



Milho - Zea mays L.

Thomas Newton Martin

E-mail: martin.ufsm@gmail.com

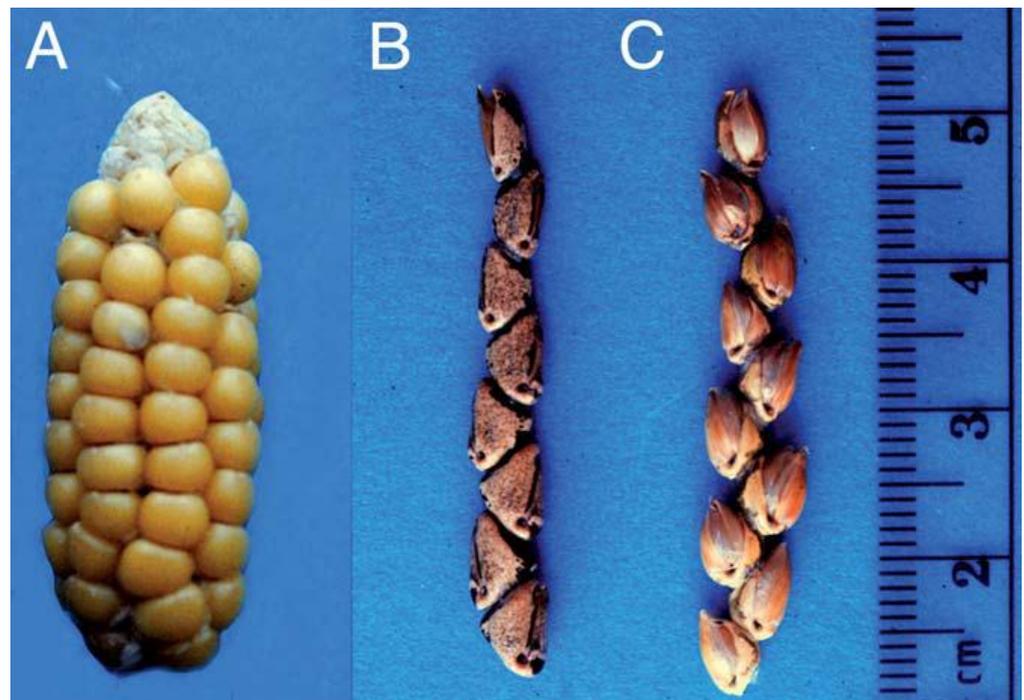
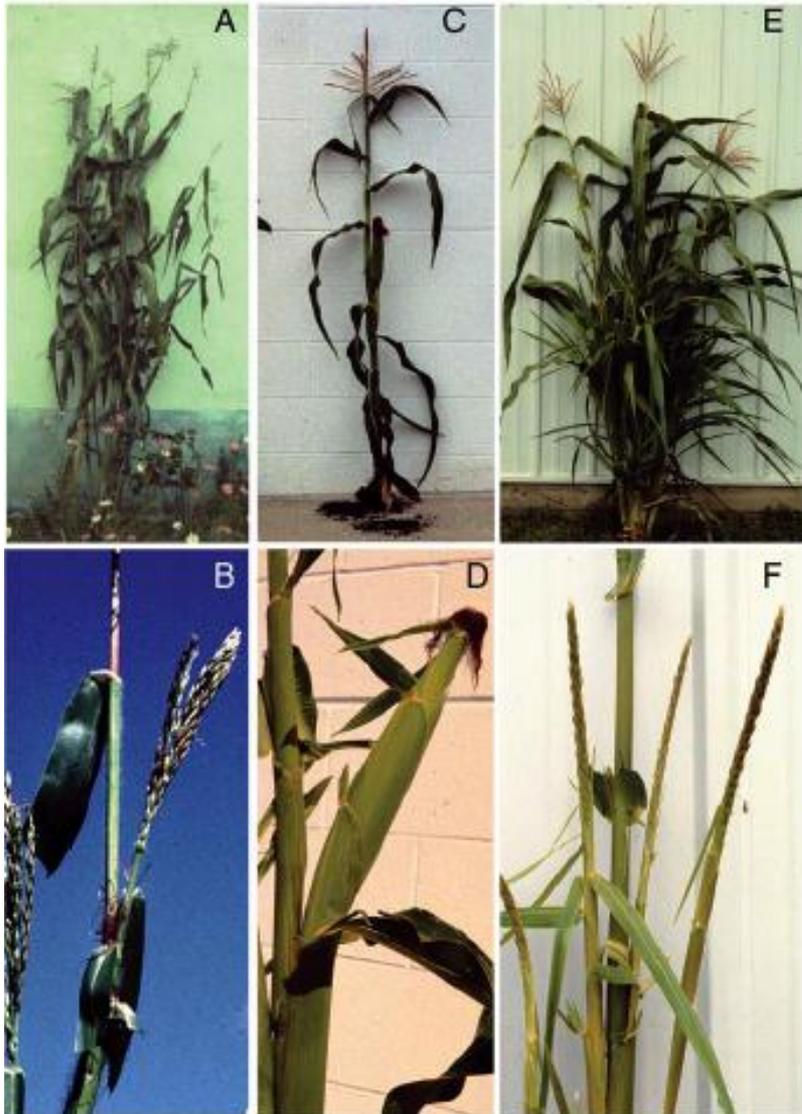
Msn: thomas.martin@hotmail.com

Site: <https://sites.google.com/site/thomasufsm/>





Teosinto (*Zea diploperennis*) *Zea mays* L.





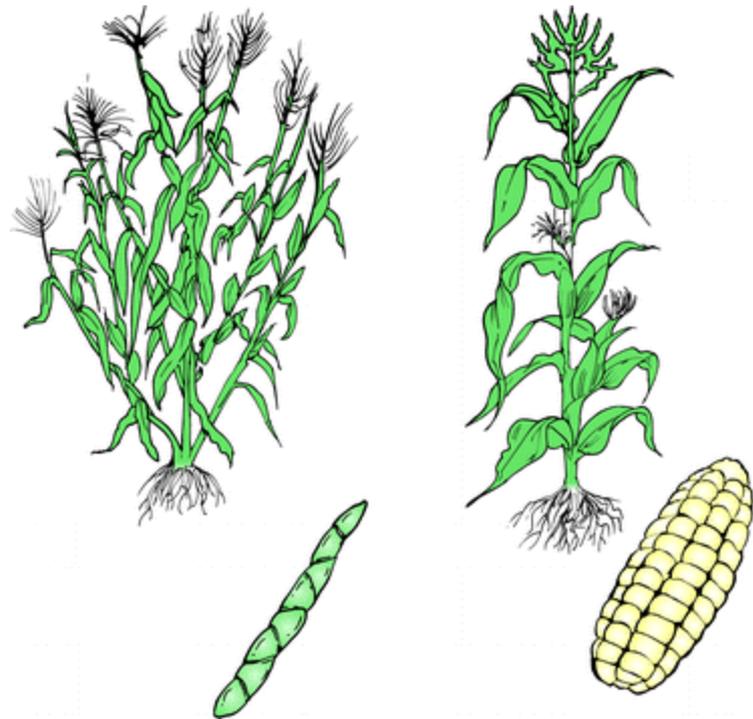
Cruzamentos Possíveis

Milho x Teosinto

- Ocorre naturalmente
- Descendentes ~ 100% férteis

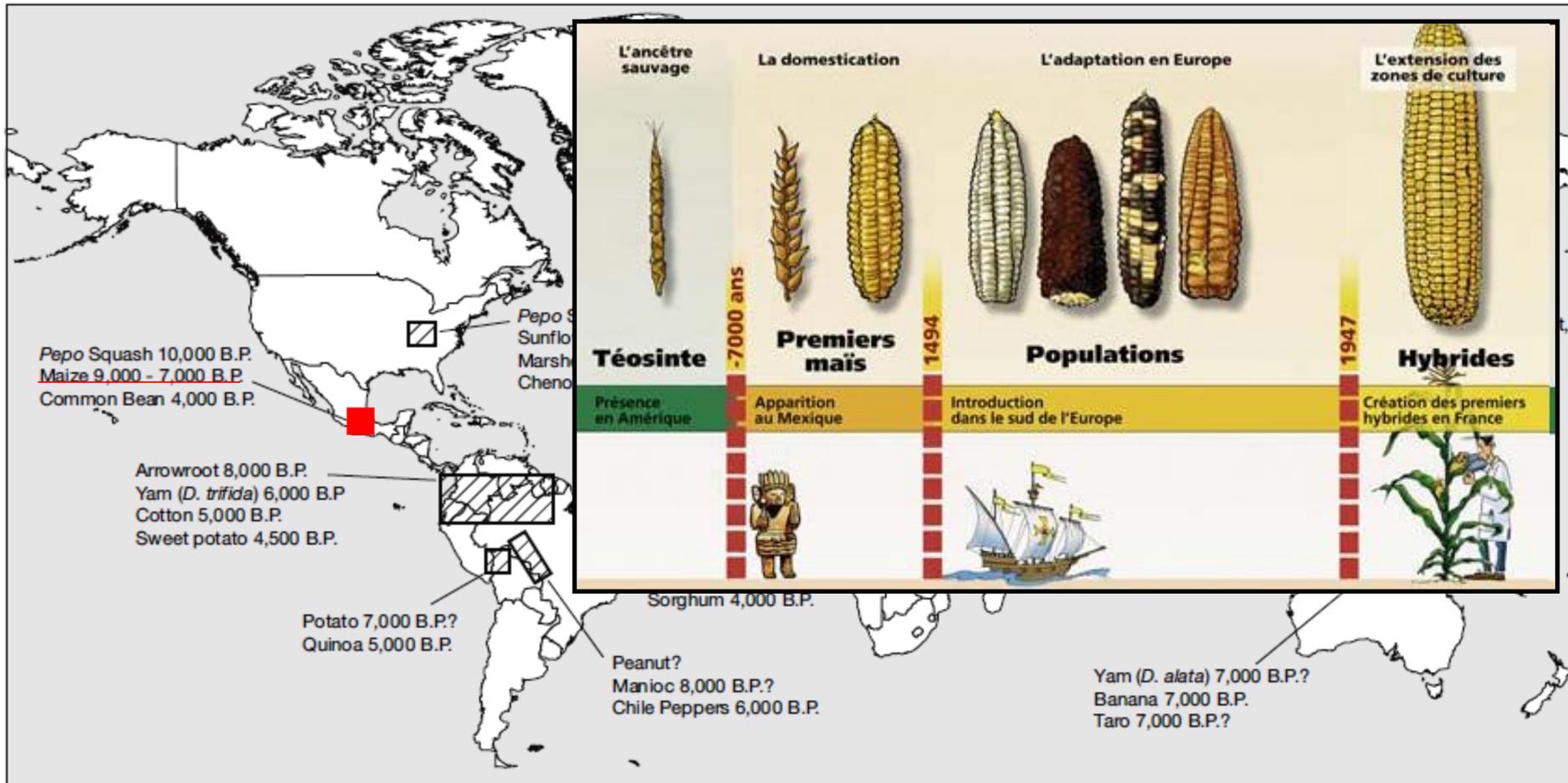
Milho x Tripsacum

- Pode mas tem dificuldade (exige técnicas especiais)
- Progenie apresenta alto grau de esterilidade





Origem



www.pnas.org/content/103/33/12223.full.pdf

www.nature.com/nature/journal/v436/n7051/pdf/nature03863.pdf

PNAS

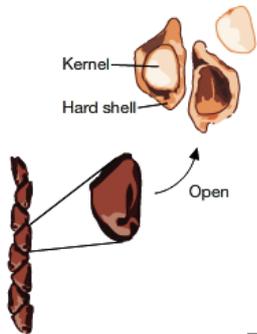
Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America



