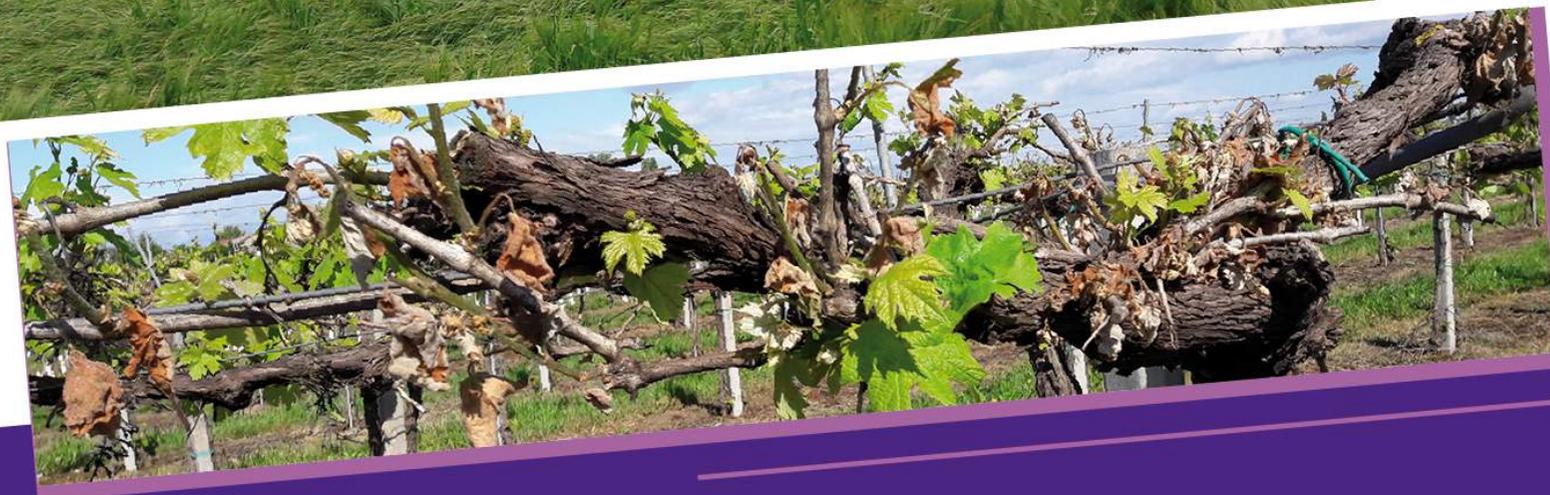


CORSO DI SPECIALIZZAZIONE PER PERITI ESTIMATORI

# LA STIMA DEI DANNI DA AVVERSITÀ ATMOSFERICHE SU UVA DA VINO E CEREALI A PAGLIA

PERUGIA, 12 E 13 APRILE 2018



## SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

CESAR  
VIA DEL RISORGIMENTO, 3B - 06051 DERUTA  
TEL 075 9724274  
FORMAZIONE@CESARWEB.COM  
WWW.CESARWEB.COM

ORGANIZZATO DA

**CESAR**

CENTRO PER LO  
SVILUPPO  
AGRICOLA  
E RURALE



**dsaz**

Spazio di sviluppo  
agricolo, alimentare  
e rurale



UNIVERSITÀ DI PERUGIA  
DIPARTIMENTO DI AGRICOLTURA,  
ALIMENTAZIONE E AMBIENTE





# fasi fenologiche, ecofisiologia e risposta alle avversità climatiche dei cereali a paglia

**Prof. Marcello Guiducci**



studium quibus arva tueri

[marcello.guiducci@unipg.it](mailto:marcello.guiducci@unipg.it)

Borgo XX giugno 74, 06121 Perugia, Italy  
tel +39 075 5856323

<http://www.unipg.it/pagina-personale?n=marcello.guiducci>

<http://orcid.org/0000-0003-1888-4732>

ORCID ID  
[orcid.org/0000-0003-1888-4732](http://orcid.org/0000-0003-1888-4732)



# cereali a paglia

## CICLO VEGETATIVO e RIPRODUTTIVO

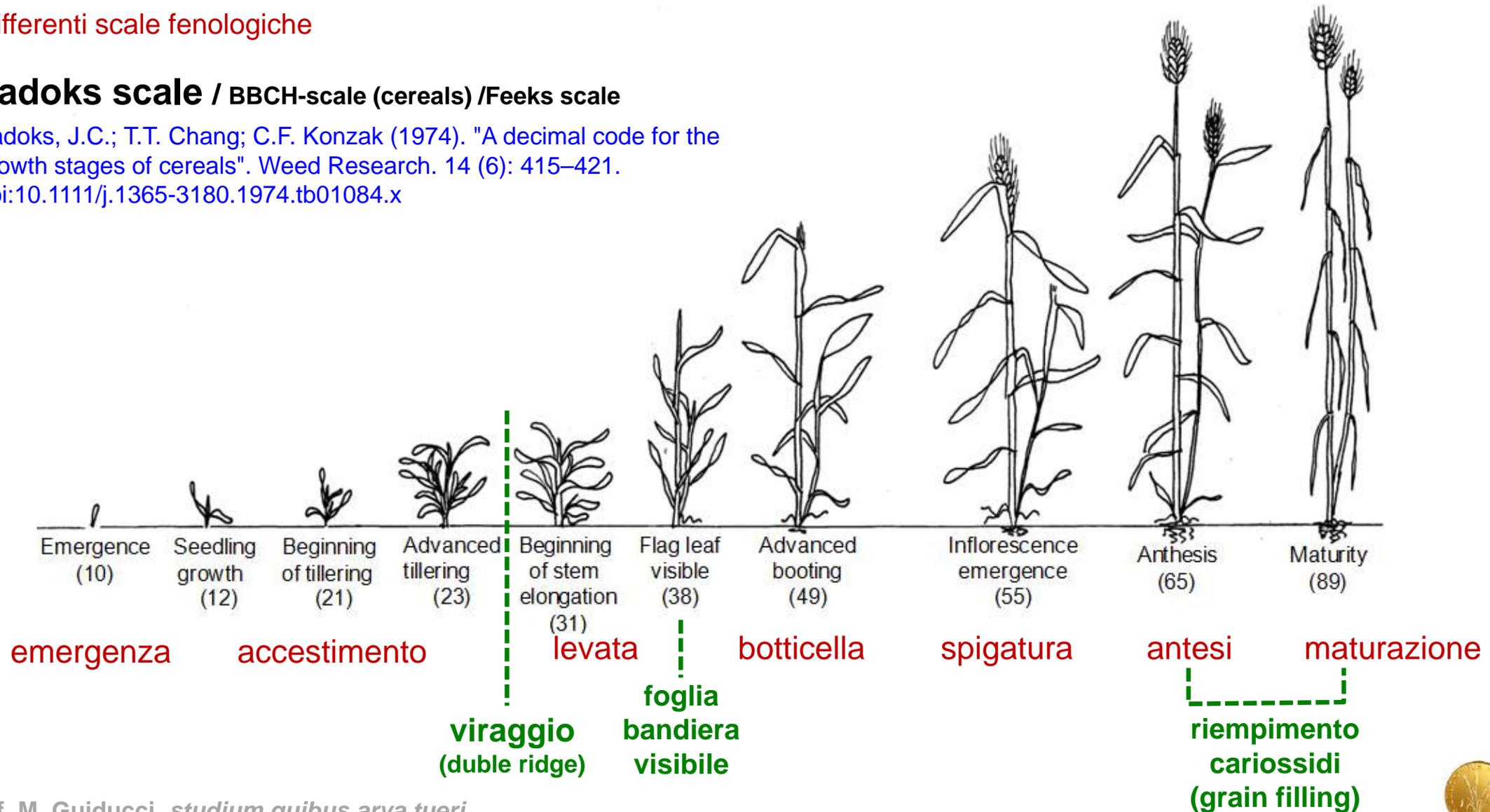


# FASI FENOLOGICHE FRUMENTO

differenti scale fenologiche

## Zadoks scale / BBCH-scale (cereals) / Feeks scale

Zadoks, J.C.; T.T. Chang; C.F. Konzak (1974). "A decimal code for the growth stages of cereals". *Weed Research*. 14 (6): 415–421. doi:10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x





## Zadoks scale

Germination	
0	Dry seed
1	Start of imbibition
3	Imbibition complete
5	Radicle emerged from seed
7	Coleoptile emerged from seed
9	Leaf just at coleoptile tip

Seedling growth	
10	First leaf through coleoptile
11	First leaf unfolded
12	2 leaves unfolded
13	3 leaves unfolded
14	4 leaves unfolded
15	5 leaves unfolded
16	6 leaves unfolded
17	7 leaves unfolded
18	8 leaves unfolded
19	9 or more leaves unfolded

Tillering	
20	Main shoot only
21	Main shoot and 1 tiller
22	Main shoot and 2 tillers
23	Main shoot and 3 tillers
24	Main shoot and 4 tillers
25	Main shoot and 5 tillers
26	Main shoot and 6 tillers
27	Main shoot and 7 tillers
28	Main shoot and 8 tillers
29	Main shoot and 9 or more tillers

Stem Elongation	
30	Pseudo stem erection
31	1st node detectable
32	2nd node detectable
33	3rd node detectable
34	4th node detectable
35	5th node detectable
36	6th node detectable
37	Flag leaf just visible
39	Flag leaf ligule/collar just visible

Booting	
40	-
41	Flag leaf sheath extending
45	Boots just swollen
47	Flag leaf sheath opening
49	First awns visible

Inflorescence emergence	
50	First spikelet of inflorescence visible
53	1/4 of inflorescence emerged
55	1/2 of inflorescence emerged
57	3/4 of inflorescence emerged
59	Emergence of inflorescence completed

Anthesis	
60	Beginning on anthesis
65	Anthesis half-way
69	Anthesis completed

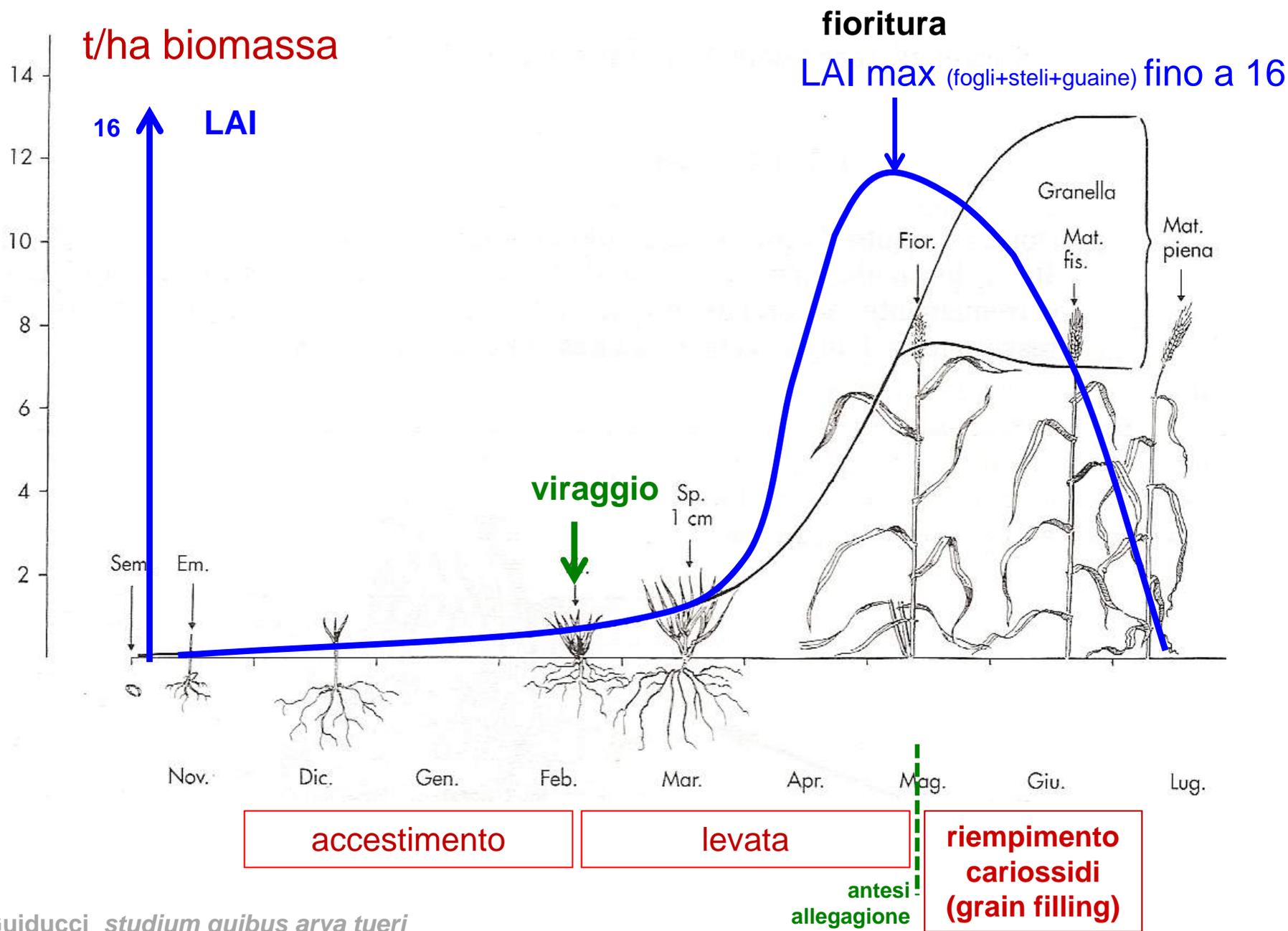
Milk development	
70	-
71	Kernel watery ripe
73	Early milk
75	Medium milk
77	Late milk

