

Contribuição da nutrição adequada para qualidade dos alimentos

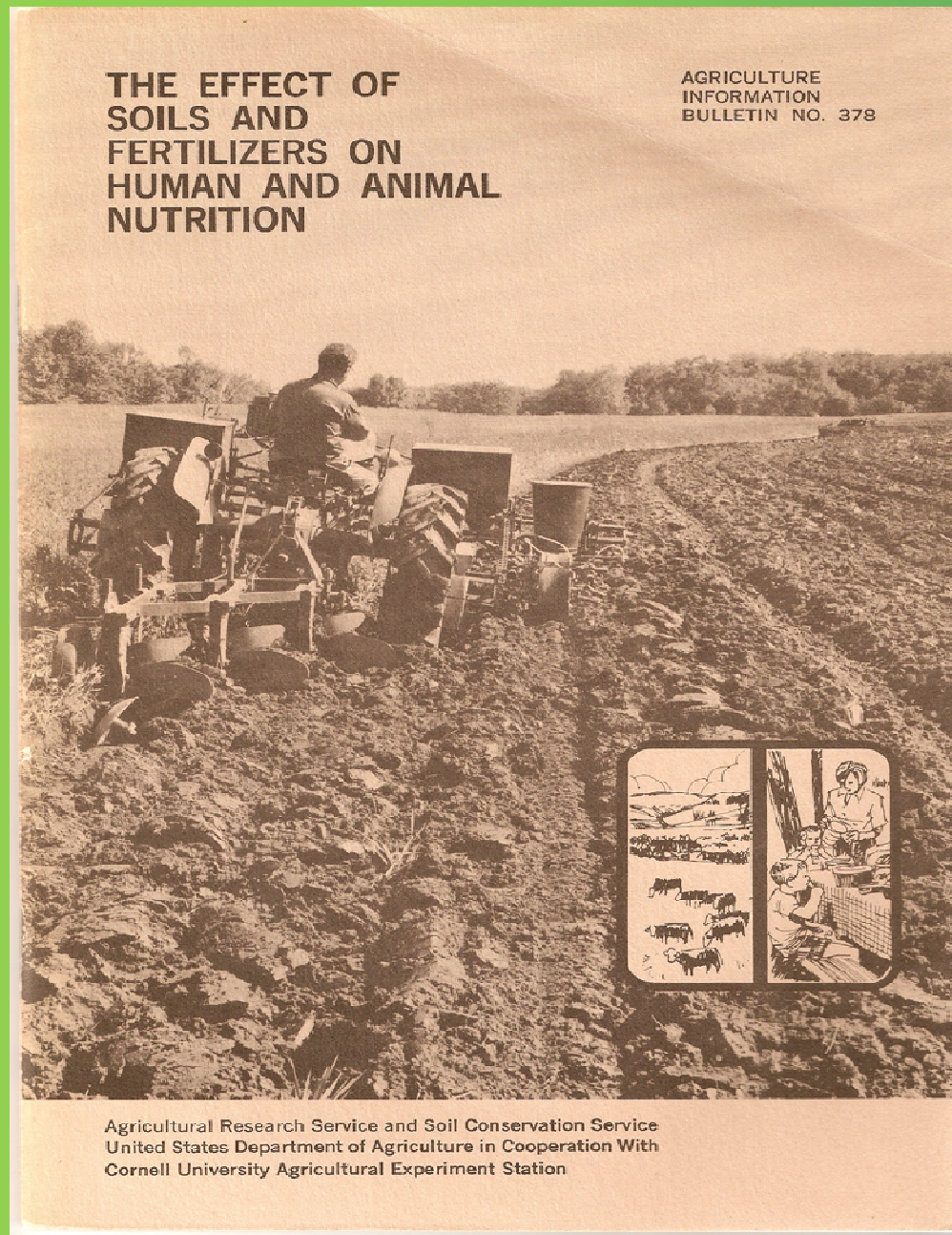


ANTONIO E. BOARETTO
MILTON F. MORAES



**II Simpósio Paulista sobre Nutrição de Plantas Aplicada
em Sistemas de Alta Produtividade: Diagnose Foliar em Hortaliças**

Jaboticabal, SP - 14 de abril de 2010



**Se uma planta cresce e
tem uma alta
produção, ela também
será sempre uma boa
fonte de nutrientes
para o homem e
animais?**

Fonte: W. H. Allaway (1975)

ELEMENTOS ESSENCIAIS

Elementos	Planta	Homem	Elementos	Planta	Homem
Carbono (C)	Sim	Sim	*Cobre (Cu)	Sim	Sim
Hidrogênio (H)	Sim	Sim	*Cromo (Cr)	Não	Sim
Oxigênio (O)	Sim	Sim	*Estanho (Sn)	Não	Sim
Nitrogênio (N)	Sim	Sim	*Ferro (Fe)	Sim	Sim
Fósforo (P)	Sim	Sim	*Manganês (Mn)	Sim	Sim
Potássio (K)	Sim	Sim	*Molibdênio (Mo)	Sim	Sim
Cálcio (Ca)	Sim	Sim	*Níquel (Ni)	Sim	Sim
Magnésio (Mg)	Sim	Sim	Selênio (Se)	Sim	Sim
Enxofre (S)	Sim	Sim	Silício (Si)	Não	Não
Boro (B)	Sim	Não	*Vanádio (V)	Não	Sim
Cloro (Cl)	Sim	Sim	Iodo (I)	Não	sim
*Cobalto (Co)	Sim	Sim	*Zinco (Zn)	Sim	Sim

* Metais pesados, sendo 7 comuns à planta e ao homem.

Fonte: Malavolta et al. (2006)

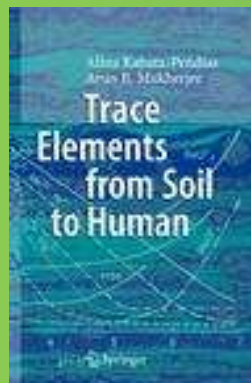
O sistema solo-planta-homem

- ⇒ O homem é uma planta ou planta transformada.
- ⇒ É necessário alimentar o solo, que alimenta a planta, que alimenta o animal /ou homem.
- ⇒ Se não houver planta, o homem não vive.

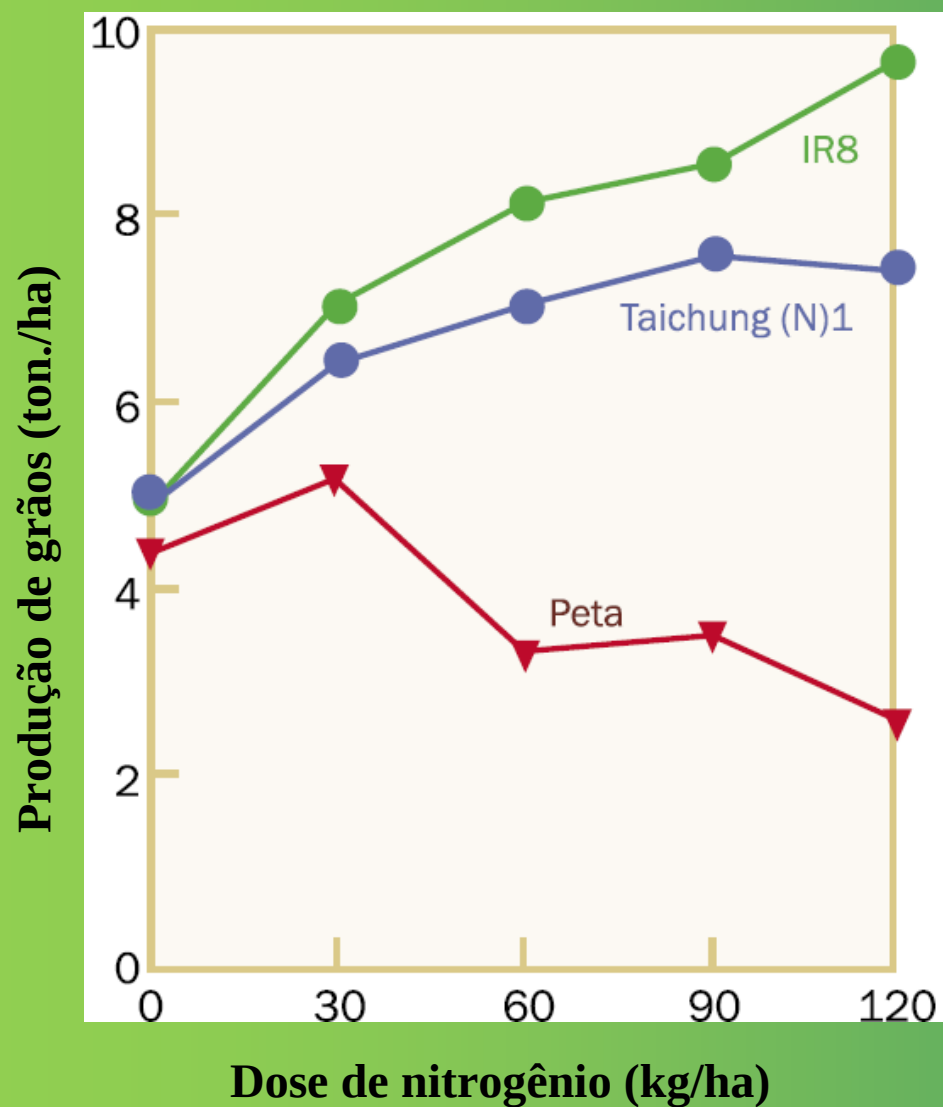
Ar → CHON → H₂O, solo ou adubo → planta → animal → homem