Evolução

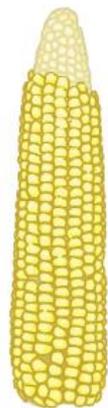


Maize



Teosinte

SHOW HYBRID



Maize parent



Hybrid offspring

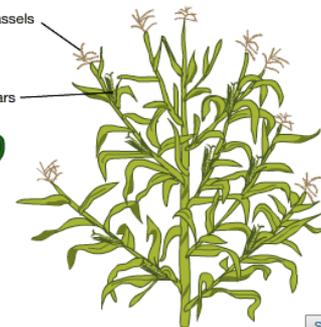


Teosinte parent

SHOW PLANTS



Maize



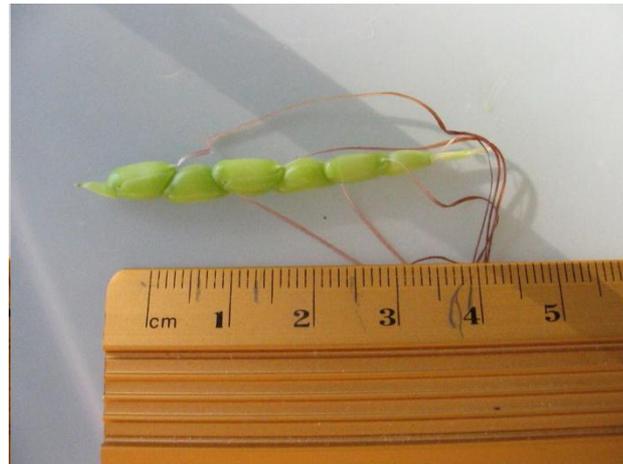
Teosinte

SHOW KERNELS





Origem



www.pnas.org/content/98/4/2101.full.pdf

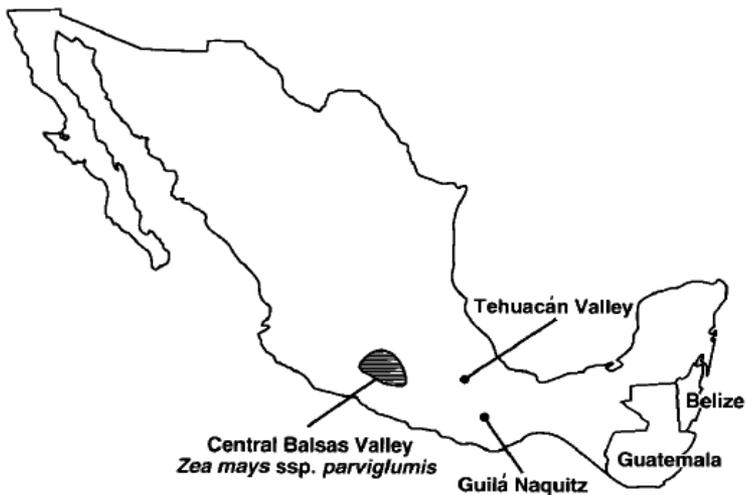
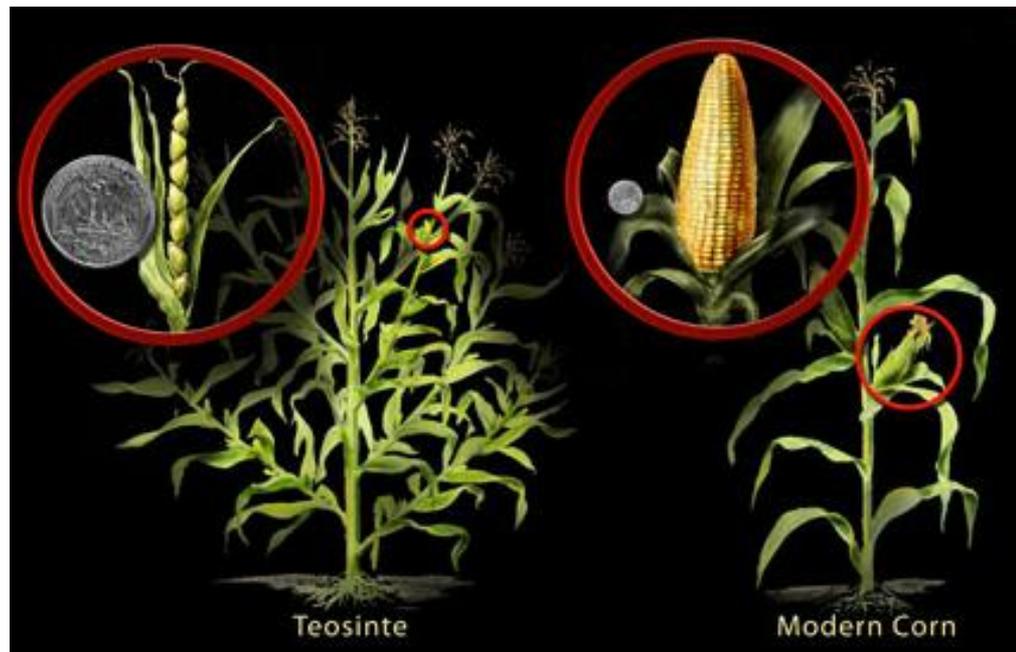


Fig. 1. Map of Mexico showing the location of Guilá Naquitz Cave and the Tehuacán Valley, together with the modern distribution of the populations of *Zea mays ssp. parviglumis* from the Central Balsas River Valley, the molecular profiles of which suggest that they are ancestral to maize.



PNAS

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America



Yum Kaax: deus Maya do Milho



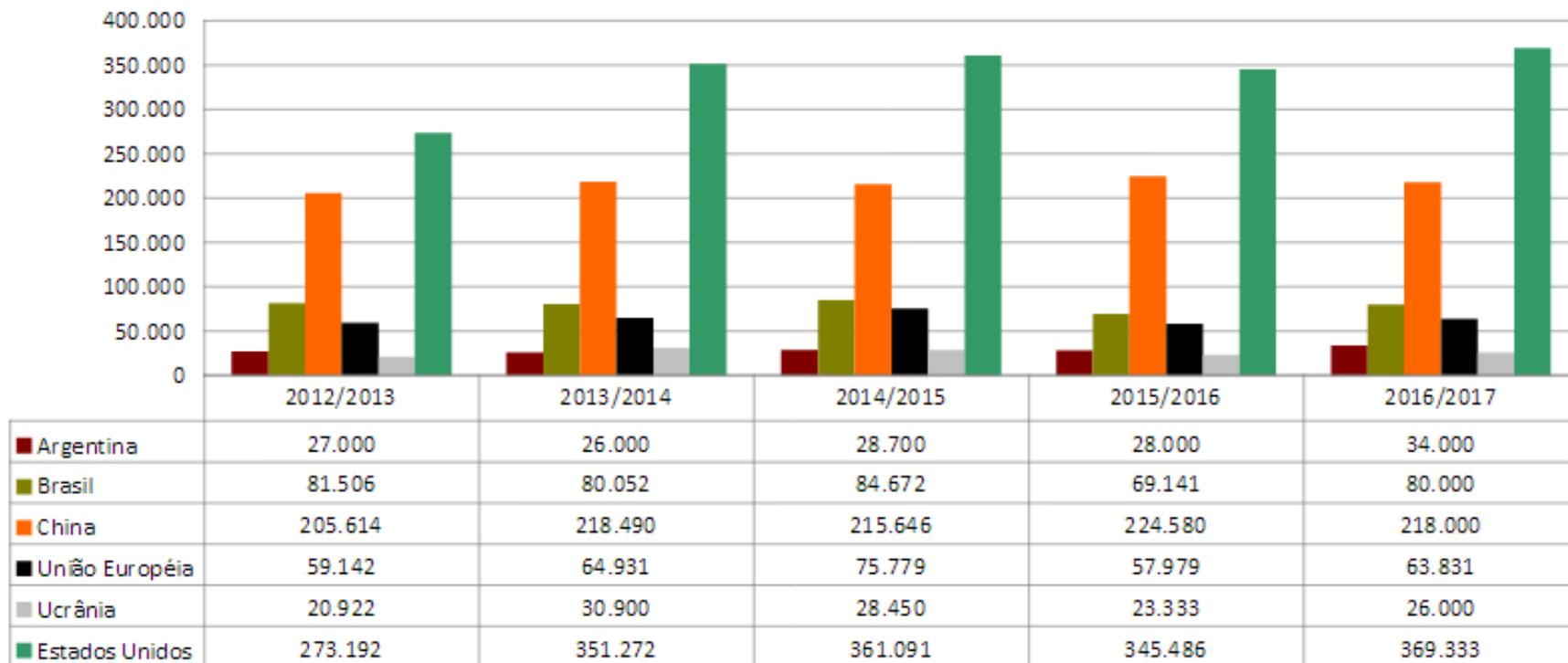
Teosinte = "alimento dos deuses"
Maias





Estatísticas

Gráfico 72 – Evolução da produção mundial de milho nas últimas 5 safras - principais países produtores (mil t)



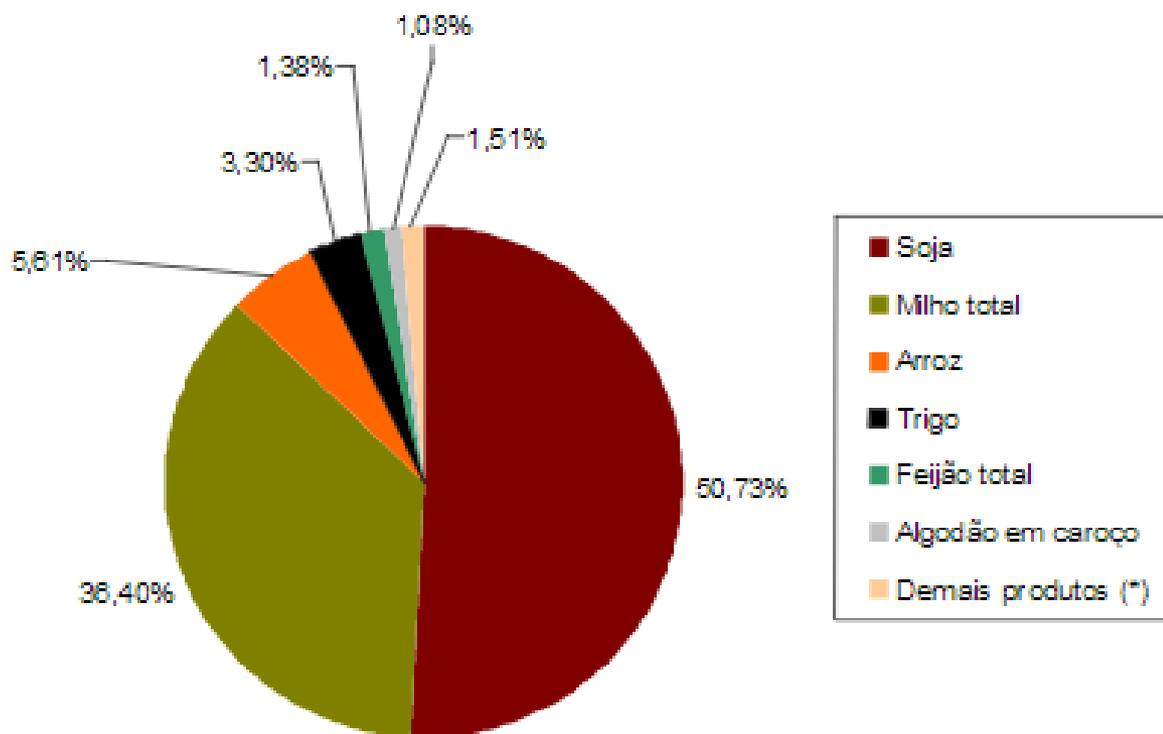
Fonte: USDA

Conab, 2016



Estatísticas

Grafico 3 – Brasil - Percentagem da produção total por produto



Fonte: Conab.

Conab, 2016

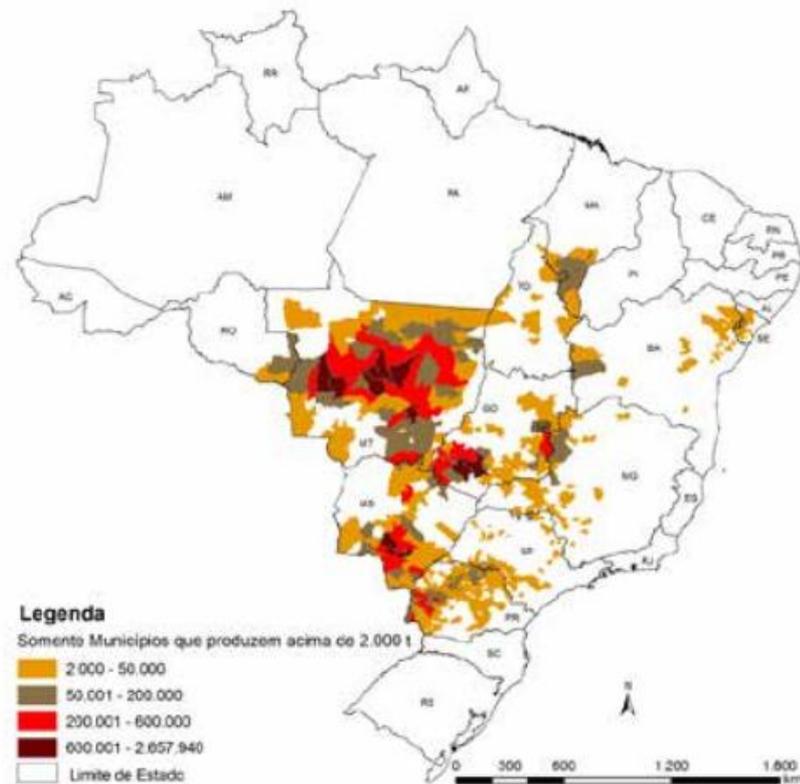
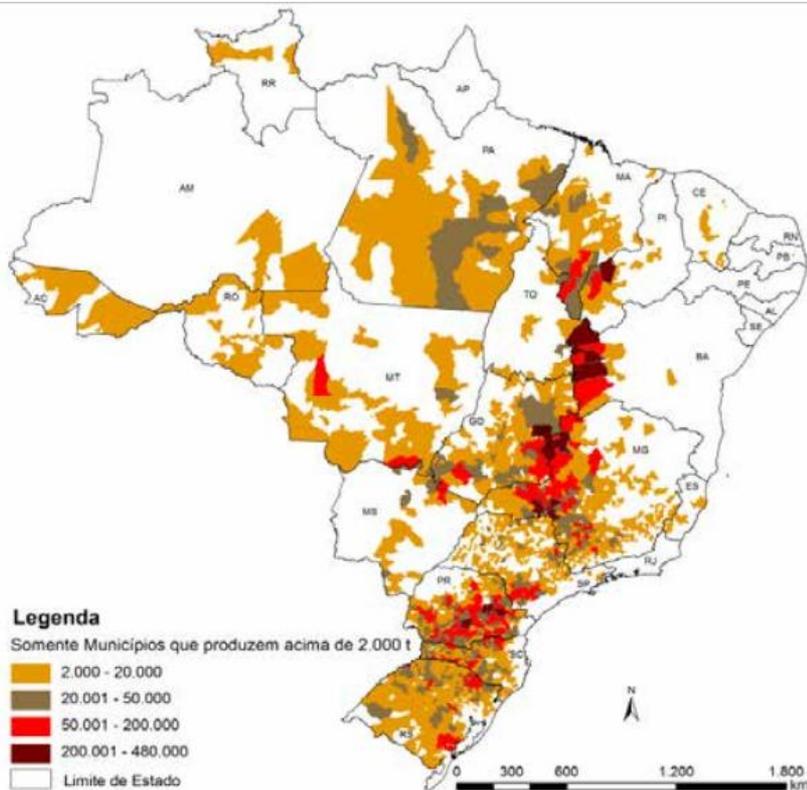


Estatísticas

Conab, 2016

1ª safra

2ª safra





Estatísticas

Conab, 2016

CULTURAS DE VERÃO	SAFRAS			VARIÇÃO	
	14/15	15/16		Percentual	Absoluta
	(a)	JUL/2016 (c)	AGO/2016 (c)	(c/a)	(c-a)
ALGODÃO - CAROÇO (1)	2.348,6	2.086,4	2.025,8	(13,7)	(322,8)
ALGODÃO - PLUMA	1.562,8	1.389,0	1.348,3	(13,7)	(214,5)
AMENDOIM TOTAL	346,8	410,2	407,7	17,6	60,9
AMENDOIM 1ª SAFRA	319,3	388,8	388,8	21,8	69,5
AMENDOIM 2ª SAFRA	27,5	21,4	18,9	(31,3)	(8,6)
ARROZ	12.444,5	10.471,8	10.544,0	(15,3)	(1.900,5)
FEIJÃO TOTAL	3.210,2	2.696,7	2.593,1	(19,2)	(617,1)
FEIJÃO 1ª SAFRA	1.131,6	1.030,8	1.032,2	(8,8)	(99,4)
FEIJÃO 2ª SAFRA	1.228,2	991,3	932,3	(24,1)	(295,9)
FEIJÃO 3ª SAFRA	850,5	674,9	628,3	(26,1)	(222,2)
GIRASSOL	153,2	68,3	66,4	(56,7)	(86,8)
MAMONA	47,0	34,2	14,5	(69,1)	(32,5)
MILHO TOTAL	84.672,4	69.141,4	68.475,9	(19,1)	(16.196,5)
MILHO 1ª SAFRA	30.082,0	26.087,8	25.883,2	(14,0)	(4.198,8)
MILHO 2ª SAFRA	54.590,5	43.053,6	42.592,7	(22,0)	(11.997,8)
SOJA	96.228,0	95.574,4	95.418,9	(0,8)	(809,1)
SORGO	2.055,3	1.378,7	1.168,1	(43,2)	(887,2)
SUBTOTAL	201.506,2	181.862,4	180.714,1	(10,3)	(20.792,1)



