Botânica e Ecofisiologia

ARROZ

Família Poacea/ Subfamília Ehrhartoideas/ gênero *Oryza*

Table 1.1. Classification and distribution of species in the genus Oryza.

Taxa	Genome	Distribution	Comments/alternative classification
		Section *Oryza*	
Series *Oryza*: *sativa* species complex			
O. sativa	AA	Worldwide	
O. glaberrima	AA	West Africa	
O. nivara	AA	Tropical Asia	Annual ecotype of *O. rufipogon*
O. rufipogon	AA	Tropical Asia to northern Australia	
O. meridionalis	AA	Northern Australia	
O. barthii	AA	Africa	
O. longistaminata	AA	Africa	
O. glumaepatula	AA	South America	South American *O. rufipogon*; *O. glumaepatula*

- Brasil – 4 espécies nativas: *O. glumaepatula; O. grandiglumis; O. latifólia.*
- Espécie principal: *Oryza sativa L.*

Fruto e semente do arroz

- Fruto do tipo cariopse: semente fundida com pericarpo (parede do ovário).
- Pálea+lema+raquila: casca do arroz (20% do peso total da semente).
- Pericarpo: pigmento confere cor aos grãos.
- Tegumento: casca da semente.
- Aleurona (rica em lipídios e proteínas): Envolve o endosperma.
- Endosperma: nutre o embrião.
- Embrião: plúmulas + radícula + coleóptilo.
- Comprimento e largura: classificação.

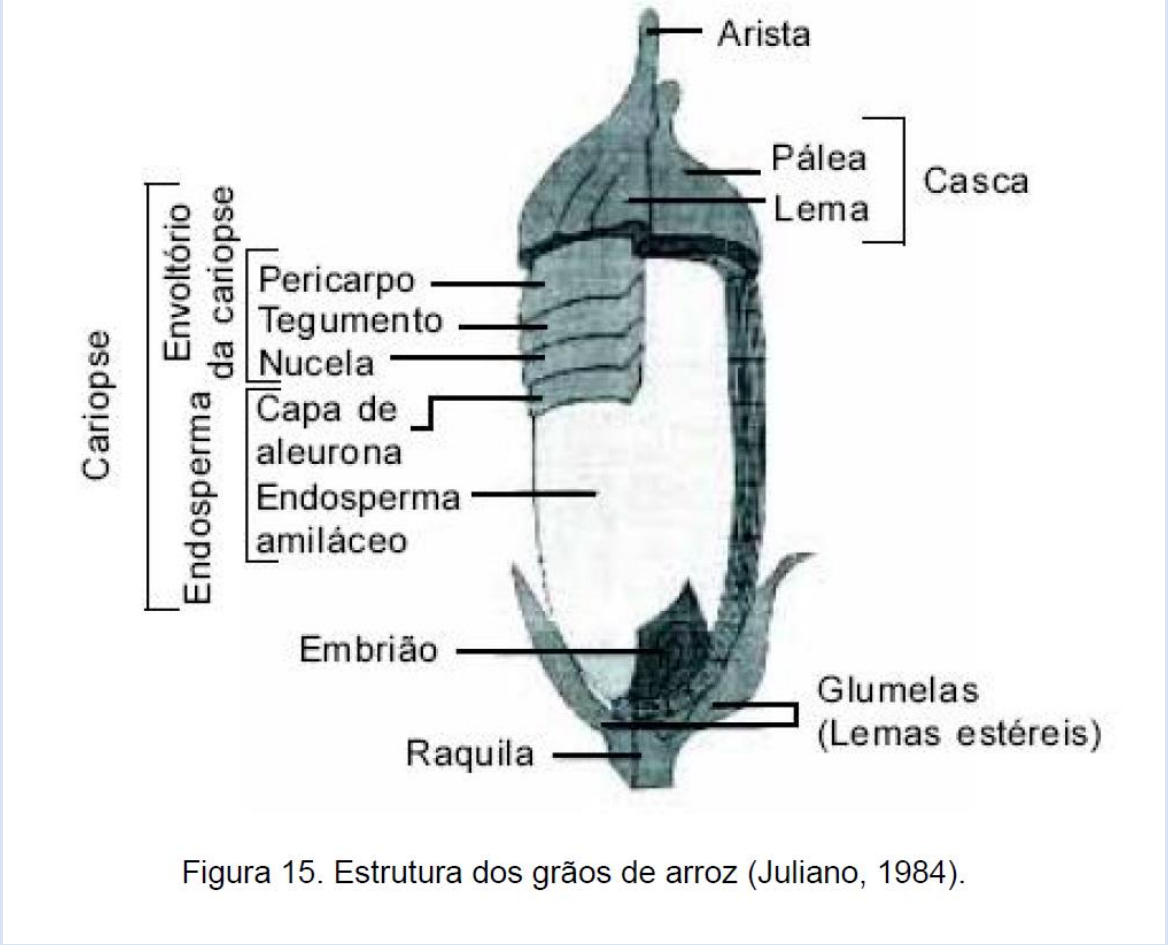
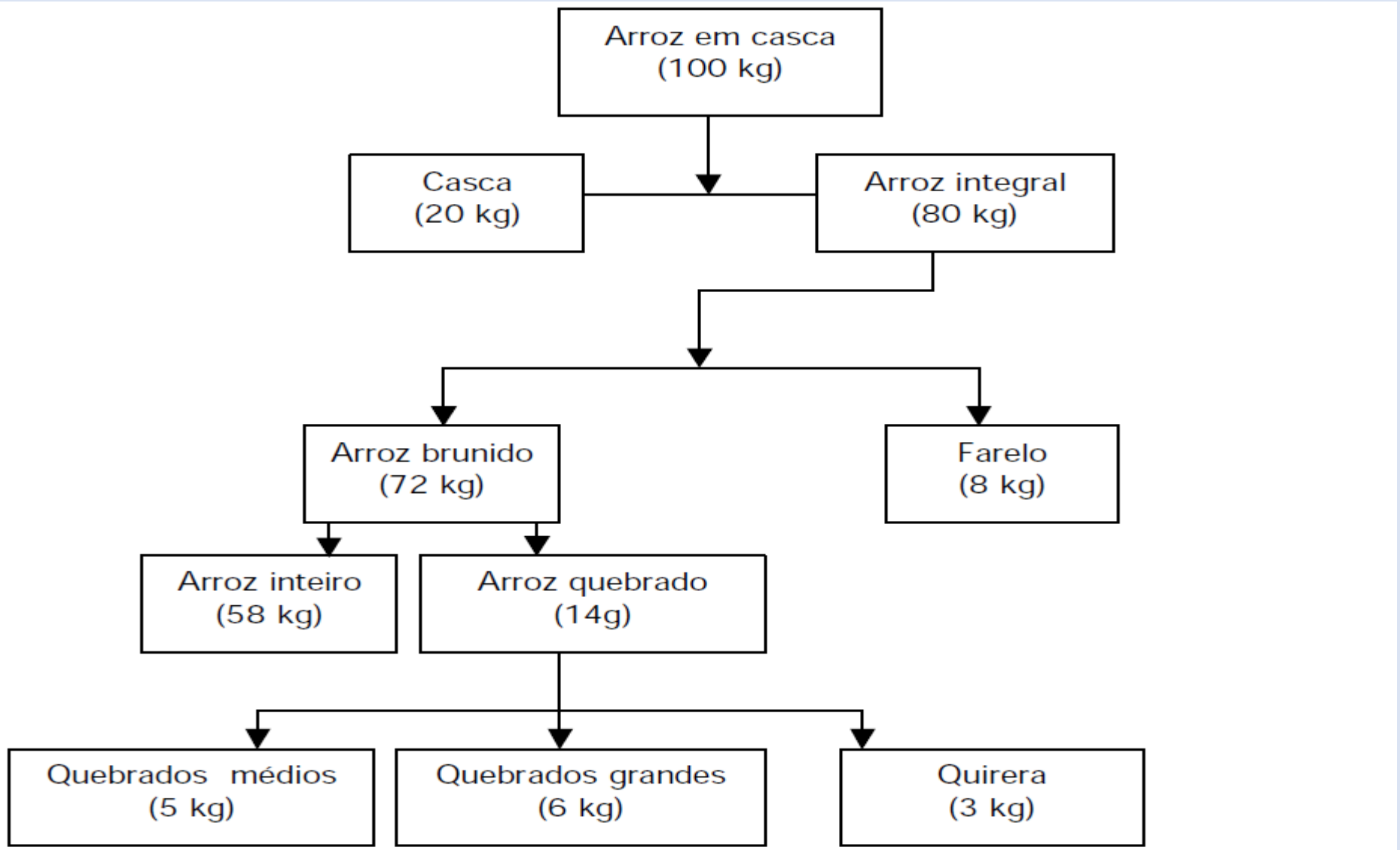


Figura 15. Estrutura dos grãos de arroz (Juliano, 1984).



ig. 4 Quantidades aproximadas de produtos e subprodutos obtidos a partir do beneficiamento do arroz em casca.

1-Longo Fino 2-Longo 3-Médio 4-Curto 5-Inteiro
6-Quebrados 7-Quirera 8-Materiais Estranhos
9-Impurezas 10-Mofados 11-Ardidos 12-Pretos
13-Danificados 14-Manchados e Picados 15-Rajados

Classificação do arroz (grãos) – Quanto ao grupo

- Arroz em casca:
- **I - subgrupos do arroz em casca:**
- a) arroz natural; e
- b) arroz parboilizado;

- Arroz beneficiado:
- **II - subgrupos do arroz beneficiado:**
- a) arroz integral;
- b) arroz polido;
- c) arroz parboilizado integral; e
- d) arroz parboilizado polido.

BRASIL – GRÃOS: Principal forma de consumo

- Arroz integral;
- Arroz parboilizado;
- Arroz polido;

Arroz integral

- aquele do qual, no beneficiamento, é retirada apenas a casca;

- apesar de mais rico em nutrientes que o arroz polido, é pouco consumido no Brasil.

Arroz polido

- forma comumente consumida;
- obtido a partir do polimento do grão integral, através de máquinas que provocam o atrito dos grãos,
- removendo proporções variáveis das suas camadas mais externas.
- Além da casca, resulta desse processo uma proporção variável de subprodutos em forma de grãos quebrados e farelo.