Dough development	
80	-
83	Early dough
85	Soft dough
87	Hard dough

Ripening	
90	-
91	Kernel hard (difficult to divide with thumbnail)
92	Kernel hard (no longer dented with thumbnail)
93	Kernel loosening in daytime
94	Overripe, straw dead and collapsing
95	Seed dormant
96	Viable seed giving 50% germination
97	Seed not dormant
98	Secondary dormancy induced
99	Secondary dormancy lost

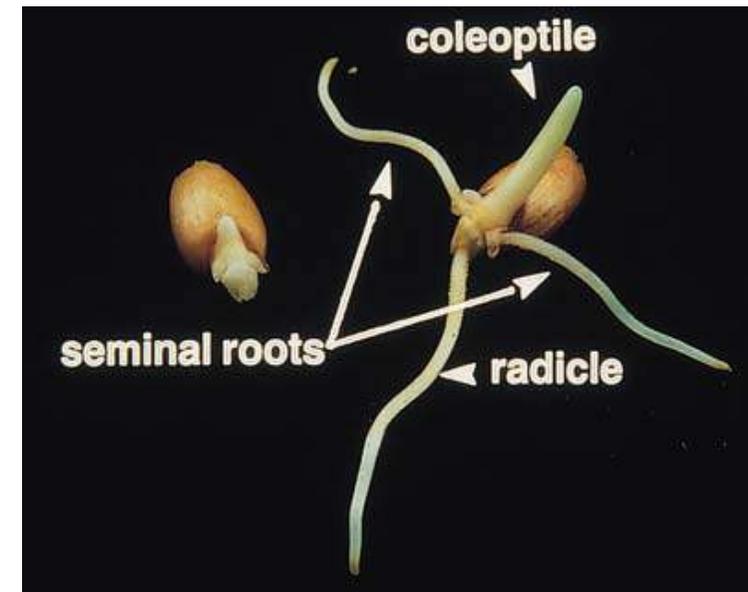
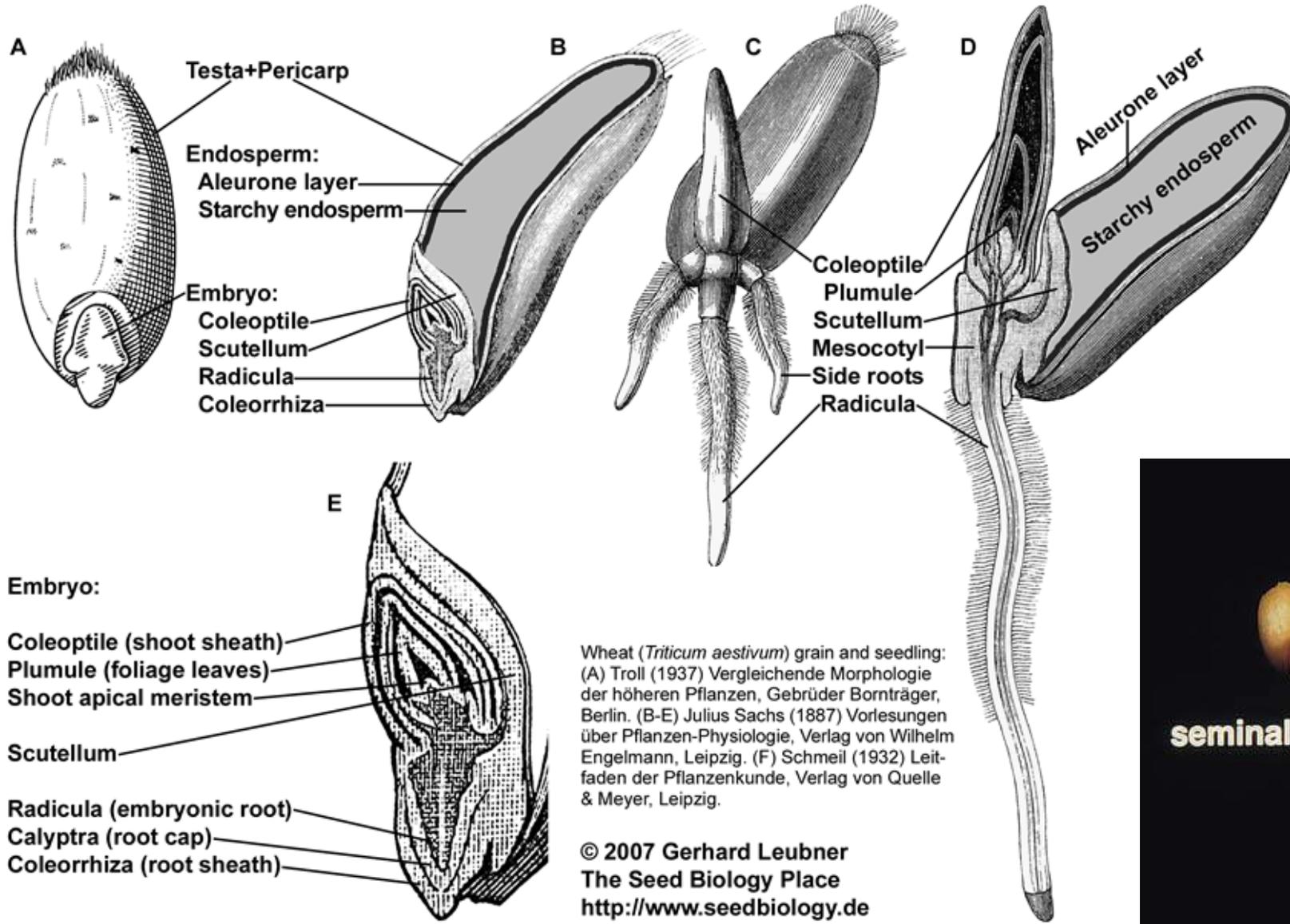


# accumulo biomassa e LAI



# GERMINAZIONE

Structure and germination of a cereal grain (caryopsis): *Triticum aestivum* - wheat



# GERMINAZIONE

- imbibizione del seme e rottura degli involucri
- emissione radichetta e coleoptile
- emissione fino a 6-8 radichette seminali

secco    imbibito



emissione  
coleoptile



emissione  
radichette



germinello  
con 3 radichette embrionali



Germination	
0	Dry seed
1	Start of imbibition
3	Imbibition complete
5	Radicle emerged from seed
7	Coleoptile emerged from seed
9	Leaf just at coleoptile tip

## EMERGENZA

- si allunga il coleoptile fino a raggiungere la superficie del terreno
- esce la piumetta dal coleoptile e compare la prima foglia

Seedling growth	
10	First leaf through coleoptile
11	First leaf unfolded

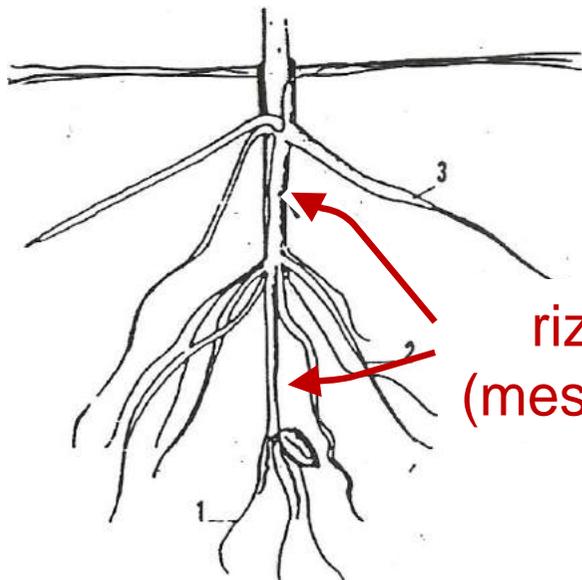


quando la piantina ha 3-4 foglie, si forma a **circa 1-2 cm di profondità** un **ingrossamento** dal quale prenderanno origine le radici avventizie

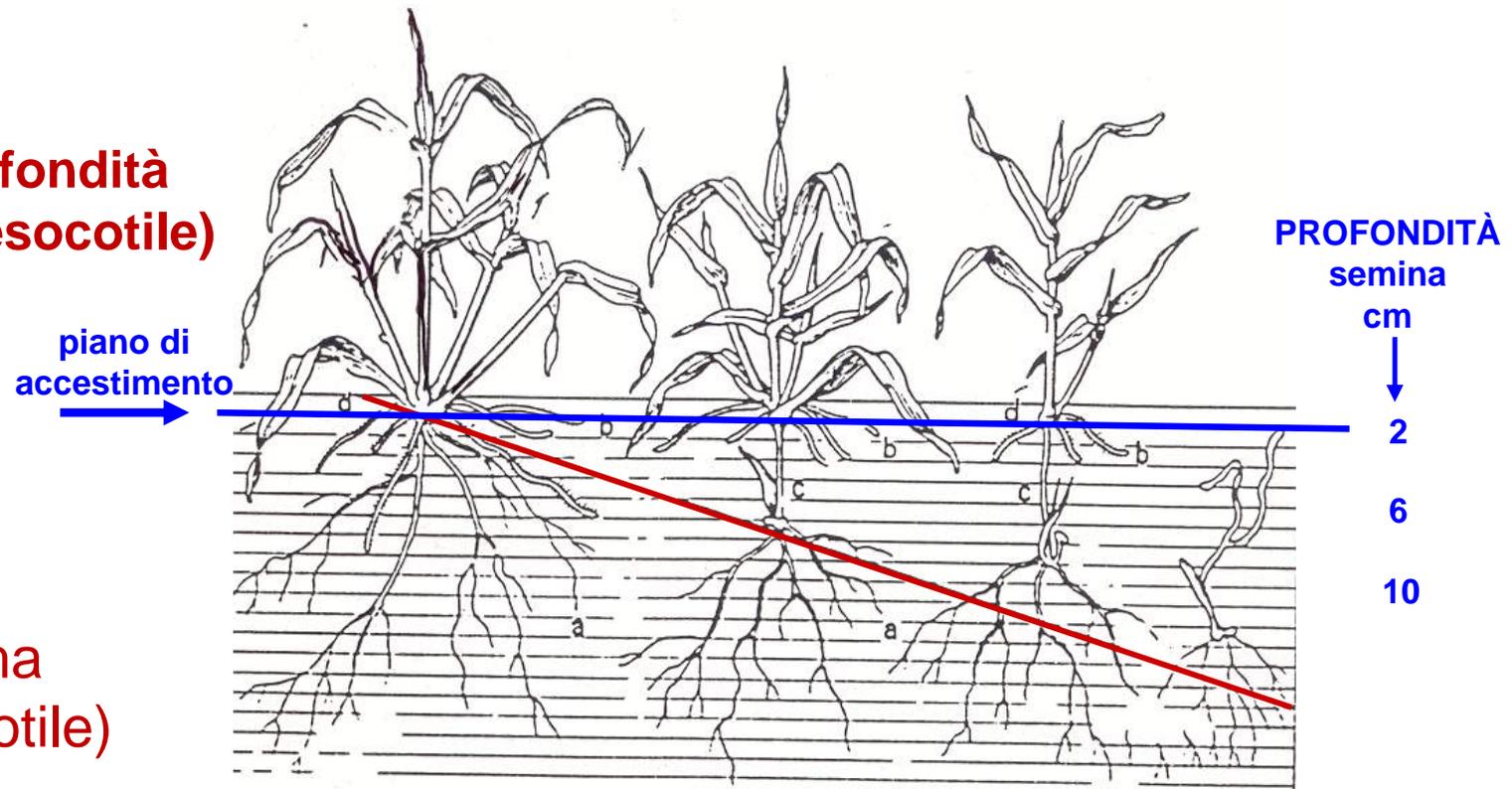


## PIANO di ACCESTIMENTO

se il seme si trova in profondità  
si accresce il rizoma (mesocotile)



rizoma  
(mesocotile)