Rochas (minerais) → H₂O, solo ou adubos → planta → animal → homem



Kabata-Pendias & Mukherjee (2007)



Fonte: S.K. De Datta - IRRI (1966)

“REVOLUÇÃO VERDE”

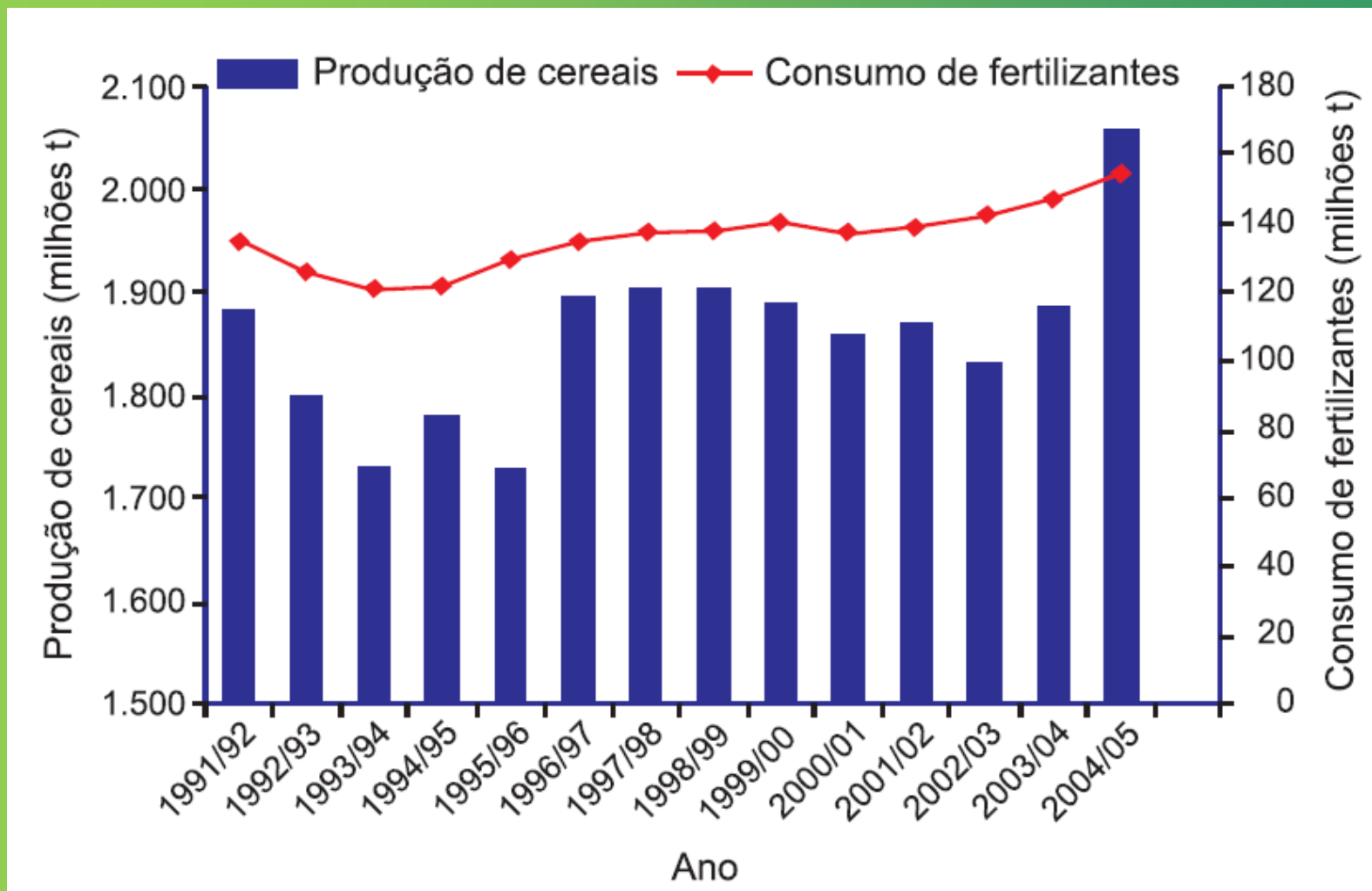
Resposta a adubação nitrogenada



PROPORCIONALIDADE Produção x uso de Fertilizantes

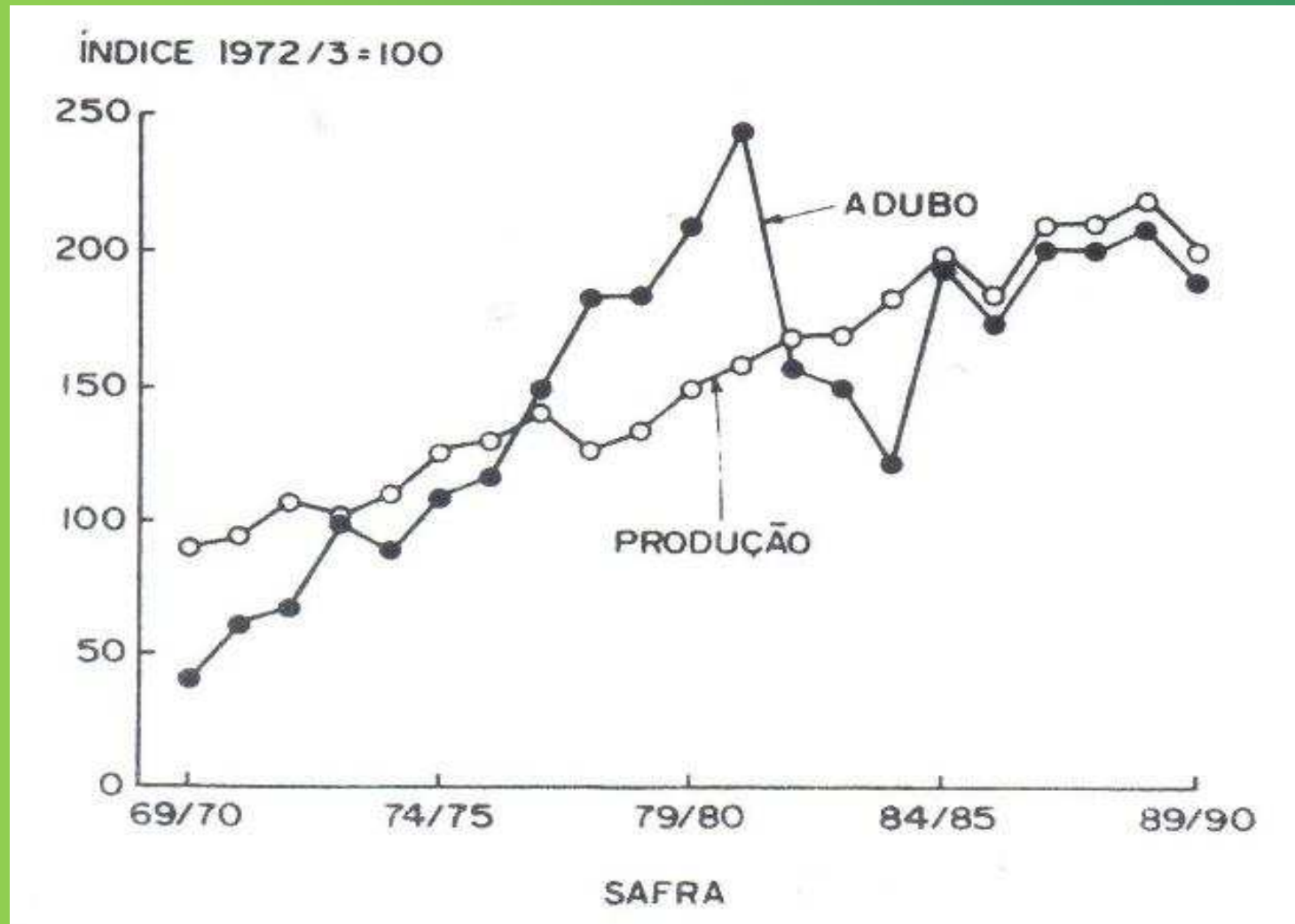
- População mundial - taxa de crescimento 1,8% (1,37) ao ano.
- Produção de cereais manteve o mesmo ritmo do crescimento proporcional.
- Demanda global por alimentos no período 1990-2030 - aumento de 2,5 a 3,0 vezes nos países em desenvolvimento (Daily et al. 1998).