Arroz parboilizado

- ainda em casca, é submetido a um processo hidrotérmico que provoca a gelatinização total ou parcial do amido,
- posteriormente, passa pelo descasque e polimento.
- melhora a qualidade nutricional do arroz, em relação ao produto beneficiado polido, devido à redistribuição de alguns componentes do grão em decorrência dos efeitos da temperatura e da umidade durante o processo hidrotérmico;
- O arroz parboilizado pode ser consumido integral ou polido.

Classificação dos grãos de arroz quanto a classe

- **Longo-fino:** comprimento >= a 6mm e espessura <= 1.90 mm. Relação comprimento/largura > 2.75.
- **Longo:** comprimento .= 6 mm.
- **Médio:** comprimento entre 5 e 6 mm.
- **Curto:** comprimento < 5 mm
- **Misturado:** presença de duas ou mais classes.

Classificação do arroz quanto ao tamanho

- Grão inteiro: comprimento superior ou igual a ¾ do comprimento mínimo da classe que pertence.

- Grão quebrado: comprimento inferior a ¾ da classe a que pertence.

- Quirera: fragmentos de grãos que passam pela peneira de 1.6 mm de diâmetro.

Classificação quanto ao Tipo

Tabela 2 **Limites máximos de tolerância de defeitos (%), estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, para enquadramento do arroz beneficiado polido* em tipo comercial.**

Tipo	Defeitos graves		Defeitos gerais agregados**	Total de quebrados e quirera	Quirera (máximo)
	Matérias estranhas e impurezas	Mofados e ardidos			
1	0,25	0,25	4	10	0,50
2	0,50	0,50	8	20	1,00
3	1,00	1,00	14	30	2,00
4	1,50	2,00	22	40	3,00
5	2,00	4,00	34	50	4,00

* Existem tabelas específicas para as diferentes formas de apresentação do produto arroz: em casca natural; em casca parboilizado; beneficiado integral; beneficiado parboilizado; beneficiado parboilizado integral.

** Os limites máximos admitidos para cada defeito geral, considerado isoladamente, são: manchados e picados 12%; amarelos 12%; rajados 10%; gessados 15%.

Sistema radicular

- Raízes seminais: a partir da semente (temporária).
- Raízes mesocótilas: condições especiais.
- Raízes adventíceas: a partir dos nós inferiores dos colmos.
- Aerênquima presentes.

- Ate 1 m de profundidade

- Fasciculadas.

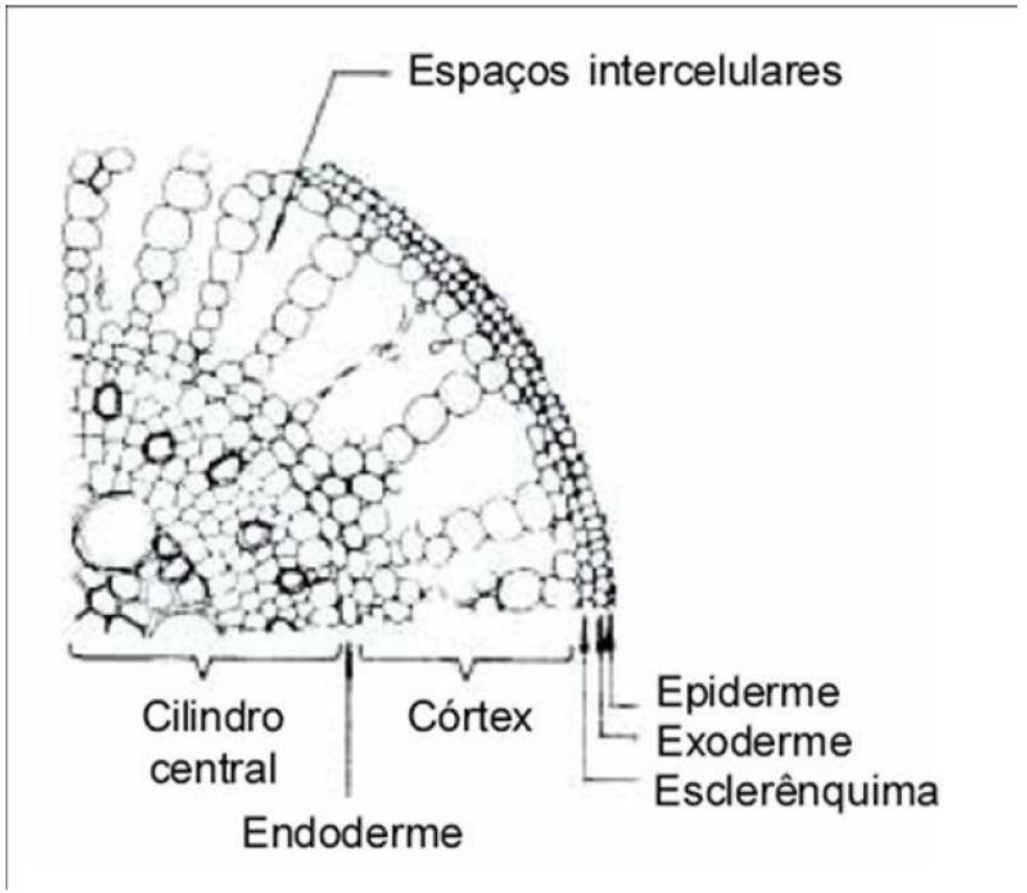


Figura 2. Seção transversal de uma raiz madura de arroz (Hoshikawa, 1975).

Colmos do arroz

- Aerênquima presentes.
- É oco.
- Nós e entrenós.
- 13 a 16 nós por colmo.
- Comprimento do entrenó varia com ambiente.
- Varia com cultivares.
- Comprimento e resistência influencia no acamamento de colmo.
- Perfilhamento.
- 1 perfilho (1 colmo+folhas + 1 panícula).
- Rebrota após corte (soca).

Grupo Tradicional

Grupo Moderno

Foto: Cultivar Primavera com 100% de acamamento nas bordaduras

Retirado de Arf, O.

Primavera com uso de regulador

Retirado de Arf, O.

Foto: Aproveitamento da soca de arroz – Primavera do Leste (MT).

Retirado de Arf, O.

60 sementes/m

Semente isolada

Retirado de Arf, O.

Folhas do arroz

- Folhas lanceoladas, ápices acuminados;
- Lâmina foliar;
- Bainha foliar: feixes vasculares com espaços de ar conectados aos estômatos;
- Aerênquima presentes.
- Junção lâmina e bainha: colar, aurículas e lígulas;

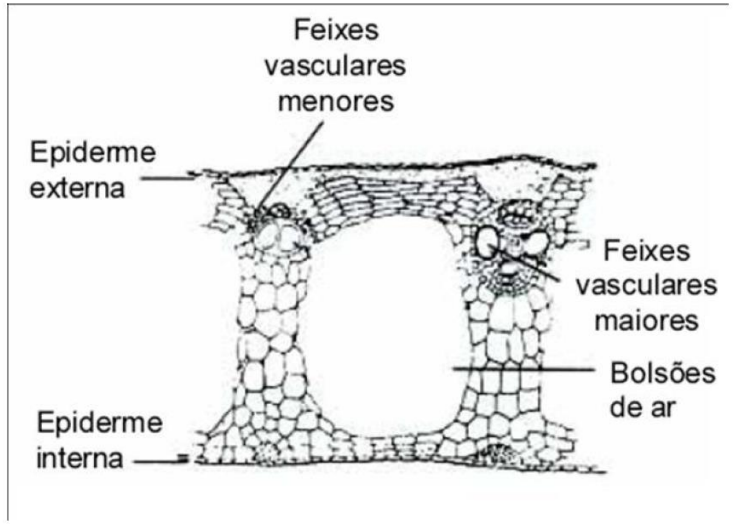


Figura 11. Seção transversal da bainha foliar (Hoshikawa, 1975).

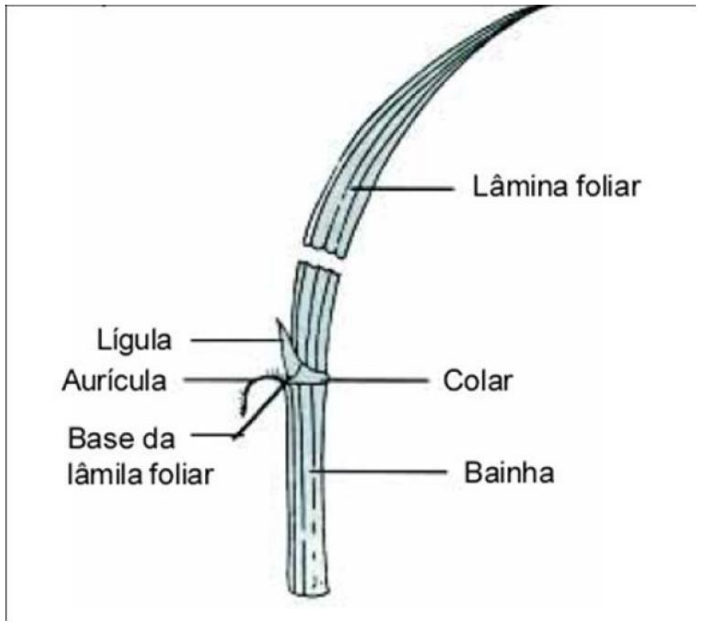


Figura 10. Morfologia foliar (Vergara, 1979).

Estruturas reprodutivas

- Inflorescência do tipo panícula.
- Espigueta: unidade da inflorescência.
- Flor monoica (hermafrodita): 6 estames (2 anteras cada) + 1 pistilo (1 óvulo + estilete).
- Fruto: cariopse.