## ACCESTIMENTO

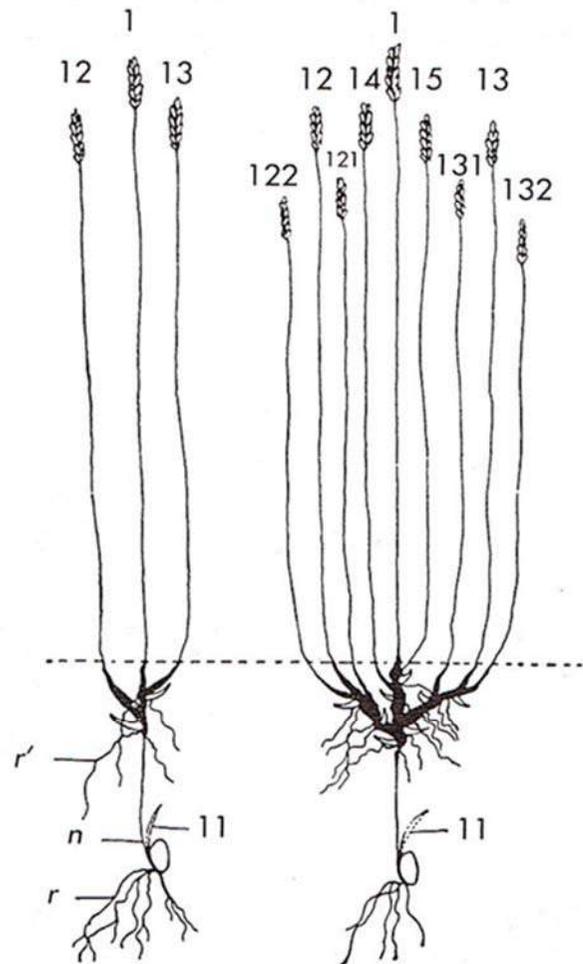
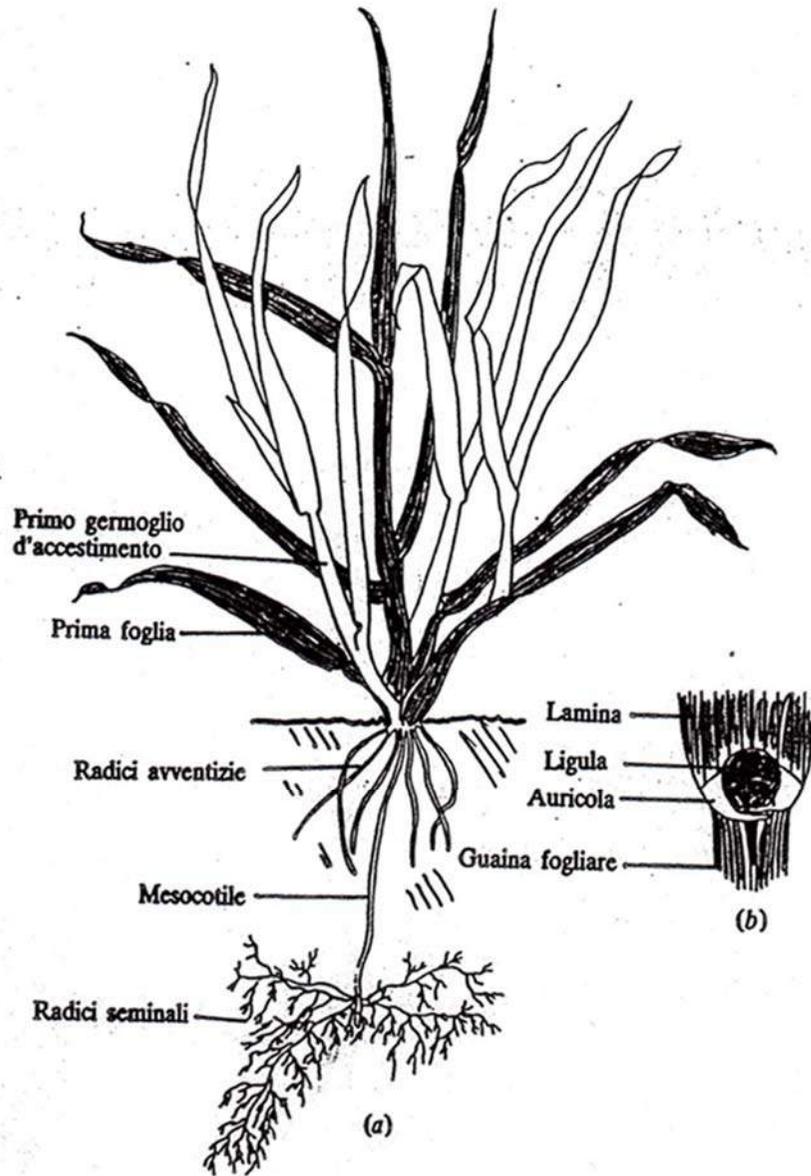
continua emissione di germogli ascellari dal piano di accestimento.  
perdura fintanto che l'apice vegetativo non passa allo stadio riproduttivo



Tillering	
20	Main shoot only
21	Main shoot and 1 tiller
22	Main shoot and 2 tillers
23	Main shoot and 3 tillers
24	Main shoot and 4 tillers
25	Main shoot and 5 tillers
26	Main shoot and 6 tillers
27	Main shoot and 7 tillers
28	Main shoot and 8 tillers
29	Main shoot and 9 or more tillers

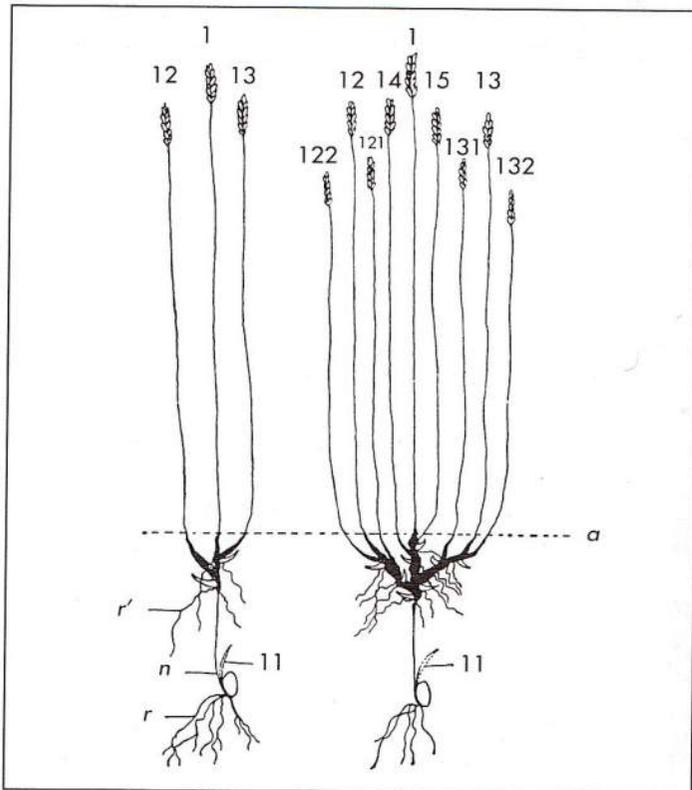
# ACCESTIMENTO

di norma l'accestimento porta ad un numero molto elevato di culmi per pianta

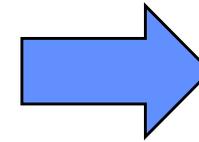


# ACCESTIMENTO

**il numero di culmi fertili (spighe) di una  
pianta può raggiungere valori enormi**



**da un solo seme  
342 culmi**



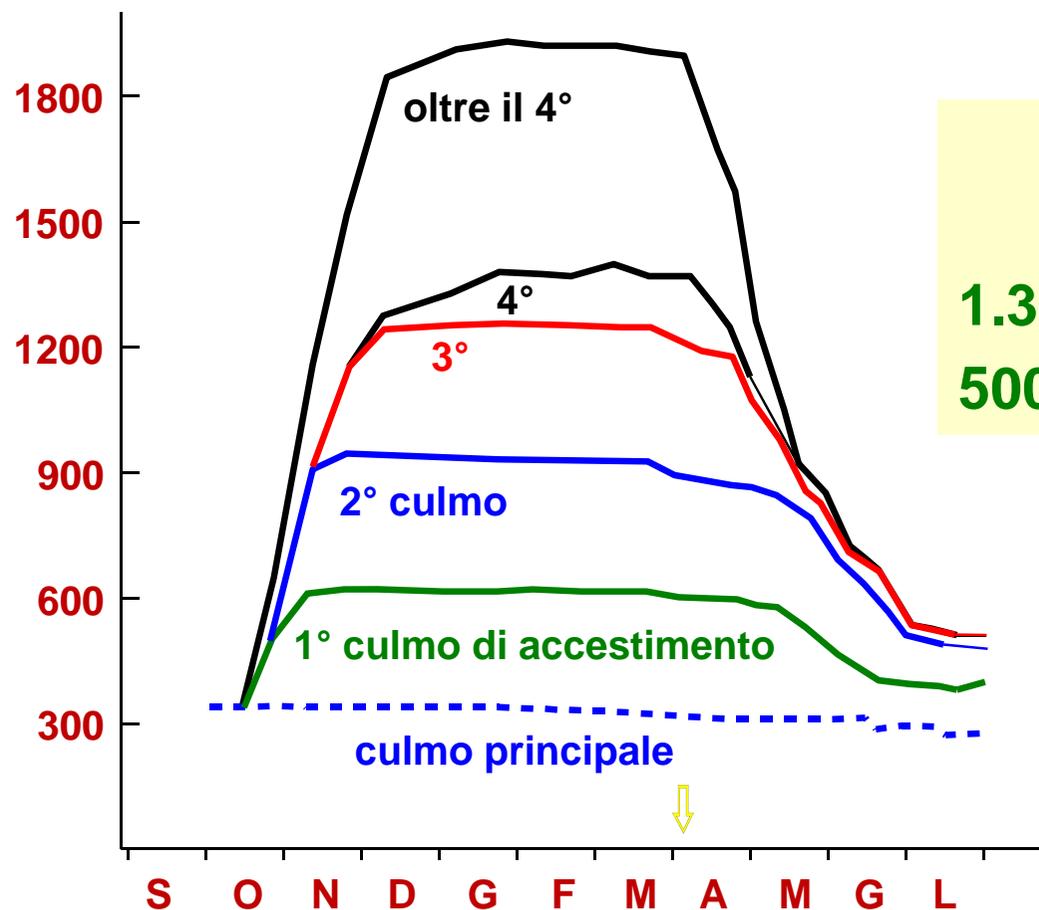
**campione di pianta di frumento tenero  
UR Agronomia e Coltivazioni erbacee  
DSA3 università degli studi di Perugia**



## ACCESTIMENTO

soltanto una frazione di culmi formati arriva a produrre spighe, molti culmi (i più giovani) regrediscono durante la levata.

