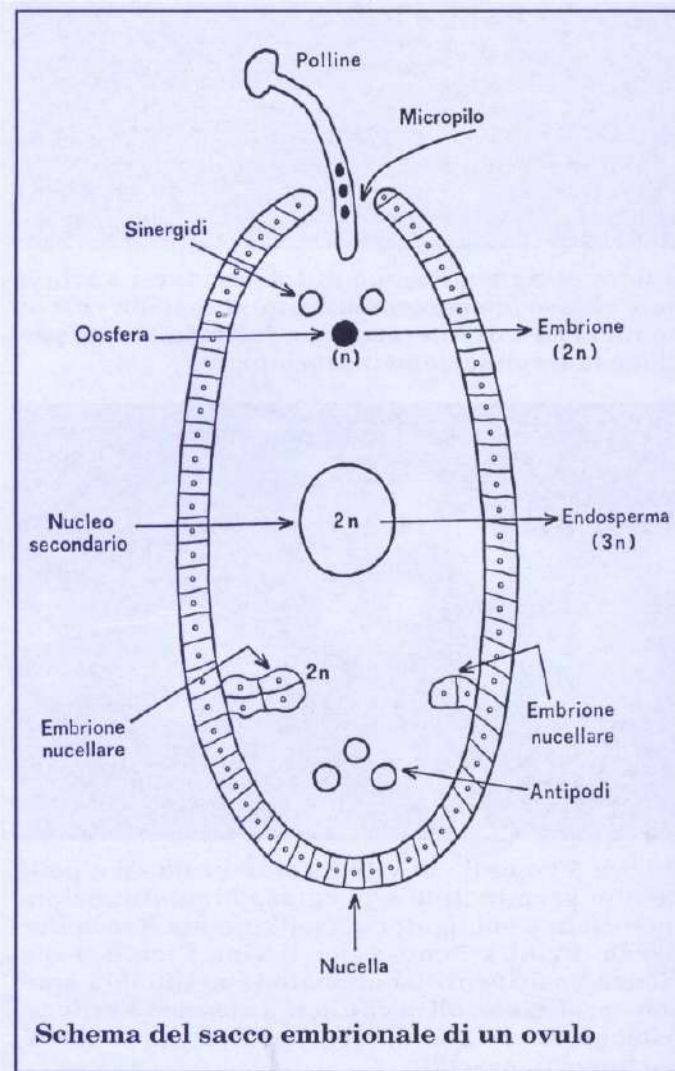
SVILUPPO DELL'ENDOSPERMA

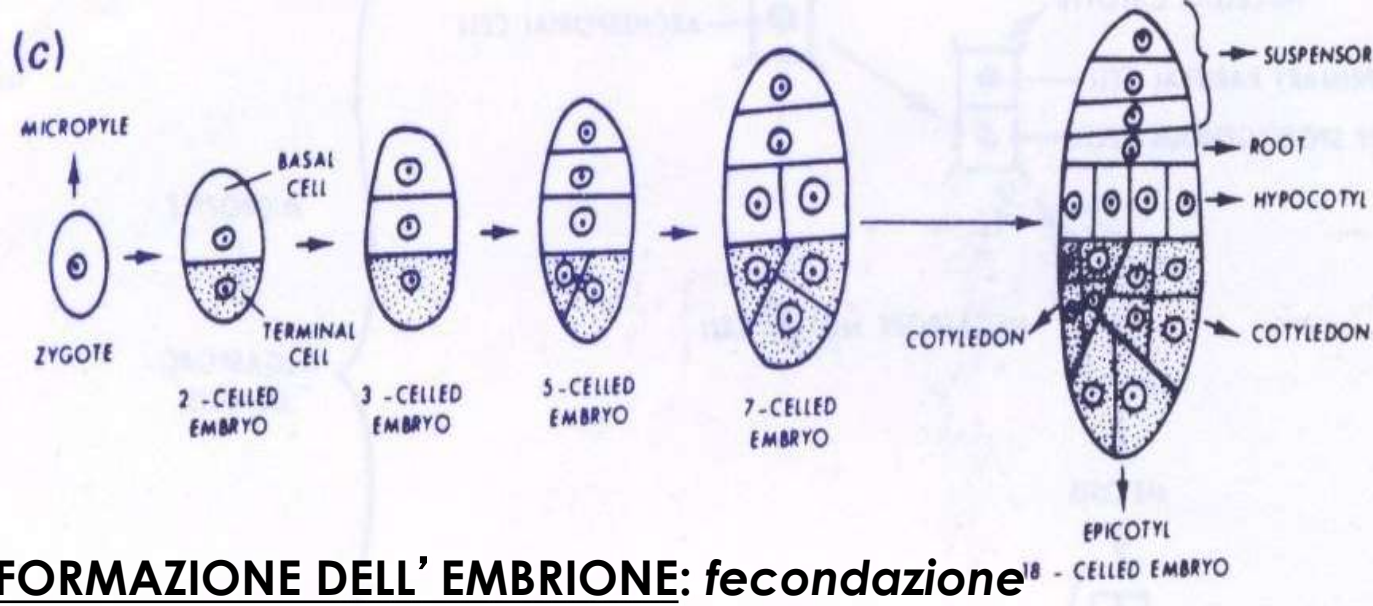
FASI DELLA FECONDAZIONE

- il polline fuoriesce dalle antere e giunge sullo stigma
- germinazione del polline ed emissione del ***budello pollinico***
- ***sviluppo del budello pollinico*** all'interno dei tessuti stilari
- nel sacco embrionale (all'interno dell'ovulo) sono ***riversati i 2 nuclei generativi di cui ogni granulo di polline è fornito (+1 nucleo trofico)***
- ***gamia*** (fusione di un nucleo con l'oosfera)
- Formazione dell'***endosperma*** per fusione del secondo nucleo generativo con il nucleo polare secondario
- dall'ovulo fecondato deriva il ***seme***

FASI DELLA FECONDAZIONE

- polline sullo stigma
- germinazione del granulo di polline
- formazione del budello pollinico
- penetrazione all'interno dello stilo
- **3 nuclei: 2 generativi ed 1 trofico**
- fecondazione dell'oosfera e formazione dell'**embrione (2n)**