Produção mundial de cereais X consumo de fertilizantes (NPK)



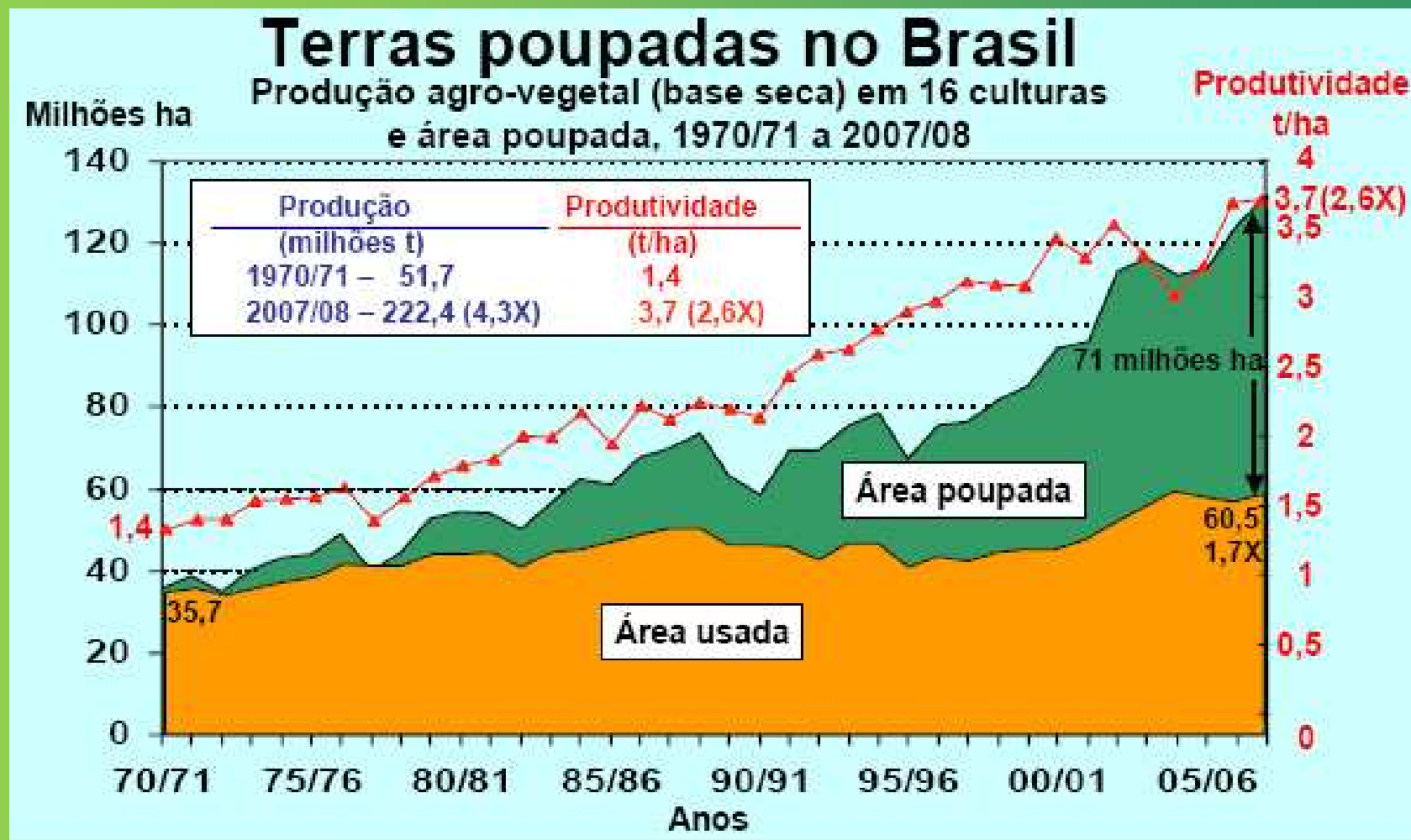
Fonte: Adaptado por Dibb et al. (2005)

Consumo de fertilizantes X produção agregada de 16 culturas no Brasil



Fonte: Adubos Manah (1991)

Produção, produtividade e economia de terra



Fonte: LOPES (2008)

“QUALIDADE”

**“o conjunto de características
relacionadas ao valor
nutritivo, comercial,
industrial ou estético”**

***A maneira de avaliar a qualidade é variável.**

QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS

Como medir a qualidade?

Cereais:

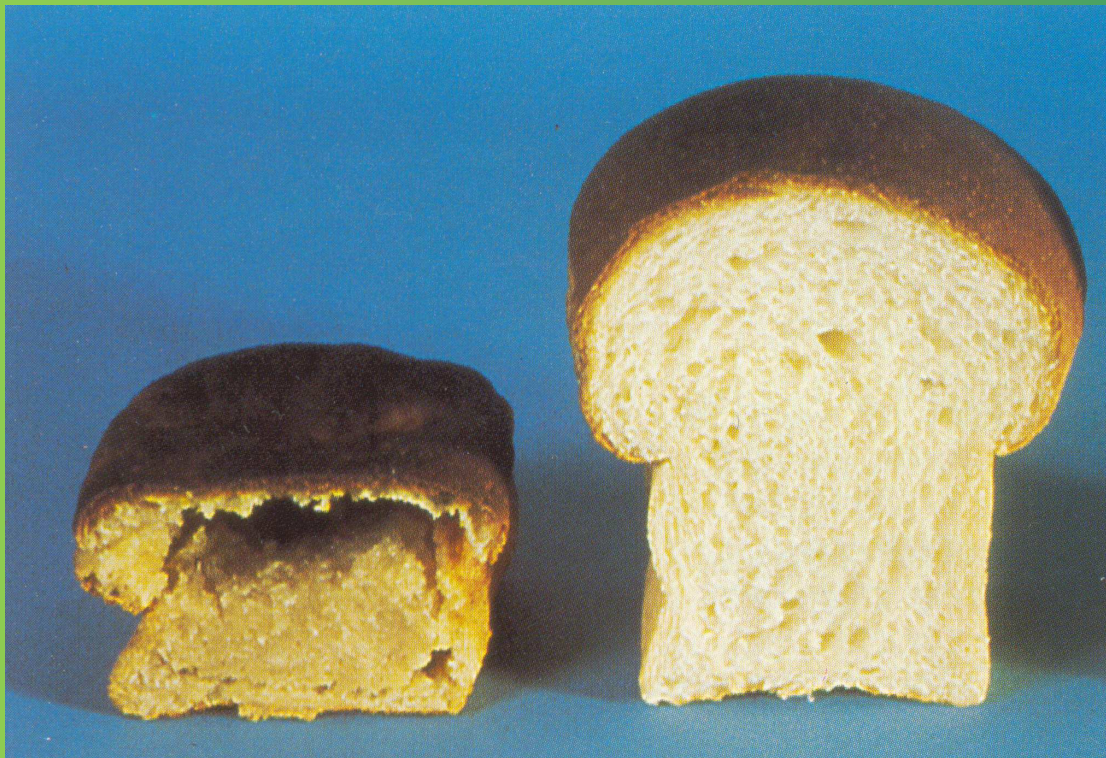
Mais S → + metionina = mais valor nutritivo

Menos S → durum → resistência à extensão

Menos albumina e gliadina

→ piora panificação, p. ex. volume do pão

O pão à esquerda foi feito com farinha deficiente em enxofre (THE SULPHUR INSTITUTE, 1987).



Hortaliças:

+ S → mais verde e – rigidez

+ S → compostos secundários (cheiro e sabor)

Ácido dimercapto isobutanóico – sabor do aspargo

Tiopropanol → lágrimas, cebola

Balanço do N (excesso = - sabor)

Cana-de-açúcar - 30 cortes (SP):