culmi per m<sup>-2</sup>



condizioni ottimali

1.3-1.5 culmi fertili per pianta  
500-600 spighe per m<sup>2</sup>

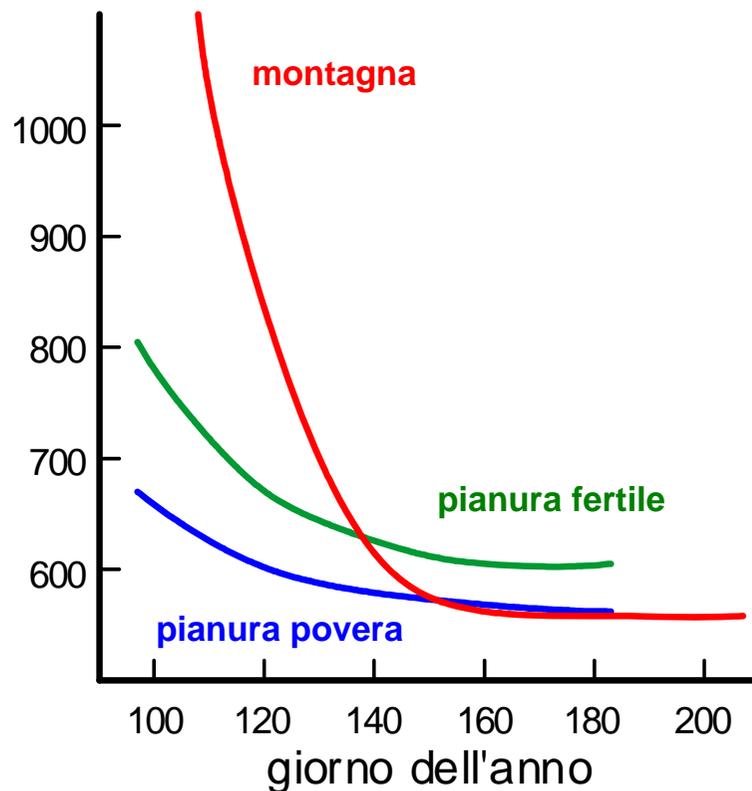


# ACCESTIMENTO

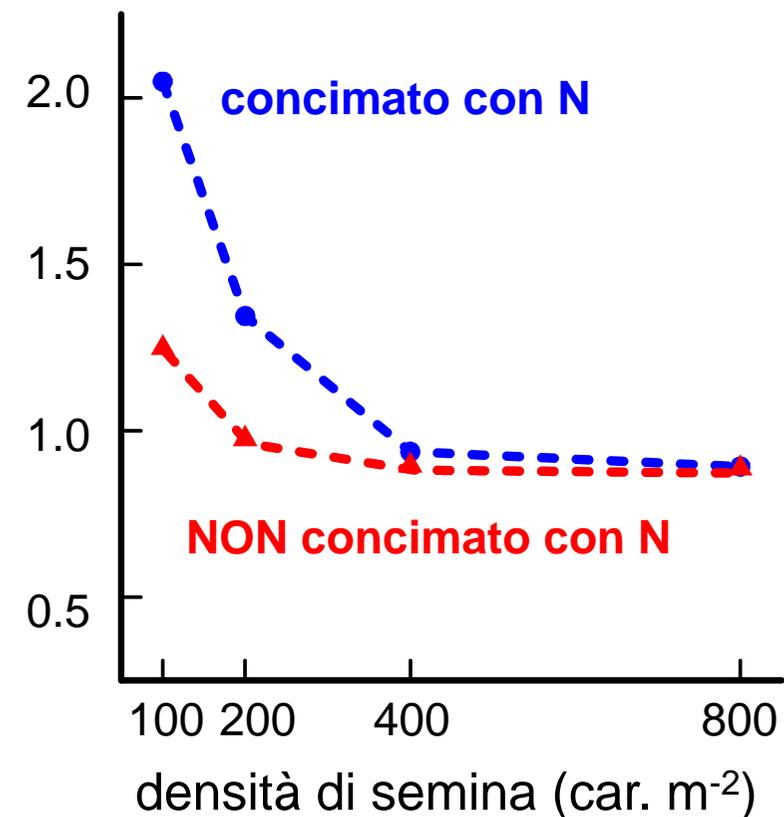
il numero di culmi fertili prodotti dipende principalmente da

- clima e fertilità della zona
- densità di semina
- concimazione azotata

culmi per m<sup>-2</sup>



spighe per pianta a maturazione



# VIRAGGIO (double ridge)

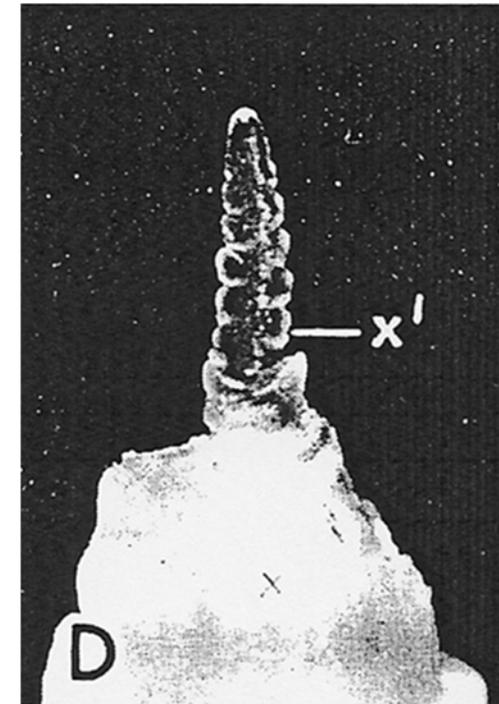
**differenziazione dell'apice vegetativo in apice riproduttivo, in risposta a stimoli ambientali (fotoperiodo e temperatura)**

**il viraggio determina la fine dell'accestimento, e l'apice, da produttore di foglie e culmi, diventa produttore di spighe**

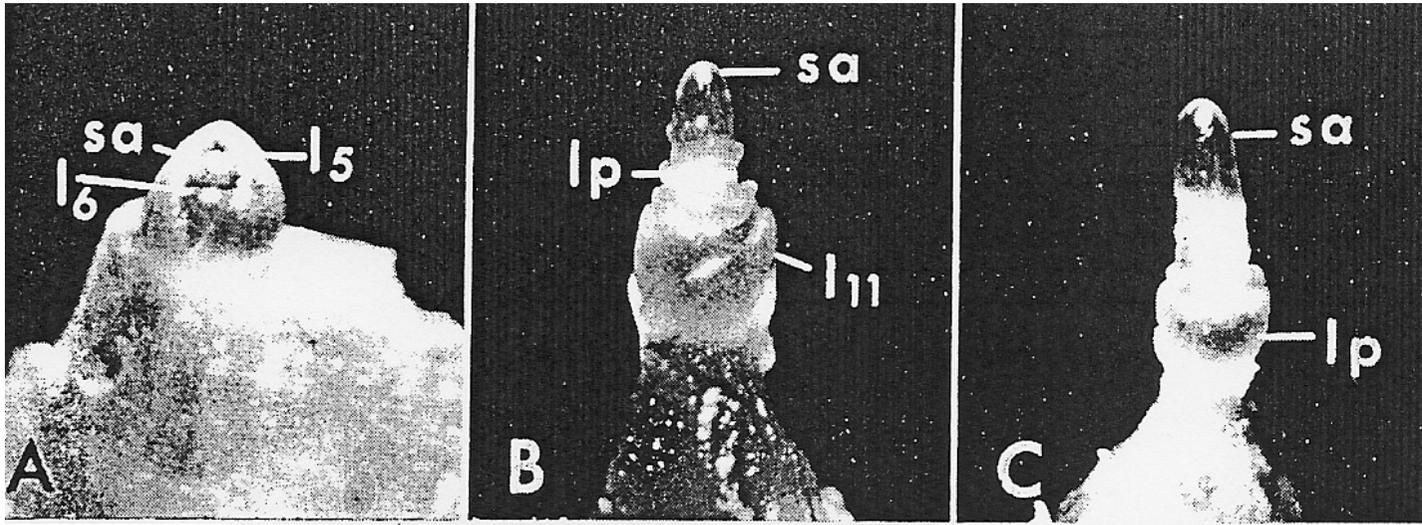
**l'individuazione del viraggio richiede il sezionamento delle piantine**

**per scopi pratici si utilizza la localizzazione dell'apice lungo il fusticino:**

**“stadio di spiga a 1 cm”**



## accrescimento e sviluppo dell'apice caulinare

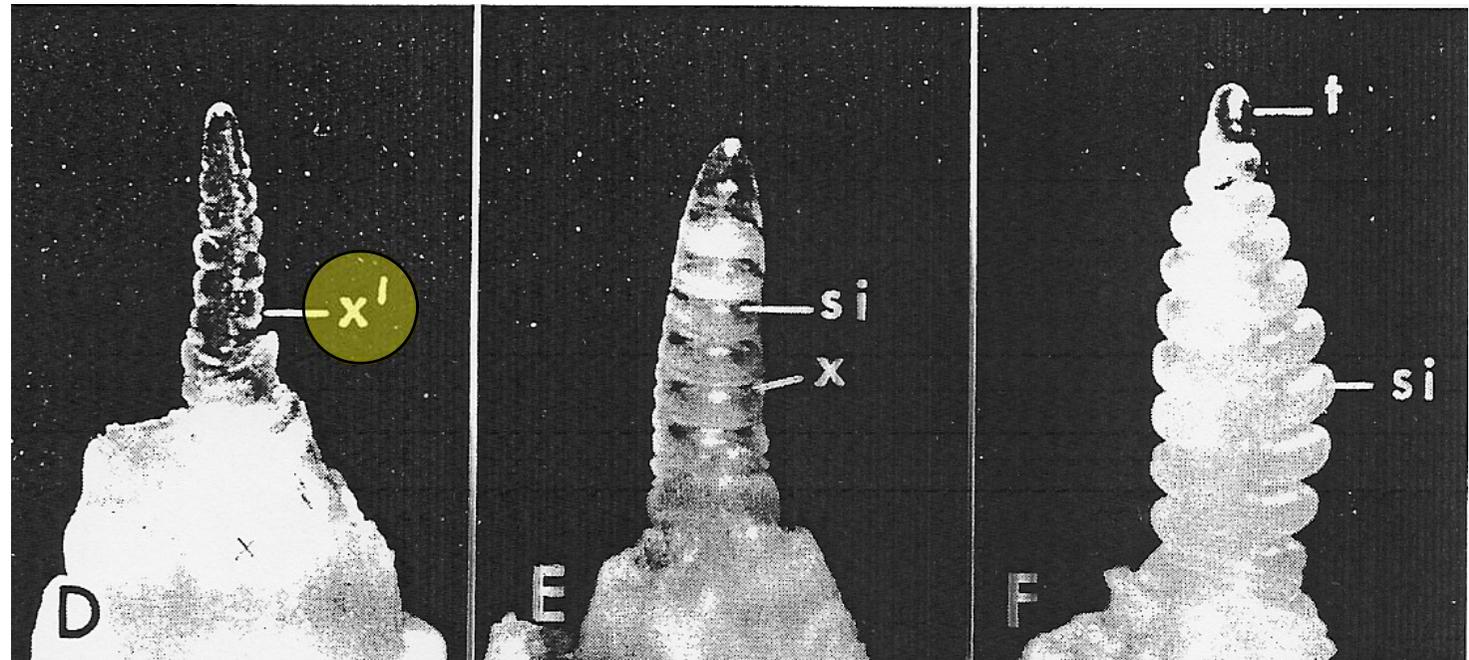


**durante  
l'accestimento** 

abbozzi delle foglie  
in forma di  
rigonfiamenti singoli

## al VIRAGGIO

abbozzi delle spiglette  
in forma di  
doppio anello  
(double ridge)