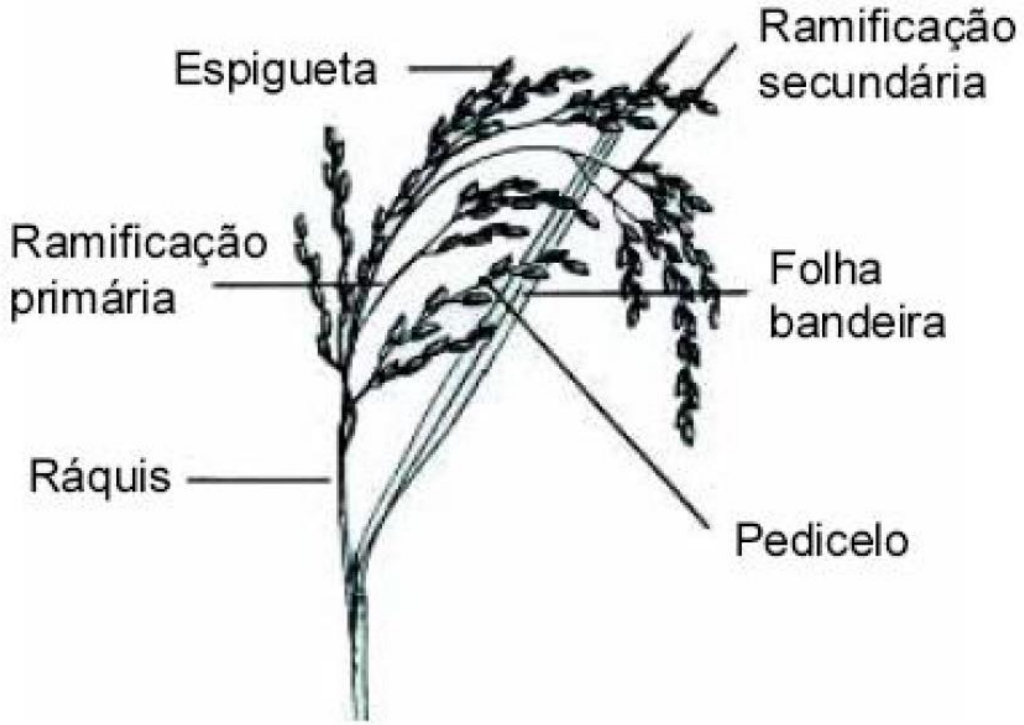


Figura 14. Panícula do arroz e seus componentes (Vergara, 1979).

Fig. 13a. Panícula compacta.

Fig. 13b. Panícula intermediária.

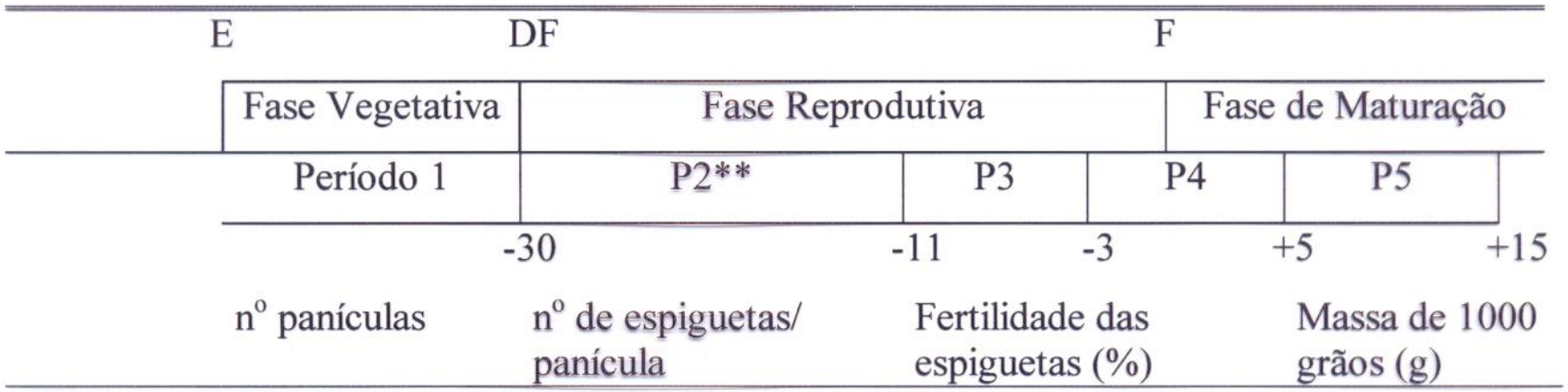
Desenvolvimento fenológico

- Fase vegetativa (perfilhamento ativo): germinação, desenvolvimento da plântula perfilhamento

- Fase reprodutiva (início da elongação do colmo): emissão da panícula (ponta de algodão- 25 a 30 dias antes do florescimento), exserção da panícula e florescimento e polinização.

- Maturação do fruto (15 a 40 dias após a polinização): grão leitoso, grãos pastoso, grãos maduro.

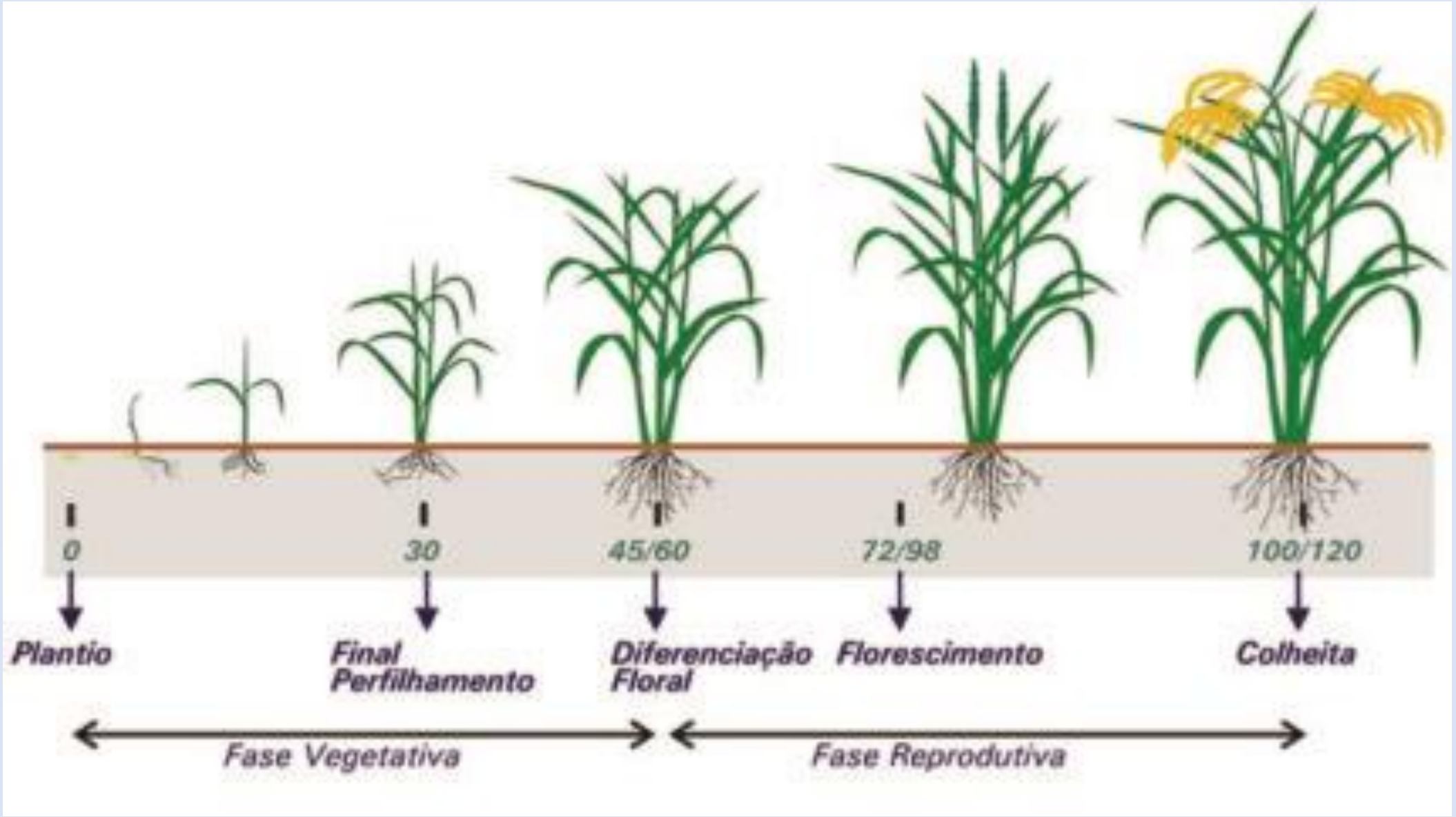
Períodos de definição dos componentes de produção da cultura do arroz.



*Precipitação pluvial natural

** Período, em dias, em relação ao florescimento.

E- Emergência da plântula; DF- Diferenciação floral; F- Florescimento


0
30
45/60
72/98
100/120
Plantio
Final
Perfilhamento
Diferenciação
Floral
Florescimento
Colheita
Fase Vegetativa
Fase Reprodutiva

Escala fenológica de Counche et al. (2000)

Fase de desenvol-vimento	Está-dio	Marcador morfofisiológico	Evento concomitante no mesmo colmo
Vegetativa	V1	Formação do colar da 1ª folha no colmo principal.	
	V2	Formação do colar da 2ª folha no colmo principal.	Formação das raízes nodais V2 a R0.
	V3	Formação do colar da 3ª folha no colmo principal.	Processo de perfilhamento V3 a Vn, podendo ir até R9.
	V4	Formação do colar da 4ª folha no colmo principal.	
	Vn	Formação da n folha (folha-bandeira) no colmo principal.	
Reprodutiva	R0	Início do desenvolvimento da panícula.	V9 a V10
	R1	Diferenciação da panícula.	Formação das ramificações e diferenciação a lema e da pálea V11 a V12.
	R2	Formação do colar da folha-bandeira.	Microsporogênese e emborrachamento V13.
	R3	Emissão da panícula na bainha, ponta acima do colar.	Alongamento do pedúnculo R2.
	R4	Antese: um ou mais floretes da panícula em antese.	Polinização R3.
	R5	Expansão do grão em comprimento e largura: ao menos uma cariopse da panícula do colmo principal apresenta alongamento.	Crescimento da cariopse R4.
	R6	Expansão do grão em espessura: ao menos uma cariopse da panícula do colmo principal preencheu completamente a casca.	Enchimento dos grãos, estádio de grão leitoso R5.
	R7	Secamento do grão: ao menos um grão do colmo principal apresenta-se com pericarpo amarelo.	Enchimento dos grãos, estádio ceroso e massa dura R6.
	R8	Maturação do grão: ao menos um grão do colmo principal apresenta-se com pericarpo marrom.	Grãos secos, maturidade fisiológica R7.
	R9	Completa maturidade da panícula; todos os grãos apresentam-se com pericarpo marrom.	Mudanças pós-colheita R8.

Retirado de Arf, O.