+ S → + produção

1 kg S → 50 kg açúcar

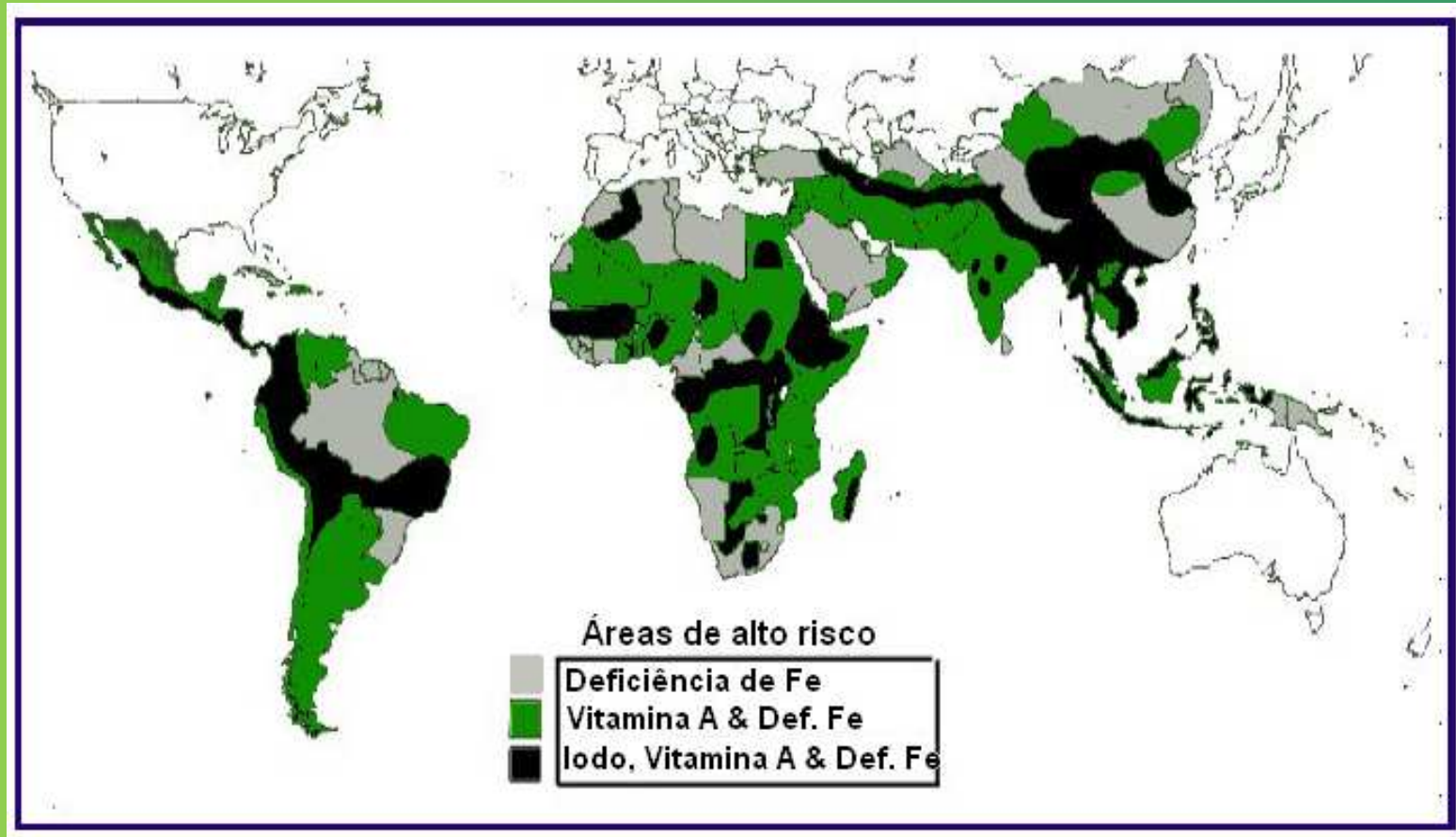
“DESNUTRIÇÃO”

Deficiências de Fe, Zn, Se, I e vitaminas

- **4-5 bilhões de pessoas estar com deficiência de ferro, sendo que aproximadamente 2 bilhões são reconhecidamente anêmicas.**
- **1/5 da população mundial pode não estar ingerindo Zn suficientemente nos alimentos.**
- **0,5 a 1,0 bilhão de pessoas podem ter carência de selênio.**
- **> 800 milhões de pessoas podem ter carência de iodo.**

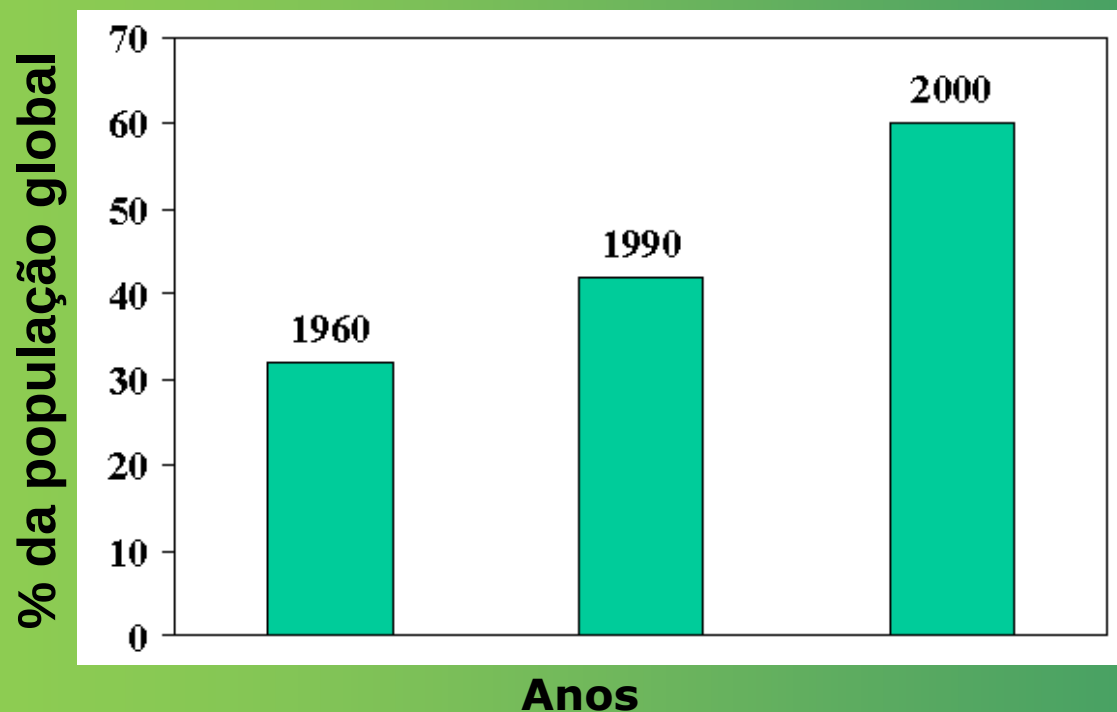
Fonte: Combs Jr (2001), OMS (2004), Hotz e Brown (2004), Welch (2008)

Deficiências Fe, Zn, I e vitamina A na população.



Fonte: Sanghvi (1996)

Aumento da deficiência de ferro



Fonte: OMS (2002), adaptado por Welch (2004)

“CAUSAS DA DESNUTRIÇÃO”

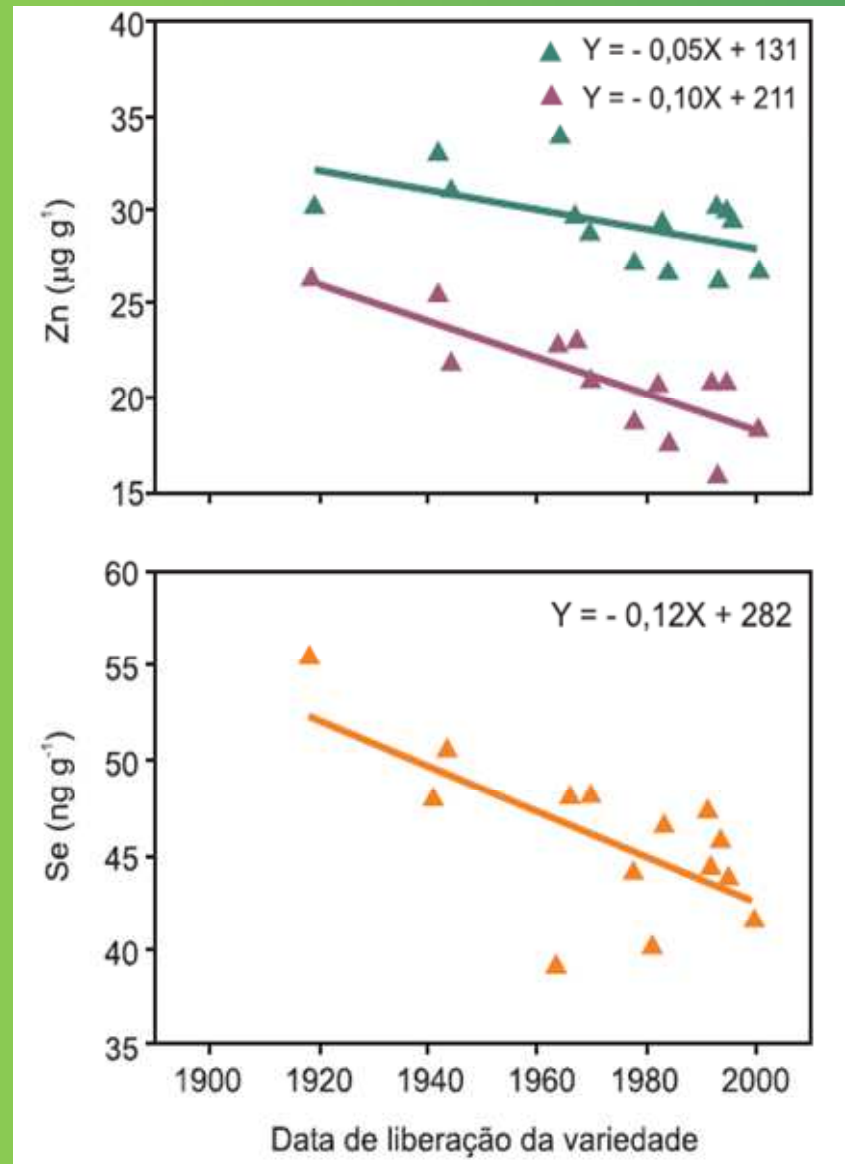
- **Ingestão de alimentos básicos (cereais, p. ex. arroz, milho, trigo)**
- **Melhoramento de plantas visando altas produções, não observando a densidade de micronutrientes em grãos / parte comestível.**
- **Solos com baixos teores de micronutrientes (Fe, Zn, Se, I).**
- **Perdas na qualidade devido ao sistema de industrialização.**
- **Fatores anti-nutricionais (p. ex. Fitatos, Metais pesados tóxicos).**

Concentrações de Fe e Zn grãos de cereais e de leguminosas

Tipo de grão	Ferro	Zinco
	mg kg ⁻¹ de massa seca	
Arroz integral	4	15
Milho integral	21	22
Trigo integral	37	31
Feijão vigna	87	41
Feijão mungo	39	36
Feijão caupi	67	45
Soja	97	43
Feijão comum	65	37

Fonte: Welch (2002)

Efeito do melhoramento vegetal na concentração de micronutrientes



Fonte: Garvin et al. (2006)

Tendências em melhoramento de plantas

COMMENTARY VOLUME 24 NUMBER 9 SEPTEMBER 2006 NATURE BIOTECHNOLOGY

The breeder's dilemma—yield or nutrition?