Estatísticas

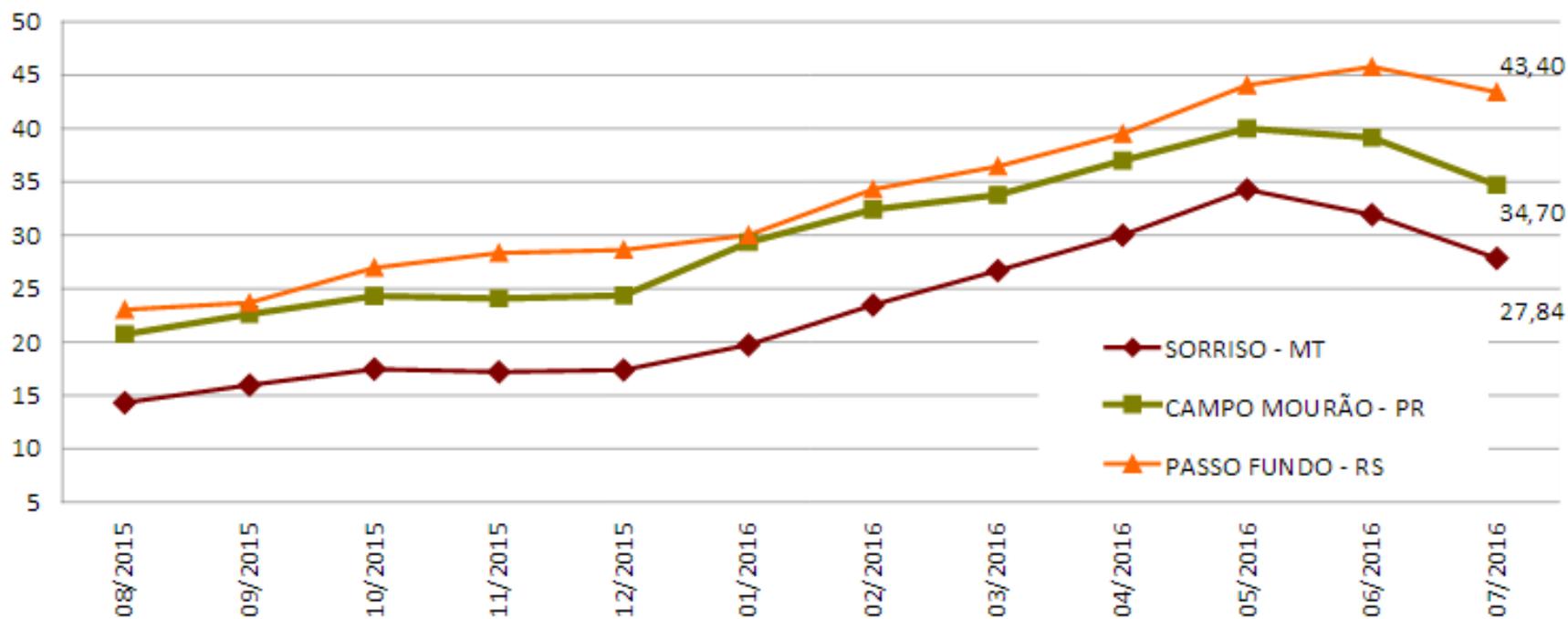
Conab, 2016

REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha)			PRODUTIVIDADE (Em kg/ha)			PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 14/15	Safra 15/16	VAR. %	Safra 14/15	Safra 15/16	VAR. %	Safra 14/15	Safra 15/16	VAR. %
	(a)	(b)	(b/a)	(c)	(d)	(d/c)	(e)	(f)	(f/e)
CENTRO-OESTE	22.873,4	23.544,0	2,9	3.857	3.261	(15,5)	88.220,8	76.781,3	(13,0)
MT	13.586,9	13.965,7	2,8	3.807	3.163	(16,9)	51.718,8	44.172,3	(14,6)
MS	4.043,7	4.209,2	4,1	4.150	3.404	(18,0)	16.782,5	14.326,9	(14,6)
GO	5.100,4	5.213,4	2,2	3.719	3.390	(8,9)	18.966,0	17.671,4	(6,8)
DF	142,4	155,7	9,3	5.291	3.922	(25,9)	753,5	610,7	(19,0)
SUDESTE	5.105,3	5.277,3	3,4	3.775	3.667	(2,9)	19.272,7	19.351,5	0,4
MG	3.227,1	3.269,2	1,3	3.662	3.628	(0,9)	11.818,8	11.860,4	0,4
ES	32,5	24,6	(24,3)	1.185	2.187	84,6	38,5	53,8	39,7
RJ	4,8	3,9	(18,8)	1.854	2.026	9,3	8,9	7,9	(11,2)
SP	1.840,9	1.979,6	7,5	4.023	3.753	(6,7)	7.406,5	7.429,4	0,3
SUL	19.341,3	19.499,4	0,8	3.914	3.817	(2,5)	75.707,7	74.429,7	(1,7)
PR	9.585,7	9.691,9	1,1	3.929	3.688	(6,1)	37.659,1	35.748,3	(5,1)
SC	1.300,8	1.277,7	(1,8)	4.942	4.856	(1,7)	6.428,1	6.203,9	(3,5)
RS	8.454,8	8.529,8	0,9	3.740	3.808	1,8	31.620,5	32.477,5	2,7
NORTE/ NORDESTE	10.594,7	9.921,9	(6,4)	2.319	1.768	(23,8)	24.568,8	17.540,2	(28,6)
CENTRO-SUL	47.320,0	48.320,7	2,1	3.872	3.530	(8,8)	183.201,2	170.562,5	(6,9)
BRA SIL	57.914,7	58.242,6	0,6	3.588	3.230	(10,0)	207.770,0	188.102,7	(9,5)



Estatísticas

Gráfico 74 – Milho - Preços médios mensais pago ao produtor- 12 meses (R\$/60kg)



Fonte: Conab

Russian Federation

<5%

5-14,9%

15-24,9%

25-34,9%

35%
and over

Very low
undernourishment

Moderately low
undernourishment

Moderately high
undernourishment

High
undernourishment

Very high
undernourishment



While food is the most basic of human needs required for survival, on average, 1 in 8 people go to bed hungry each night.

We can achieve Zero Hunger in our lifetimes. Halving hunger by 2015, as pledged in the Millennium Development Goals, is the first step.

Hunger Map 2013



Proportion of total population undernourished, 2011-13



This map shows the proportion of undernourished in the total population of developing countries as of 2011-13. The indicator is an estimate of the percentage of the population at risk of severe malnutrition. Further information is available at www.fao.org/world/hunger

Source: FAO, WHO and WFP, 2013. The State of Food Security in the World 2013. The multiple dimensions of food security. Rome, FAO. Data source: dx.doi.org/10.24646/2013

© 2013 World Food Programme

The aggregate world and the proportion of undernourished in the population are only the aggregate of any given individual in the part of the world according to the legend or insufficient data. It does not mean that the entire world is undernourished. The first areas of undernourishment have not yet been reported to the UN.

— A dashed line between the Republics of Argentina and the Commonwealth of the Bahamas and northern island concerning percentages over the island's limits.

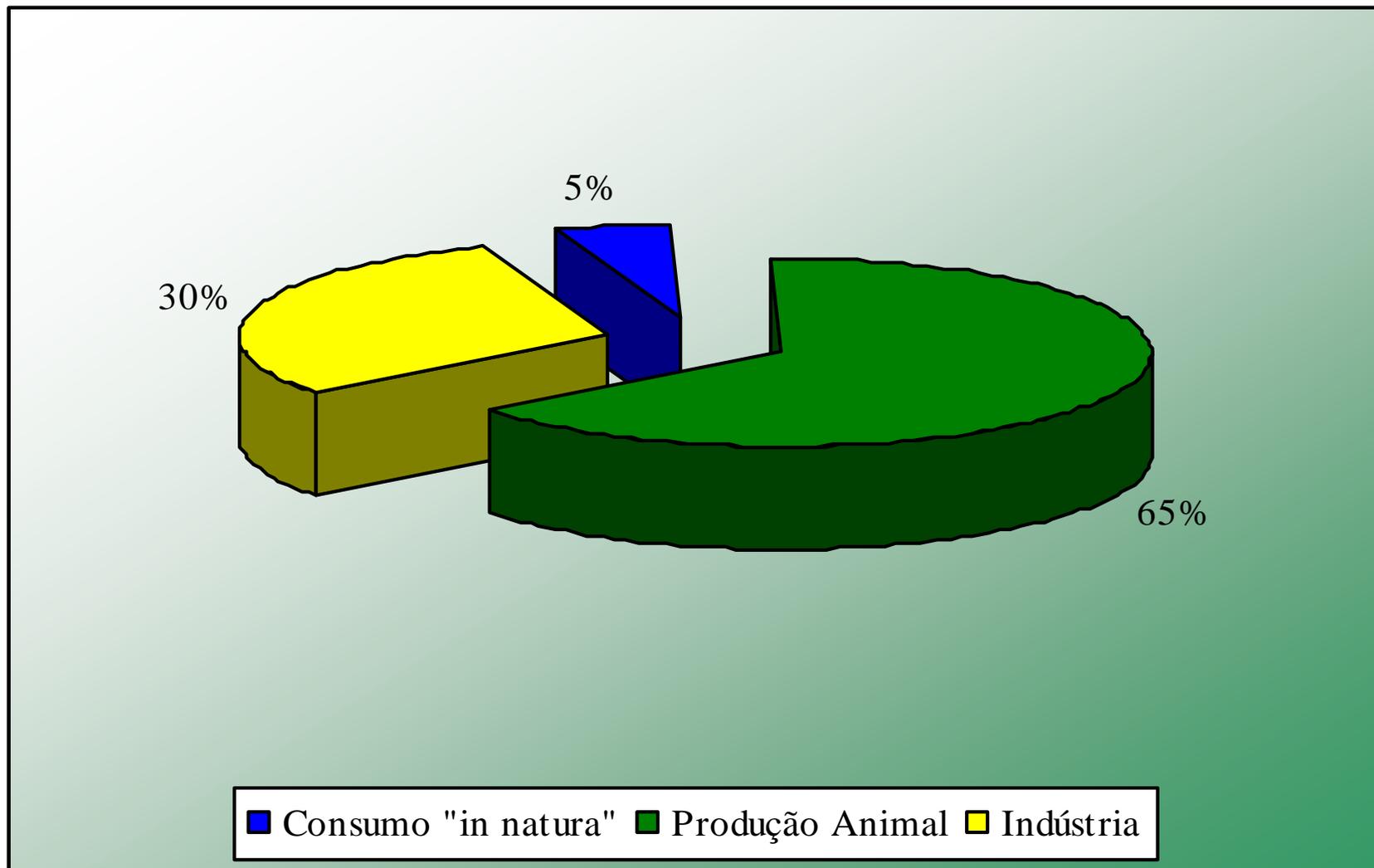
— Food security between the Republics of Sudan and the Republics of South Sudan has not yet been determined. South Sudan declared its independence on 9 July 2011. Data for Sudan cover 2011 and South Sudan are not yet available.

Take a look at our interactive hunger map at <http://cdn.wfp.org/hungermap/>



Utilizações

Milho



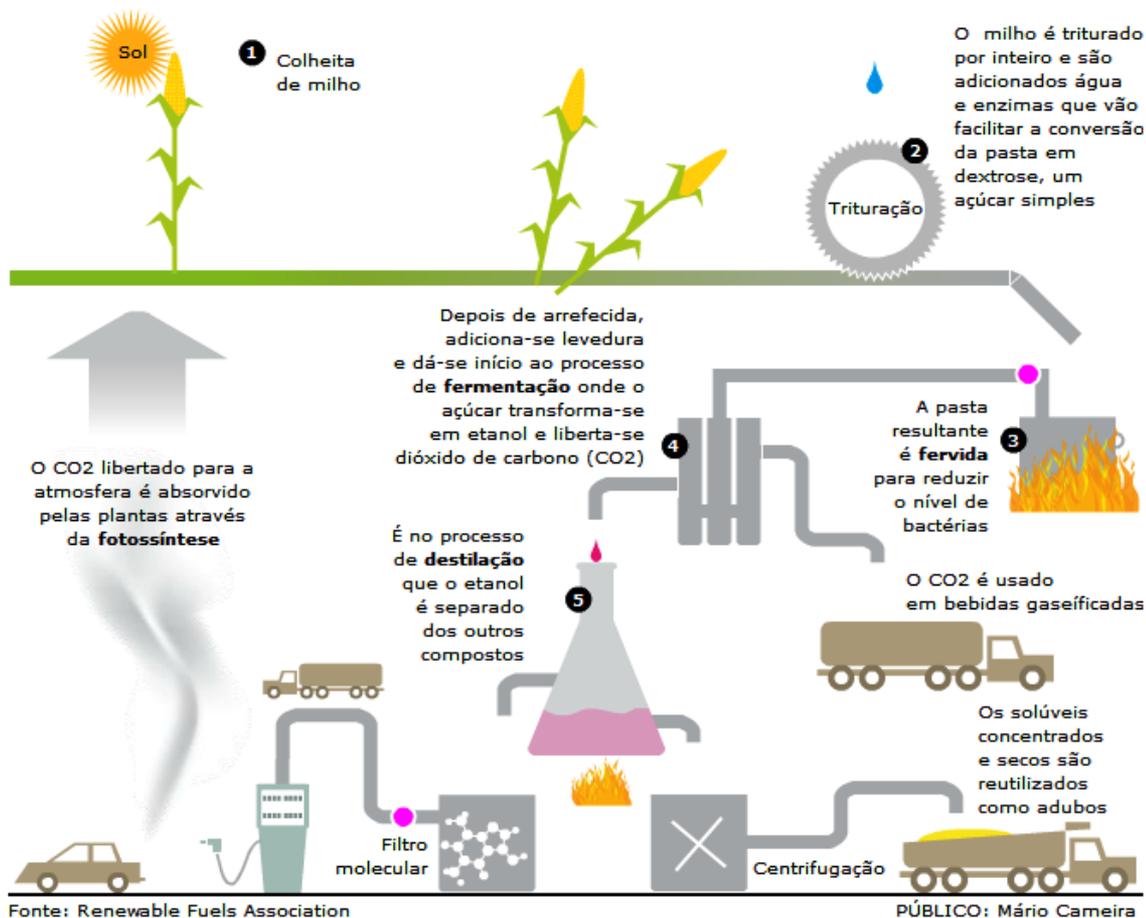


Etanol

Milho

BIOCOMBUSTÍVEIS: COMO SE PRODUZ O ETANOL DE MILHO

Criado a 4 de Julho de 2008



www.scielo.br/pdf/cr/v40n9/a704cr2743.pdf

Estudo energético da produção de biocombustível a partir do milho

<http://carros.hsw.uol.com.br/questao707.htm>

3,13 kg milho = 1 L etanol



Milho

Mil e uma utilidades....