Arroz

Condições climáticas

IAF influenciado pelo numero de perfilhos e do tamanho das folhas;
Temperatura: ótima: 31ºc (perfilhos e polinização); mínima:10º e máxima de 60ºC; fertilização: mínimo 15ºC; enchimento de grãos: 20 a 22ºC
Ciclo: 870 a 964ºC DIAS ACUMULADOS : Somatório (tmedia diária-tbasal).
Radiação solar: IAF entre 5-6 mais adequados para máxima captação; influencia do arranjo de plantas;
Água: 30% na vegetativa; 55% na reprodutiva e 15% na maturação.
< 1mm (30 dias); 7 m m (20 dias antes da antese); 4 mm 30 dias após o florescimento , 2 mm até a maturação; 180 – 300 mm/mês.
Fotoperíodo: Planta de dia curto (10 horas) – normalmente não é problema p/ Brasil nas épocas tradicionais de cultivo.
Número máximo de panículas é definido em 10 dias após o número máximo de perfilhos;
Enchimento de grãos: temp. ideal 20 a 22ºC (MÉDIA)

Feijão

2. Classificação botânica.

- Gênero *Phaseolus (feijoeiro comum)*
- *Phaseolus vulgaris L. - (80%) -*

- Gênero *Vigna (feijão caupi)*
- *Vigna unguiculata - (20%) – feijão caupi*
- *Vigna angularis (feijão adzuki) – culinária japonesa.*

- *Família Fabaceae*
- (2n = 22) – *Phaseolus vulgaris*.

3. Descrição da planta

- Planta anual
- Herbácea
- Pubescente
- Folhas trifoliadas

3. Descrição da planta – sistema radicular

- Pivotante.
- Pouco profundo (10 cm - 80%).
- Nódulos.
- Sensíveis a compactação.
- Phaseolus = 0,68 cm/cm3
- Vigna - = 1,22 cm/cm3

Tabela: Distribuição do sistema radicular do feijoeiro

Profundidade (cm)	Localidade	
	Monte Alegre do Sul (%)	Pindorama (%)
0 – 10	74,5	87,4
10 – 20	9,1	10,0
20 – 30	5,1	1,0
30 – 50	7,6	1,0
50 – 70	2,7	0,4
70 - 90	1,1	0,2

Fonte: Inforzato & Miyasaka (1963).

3. Descrição da planta – caule

- Herbáceo – tipo haste.
- Possui nós – Pontos de inserção das folhas no caule (saem os ramos).
- Axila da folha: gemas (vegetativas, floral-vegetativa, floral)
- Em cada nó: folha trifoliada+inflorescência (origina vagens = unidade de produção.

3. Descrição da planta – caule/hábito de crescimento

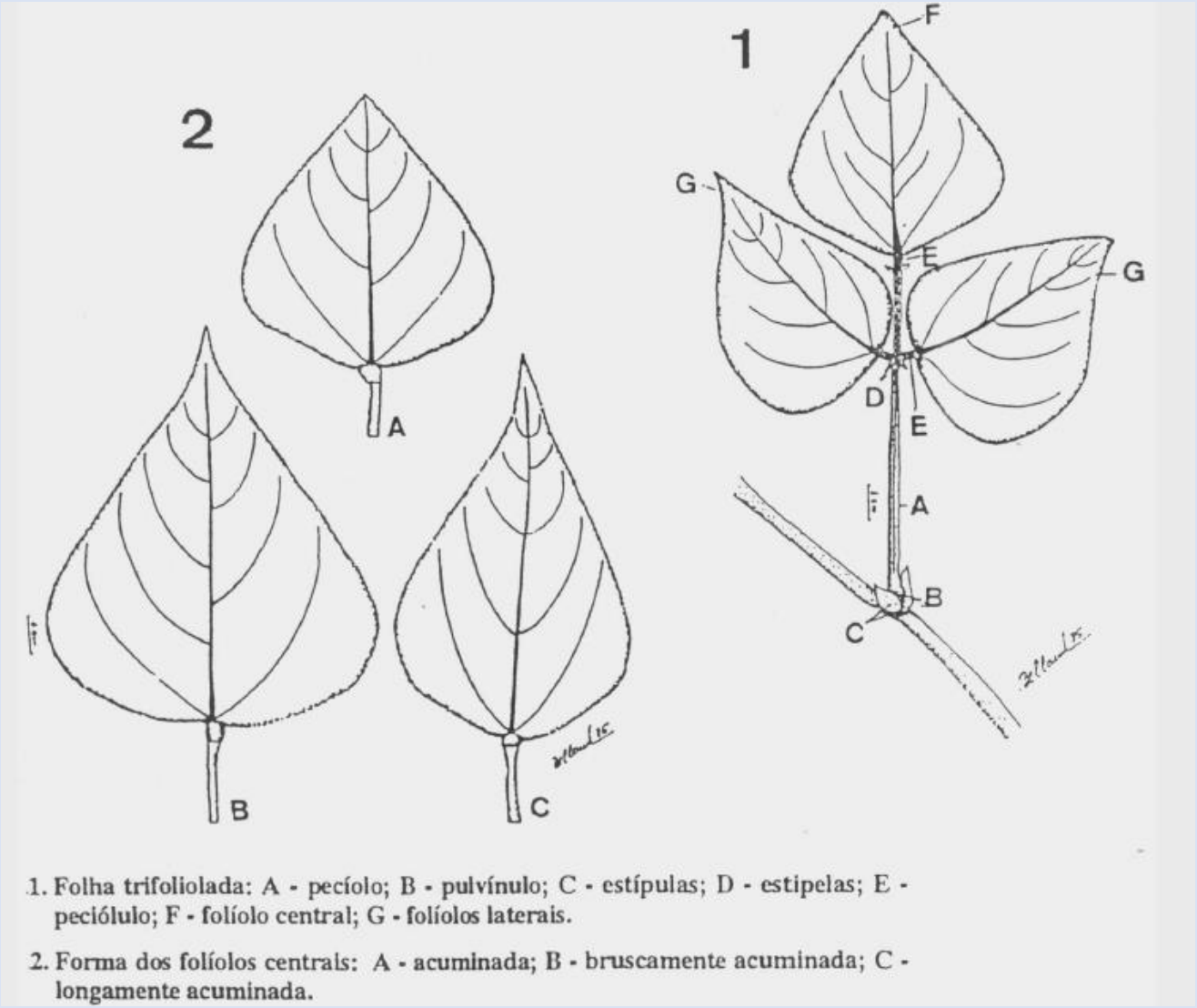
- <u>Determinado:</u>
- Tipo I: caule termina com uma inflorescência.

- <u>Indeterminado:</u> gema vegetativa ou floral-vegetativa na extremidade
- Tipo II: arbustivo.
- Tipo III: Prostrado.
- Tipo IV: Trepador.

4. Descrição da folha

- Folhas simples: unifoliada.
- Folhas verdadeiras: trifólio.

FIGURA 14 - *Início da etapa V3; a primeira folha trifoliolada está aberta*



1. Folha trifoliolada: A - pecíolo; B - pulvínulo; C - estípulas; D - estipelas; E - peciólulo; F - folíolo central; G - folíolos laterais.

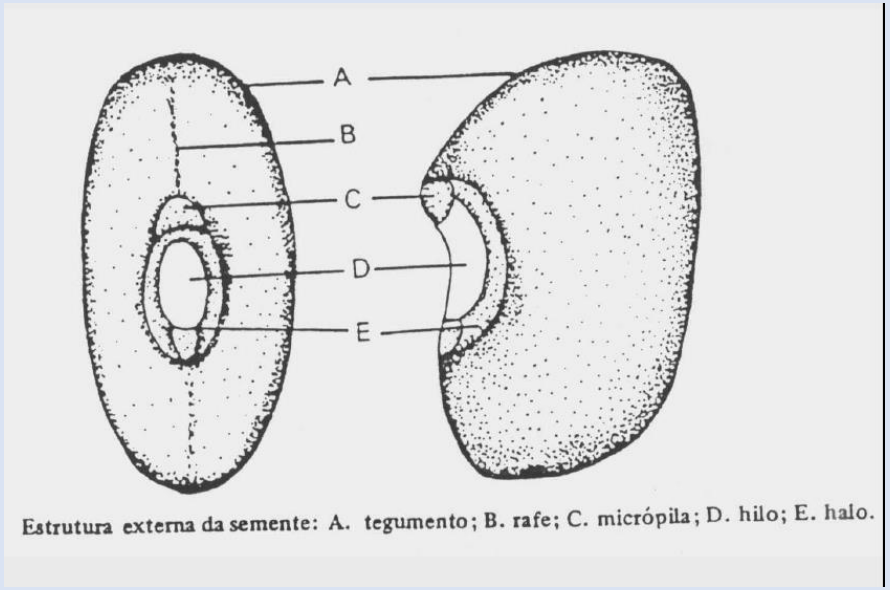
2. Forma dos folíolos centrais: A - acuminada; B - bruscamente acuminada; C - longamente acuminada.

5. Flor

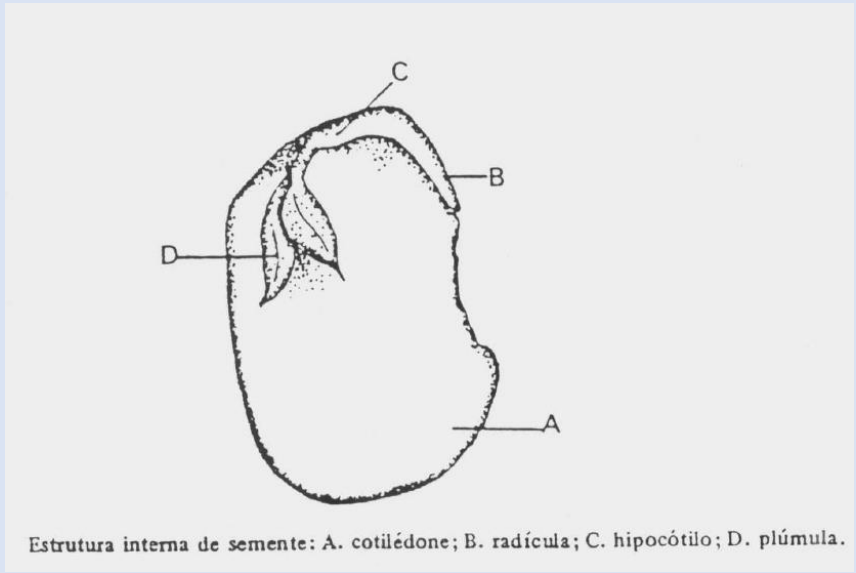
- <u>Tipo racemo (inflorescência).</u>
- Axilar à (plantas do tipo II, III e IV)
- Terminal à (plantas do tipo I)
- ***Florescimento:***
- *Tipo I -Basípeto (ponta para base)*
- *Tipo II, III e IV - Acrópeto (base p/ ponta)*
- Autofecundação.
- TºC > 30ºC – Abortamento.