Cindy E Morris & David C Sands

The emphasis of traditional crop production on yield is counter-productive for human nutrition.



ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 18 (2005) 299–307

Journal of
Trace Elements
in Medicine and Biology

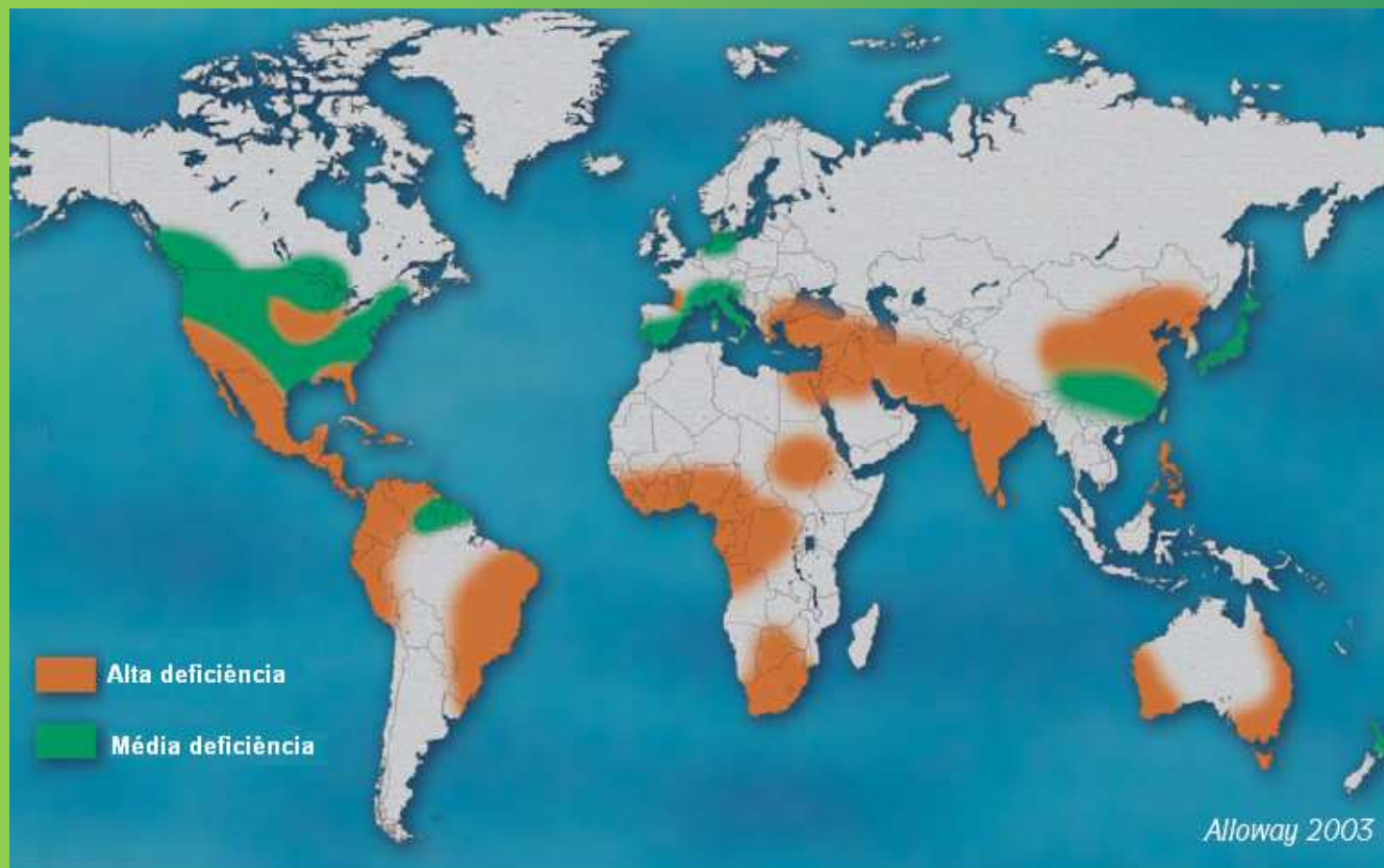
www.elsevier.de/jtemb

REVIEW

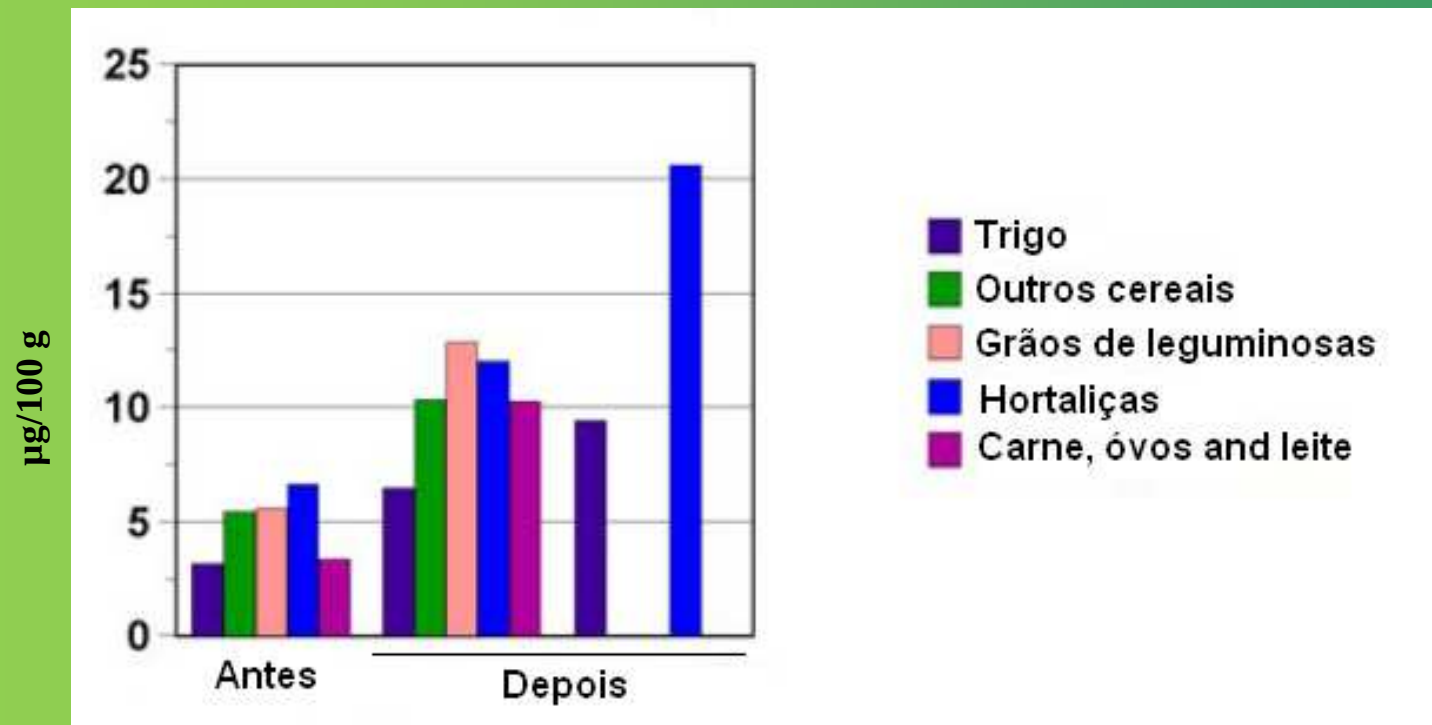
Agriculture: the real nexus for enhancing bioavailable micronutrients in food crops

Ross M. Welch^{a,*}, Robin D. Graham^b

Deficiências de zinco em diversas regiões



Aplicação de iodo na água de irrigação na China



Fonte: Cao et al. (1994), adaptado por Welch, R.M.