# LEVATA

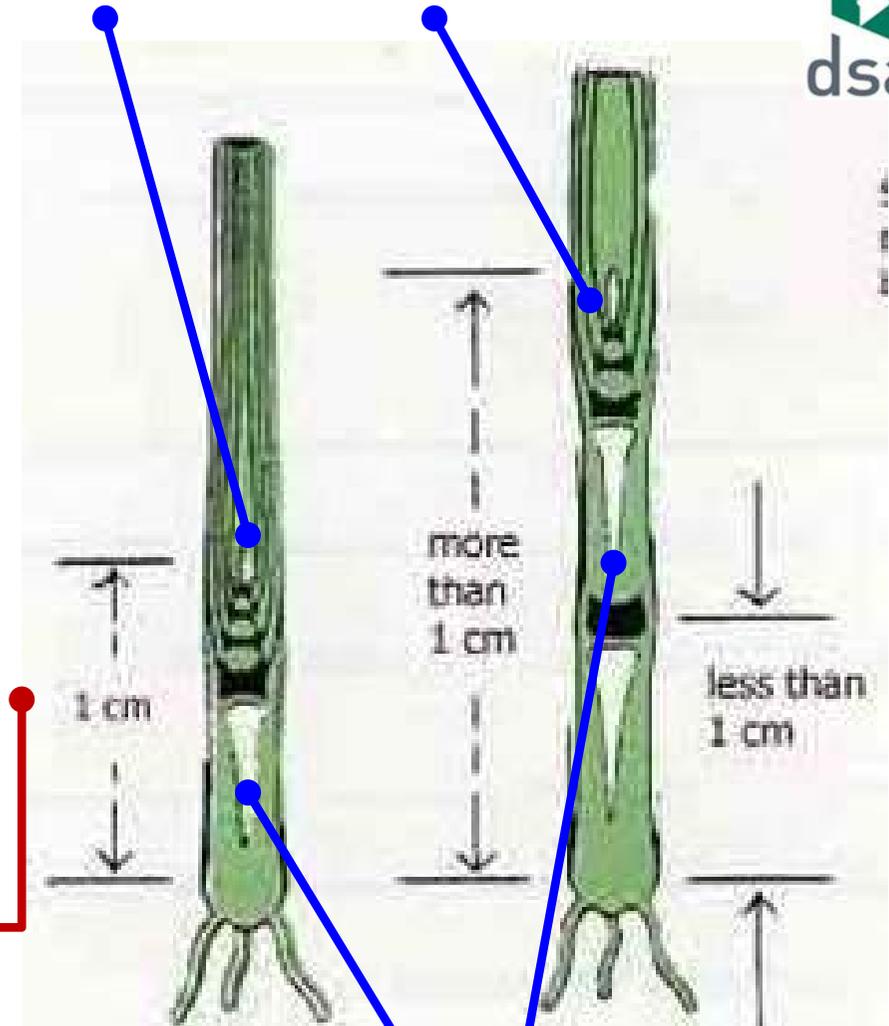
**allungamento degli internodi con un aumento in altezza del culmo**

Stem Elongation	
30	Pseudo stem erection
31	1st node detectable
....	
39	Flag leaf ligule/collar just visible

**SPIGA A 1 cm**

per individuare con facilità l'inizio della levata

Spiga in formazione

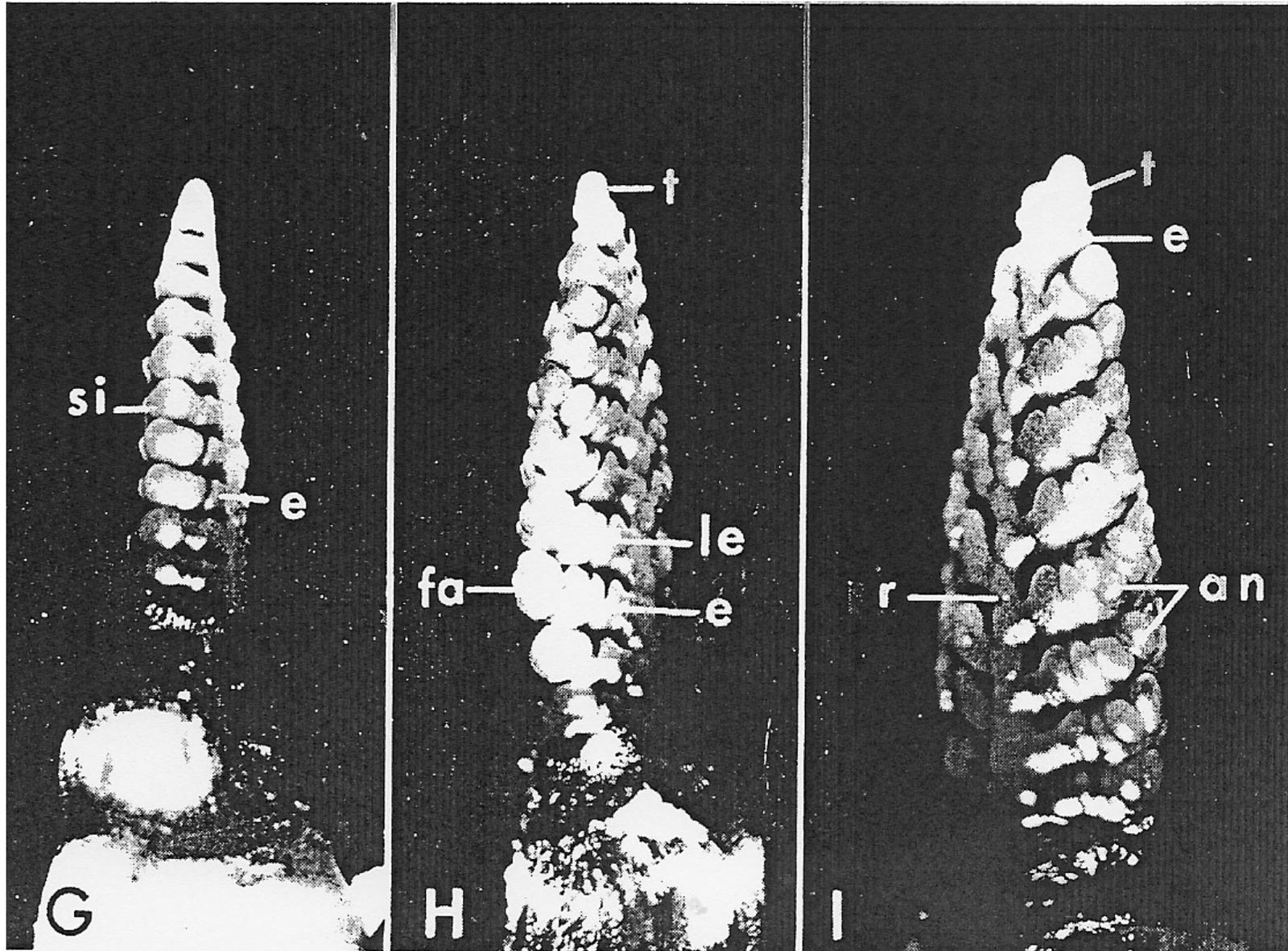


Tessuti meristemati in accrescimento



# durante la LEVATA

continua l'accrescimento e lo sviluppo DELLA SPIGA



competizione  
tra parti vegetative  
e  
parti riproduttive



## FINE DELLA LEVATA

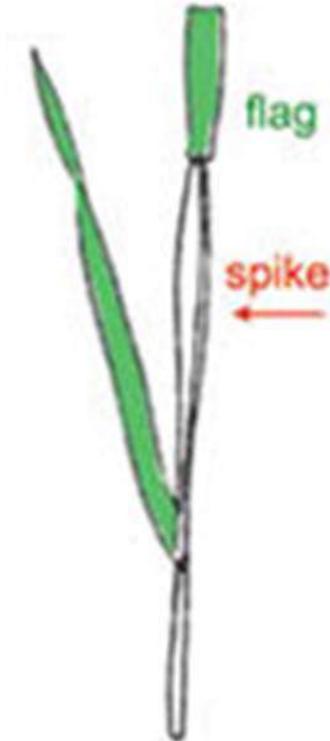
- l'emissione foglia bandiera (flag leaf)
- botticella
- spigatura

Zadok Scale	Description
<b>Booting</b>	
40	-
41	Flag leaf sheath extending
45	Boots just swollen
47	Flag leaf sheath opening
49	First awns visible
<b>Inflorescence emergence</b>	
50	First spikelet of inflorescence visible
53	1/4 of inflorescence emerged
55	1/2 of inflorescence emerged
57	3/4 of inflorescence emerged
59	Emergence of inflorescence completed
<b>Anthesis</b>	
60	Beginning on anthesis
65	Anthesis half-way
69	Anthesis completed

zadock - 39



45



55



59





## «FIORITURA»

dopo la fecondazione le **GLUMELLE** si divaricano per l'ingrossamento delle **LODICOLE** e le **ANTERE** diventano visibili





## FECONDAZIONI E SVILUPPO DEL SEME

**1° NUCLEO POLLINICO** feconda cellula uovo



**EMBRIONE**

**2° NUCLEO POLLINICO** feconda

**NUCLEO SECONDARIO** del sacco embrionale (albume)

**ENDOSPERMA**

divisione del nucleo fecondato triploide

corpo plurinucleato (3-4000 nuclei) (**CENOCITO**)

**CELLULARIZZAZIONE** (pareti divisorie) **ENDOSPERMA**

accumulo **AMIDO**

**1° GLUTENINE**  
**2° GLIADINE**

accumulo **PROTEINE** di riserva (qualità)



# granigione MATURAZIONE

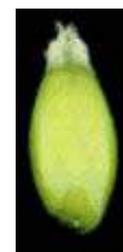
inizio granigione

→  
zadoks  
70-71



**MATURAZIONE LATTEA:** le cariossidi di color verde raggiungono il massimo volume e sono ripiene di un liquido lattiginoso;

→  
73-77



**MATURAZIONE CEROSA:** le cariossidi diventano giallastre e assumono consistenza cerosa. le foglie inferiori iniziano ad ingiallire

→  
83-87



**MATURAZIONE FISIOLÓGICA:** cessa l'accumulo di sostanze nei semi; la cariosside si può incidere con l'unghia

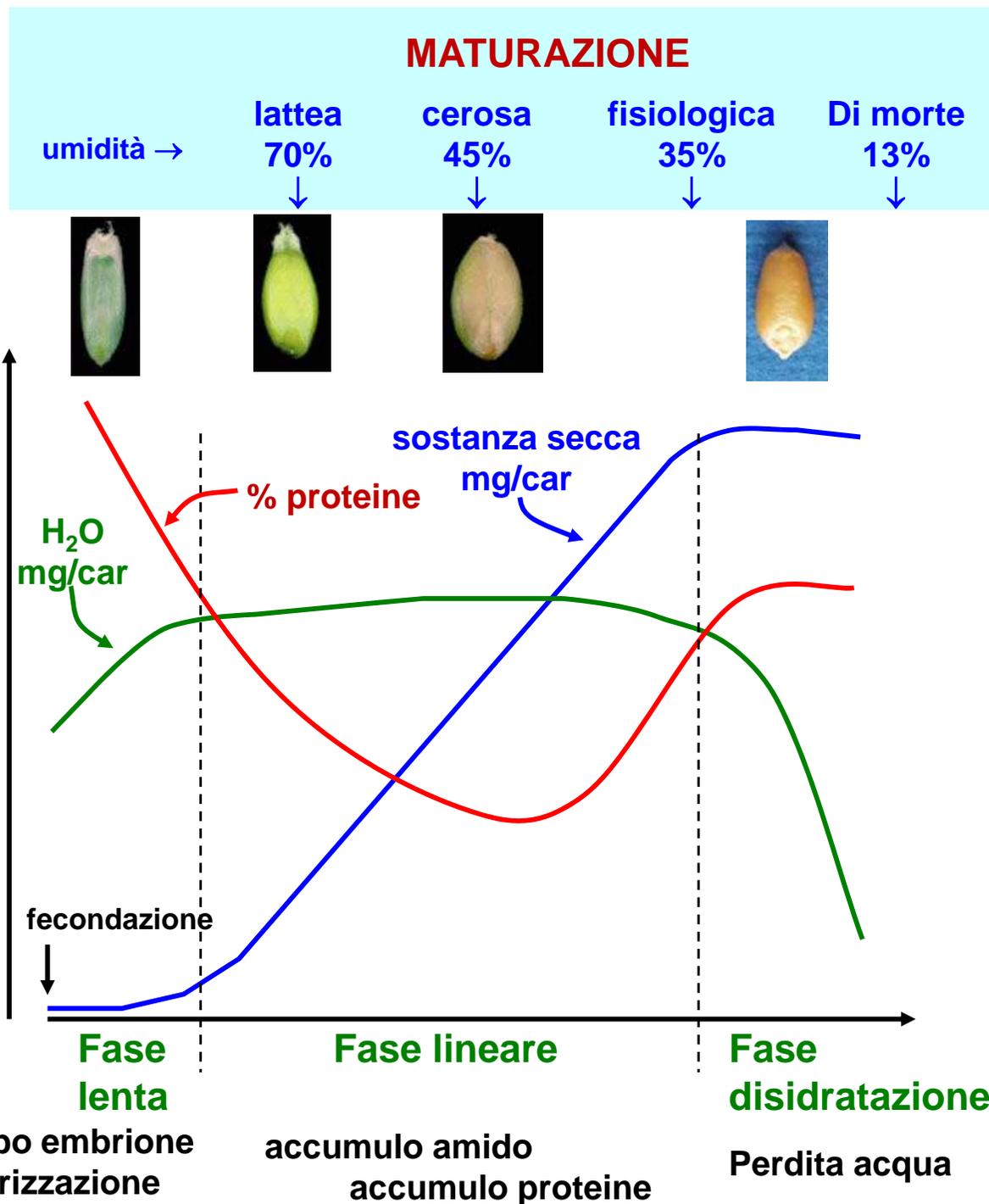
→  
91-94



**MATURAZIONE DI MORTE:** umidità 11-13%, la cariosside **NON** può essere incisa con l'unghia, la pianta è completamente secca