6. Descrição do fruto e sementes

- Legume (vagem) – constituídos de 2 valvas – deiscentes.
- Sementes exalbuminosas.
- Parte externa:Tegumento, hilo, rafe e micrópila.
- Interna: embrião + dois cotilédones.



Estrutura externa da semente: A. tegumento; B. rafe; C. micrópila; D. hilo; E. halo.



Estrutura interna de semente: A. cotilédone; B. radícula; C. hipocótilo; D. plúmula.

Condições climáticas - Temperatura

- Ótima: 21 ºc.
- Regiões aptas: 15 a 29ºC (noturna e diurna).
- TºC diurna >30ºC e noturna maior que 25 ºC: abortamento de flores e vagens.
- TºC < 12ºC: atraso na germinação e emergência; abortamento de flores e vagens.
- Verificar o zoneamento agroclimático no Ministério da Agricultura.

8. Condições climáticas – exigência hídrica

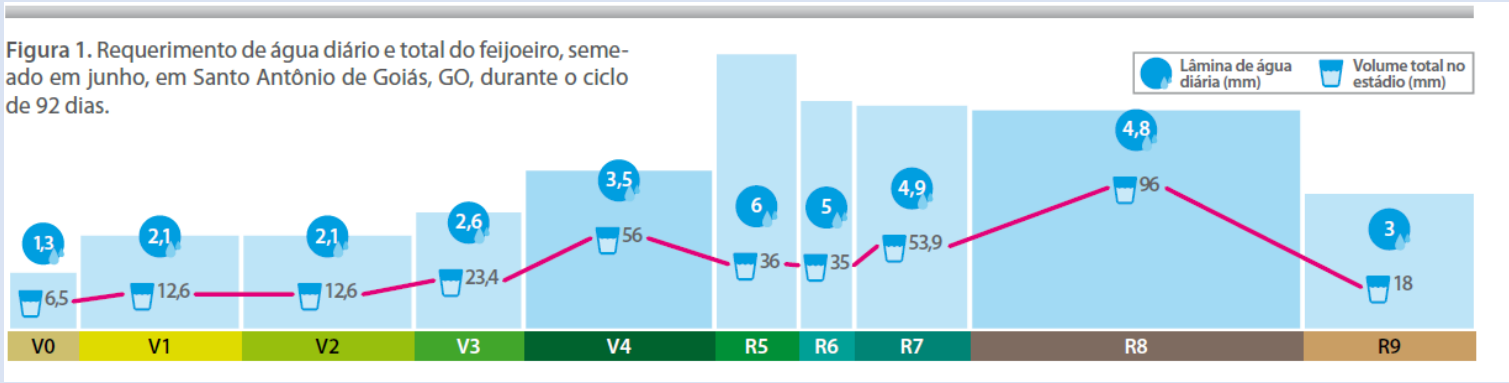
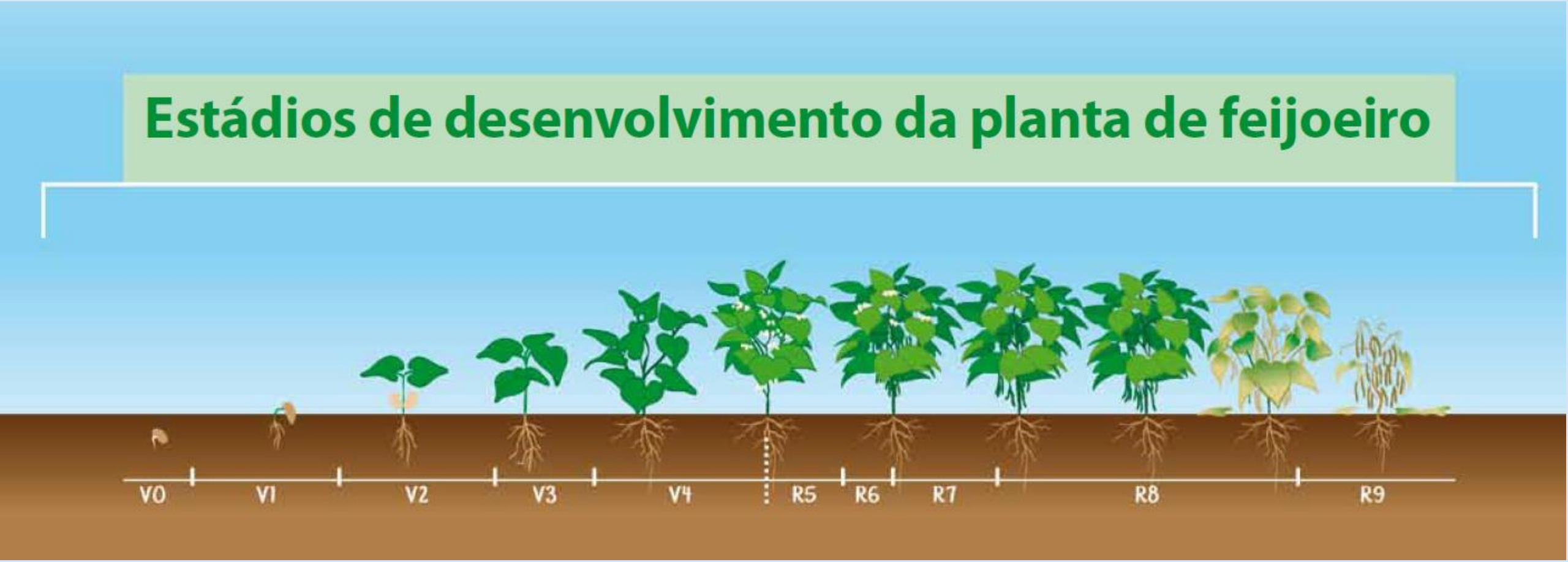


Figura 1. Requerimento de água diário e total do feijoeiro, semeado em junho, em Santo Antônio de Goiás, GO, durante o ciclo de 92 dias.

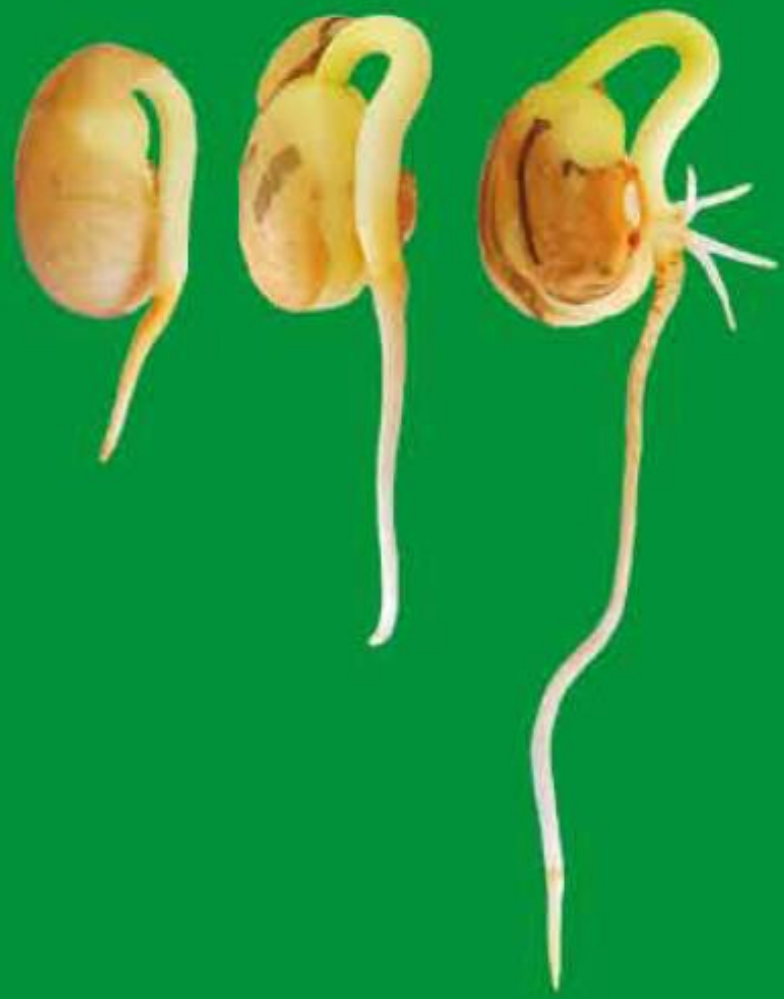
- Planta pouco eficiente na conversão de água em matéria vegetal.
- Necessidade: 300 – 500 mm durante o ciclo bem distribuídos durante o ciclo.
- Florescimento e formação de vagens (R6 e R7): maior exigência.
- Excesso de água: diminui O2 disponível; incidência de doenças;

9. Fenologia (Embrapa 2018)



V0
Germinação

Inicia no dia da semeadura, em solo úmido, ou no dia da chuva ou irrigação, quando a semeadura ocorre em solo seco. A semente incha e começa a germinar, rompendo o solo, ocasião em que os cotilédones atingem a superfície.



V1
Emergência

Essa etapa ocorre quando 50% dos cotilédones já são visíveis e começam a se separar, terminando quando as folhas primárias se separam e se abrem.

As primeiras folhas simples (primárias) iniciam seu desenvolvimento.

Fotos: Sebastião Araújo

V2

Folhas primárias

Essa fase inicia quando ocorre a abertura e o crescimento das folhas primárias, as quais, totalmente expandidas, ficam na posição horizontal. Termina quando a primeira folha trifoliolada se abre.

Foto: Sebastião Araújo

V3

Primeira folha composta aberta

Fotos: Sebastião Araújo

Surge a primeira folha composta, formada por três menores (trifoliolada) que se exibem completamente abertas e planas.

Essa etapa termina quando a segunda folha trifoliolada encontra-se em pleno crescimento e a terceira se abre.

V4

Terceira folha trifoliolada aberta

Nessa fase, a terceira folha trifoliolada encontra-se completamente aberta e plana, ocorrendo o desenvolvimento dos primeiros ramos secundários. Esse período é menor nas cultivares de hábito ereto (tipo I) e maior nas de hábito semiprostrado, prostrado ou trepador (tipos II, III e IV).

Termina com o surgimento dos botões florais, que costuma variar de acordo com o ciclo da cultivar e o hábito de crescimento.