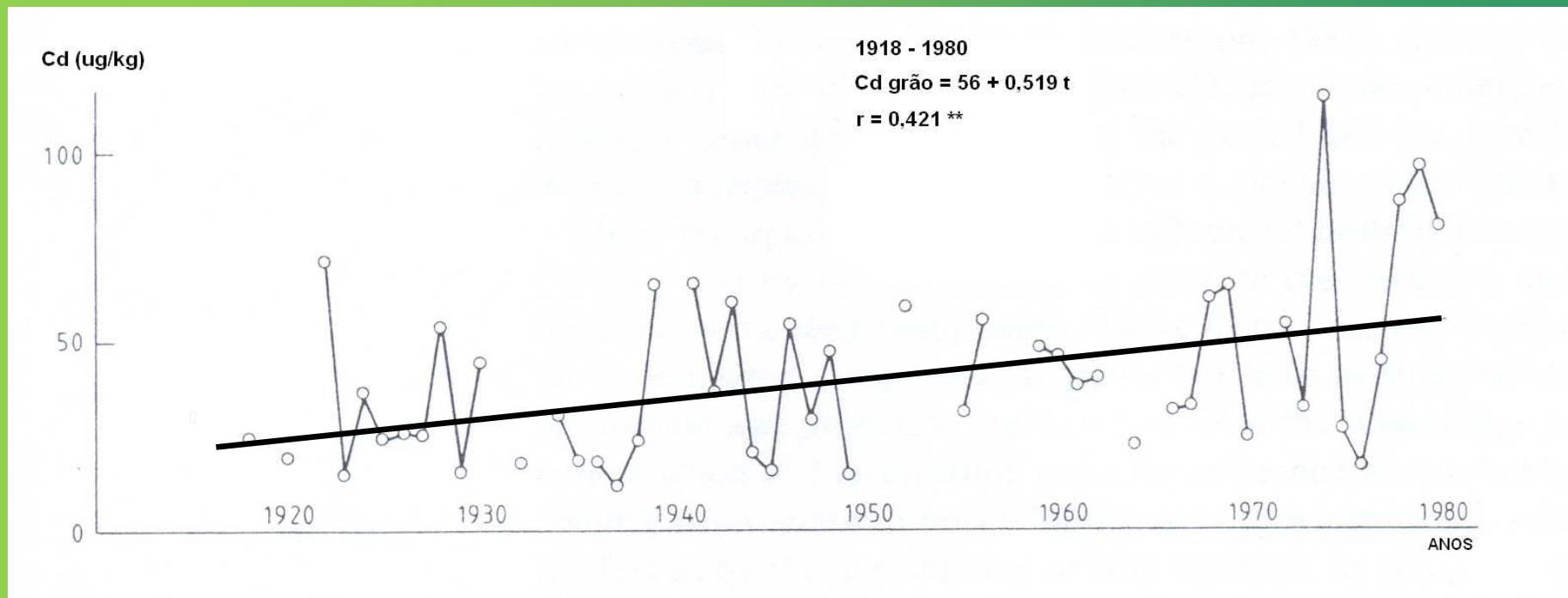
Efeito do beneficiamento na qualidade de grãos de arroz

Elemento / vitamina	Integral	Polido	% de redução
Ferro (mg kg ⁻¹)	30	10	 67
Cobre (mg kg ⁻¹)	3,3	2,9	12
Manganês (mg kg ⁻¹)	17,6	10,9	62
Zinco (mg kg ⁻¹)	18	13	30
Tiamina, vit. B1 - (mg kg ⁻¹)	3,4	0,7	80
Riboflavina, vit. B2 - (mg kg ⁻¹)	0,5	0,3	40
Niacina, vit. B3 - (mg kg ⁻¹)	47	16	66
Vitamina B ₆ (mg/kg)	6,2	0,4	94
Acido fólico, vit. B9 (µg/kg)	200	160	20
Ácido pantênico, vit. B5 (mg/kg)	20	10	50
Biotina, Vit. B7 (µg/kg)	120	50	58
Vitamina E (IU kg ⁻¹)	20	10	50

Fonte: Welch (2001)

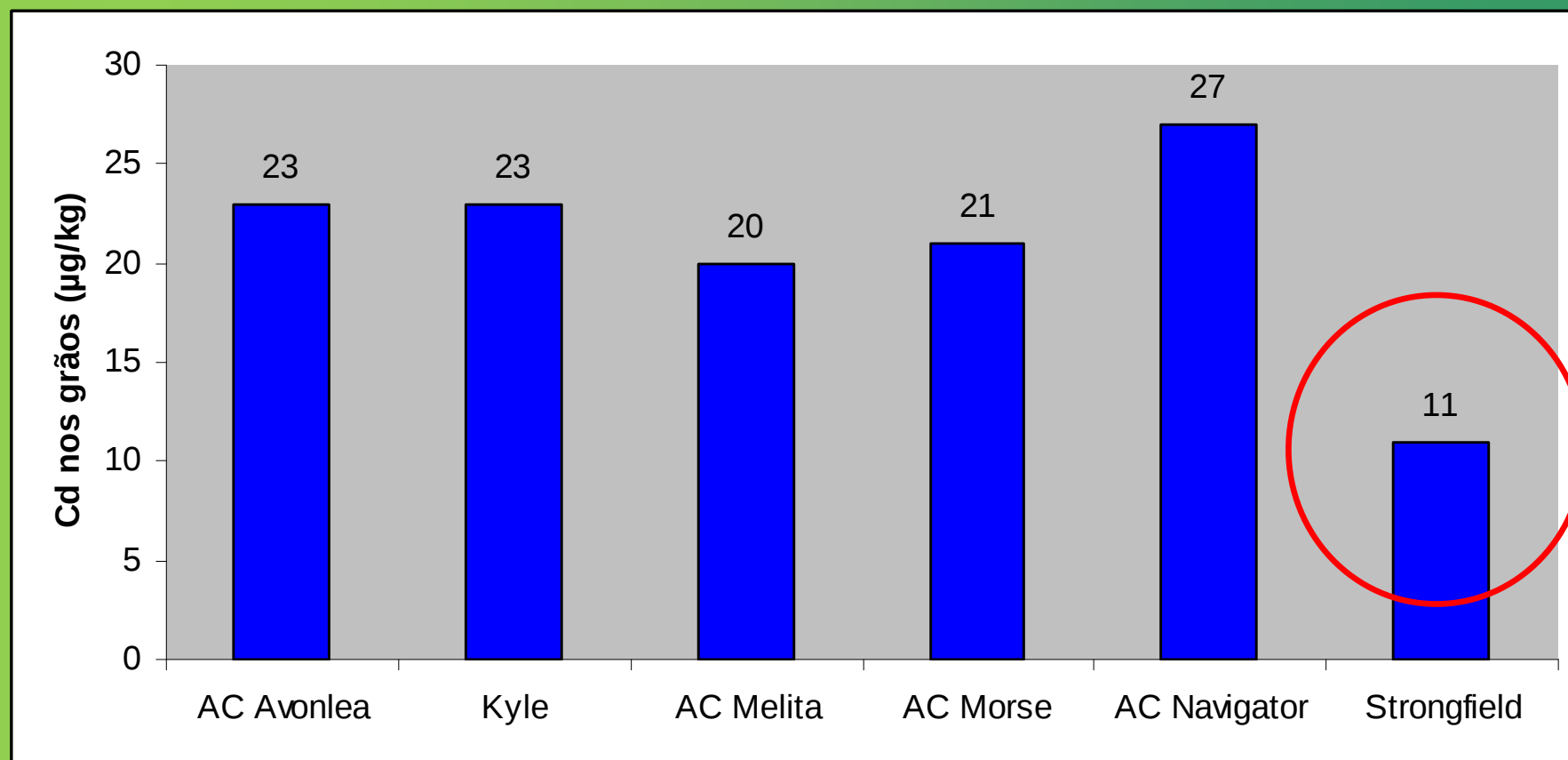
Fatores antinutricionais

Teores de Cd em grãos de trigo na Suécia



Fonte: Andersson & Bingefors (1985)