<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,ERT262560-18283,00.html>

AMIDO DE MILHO
Principal foco das indústrias que estão se instalando no Brasil. Com este derivado, é possível obter diversos plásticos biodegradáveis. Alguns deles desaparecem em apenas três meses, o que resolveria o problema das sacolinhas de supermercados

Sacolas
Filmes fotográficos
Estufas agrícolas
Utensílios descartáveis (copos, pratos e talheres)
Pneus de borracha
Tintas
Fogos de artifício
Cabeça de fósforo
Manche de avião
Peças de ferro fundido (amido de milho pré-gelatinizado)
Baterias elétricas
Fármacos
Pelo menos 85 tipos de antibióticos utilizam o amido de milho na composição das capas que envolvem os comprimidos. A água usada para amolecer o milho serve como meio de fermentação para a produção de penicilina e estreptomicina
Sabonetes e detergentes

RAÇÕES
- alto teor de proteínas para cães e gatos
- baixo teor de proteínas para suínos e aves

ADOÇANTES
Outro grande fôco do mercado, os derivados frutose, xilitol, xarope de milho, sorbitol e sacarina transformam-se em adoçantes dietéticos usados em refrigerantes e em alguns sucos industrializados

GLICOSE DE MILHO
A substância é usada principalmente na indústria de alimentação infantil, para adoçar alimentos instantâneos como as papinhas doces, chocolates e sorvetes

MALTOSE DE MILHO
É utilizada pela indústria cervejeira. Em alguns países, como no Peru, existe a Chicha, cerveja feita à base de milho. Algumas cervejarias substituem parte do malte de cevada pelo de milho para obter uma bebida mais barata e doce, com teor alcoólico reduzido. A maltose é usada em larga escala também no uísque, principalmente os do tipo bourbon

ÁCIDO CÍTRICO
É usado pela indústria alimentícia para intensificar os sabores dos alimentos, como recheio de biscoito

GLÚTEN
Dá mais textura e viscosidade a alimentos como sorvete industrial, recheio de biscoitos, ketchup e molhos prontos

ZEÍNA
Produz um corante de alimentos utilizado para realçar as cores dos produtos, como os doces

ÁCIDO ASCÓRBICO
Usado na indústria de panificação, este derivado acelera a produção de pães industriais

ÁCIDO SÓRBICO
Conservante de vinhos, leites industrializados e carnes

POLIDEXTROSE E FIBERSON-2
Estes dois derivados têm o poder de aumentar o conteúdo de fibras de alimentos diversos. É usado na fabricação de salgadinhos

OUTROS
(Celulose, diglicéridos, estereato de cálcio e gomaxantana). Tem a mesma utilidade do glúten, mas aplicado em outros alimentos, como margarina, geleias, sopas e doces



Tipos de Milho

Textura

Dentado ou mole ("dent"): os grãos de amido são densamente arranjados nas laterais dos grãos, formando um cilindro aberto que envolve parcialmente o embrião. Na parte central, os grãos de amido são menos densamente dispostos e farináceos. O grão é caracterizado pela depressão ou "dente" na sua parte superior, resultado da rápida secagem e contração do amido mole;

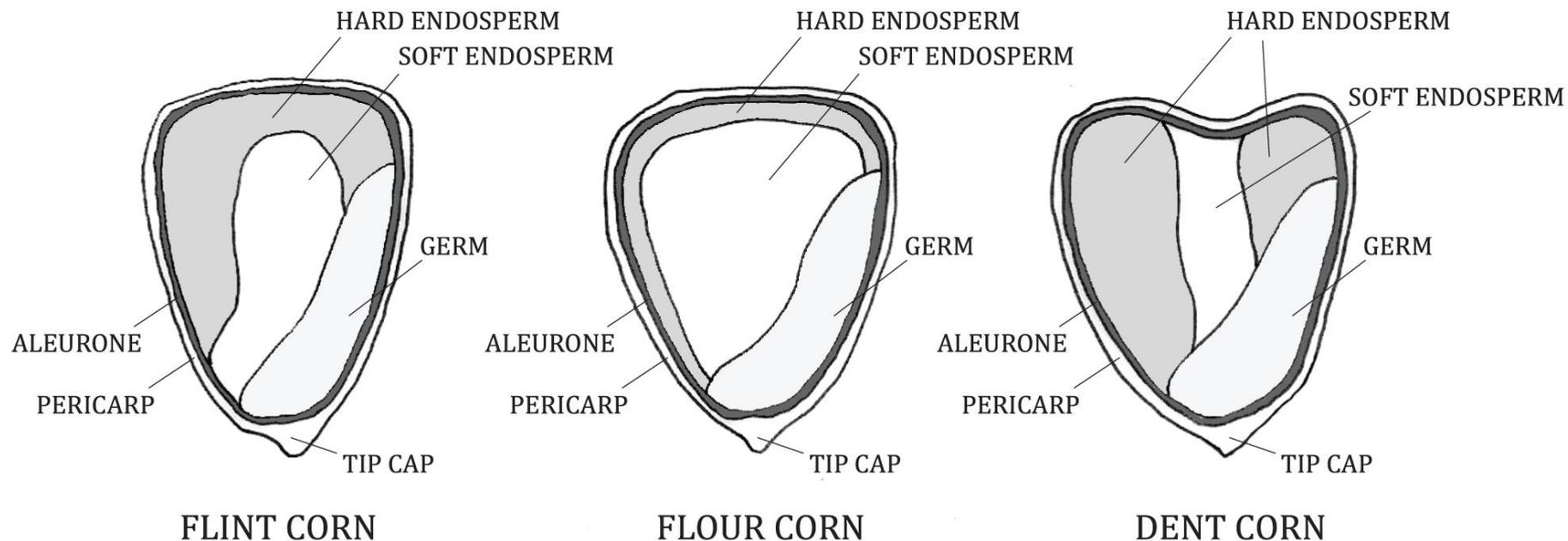
Duro ou cristalino ("flint"): os grãos apresentam reduzida proporção de endosperma amiláceo em seu interior, notando-se que a parte dura ou cristalina é a predominante e envolve por completo o amido amilácio. A textura dura é devida ao denso arranjo dos grãos de amido com proteína.