Fotos: Sebastião Araújo

R5
Pré-floração

Ocorre o desenvolvimento dos primeiros ramos secundários e o surgimento dos primeiros botões florais. Esse período é menor nas cultivares de arquitetura ereta (tipos I e II) e maior nas de arquitetura prostrada ou trepadora (tipos III e IV).

Termina quando se inicia o florescimento. Essa fase é variável de acordo com o ciclo da cultivar e o hábito de crescimento.

Fotos: Sebastião Araújo

R6
Floração

O início desse estádio ocorre quando a planta apresenta 50% de flores abertas.

Na maioria das cultivares, a abertura das flores ocorre de baixo para cima, nas plantas de hábito indeterminado, tipos II, III e IV. Nas plantas do tipo I, a abertura ocorre de cima para baixo.

Termina quando 100% das plantas possuem a primeira flor aberta.

R7
Formação de vagens

As flores, já fecundadas, murcham as pétalas e ocorre a formação das primeiras vagens (canivetes). O crescimento é longitudinal.

O estádio termina quando as vagens atingem o comprimento máximo.

Fotos: Sebastião Araújo

R8

Enchimento das vagens

Essa fase começa com o enchimento dos grãos e o consequente aumento do volume das vagens. Ao final dessa fase, as sementes perdem a cor verde e começam a mostrar as características da cultivar. As folhas começam a cair.

No final do estádio R8 também é o momento propício para a dessecação, visando a uniformização dos grãos e a padronização do produto, conferindo-lhe maior valor comercial.

Fotos: Sebastião Araújo

R9
Maturação

As vagens perdem a cor e começam a secar. As sementes adquirem a cor e o brilho característicos da cultivar.

Fotos: Sebastião Araújo

Milho

ESTÁDIOS VEGETATIVOS E REPRODUTIVOS (RITCHIE, HANWAY & BENSON, 1993)

Estádios vegetativos	Estádios reprodutivos
VE – emergência	R1 - florescimento
V1 – primeira folha	R2 – grãos BOLHA
:	R3 – grãos LEITOSO
:	
:	R4 – grãos FARINÁCEOS
:	
V18 – 18ª folha	R5 – grãos farináceos-duros
VT - pendoamento	R6 - maturidade fisiológica

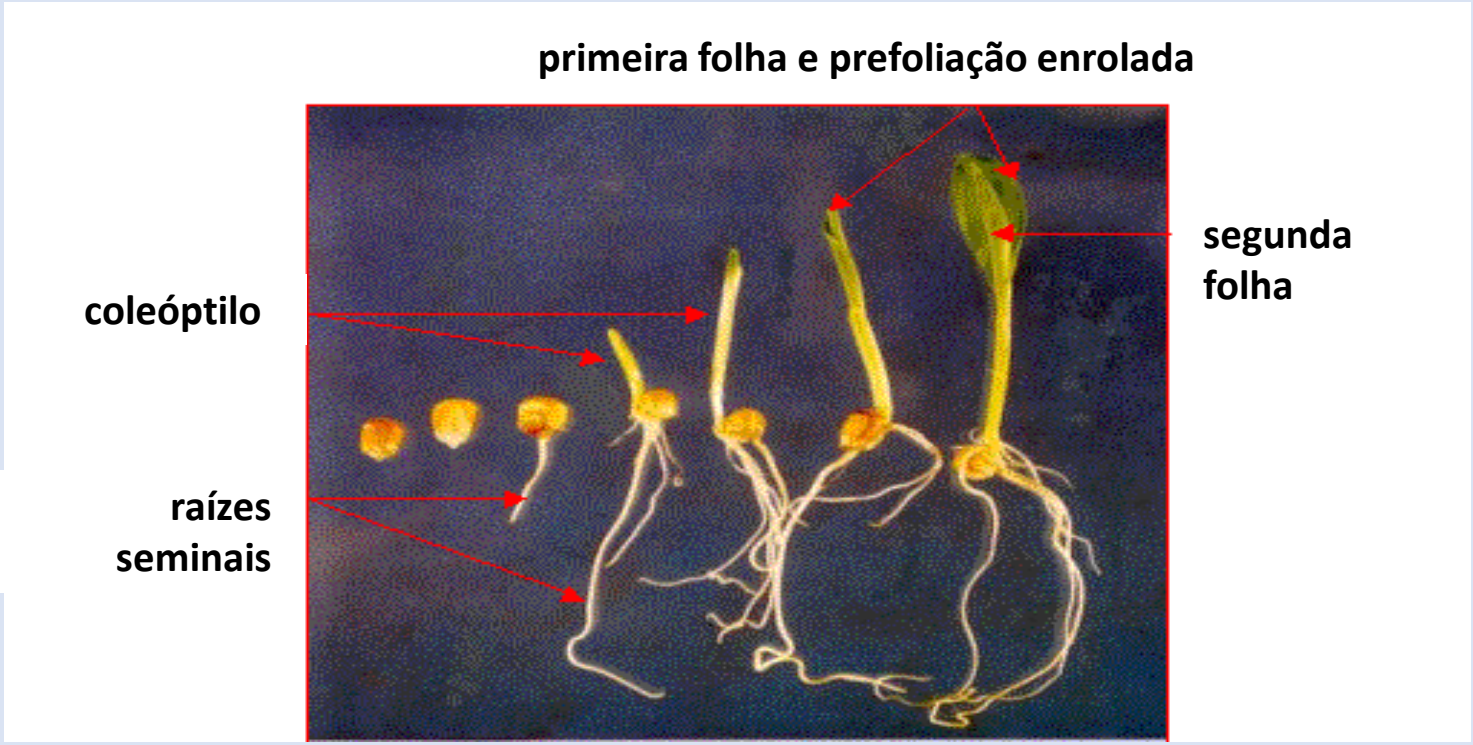
Andrade, J.A.C (2010)

FASE VEGETATIVA

- **Antes da emissão das espigas** – emergência, número de folhas plenamente expandidas termina no pendoamento.

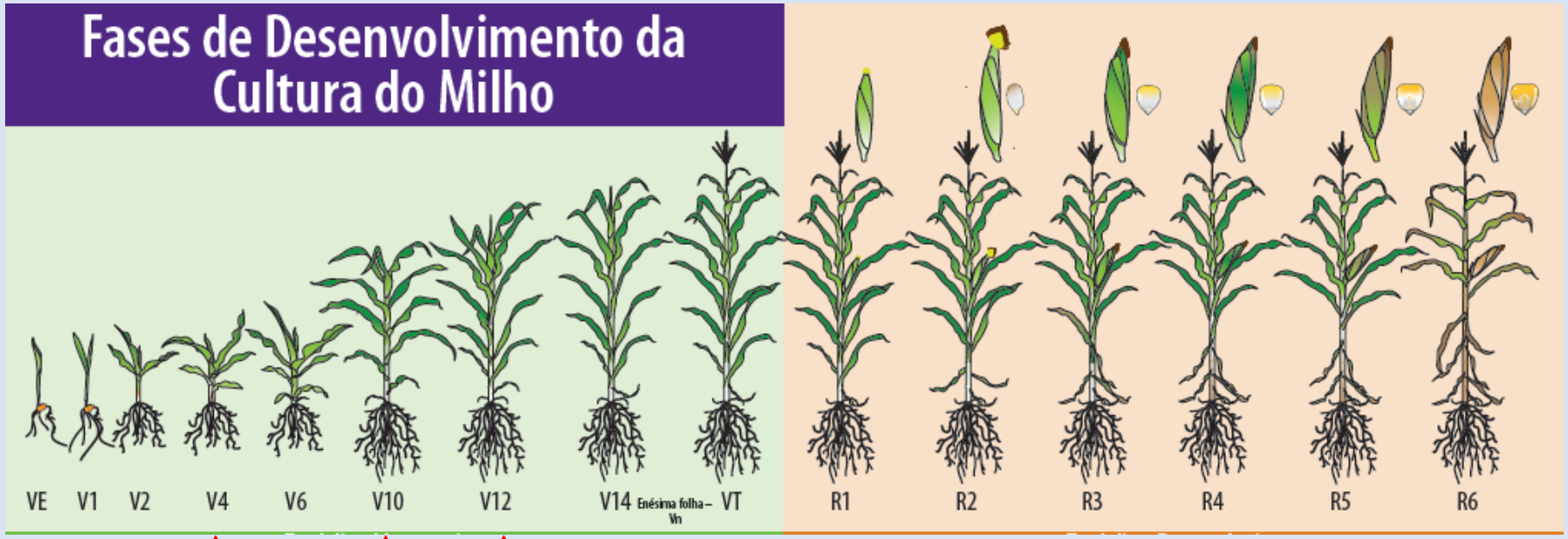
Andrade, J.A.C (2010)

VE (Semeadura à emergência)



- Radícula, raízes seminais, coleóptilo, mesocótilo
- Sistema radicular seminal sem ramificações
- Germinação – 2 semanas (10,5 ºC), 4 dias (15,5 ºC), 3 dias (18 ºC)
- Emergência lenta (falta de umidade, semeadura profunda, compactação, etc)
  - Redução na % de emergência, predisposição às doenças e condições adversas

Andrade, J.A.C (2010)