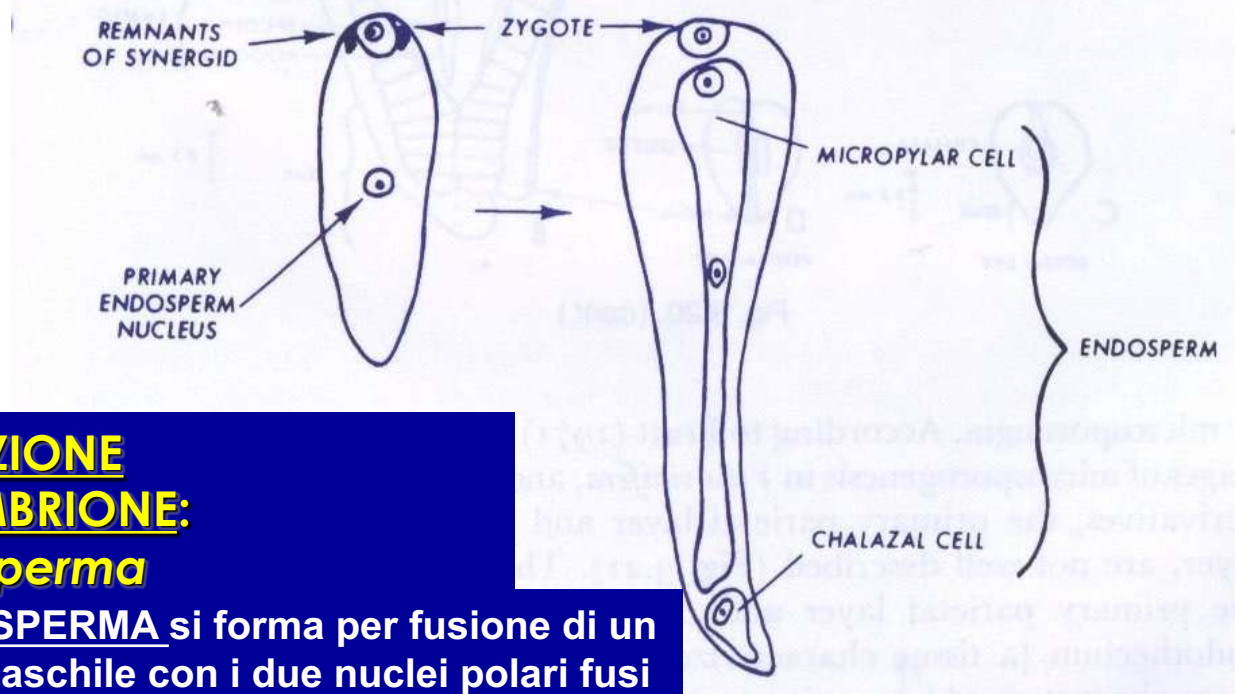




FORMAZIONE DELL' EMBRIONE: fecondazione

- Formazione della cellula diploide (ZIGOTE, $2n$) a partire dall' unione di un gamete maschile con la oosfera

- la cellula zigote si divide in maniera asimmetrica formando una CELLULA TERMINALE (piccola in posizione