## FASI DELLA CRESCITA DELLE CARIOSSIDI

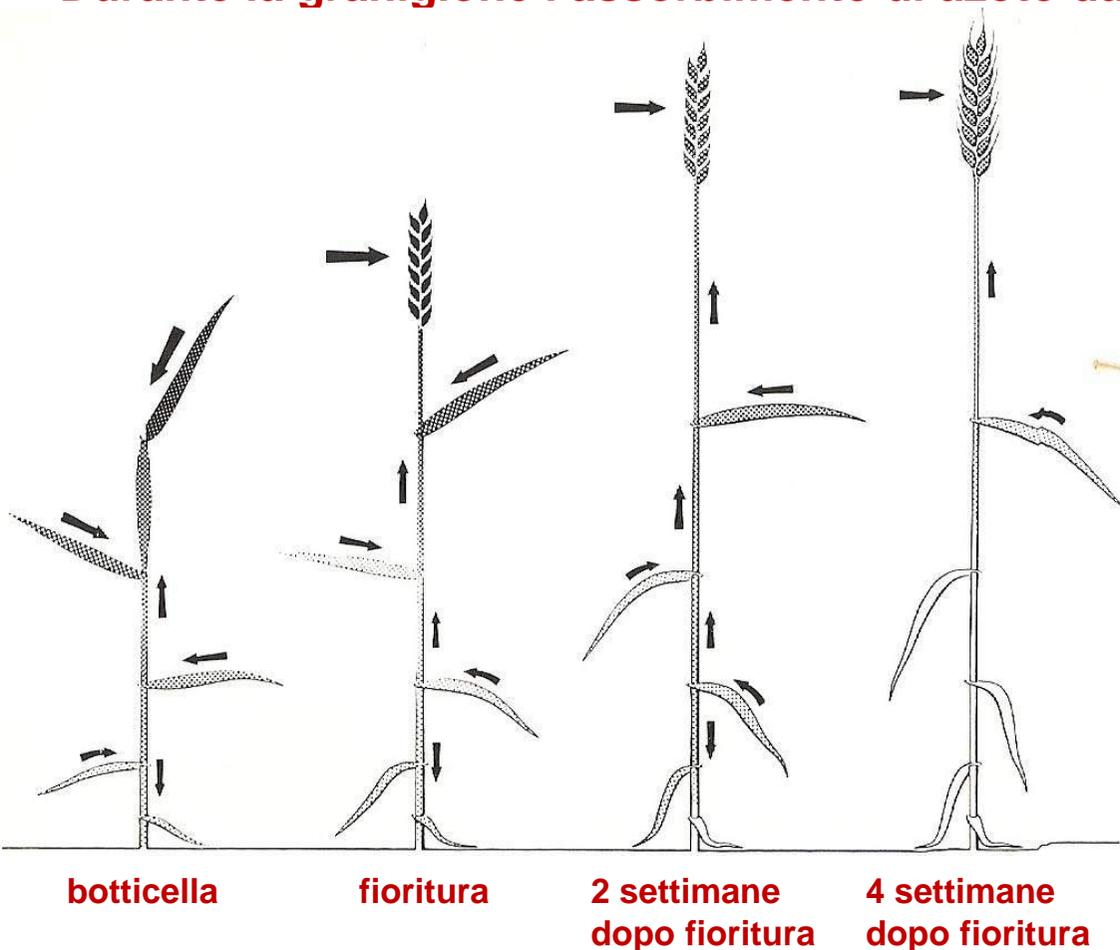
**l'accumulo delle proteine nelle cariossidi avviene in fase tardiva**



La maggior parte delle sostanze accumulate nelle cariossidi derivano dalla fotosintesi della **foglia bandiera**, della **spiga stessa** e **dell'ultimo internodo**.

**quasi tutte le PROTEINE DELLA CARIOSSIDE derivano da RILOCAZIONE SOSTANZE AZOTATE ACCUMULATE NELLE PARTI VEGETATIVE.**

**Durante la granigione l'assorbimento di azoto dal terreno è trascurabile**



**produzione**

	t/ha	in % pianta intatta
<b>pianta intatta</b>	<b>6.42</b>	<b>100</b>
senza lamina ultima foglia	5.21	82
senza lamina ultime 2 foglie	4.59	72
senza lamine fogliari	4.40	69
<b>solo lamina ultima foglia</b>	<b>5.66</b>	<b>88</b>
<b>solo lamine ultime 2 foglie</b>	<b>6.43</b>	<b>100</b>

**frecce = intensità e direzione della traslocazione**

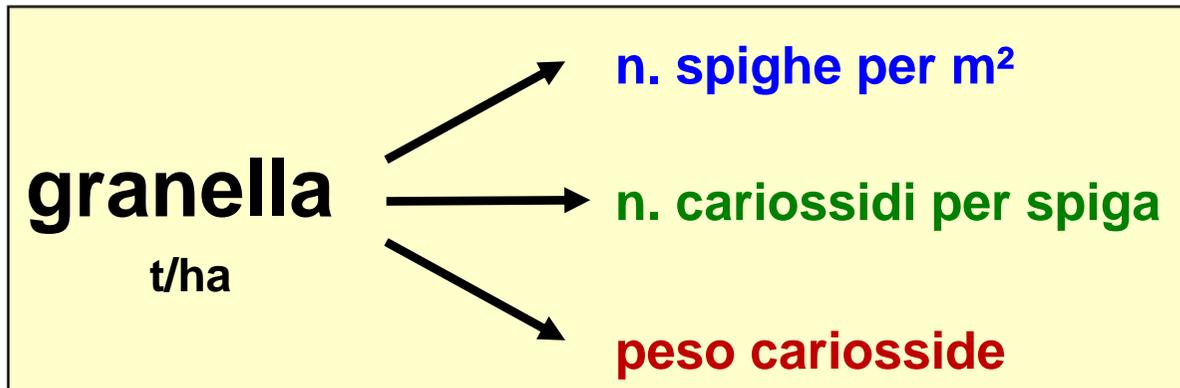




# formazione della produzione



## COMPONENTI DELLA RESA



SPECIE	infiorescenze per m <sup>2</sup> <i>n°</i>	cariossidi per infiorescenza <i>n°</i>	peso cariosside <i>mg</i>
<i>Triticum aestivum</i>	450÷650	35÷40	35÷50
<i>Triticum durum</i>	400÷600	30÷35	45÷60
<i>Hordeum vulgare</i>			
<i>distichum</i>	600÷800	20÷30	40÷50
<i>exastichum</i>	500÷700	50÷70	35÷45
<i>Avena sativa</i>	300÷400	20÷200	25÷35
<i>Secale cereale</i>	400÷500	35÷40	20÷30
<i>Triticosecale</i>	450÷600	35÷45	35÷50

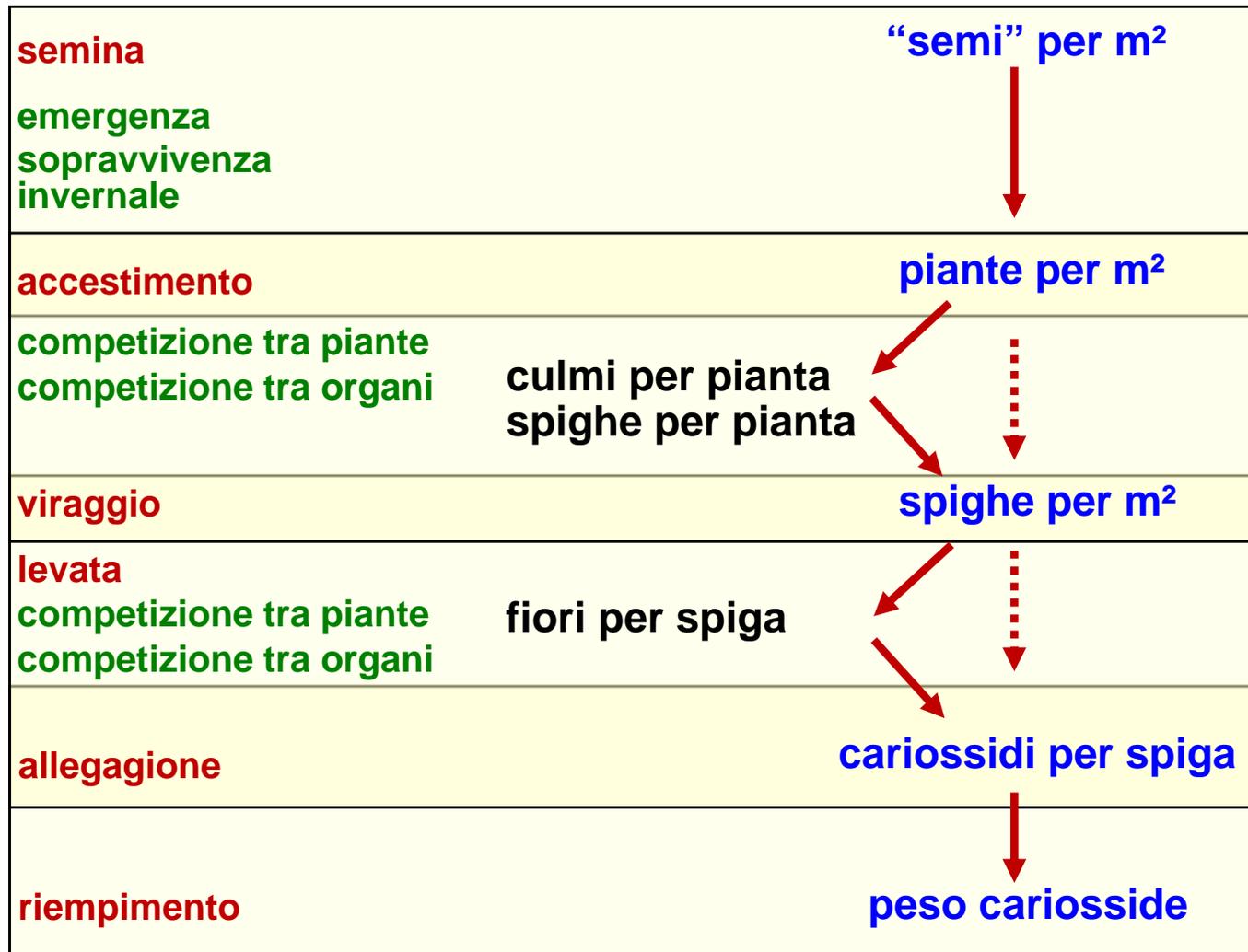
\* i valori sono soggetti ad ampie variazioni per motivi ambientali, genetici e di tecnica culturale.