Plantas
Espigas

Fileira/espiga
Grãos/fileira

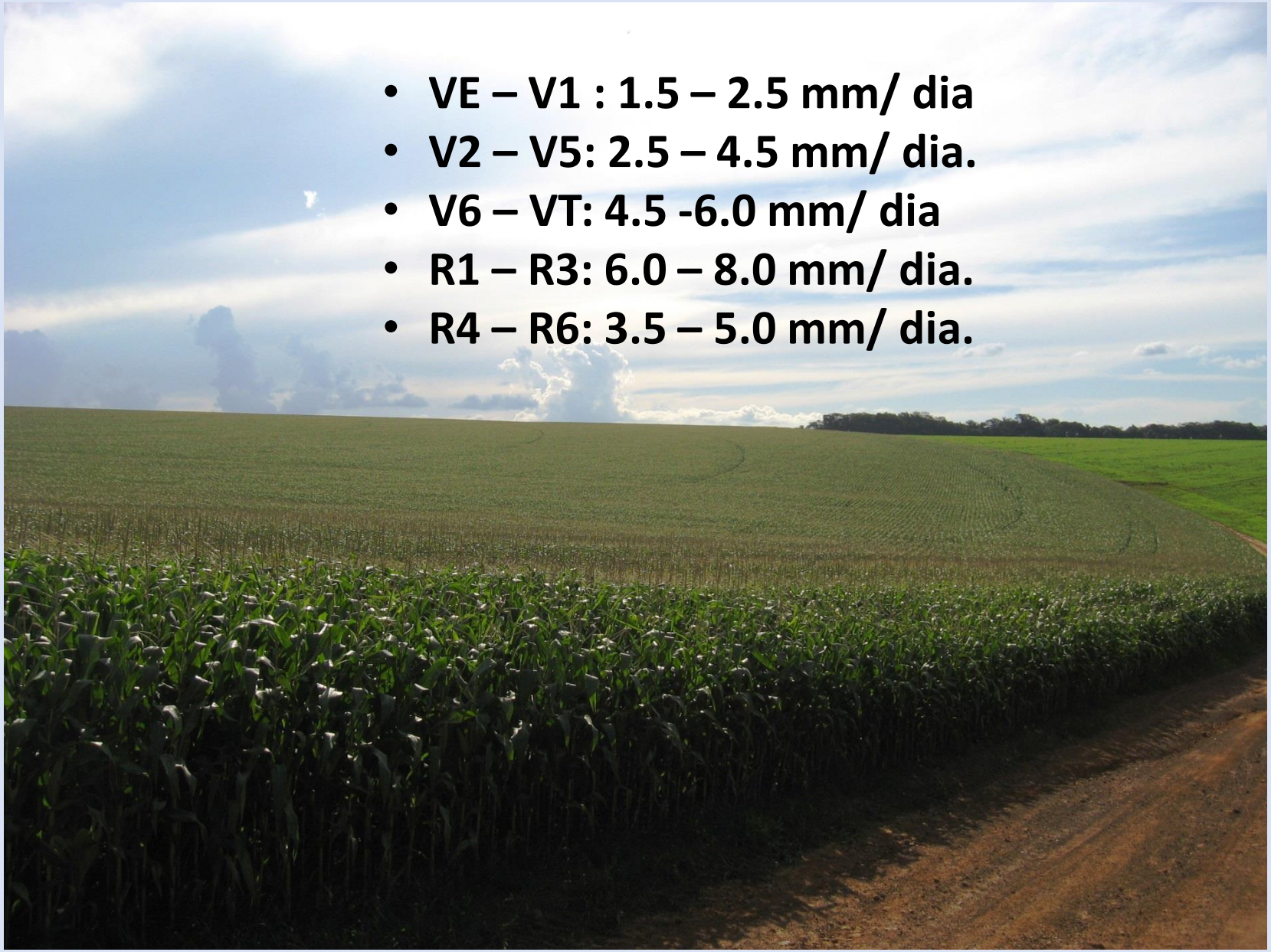
Grãos/espiga

Massa de grãos

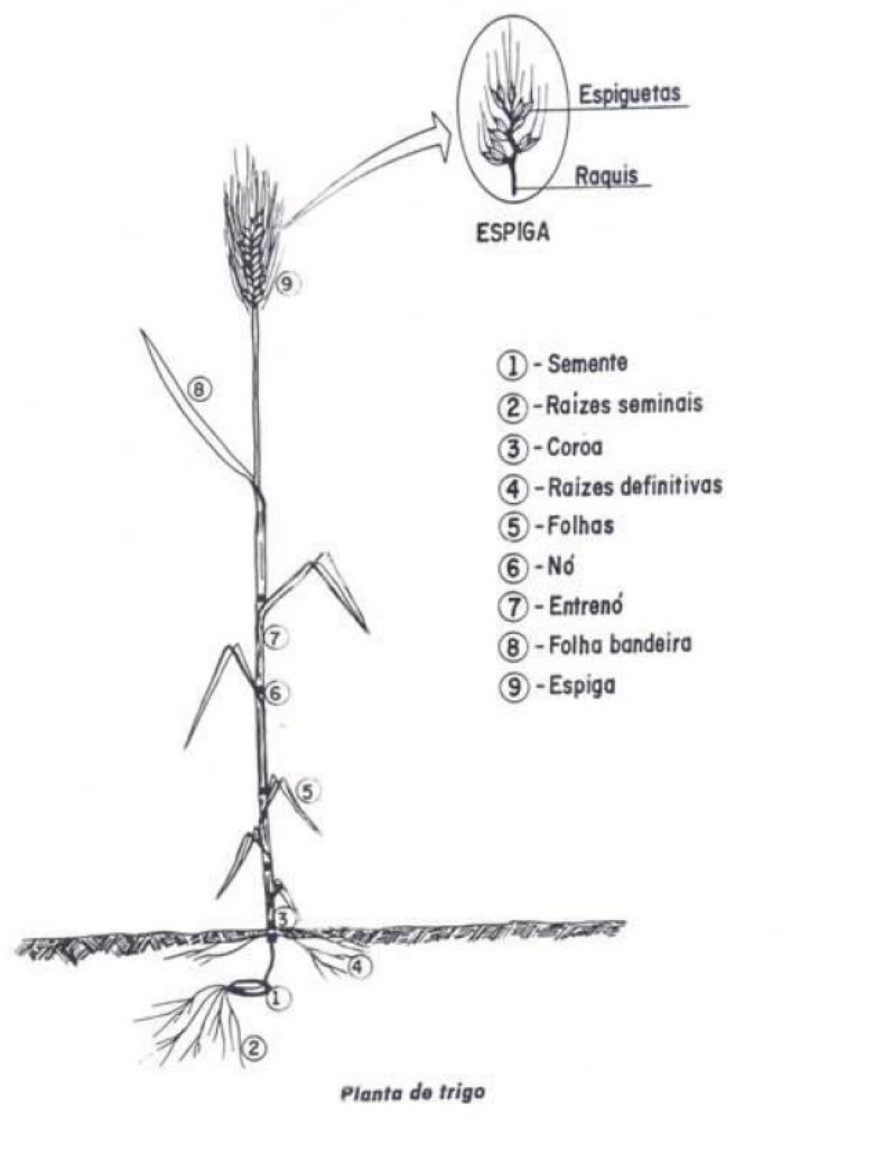
Adaptado de Campitti et al. (2016)

2. Condições ambientais ideais para altas produtividades

2. Exigências hídricas (evapotranspiração máxima – mm dia^{-1})

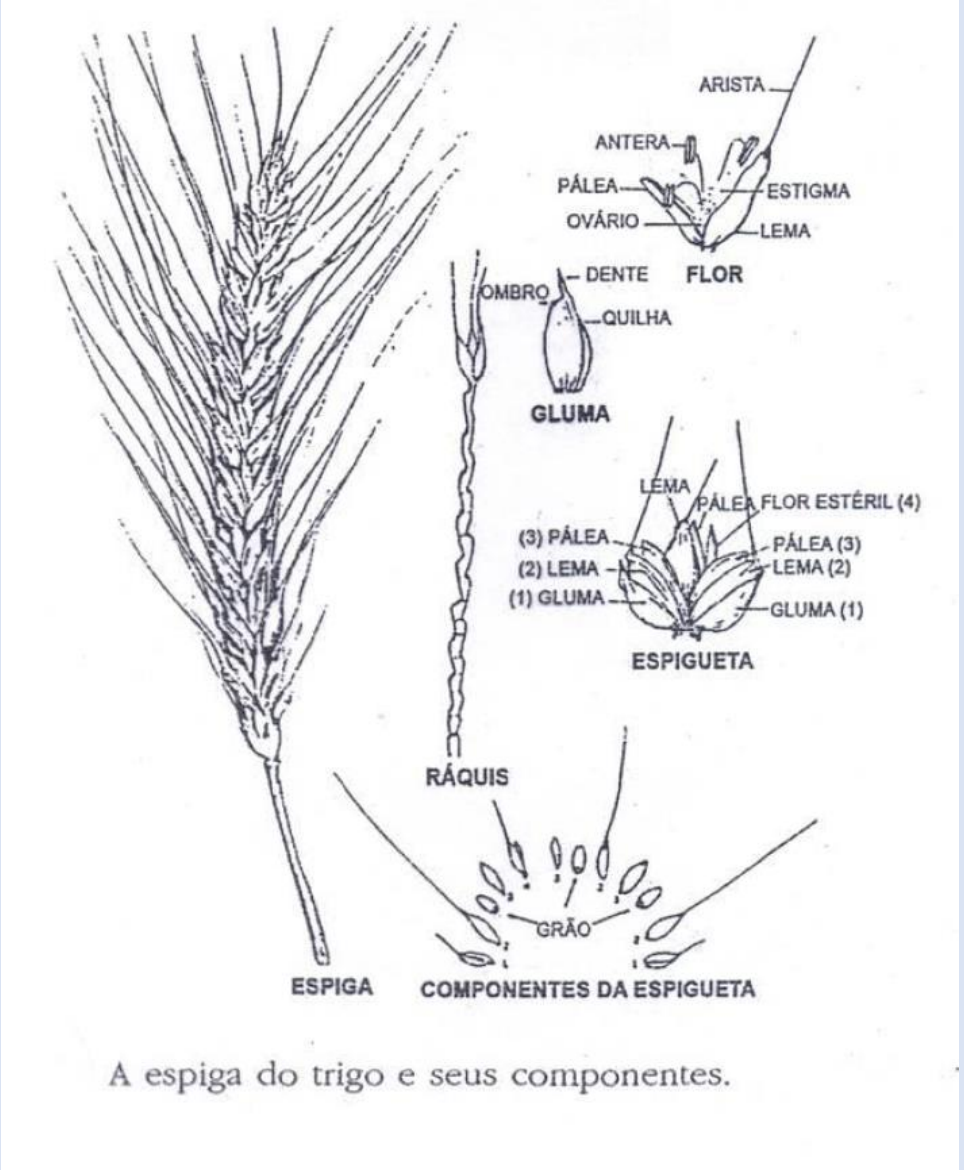


Trigo


Espiguetas
Raquis
ESPIGA
① - Semente
② - Raízes seminais
③ - Coroa
④ - Raízes definitivas
⑤ - Folhas
⑥ - Nó
⑦ - Entrenó
⑧ - Folha bandeira
⑨ - Espiga
Planta de trigo

ARF (2019)