calaziale) ed una CELLULA BASALE (più grande nella direzione del micropilo)

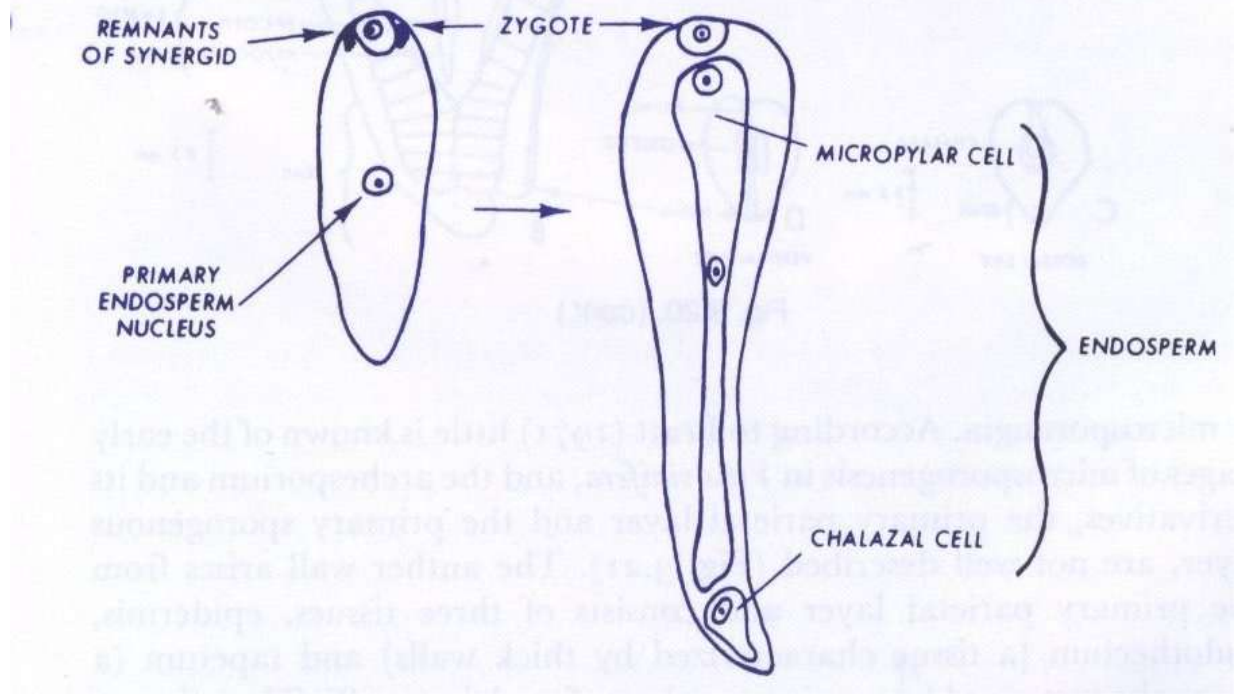


FORMAZIONE DELL' EMBRIONE: *l'endosperma*

- L' ENDOSPERMA si forma per fusione di un gamete maschile con i due nuclei polari fusi

- il tessuto che si forma è quindi triploide (3n)