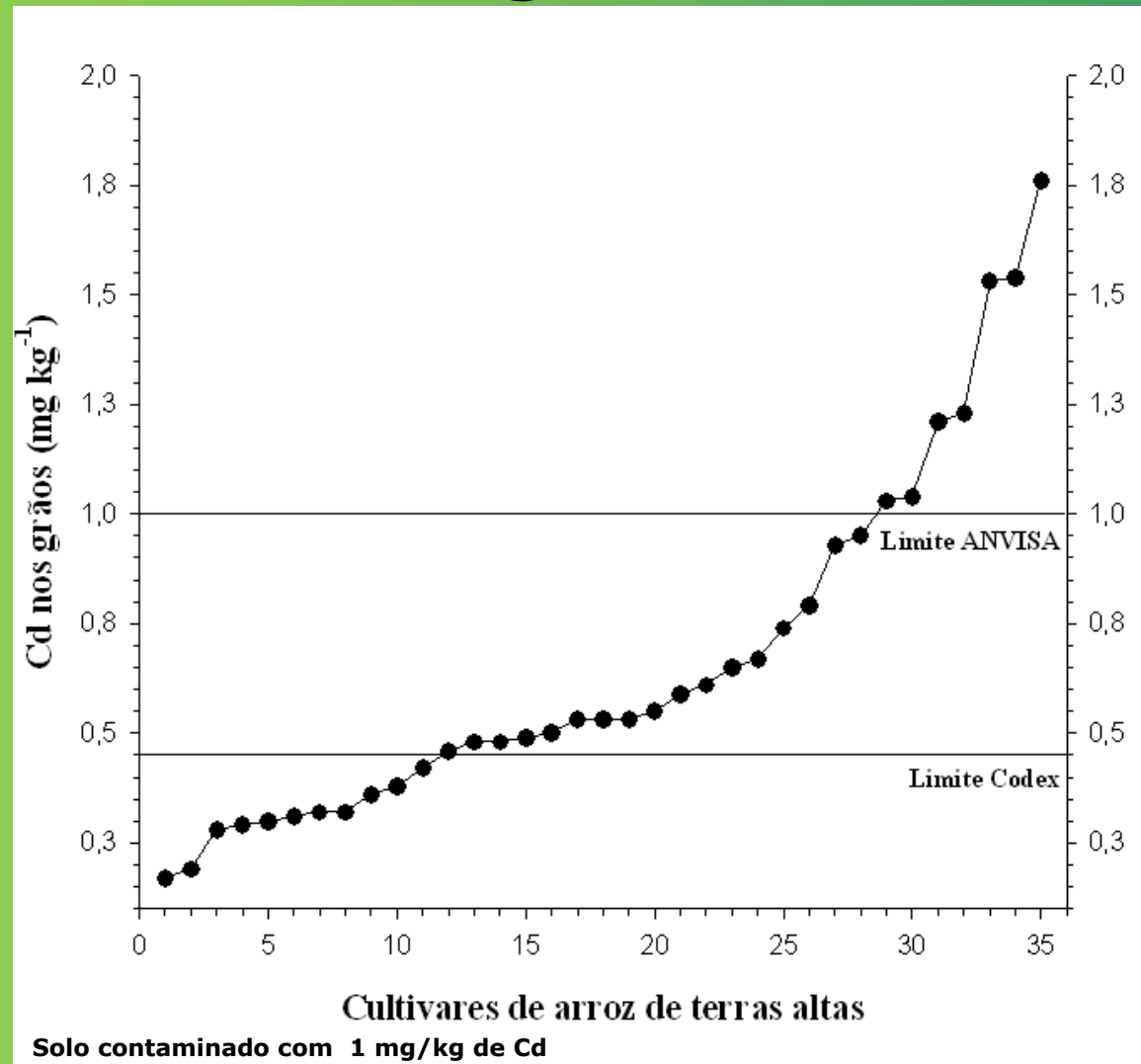
Melhoramento para redução da concentração de Cd



Fonte: Clarke et al. (2005)

Ensaio em campo (valores médios de 3 anos)

Variação genotípica na concentração de Cd em grãos de arroz



Fonte: Moraes (2009)

BIOFORTIFICAÇÃO



Início: 2002/2003 (vitamina A, Fe e Zn)

Fonte: HarvestPlus Program Brasil



FOCUS PAPER

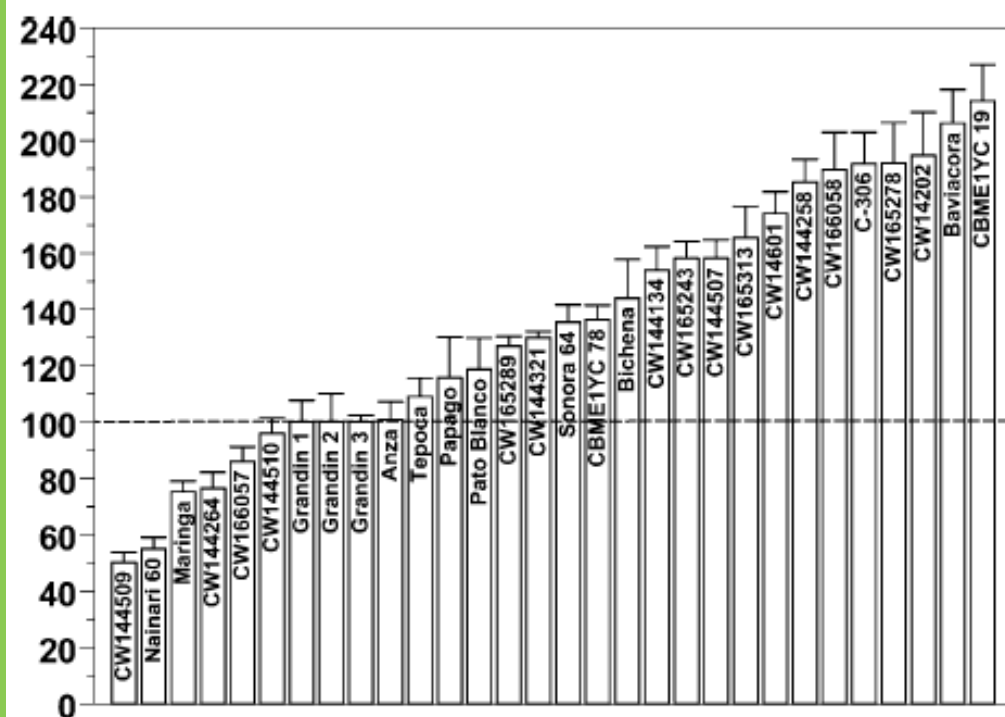
Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective

Ross M. Welch^{1,*} and Robin D. Graham²

¹ USDA-ARS, US Plant, Soil and Nutrition Laboratory, Cornell University, Tower Road, Ithaca, NY 14853-0001, USA

² University of Adelaide, Waite Campus, Glen Osmond, 5064, South Australia

Biodisponibilidade de Zn
(% em relação ao controle)



Genótipos de trigo

BIOTECNOLOGIA

Arroz dourado (“Golden rice”)

Alto de teor de β -caroteno



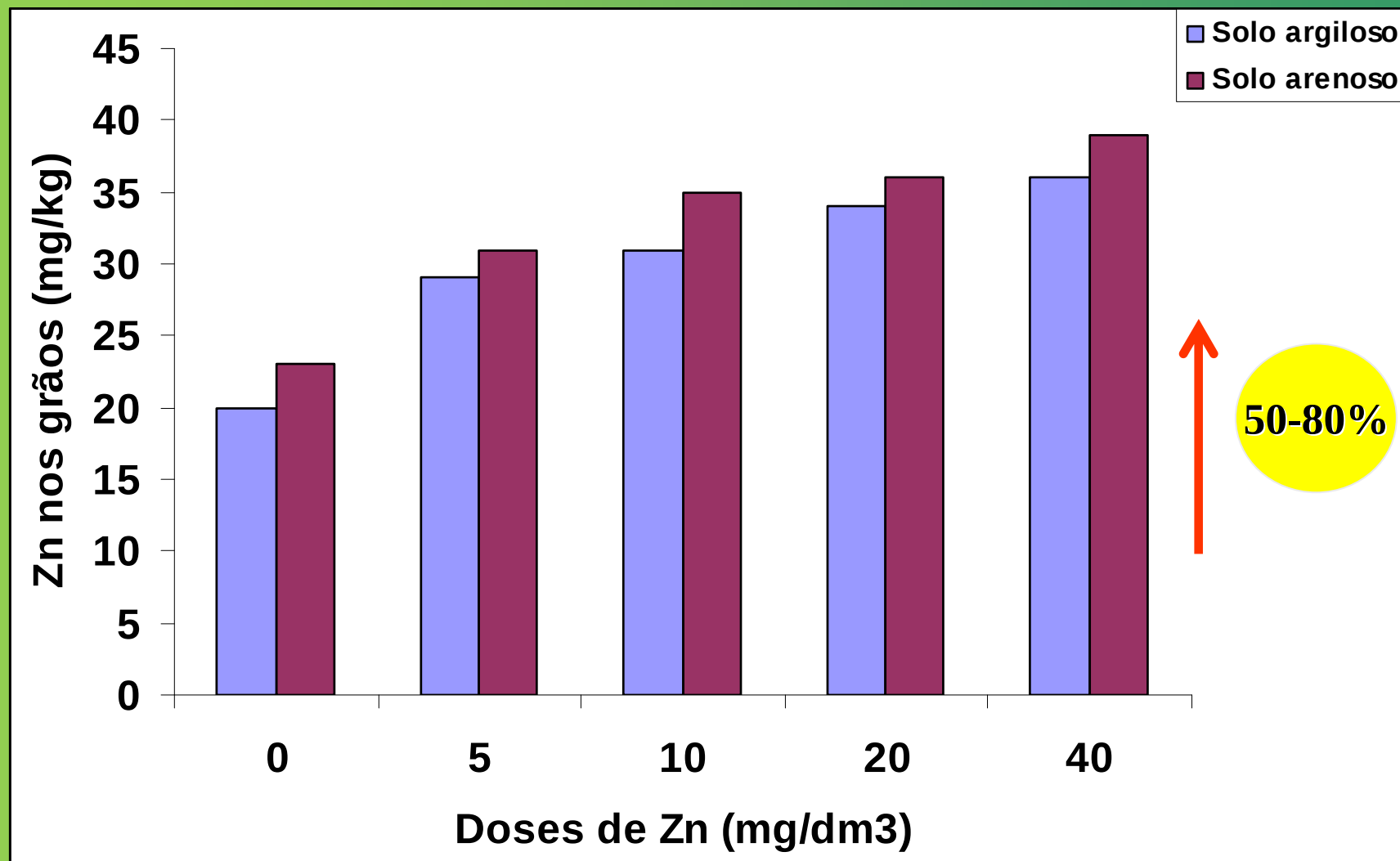
Fonte: Al-Babili & Bayer (2005)