Tipos de Milho

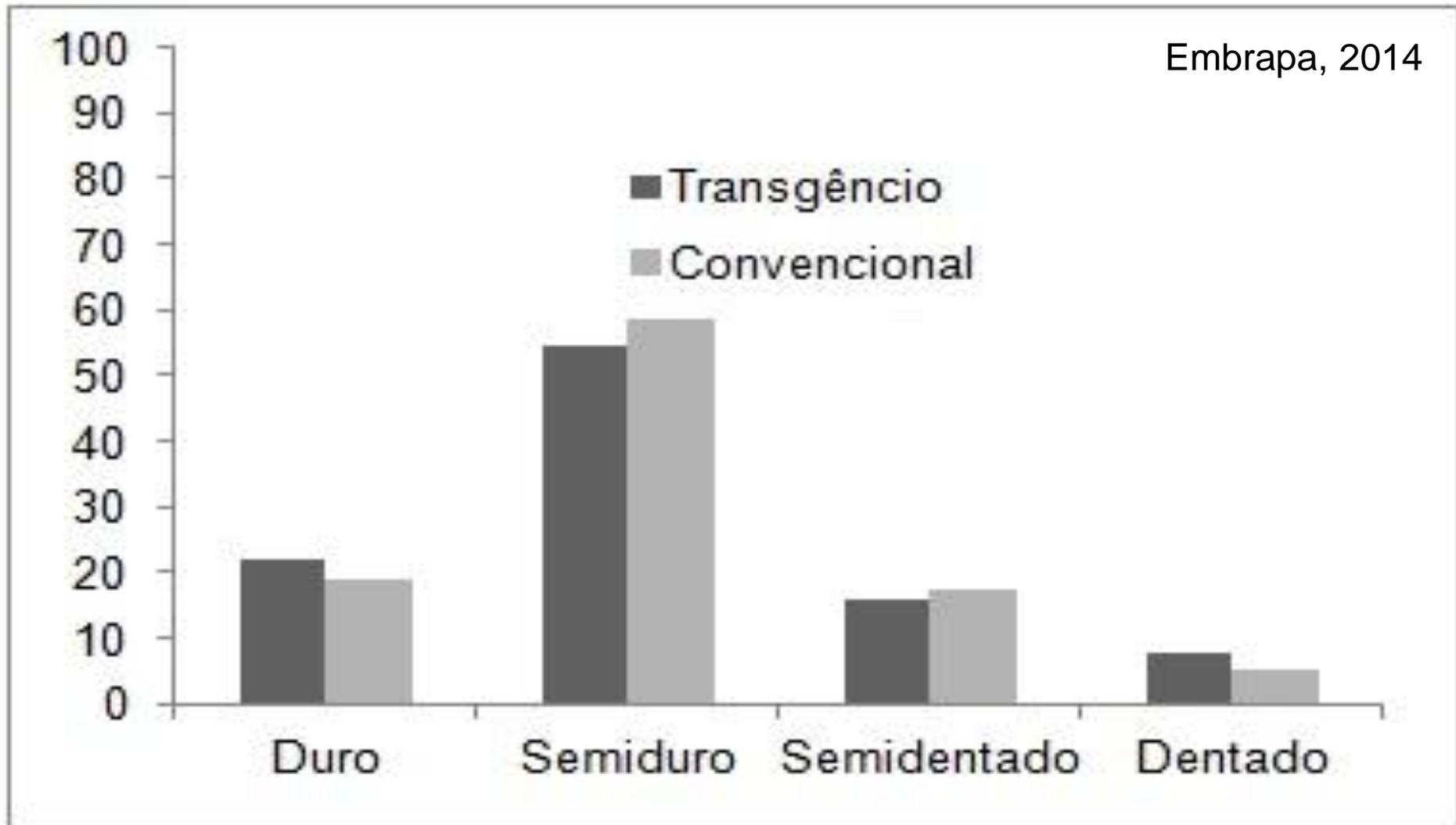
CROSS SECTIONS OF BASIC CORN TYPES



<http://homescale.wordpress.com/corntortillas/>

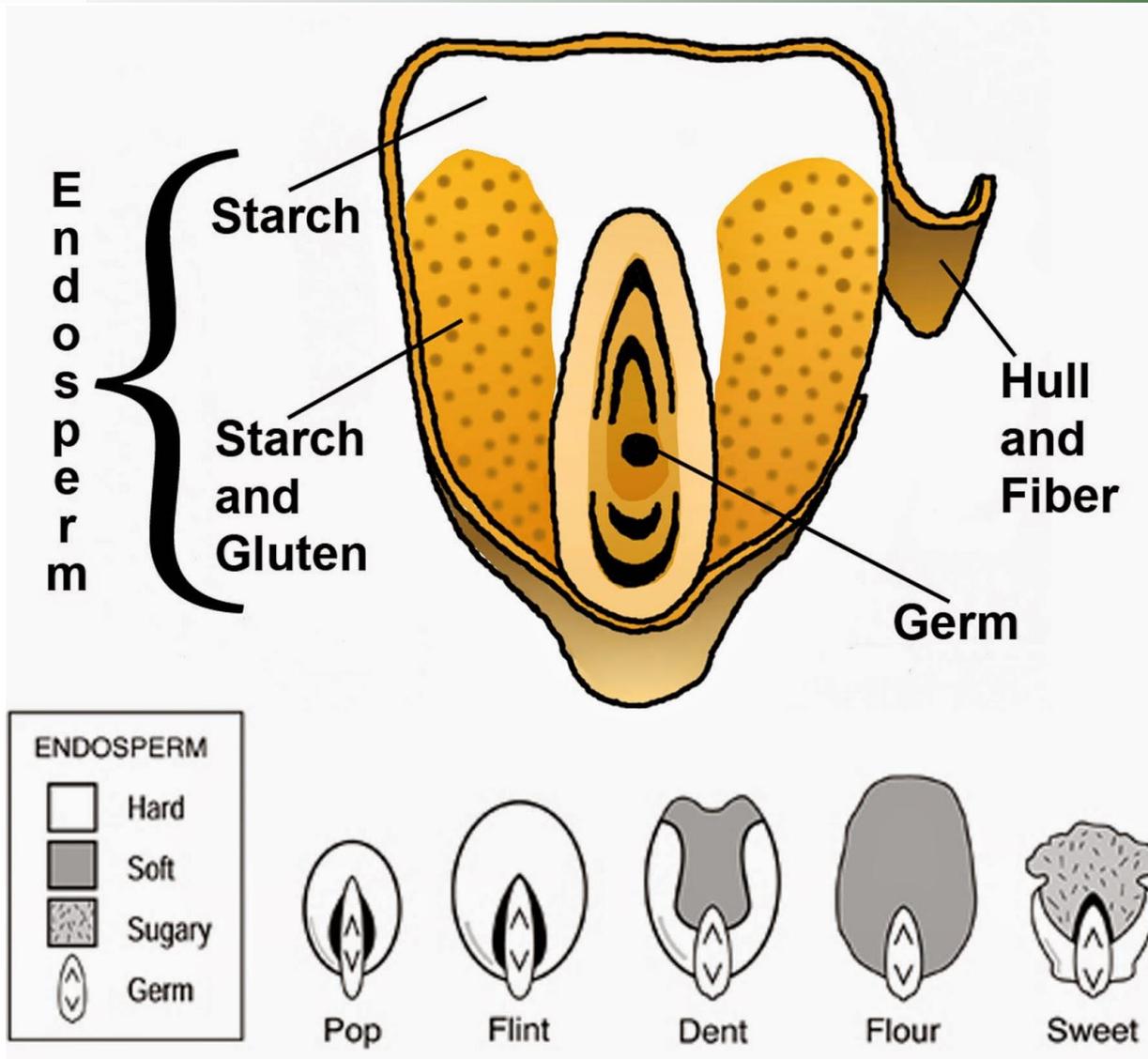


Tipos de Milho

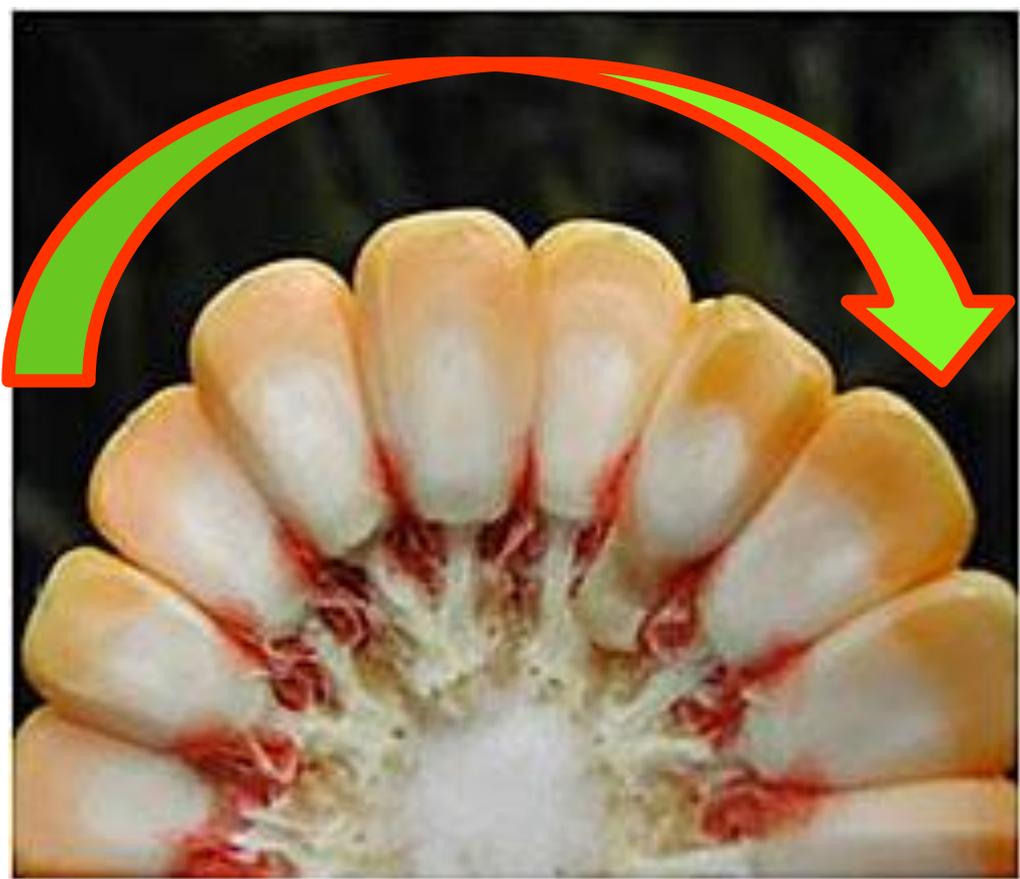




Tipos de Milho



Maturação dos Grãos



1/2

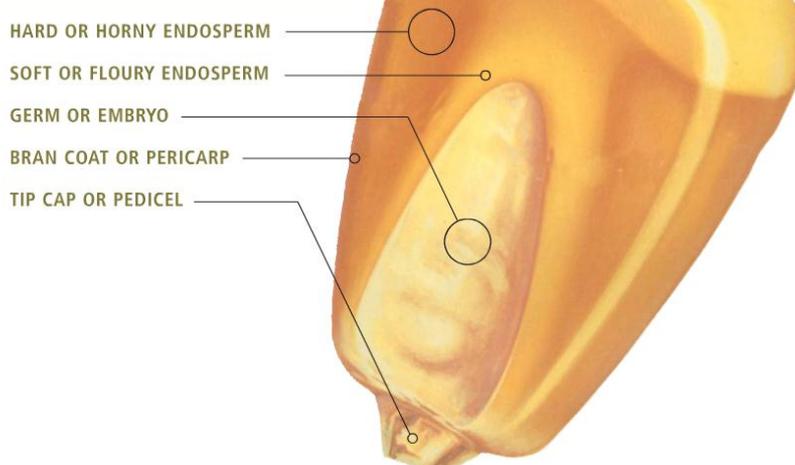


3/4



Composição

Linha do Leite →



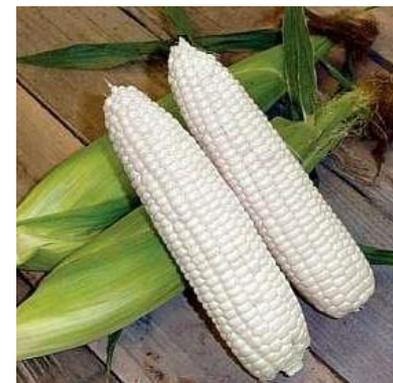
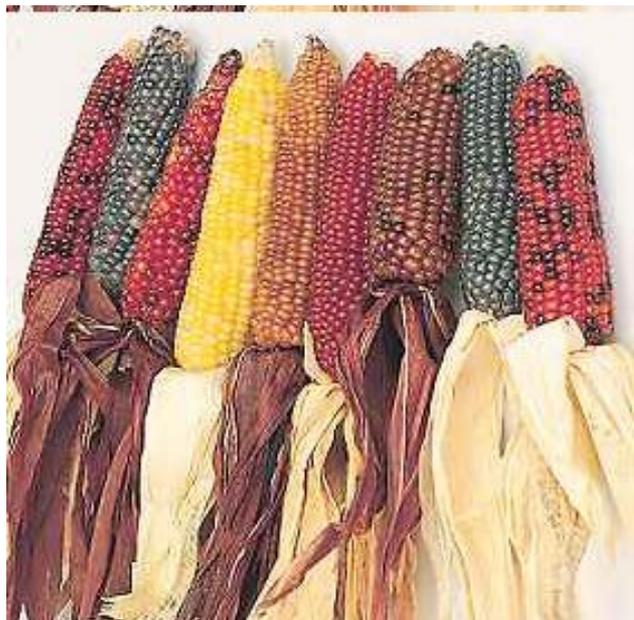
Composition of Component Part, Percent of Dry Basis

Component	Kernel Percent	Starch	Protein	Oil	Ash	Sugars	Fiber
Endosperm	82.9%	88.4%	8.0%	0.8%	0.3%	0.6%	1.9%
Germ	11.0%	11.9%	18.4%	29.6%	10.5%	10.8%	18.8%
Bran Coat	5.3%	7.3%	3.7%	1.0%	0.8%	0.3%	86.9%
Tip Cap	0.8%	5.3%	9.1%	3.8%	1.6%	1.6%	78.6%
Whole Kernel	100.0%	75.0%	8.9%	4.0%	1.5%	1.7%	8.9%



Tipos de Milho

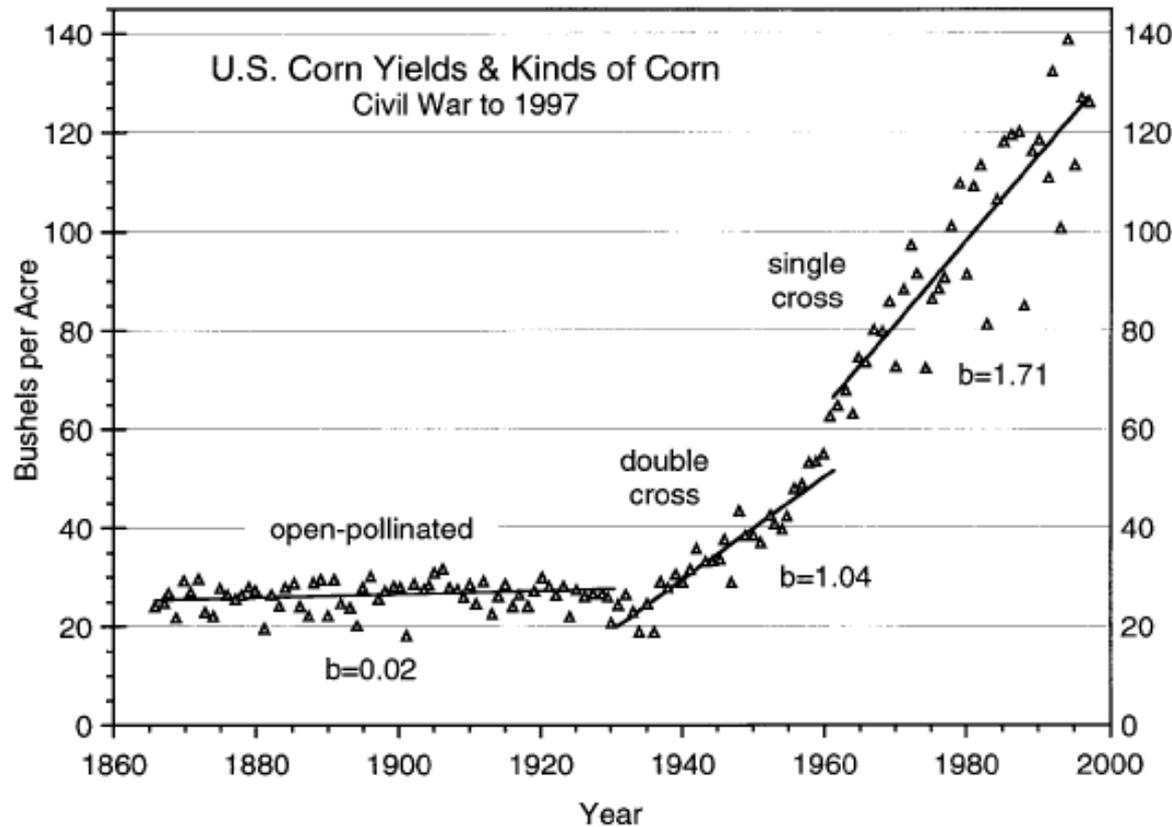
Cor



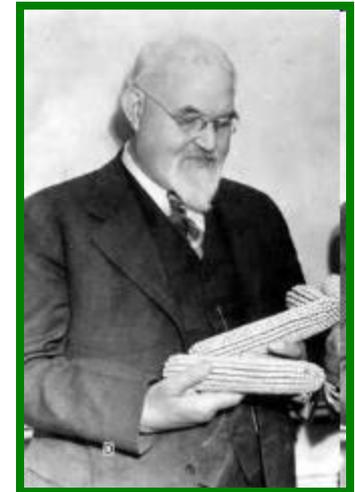


Tipos de Milho

Base Genética



George Harrison Shull



(1874-1954)

www.jstor.org/pss/2482471

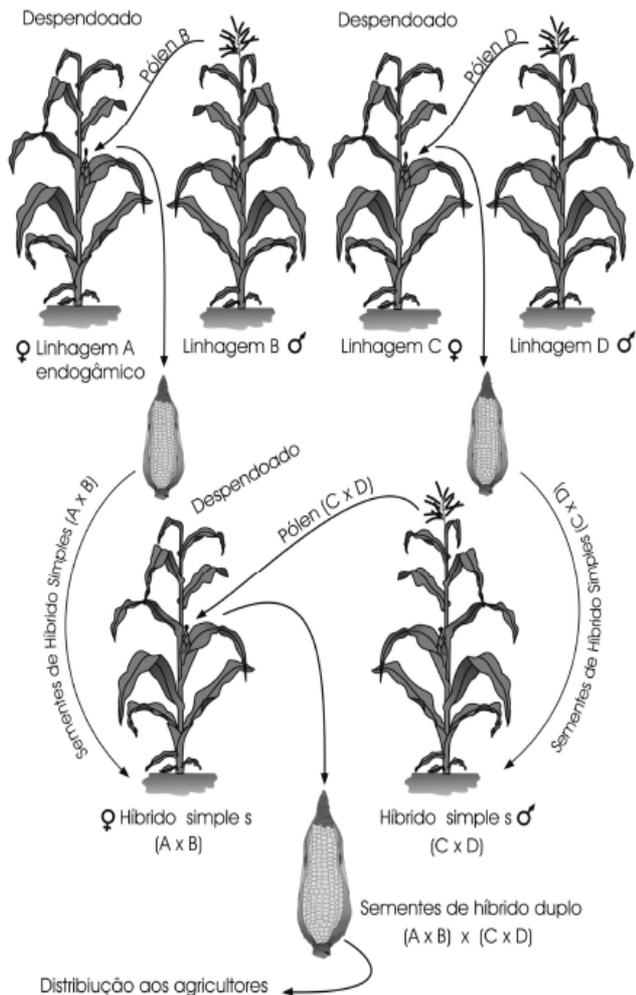
Anecdotal, Historical and Critical Commentaries on Genetics