# COMPONENTI DELLA RESA

ciascuna componente si realizza in momenti diversi del ciclo culturale

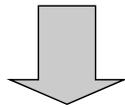


**PRODUZIONE**



# spighe/m<sup>2</sup>

“semi”/m<sup>2</sup> × emergenza (%)



**piante/m<sup>2</sup>**

letto di semina

semina

qualità semente

parassiti

freddo

concimazioni (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O)

×

**indice di accestimento**

(n. di culmi fertili per pianta)

varietà

semina

rullatura

sistemazione idraulica

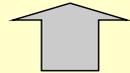
infestanti

concimazioni (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - N)



# cariossidi/spiga

**fiori per spiga**



**spighette/spiga  
fiori/spighetta**

**varietà**

**sistemazione idraulica**

**infestanti**

**parassiti (mal del piede)**

**concimazioni ( $P_2O_5$ )**

**N (al viraggio)**

**x**

**% allegagione**

**(n. di fiori allegati per spiga)**

**freddo**

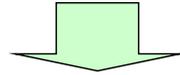
**infestanti**

**parassiti (mal del piede)**

**N (alla levata)**

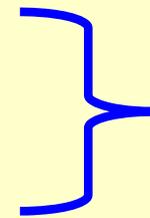


# PESO CARIOSSIDI



**siccità**

**alte temperature**



**STRETTA  
da caldo**

**malattie fogliari**

**Azoto alla levata**

**n. spighe/m<sup>2</sup>**

**n. cariossidi per spiga**





# ESIGENZE AMBIENTALI



# SUOLO

## SI ADATTA A SVARIATI TIPI DI SUOLO

le produzioni più elevate si raggiungono in terreni di medio impasto o argillo-limosi, purché ben sistemati, **drenati e di buona struttura**

**I suoli troppo sciolti, sabbiosi**, non riescono a sopperire alle abbondanti necessità idriche durante la granigione.

**pH ottimale è tra 6,5-7,8** con buona resistenza quindi all'alcalinità

**media adattabilità ai terreni salini**, per i quali è preferibile l'orzo



## FRUMENTO

# ESIGENZE AMBIENTALI

### LIMITI TERMICI

#### CARDINALI MINIME

#### MINIME CRITICHE

**germinazione/emerg.**

**2÷3 °C**

**-6÷-8 °C**

**accestimento**

**2÷3 °C**

**-15÷-20°C (-30°C con neve)**

**levata**

**10÷12 °C**

**- 2°÷-3 °C: congelamento**

**spigatura/fioritura**

**15 °C**

**-2 °C: sterilità fiori**

**maturazione**

**18÷20 °C (ottimali)**





# RESISTENZA AL FREDDO INVERNALE

Dipende da:

- **MORFOLOGIA PIANTA**

- Profondità piano accostamento
- Portamento pianta
- Dimensione cellule

- **CONDIZIONI FISIOLOGICHE PIANTA**

- Concentrazione succhi cellulari
- Ritmo di sviluppo
- Esigenze vernalizzazione

- **MODALITA` ABBASSAMENTO TERMICO**

- Abbassamento rapido → danni con temperature anche di poco  $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$





# RESISTENZA AL FREDDO INVERNALE

## MASSIMA RESISTENZA

- varietà selezionate per resistenza al freddo
- varietà non alternative (= con alte esigenze di vernalizzazione)
- epoca semina (2-3 foglie max resistenza)
  - Semine troppo precoci → anticipo fasi più sensibili
  - Semine tardive → germinazione/emergenza sensibili



# FREDDO INVERNALE

## DANNI SULLE FOGLIE



**danno  
produttivo  
nullo**



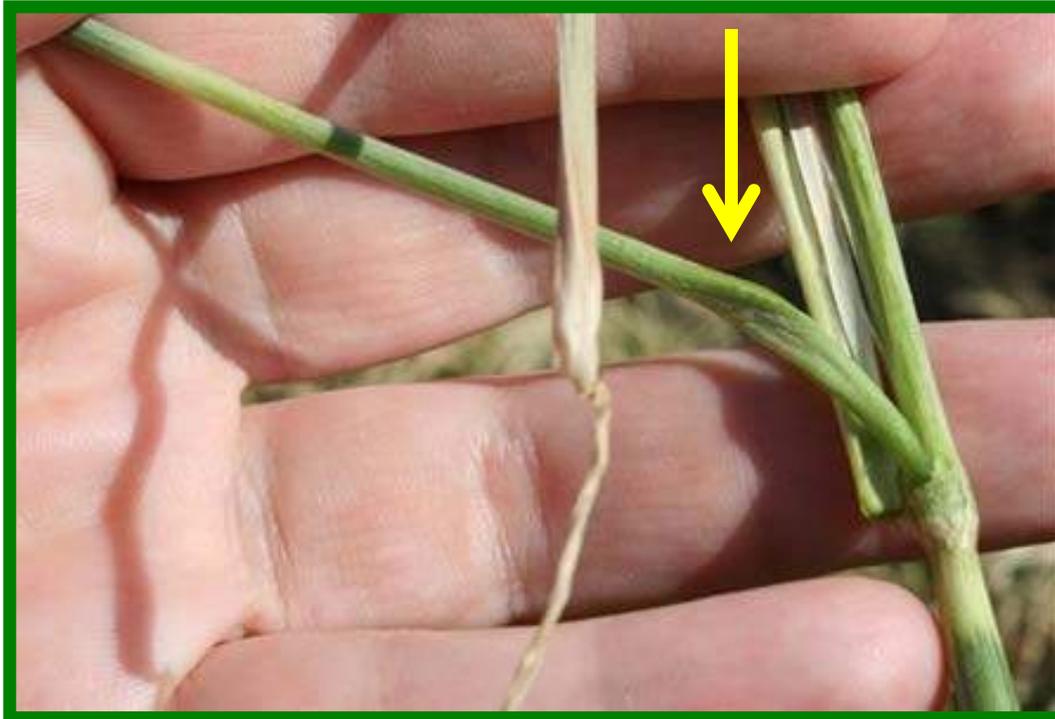
## SENSIBILISSIMO AL GELO

# IN LEVATA

- 2÷-3 °C CONGELAMENTO MERISTEMI

il gelo danneggia le parti in accrescimento

morte delle parti sopra la zona gelata



## danni da freddo in levata avanzata-botticella

il gelo danneggia le spighe in formazione

FIELDLAB-Papiano - gelata 21 aprile 2017





# IL FRUMENTO è SENSIBILISSIMO AL GELO IN SPIGATURA/FIORITURA

**- 2 °C: castrazione e sterilità fiori**

**danni da freddo  
in fioritura-allegagione**



## IL FRUMENTO è SENSIBILISSIMO AL GELO in spigatura/fioritura

danni da freddo  
in fioritura-allegagione



## danni da freddo/gelo in fioritura-allegagione





## FABBISOGNO IDRICO

**CONSUMI IDRICI UNITARI = 450-550 Kg H<sub>2</sub>O per kg SS**

**5 t/ha granella = 400-450 mm**



# FABBISOGNO IDRICO

## GERMINAZIONE - ACCESTIMENTO

### STRESS IDRICO

raro in Italia, frequente in zone semiaride (Australia, nord Africa)

### ECCESSO IDRICO

frequente in Italia nei suoli argillosi  
in campi mal sistemati

### MORTE PLANTULE

### RIDOTTO ACCESTIMENTO





# FABBISOGNO IDRICO

## LEVATA-spigatura

### STRESS IDRICO

frequente nel Sud d'Italia

- riduzione LAI
- riduzione spighe/m<sup>2</sup>
- riduzione dimensione spighe
- riduzione n. cariossidi per spiga

### ECCESSO IDRICO

frequente in Italia

- riduzione dimensione spighe
- LAI eccessivo
- altezza eccessiva
- allettamento
- attacchi parassitari
- dilavamento suoli



# stress idrico accentuato in LEVATA





# FABBISOGNO IDRICO

## GRANIGIONE- maturazione

### STRESS IDRICO

frequente in Italia

- accorciamento durata *grain filling*
- riduzione LAI foglia bandiera
- riduzione peso cariossidi
- riduzione contenuto proteine
- riduzione qualità
  - riduzione W
  - aumento P/L

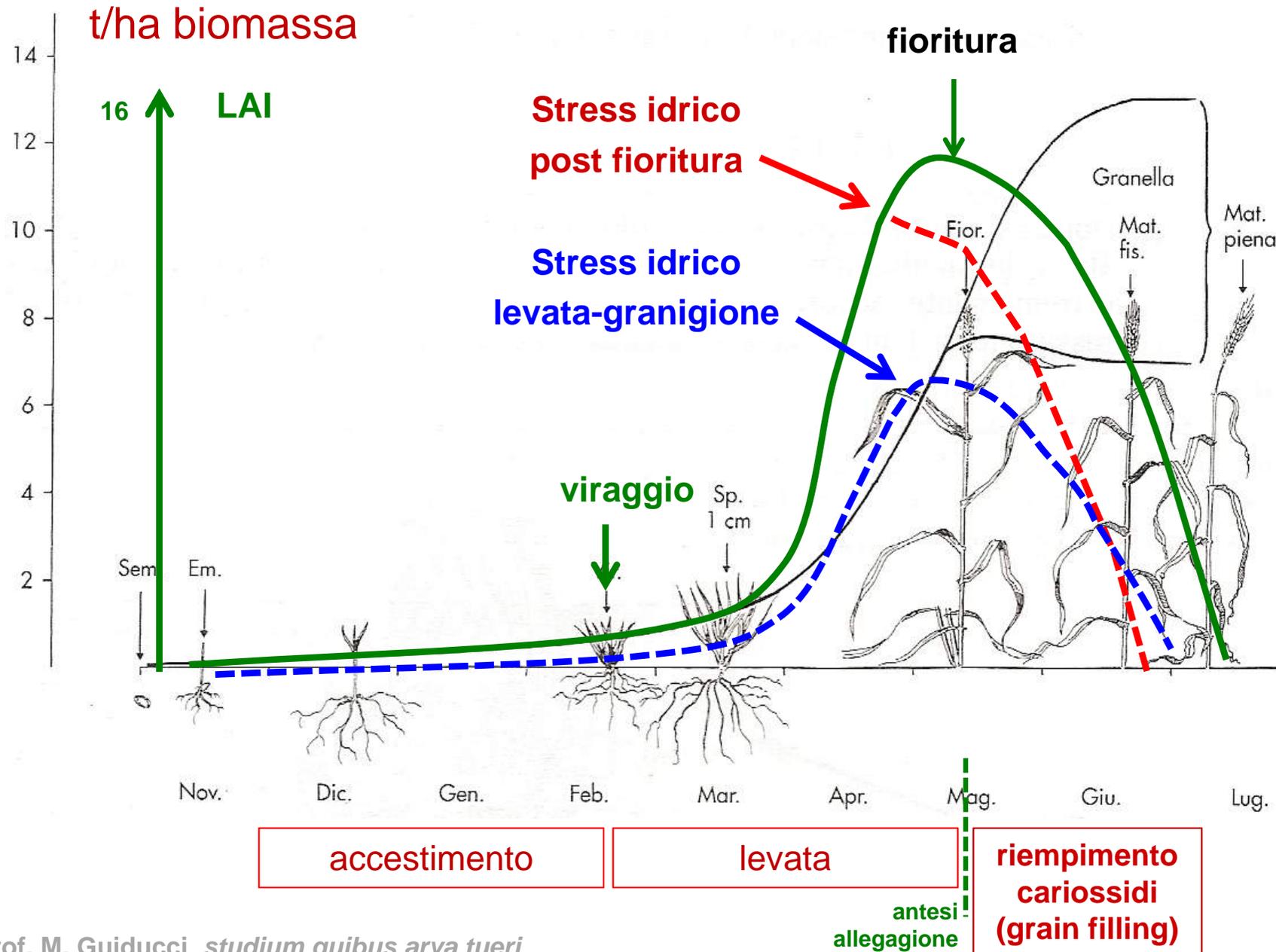
### ECCESSO IDRICO

raro in Italia

- ritardo maturazione
- slavatura/pregerminazione
- attacchi parassitari
- micotossine
- allettamento