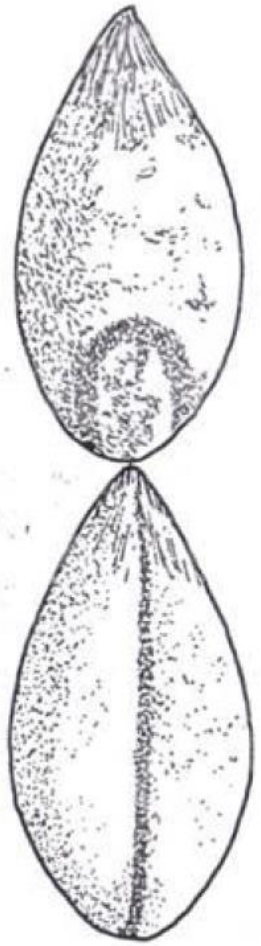
Kaneko (2012): arquivo pessoal



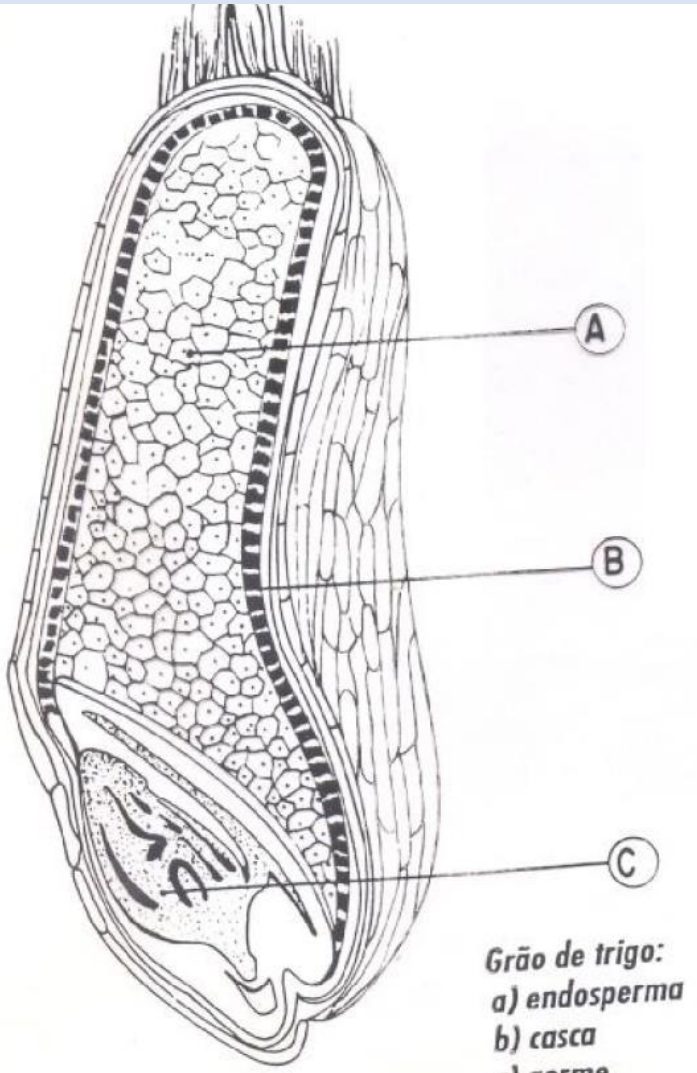
A espiga do trigo e seus componentes.

ARF (2019)

Kaneko (2012): arquivo pessoal



Fruto: Cariopse



Grão de trigo:
a) endosperma
b) casca
c) germe

ARF (2019)

Ecofisiologia do trigo

- Raízes seminais e adventíceas. Absorção de água, nutrientes redução do nitrato e síntese de aminoácidos e hormônios.
- Entrenós curtos e só ocorrem até iniciar a floração.
- Crescimento do caule ocorre simultaneamente ao de folhas, raízes e espiga.
- Máxima área foliar: 20º C;
- Sensível a fotoperíodo, planta de dia longo. T ºc < 15 (retarda o ciclo), maior que 20 (acelera). Inicio do ciclo: 20-25º ideal, maiores que 25, reduz a formação de grãos.
- Sensível a geadas (estrangulamento do colmo, danos aos primórdios graniferos, impede formação de grãos).
- Radiação solar adequada para cada cultivar.

Ecofisiologia da cultura do Trigo

- C3 de inverno: ponto de compensação luminosa máximo em temperaturas de 10-25ºc;
- Após antese, 90% do CO2 fixado corresponde aos carboidratos dos grãos.
- Distribuição dos fotoassimilados depende: número de espigas/m2; numero e tamanho de grãos/espiga. Condições ambientais durante o ciclo.
- Fotoperíodo crítico:10 a 11 h, e em baixa densidade luminosa.
- Flores: aptas a polinização por ate 5 dias. Fertilização: 3 -9h após.
- Temperatura acima da ideal; esterilidade.
- Regulador de crescimento : estágio 6. aparecimento do primeiro nó.

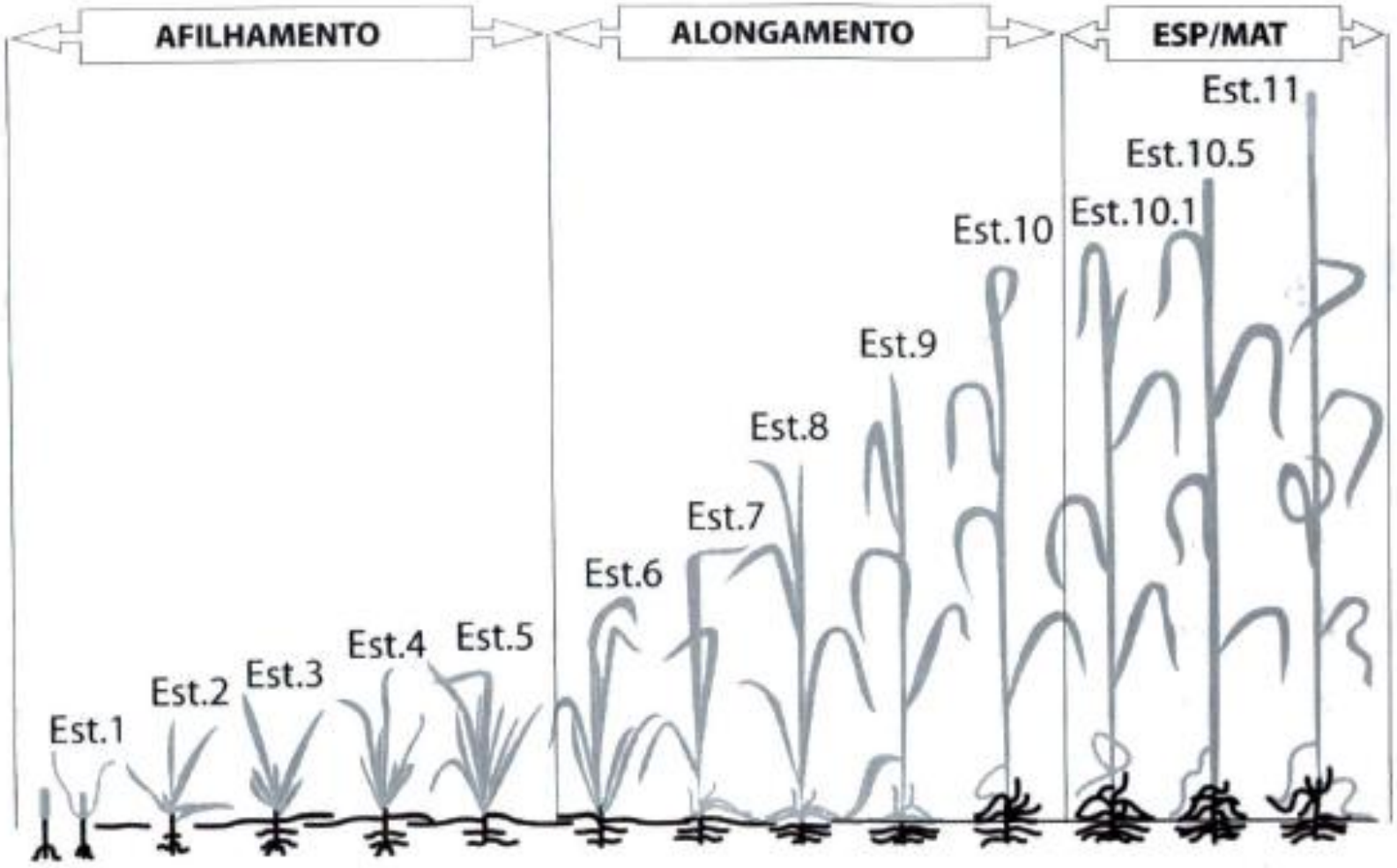


Figura 9. Escala Feeks-Large.

Fonte: Large (1954).

Anexo 2. Escalas fenológicas.

Escala Feeks-Large	
Estádio	**Afilhamento**
1	Plantas recém-emergidas, com uma ou mais folhas.
2	Início do afilhamento.
3	Afilhos formados. Folhas enroladas em espiral. Algumas cultivares podem apresentar hábito prostrado.
4	Início do aparecimento do pseudocaule. Bainhas foliares começam a alongar-se.
5	Pseudocaule (formado por bainhas foliares) fortemente desenvolvido.
Estádio	**Alongamento do colmo**
6	Primeiro nó do colmo visível.
7	Segundo nó do colmo já formado.
8	Folha bandeira visível, mas ainda enrolada. Início do período de emborrachamento.
9	Lígula da folha bandeira já visível.
10	Bainha da folha bandeira completamente desenvolvida, mas as espigas ainda não são visíveis.
Estádio	**Espigamento**
10.1	Primeiras espigas recém-visíveis.
10.2	Um quarto do processo de espigamento completo.
10.3	Metade do processo de espigamento completo.
10.4	Três quartos do processo de espigamento completo.
10.5	Todas as espigas fora das bainhas.
Estádio	**Florescimento**
10.5.1	Início do florescimento.
10.5.2	Florescimento completo na parte apical da espiga.
10.5.3	Florescimento completo na parte basal da espiga.
10.5.4	Final do florescimento, grãos no estágio aquoso.
Estádio	**Maturação**
11	Grãos no estádio leitoso à maturação.
11.1	Grãos no estádio leitoso.
11.2	Grãos no estádio de massa (conteúdo macio e seco).
11.3	Grãos duros (difíceis de ser rompidos com a unha do polegar).
11.4	Maturação de colheita. Palhas secas.

Fonte: Large (1954).

Kaneko (2012) – arquivo pessoal

Kaneko (2011) – arquivo pessoal

Kaneko (2012) – arquivo pessoal