www.genetics.org/content/148/3/923.full.pdf



Tipos de Milho

Base Genética

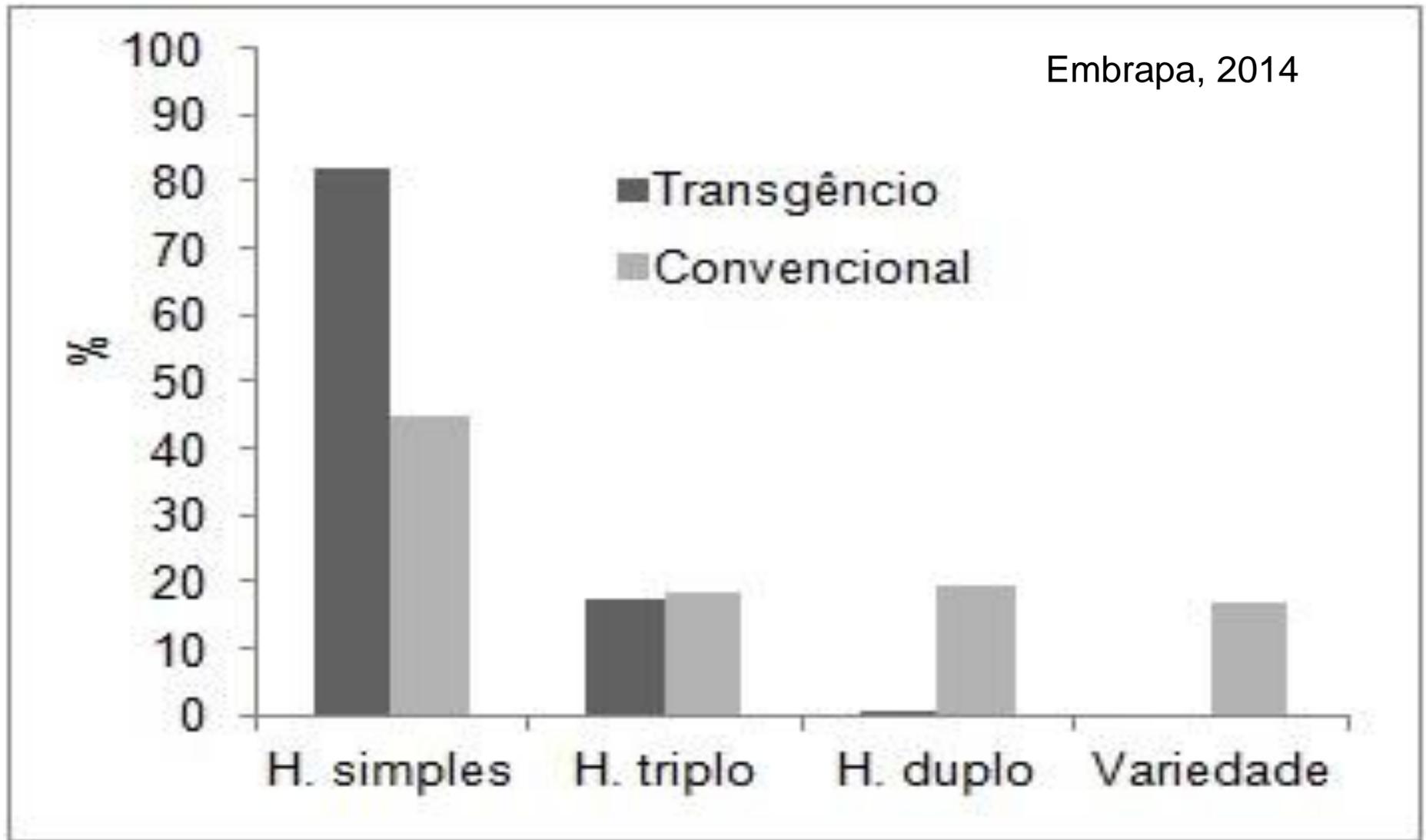


Interação genótipo x ambiente





Base genética





Posicionamento de BG

Tipo de cultivar/prática de manejo	Expectativa de rendimento de grãos (t/ha)			
	< 3	3 a 6	6 a 9	> 9
Tipo de cultivar	VPA1/	VPA ou híbridos	Híbridos	Híbridos simples ou triplos
Época de semeadura	Conforme classificação de risco por deficiência hídrica		Coincidir maior IAF (espigamento) com dias mais longos	
Suplementação hídrica	Sem	Apenas sob alta deficiência	Sob deficiência hídrica média	Indispensável
Densidade (pl/m ²)	2,5 a 3,5	4,0 a 5,0	5,0 a 6,5	6,5 a 8,0 (depende do híbrido)
Espaçamento entrelinhas (m)	0,8 a 1,0	0,7 a 1,0	0,7 a 0,8	0,4 a 0,7

Indicações da cultura do Milho e Sorgo

www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/Indicacoes_tecnicas_Milho_Sorgo_%20RS_2010.pdf



Uso de sementes Certificadas





Fenologia

*Steven W. Ritchie
John J. Hanway
Garren O. Benson*

Fases

Vegetativa



Aurícula
Visível

Reprodutiva



Temperatura e umidade

Ciclo da cultura de milho: 110 a 180 dias (Brasil)



Fenologia - Ciclo

Acúmulo de graus dias até o florescimento → $>10^{\circ}$ até 30°

A classificação é a seguinte:

Hiperprecoce < 790 GD;

Precoce > 790 e < 830 GD;

Precoce/Intermediários > 830 e < 889 GD

Semiprecoce/Tardios > 890 GD.



Fenologia - Ciclo

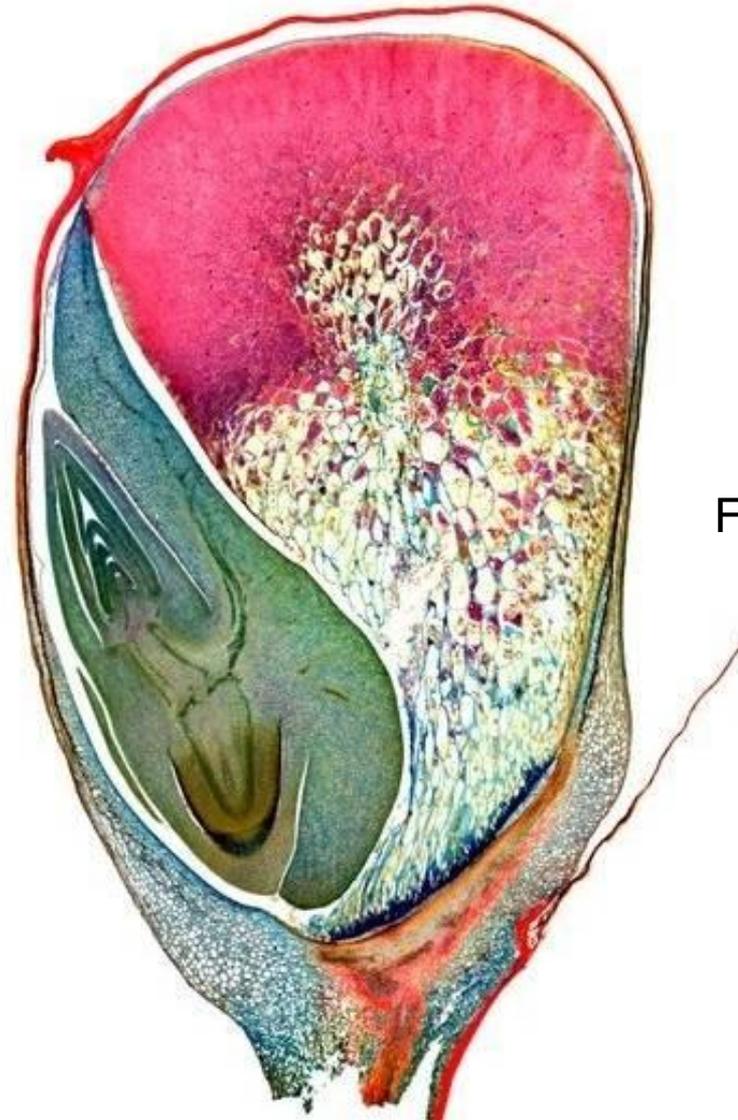
Época de semeadura	Ciclo do híbrido ¹	Duração dos subperíodos de desenvolvimento (dias) ²									Ciclo tota E-MF (dias)
		S	E	DP	DE	P	ES	MM	MD	MF	
22/ago/00	SP	20	35	16	15	9	16	21	13		125
	P	19	38	18	16	9	24	23	13		141
	N	21	42	15	20	10	27	23	17		154
31/out/00	SP	6	27	7	13	5	16	18	16		102
	P	6	29	10	14	4	21	20	17		115
	N	6	33	8	18	10	21	23	17		130
25/jan/01	SP	5	14	11	11	9	17	17	16		96
	P	5	15	12	13	9	20	17	17		103
	N	5	16	13	18	11	24	21	19		122



Fenologia - Semente



- Cariopse
- Endosperma
- Cotiledone
- Coleoptilo
- Plúmula
- Radicula
- Coleoriza



- Germinação
- Vigor
- Fitossanidade
- Física



Fenologia - Germinação

Umidade

Temperatura

Compactação do solo

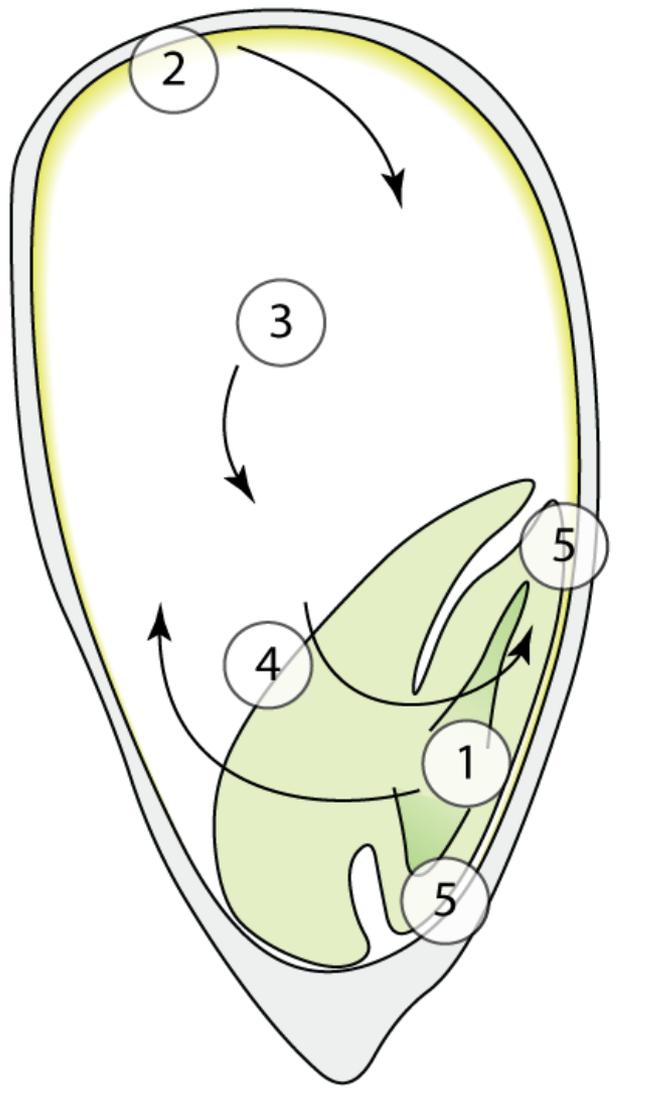


Tratamento de Sementes

Massa de 100 grãos = 30 g



Fenologia - Germinação



Germinação das sementes ocorre somente após a semente tenha absorvido água. A água é necessária para ativação das rotas bioquímicas. A seqüência de eventos é a seguinte:

- 1 . O embrião libera um hormônio, que se difunde por toda a semente.
- 2 . As células de aleurona respondem ao hormônio através da produção da enzima (amilase).
- 3 . A amilase digere o amido que se encontra no endosperma, produzindo glicose.
- 4 . Como a glicose é produzida, e se difunde por todo o endosperma, o escutelo (cotilédone) importa a glicose, e transfere-a para o próprio embrião .
- 5 . As células da raiz utilizam a glicose para o crescimento. Note que apenas uma parte da glicose é utilizada para construir paredes celulares das novas células produzidas durante o crescimento. Parte da glicose é utilizada como o material de partida para a construção de outras moléculas importantes. A maior parte da glicose, porém, é usado no metabolismo de energia - que é dividido em CO₂ e água, de forma a extrair as calorías que estavam presentes nas moléculas de glucose originais. Essas calorías serão direcionadas para as reações químicas para a formação de novas células da planta em crescimento.



Fenologia - Emergência



•Germinação/Emergência

- Embebição, digestão de substâncias de reservas e divisão celular (crescimento)
- Dependente do **vigor da semente e temperatura e água no solo**
- (PROBLEMA: ÉPOCA FRIA)
- Crescimento das raízes seminais



Problema - Emergência



Foto: Robson Giacomeli, 2013
Semeadura 16 de outubro de 2013
Foto: 31 de outubro de 2013



Fenologia - Emergência

- Início do desenvolvimento das raízes adventícias (a partir da base dos nós subterrâneos)
- Até a quarta folha a planta não é afetada por perda de área foliar
- Por ocasião da emissão da quarta/quinta folha
- Ocorre a **diferenciação floral** (início de definição do rendimento potencial)

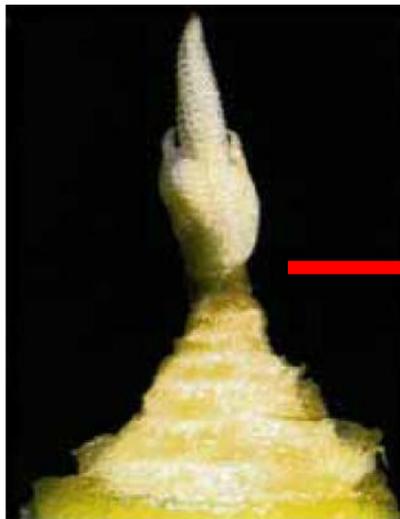
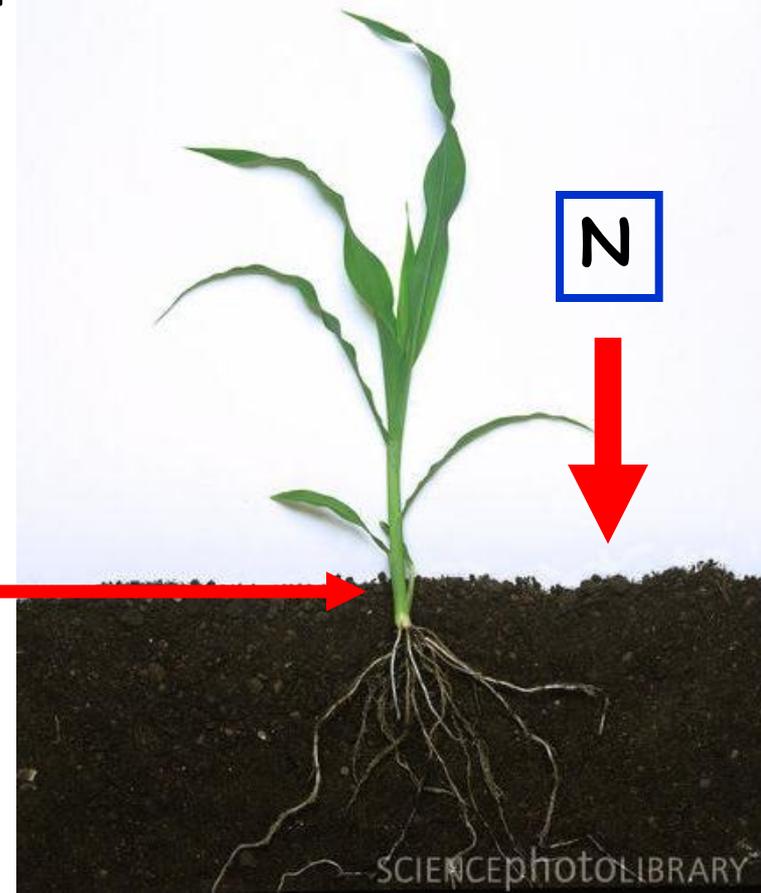


Figura 11. Estádio V6: pendão acima da superfície do solo.