# accumulo biomassa e LAI

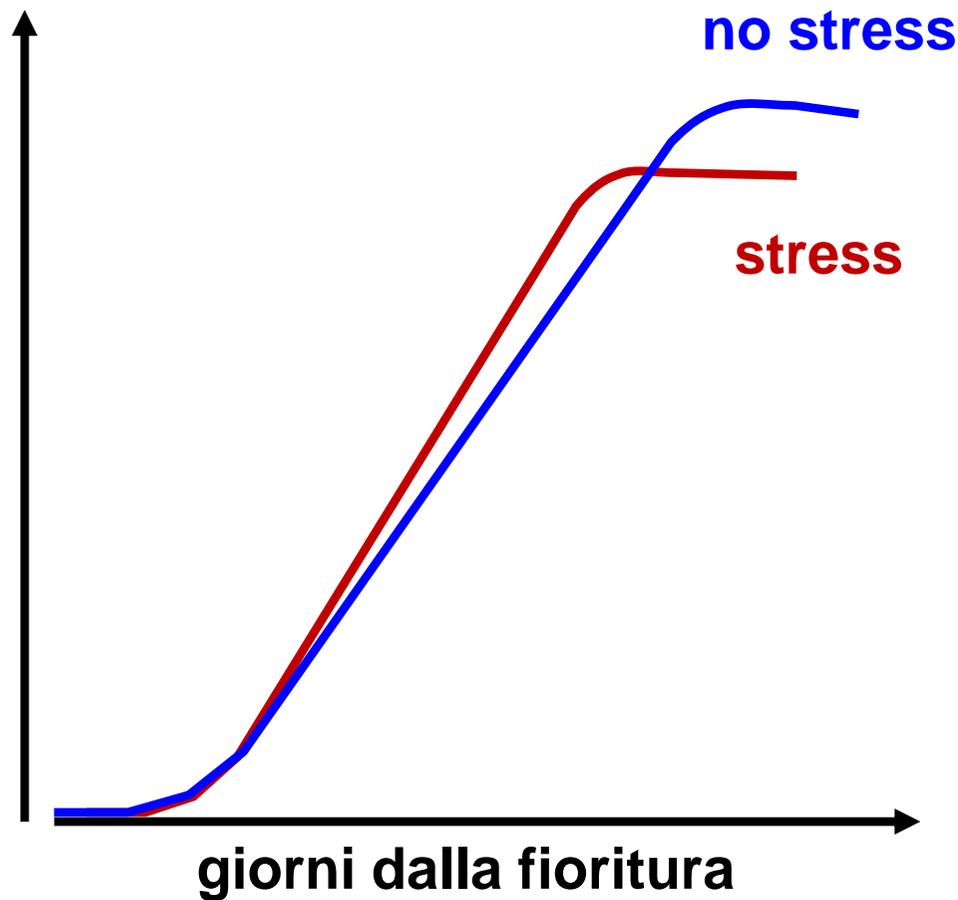




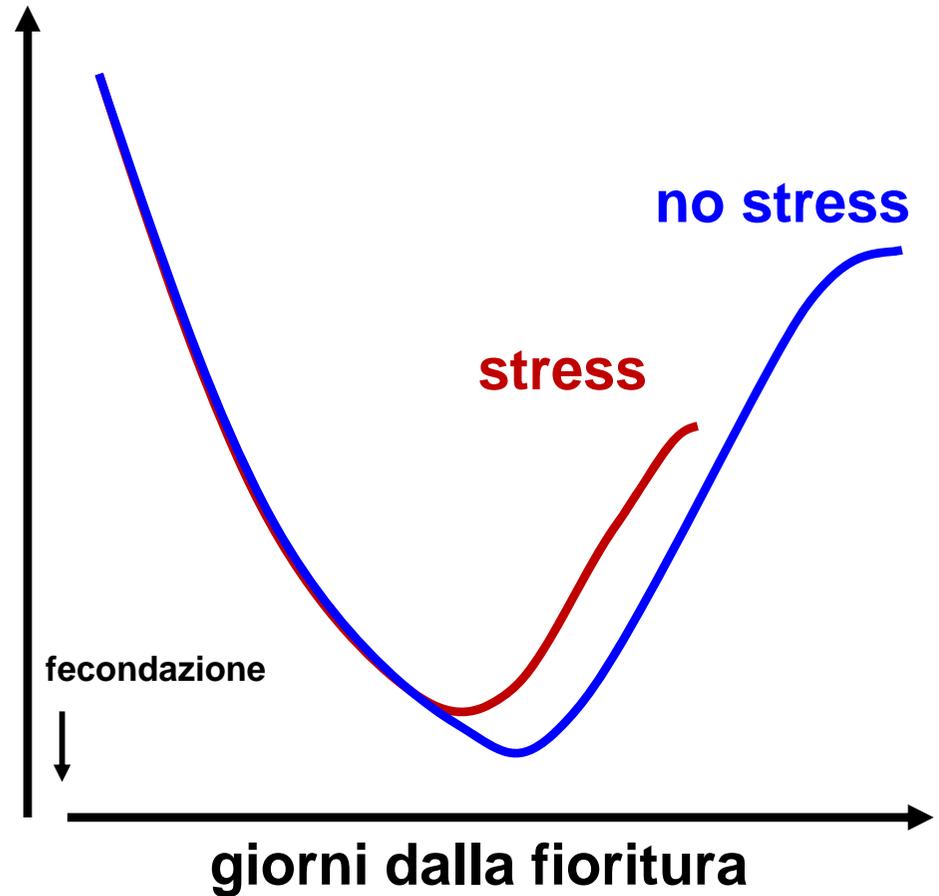
# stress idrico durante la granigione

NB. condizioni idriche adeguate fino alla fioritura (tipico in Italia centrale)

peso cariosside



% proteine





# ECCESSI TERMICI

**fasi più sensibili**

**ACCESTIMENTO** anticipo sviluppo per varietà alternative

**IN GRANIGIONE**

**eccesso evapotraspirazione**

**calo assimilazione netta**

**stretta da caldo** (ostacolo dell'accumulo assimilati nelle cariossidi)

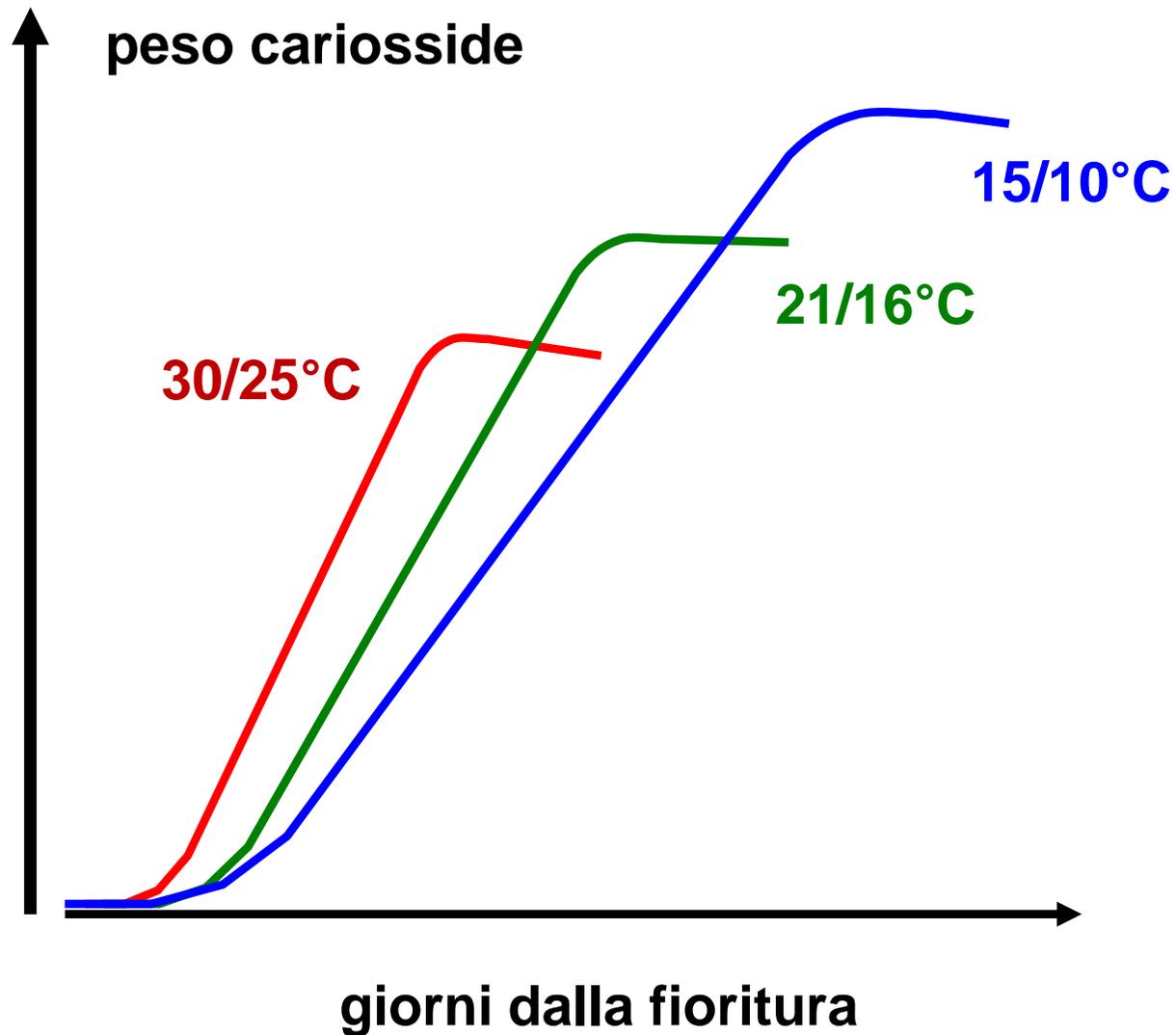
**anticipo maturazione**





## FRUMENTO TENERO

### crescita delle cariossidi e temperatura



# ALLETTAMENTO

coricamento delle piante a causa di  
sradicamento o piegamento dei culmi



# ALLETTAMENTO

## DANNI

- Cattiva intercettazione e distribuzione della luce nel fogliame
- Ostacolo scambi gassosi
- Sviluppo malattie
- Riduzione produzione (se precoce)
- Difficoltà di raccolta (perdita prodotto)

## CAUSE PREDISPONENTI

- eccessi di pioggia e deficit di radiazione
- temporali
- varietà alte e con paglia rigida
- elevate concimazioni azotate
- precessioni miglioratrici
- *cercosporella herpotricoides* (fungo)

## ACCORGIMENTI

- varietà resistenti
- sistemazione idraulica dei terreni
- concimazioni azotate oculate
- uso di brachizzanti (prodotti vari)





# FRUMENTO

## sinossi delle più frequenti avversità meteoriche e dei loro effetti

Fase fenologica	Avversità meteorica (più probabile)	Caratteri influenzati maggiormente
Emergenza	Ristagno idrico	Piante/m <sup>2</sup> ↓
Accestimento	Ristagno idrico Freddo eccessivo	Piante/m <sup>2</sup> ↓ Spighe/m <sup>2</sup> ↓
Viraggio	Abbassamenti di temperatura ostacolano la formazione delle spighe	Spighette/spiga ↓ Fiori/spighetta ↓
Levata	Eccessi o deficit di piovosità, gelate tardive	LAI eccessivo o insufficiente Allettamento delle piante
Spigatura/ Antesi	Piogge intense, ritorni di freddo (T<15°C) provocano aborto fioreale e cattiva allegagione	cariossidi/spighetta ↓ % spighette sterili ↑
Granigione	Siccità e alte temperature provocano la senescenza dell'apparato fogliare e l'arresto della crescita delle cariossidi (stretta)	LAI –durata flag leaf ↓ Peso cariosside ↓ Qualità granella ↓
Raccolta	Piogge insistenti provocano pregerminazione, ostacolano la raccolta	Qualità granella ↓ % proteine ↓





# fasi fenologiche, ecofisiologia e risposta alle avversità climatiche dei cereali a paglia

## GRAZIE



studium quibus arva tueri

prof. Marcello Guiducci

marcello.guiducci@unipg.it

Borgo XX giugno 74, 06121 Perugia, Italy  
tel +39 075 5856323

<http://www.unipg.it/pagina-personale?n=marcello.guiducci>

<http://orcid.org/0000-0003-1888-4732>

ORCID ID

[orcid.org/0000-0003-1888-4732](http://orcid.org/0000-0003-1888-4732)