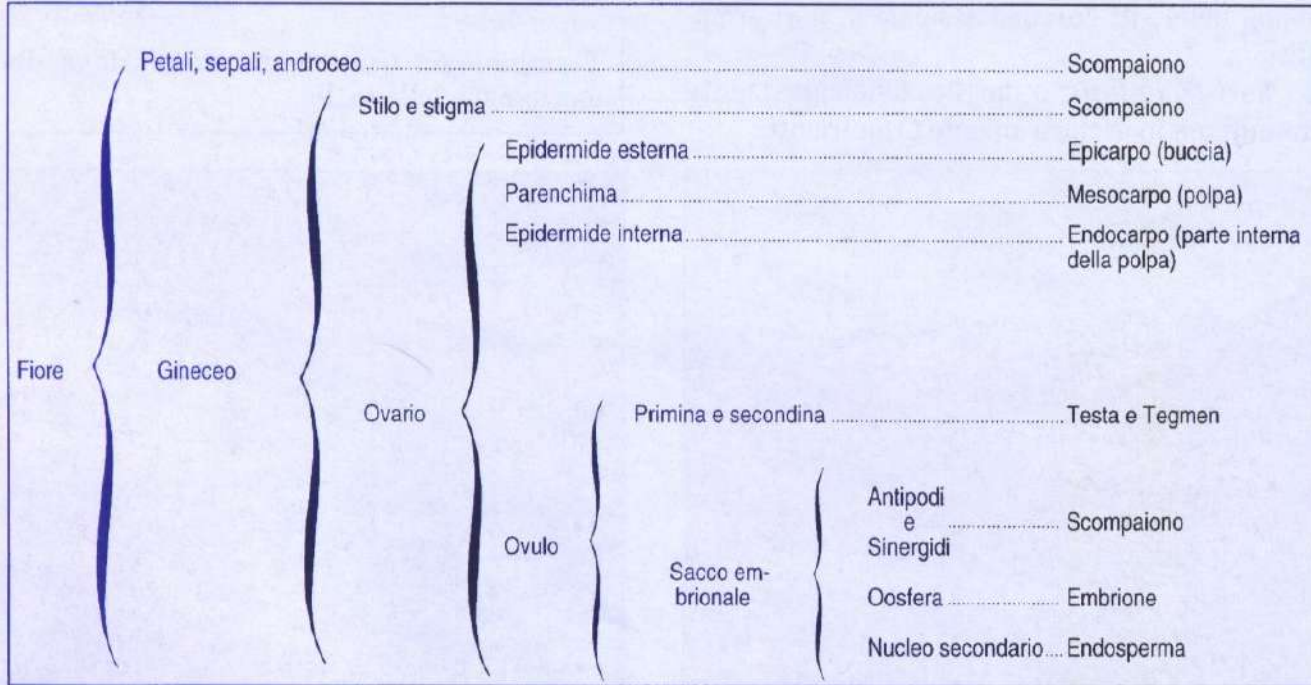
- i tre nuclei endospermatici primari sono divisi da una parete trasversale che individua una piccola CELLULA CALAZIALE contenente un nucleo ed una CELLULA MICROPILARE più grande contenente due nuclei



- **Fase di libera divisione dei nuclei della cellula micropilare: fino a 6 divisioni avvengono senza che si formi una parete cellulare a separare la cellula iniziale (ENDOSPERMA SECONDARIO)**

EVOLUZIONE E TRASFORMAZIONE DEI TESSUTI FIORALI IN TESSUTI DELLA BACCA: *riepilogo*

Trasformazione degli organi dei fiori in tessuti della bacca (da Martinez de Toda, 1991) *



CAUSE DI SCARSA ALLEGAGIONE POSSONO ESSERE INVECE:

- Colatura eccessiva dei fiori e quindi eccesso di vigoria.
- Necrosi precoce del rachide e dei racemoli (bsn) dovuta a eccesso di azoto ammoniacale.
- Scarsa impollinazione.
- Mancata fecondazione.
- Carenze nutrizionali es: di boro coinvolto nella mobilita' del tubo pollinico. calcio coinvolto nel nutrimento del tubo pollinico.

l'allegagione ha bisogno di assimilati presenti nelle foglie adiacenti al grappolo, e' per questo che asportando queste foglie prima della fioritura si ottengono grappoli piu' spargoli