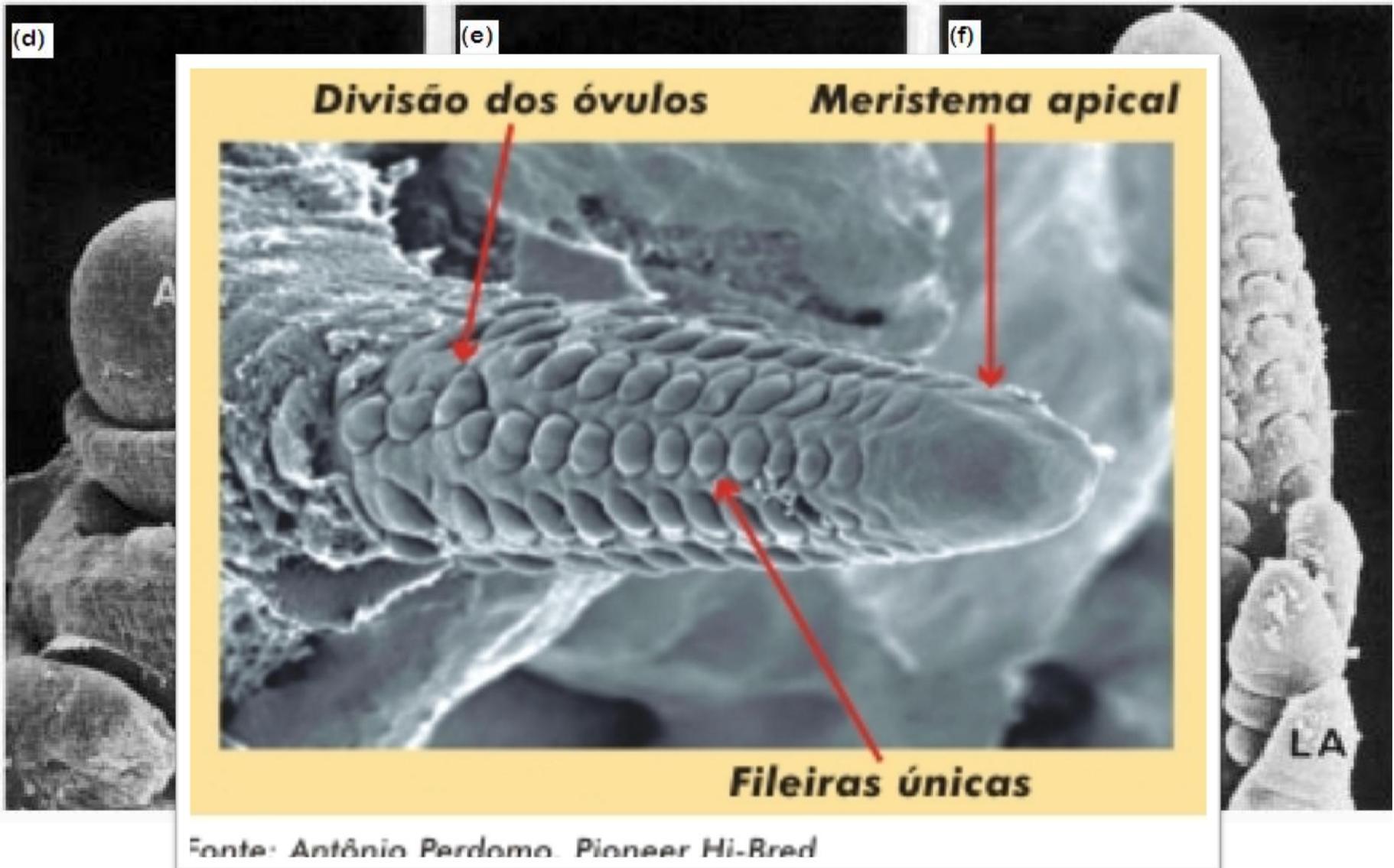


Figure 7.14 Scanning electron micrographs show changes in shoot apex geometry on transition from vegetative to floral state. (d)-(f) Maize (*Zea mays*) shows increasing apex (A) height, then appearance of floral branches (lateral exes, LA) and spikelets (S). (Based on Moncur 1981). Adaptado de: <http://plantsinaction.science.uq.edu.au>



Fenologia - Emergência

8 Folhas

- Conhecida como "fase do cartucho"
- Crescimento acelerado da planta e definição do DC
- Perda de folhas superiores ocasionam perdas entre 10-20%
- Número de fileiras por espiga (Fe)



12 Folhas

- Início do período crítico à falta de água
- Formação dos "esporões"
- Definição do IAF
- Fase de máximo crescimento
- No final desse período, inicia-se a fase de emborrachamento, etapa relacionada ao início de definição do tamanho da espiga (NGF)
- Prolificidade (Pr)



Figura 18. Estádio V12: número de fileiras de grãos já estabelecido.

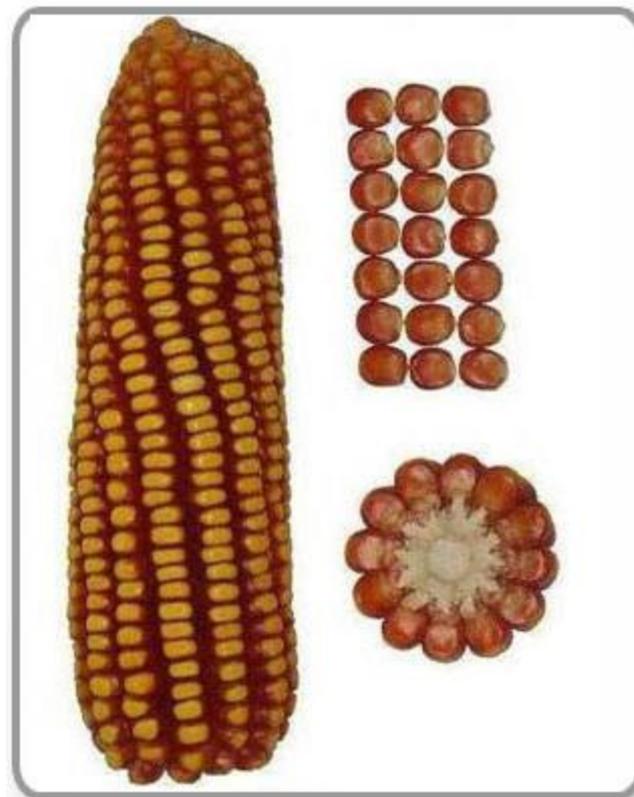




Fenologia - Emergência



AGRI - 210



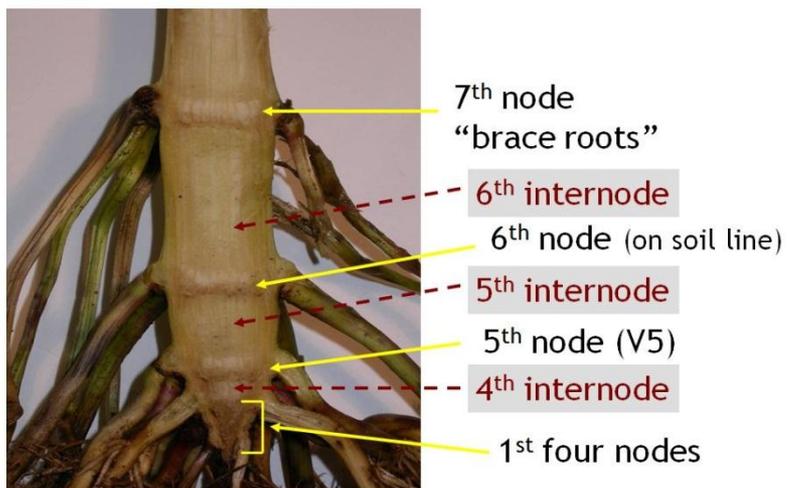
AGRI - 103



Fenologia - Tassel

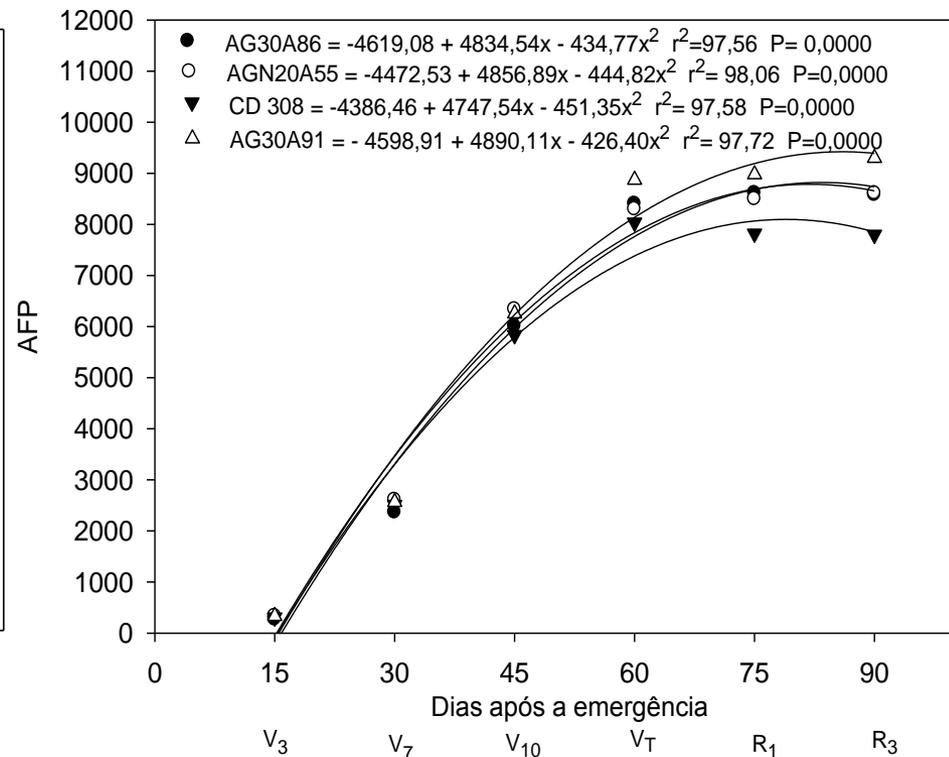
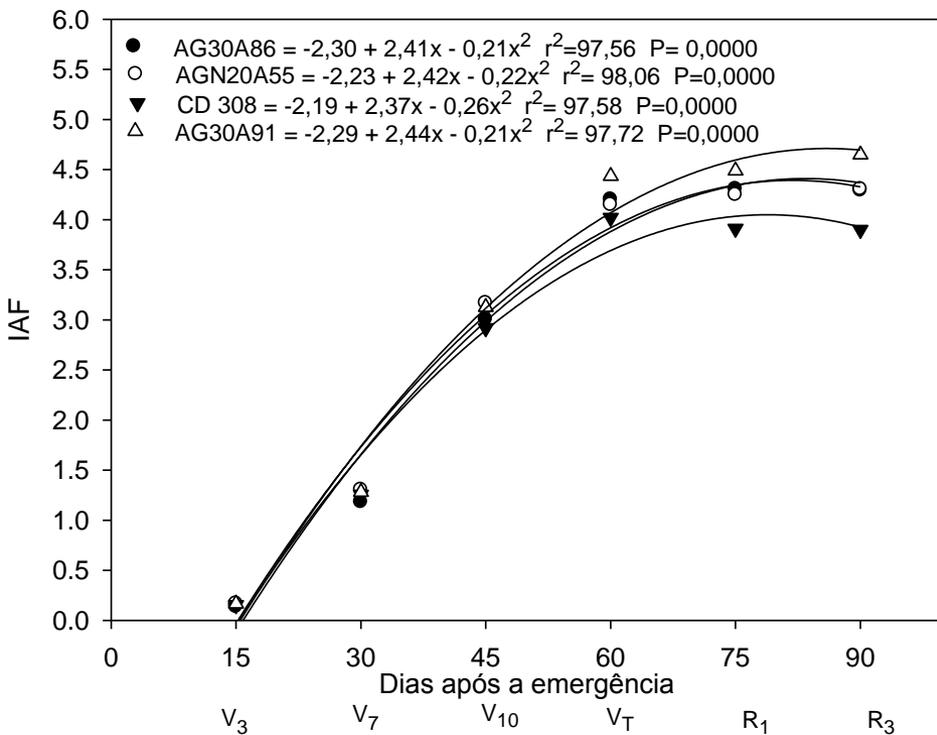
Emissão do pendão

- Estresse hídrico
 - **sincronismo pendão-espiga**
 - redução da prolificidade
- Espiga em fase de crescimento
- Aparecimento do pendão





Fenologia





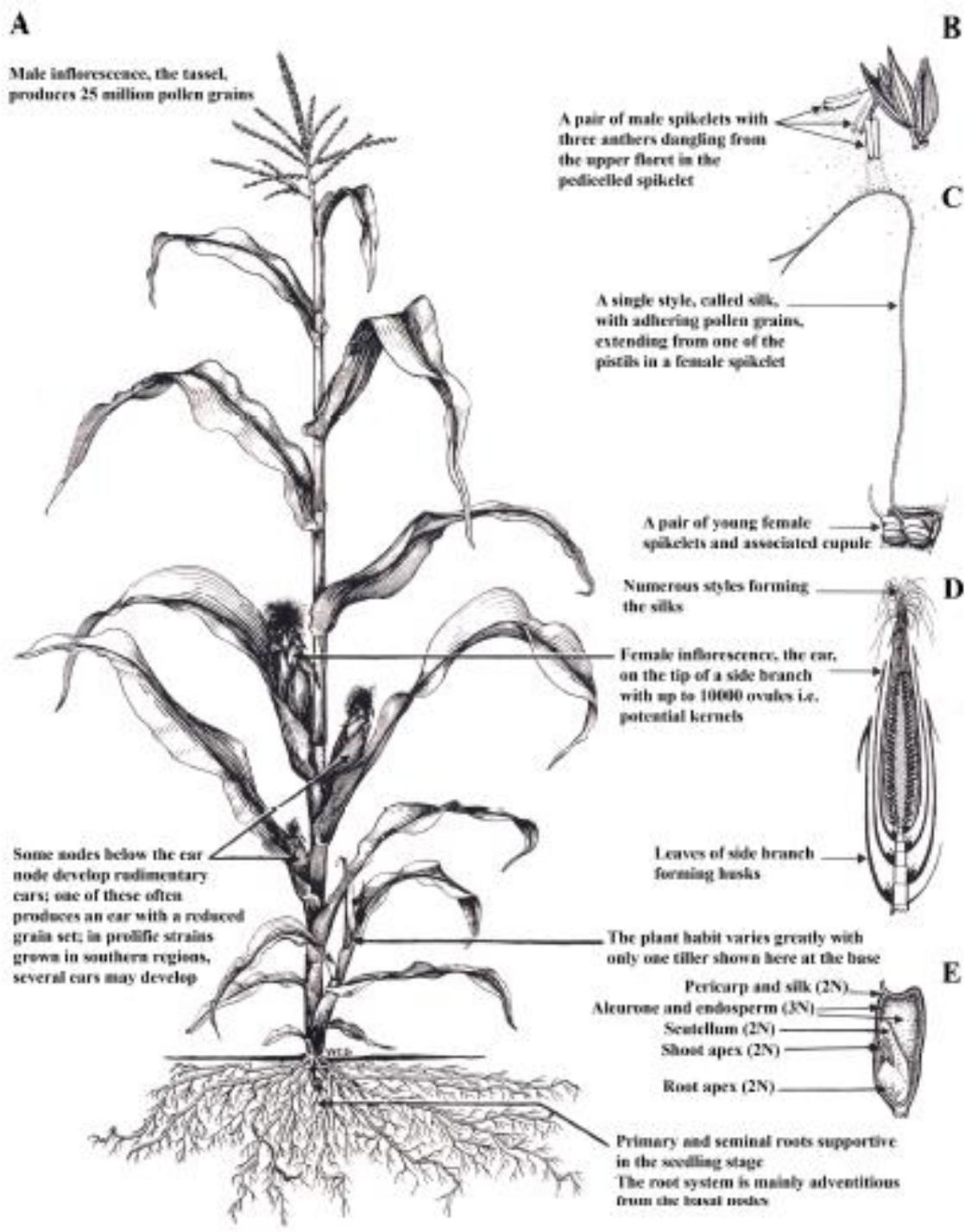
Fenologia - Reprodutivo

Florescimento

- Anteras e dispersão dos grãos de pólen (5 a 10 dias)
- Estilo-estigmas receptivos 2 a 5 dias
- **Estresse hídrico**, $T^{\circ}\text{C}$ noturna ($>25^{\circ}\text{C}$) e encharcamento
- Redução produção de grãos
- Fase de confirmação **NG**



Fenologia - Reprodutivo



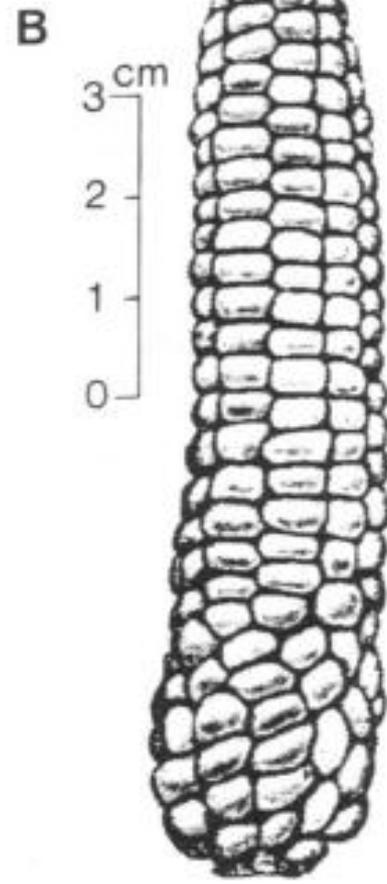
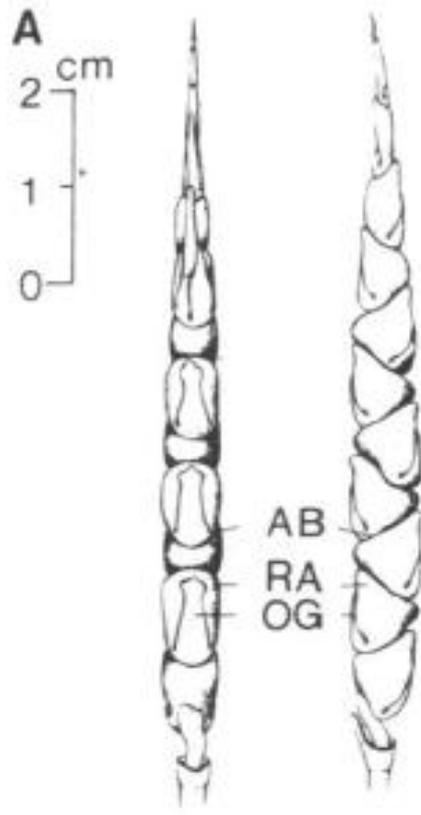


Fenologia - Reprodutivo

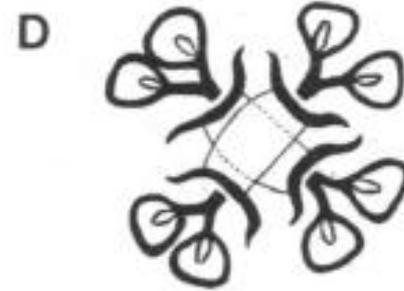
<http://ipm.missouri.edu/PCM/2012/7/Corn-Pollination-the-Good-the-Bad-and-the-Ugly-Pt-1/>



Espiga



TEOSINTE



MAIZE



Fenologia - Reprodutivo



Grãos Leitosos

- Acentuada translocação de foto-assimilados
 - substâncias solúveis oriundas da fotossíntese
- Estádio de definição da densidade de grãos
- Início da formação do embrião
- **Falta de água** → redução tamanho e densidade de grãos
- Período crítico à doenças infectando o colmo da planta

Grãos Pastosos

- Aumento da consistência do grão
- Transformação de substâncias solúveis
 - acúmulo de amido
- Eixo embrionário diferenciado





Fenologia - Reprodutivo



Grãos Farináceos

- Grãos assumindo sua forma característica (Genética)
- Crescimento do embrião e do endosperma



Grãos Farináceos-Duros

- Grãos morfologicamente completos
- Redução drástica do acúmulo de matéria seca
- Início da senescência das folhas (Amarelecimento e secamento das folhas)



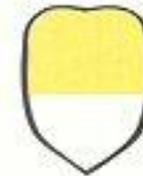
Fenologia - Silagem



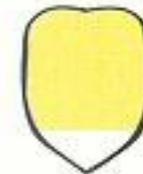
soft dough



early dent



1/2 milkline



3/4 milkline



no milkline



Fenologia - Reprodutivo



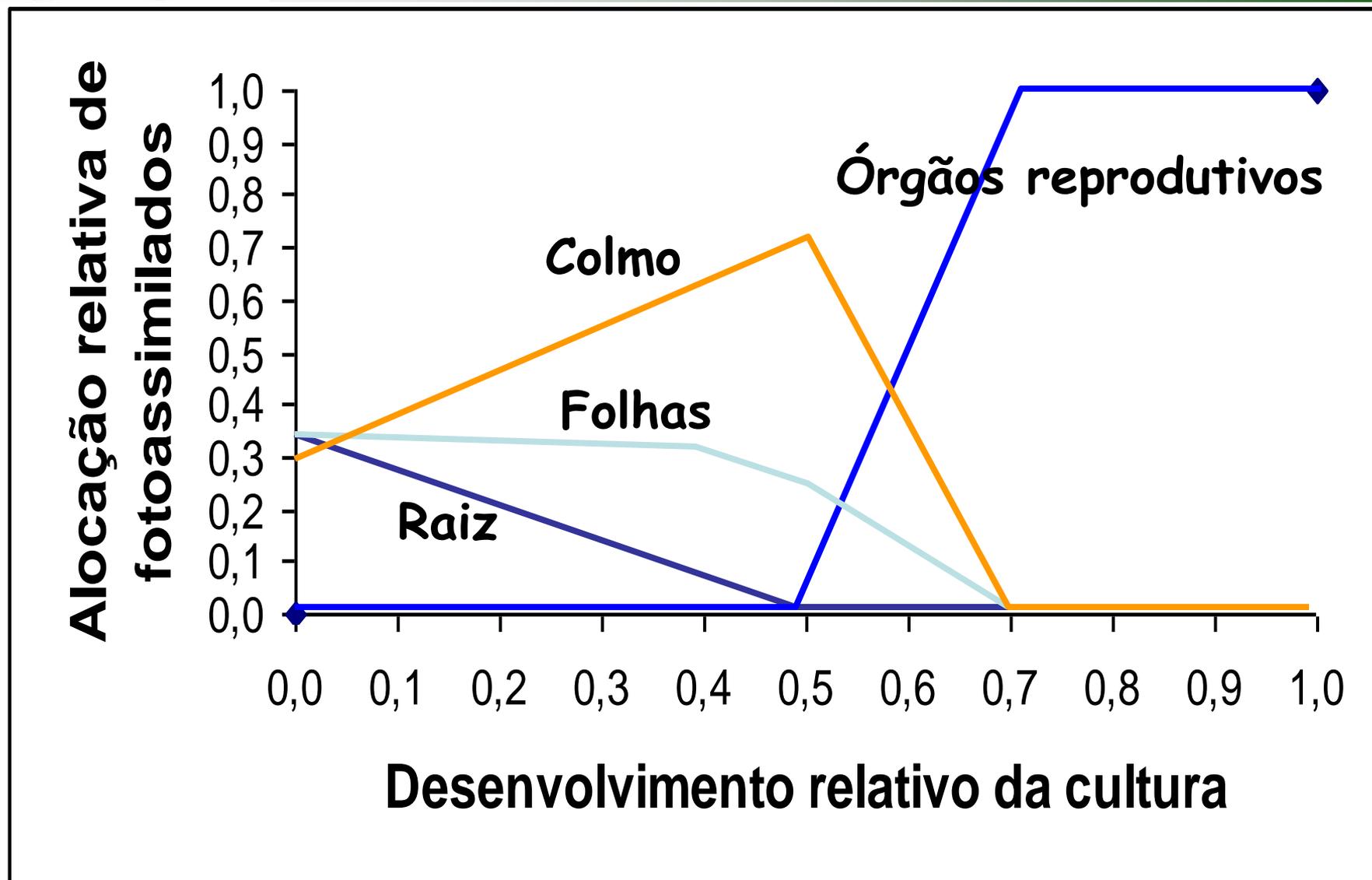
Maturação Fisiológica

- Ponto Preto
- Umidade entre 32 a 37 %
- Máximo **massa seca** (máxima produção)





Partição de Fitoassimilados (Driessen & Konijn, 1992)



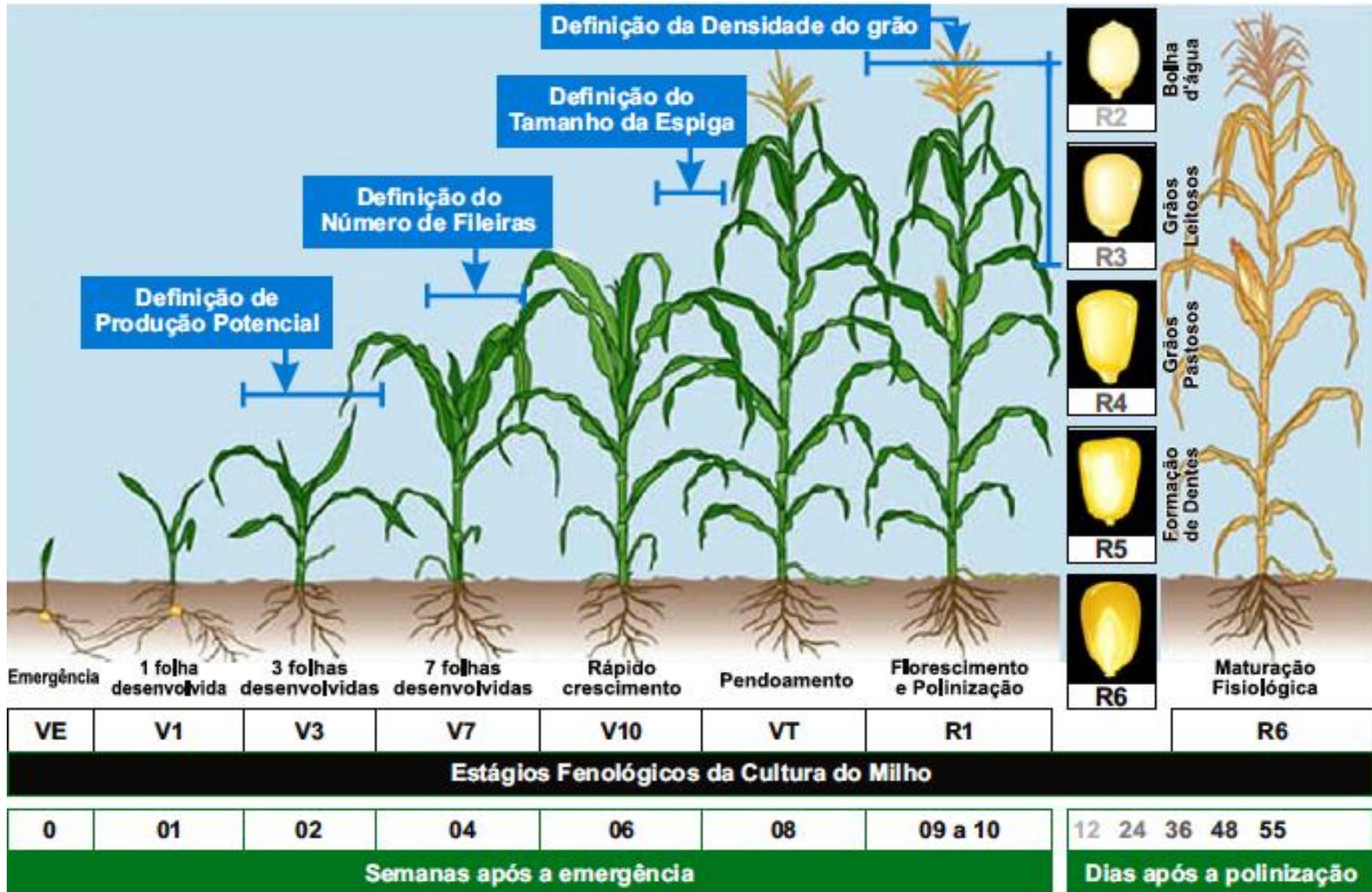


Figura 3.1.: Fenologia do milho: estádios de desenvolvimento da cultura. Adaptado de FANCELLI (1986) e Iowa State University Extension (1993).