➤ **Efeito da adubação com Zn no rendimento e teor de Zn em grãos de trigo:**

Métodos de aplicação de Zn	Concentração de Zn (mg kg⁻¹)		Aumento no rendimento (%)	
	Parte aérea	Grãos	Parte aérea	Grãos
Testemunha	10	10	-	-
Solo	19	18	109	265
Semente	12	10	79	204
Foliar	60	27	40	124
Solo + foliar	69	35	92	250
Semente + foliar	73	29	83	268

Fonte: CAKMAK (2008)

Efeito da fertilização com Zn no arroz



Zn no solo (arenoso): 0,5 mg/dm³

Zn no solo (argiloso): 0,7 mg/dm³

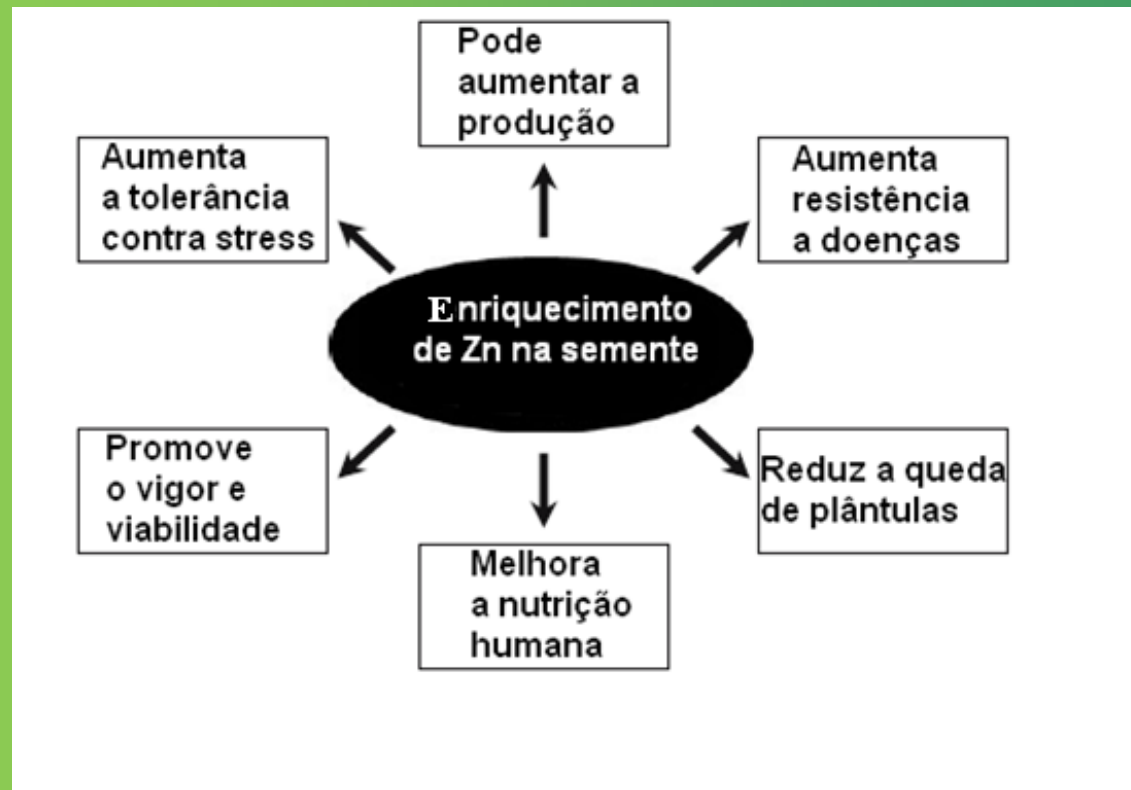
Source: Moraes (2009)

Efeito da fertilização com Zn no milho

Tratamentos	Produtividade	Zn na folha	Zn no grão
	kg ha ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
0 kg/ha de Zn	3880	12	22
0,4 kg/ha de Zn (lanço)	5478	13	23
1,2 kg/ha de Zn (lanço)	7365	14	20
3,6 kg/ha de Zn (lanço)	7408	17	21
7,2 kg/ha de Zn (lanço)	7201	18	21
1,2 kg/ha de Zn (sulco)	5898	16	25
0,4 kg/ha de Zn (sulco)	4913	14	23
Semente	6156	13	23
Folha (3 ^a e 5 ^a semana)	6641	18	23
Folha (5 ^a e 7 ^a semana)	7187	46	25
CV (%)	12	11	12

Fonte: GALRÃO (1994)

Benefícios do aumento de Zn em grãos



Fonte: Cakmak (2008)

SELÊNIO (Se)

Pode haver deficiência no Brasil

Selênio em fertilizantes?

Ingestão de Se em algumas regiões do Brasil

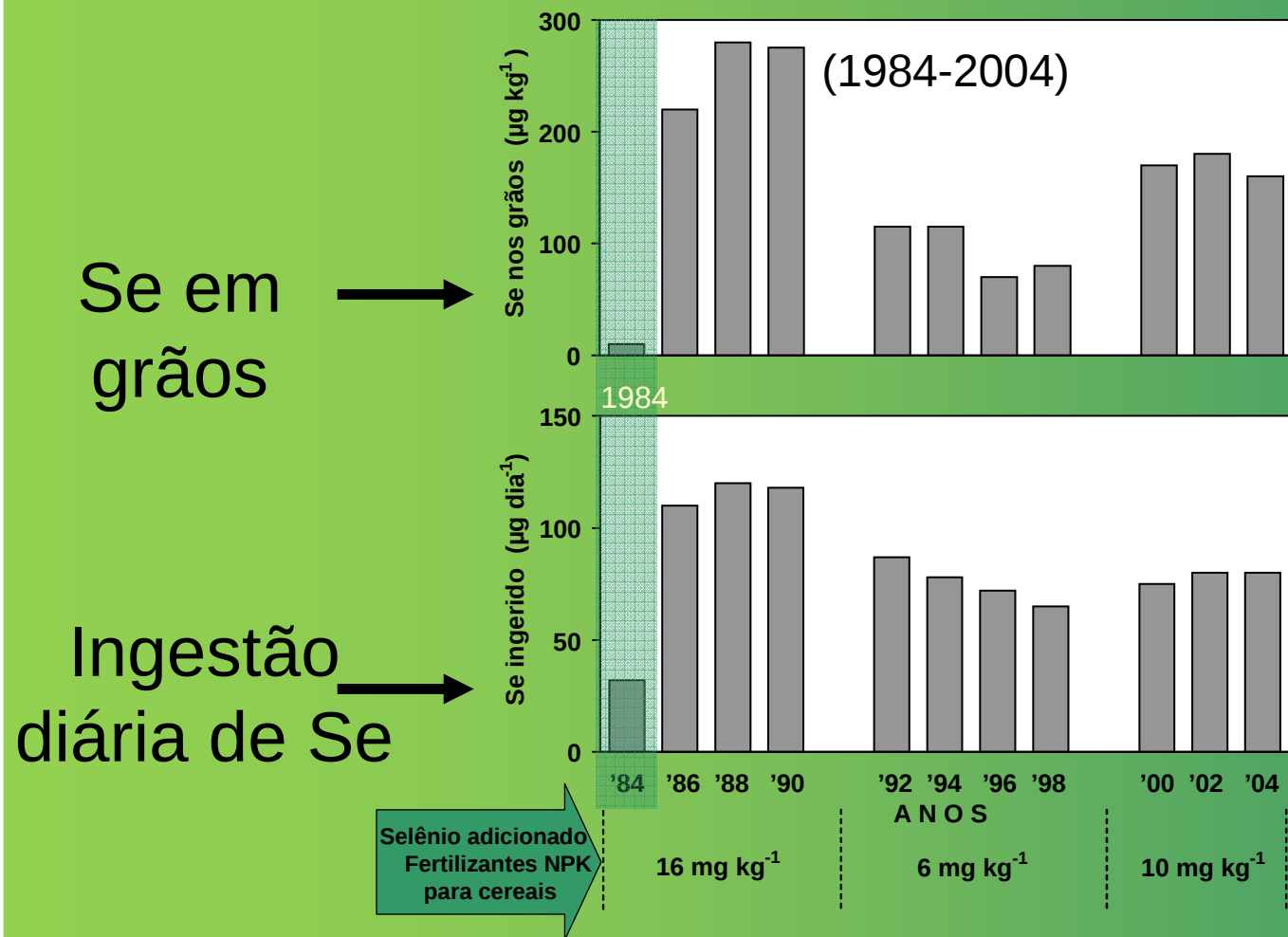
Estado/Cidade	Média (µg/dia)
Manaus	94.5
Mato Grosso	19
Santa Catharina	52*
Santa Catarina	139**
São Paulo	18
São Paulo-SP (Crianças)	26,3
Macapá-AP(Crianças)	107
Belém-PA (Crianças)	37,4

50 µg Se por dia é requerido e, pelo menos, 200 µg Se por dia são necessários para prevenção do cancer.

Fonte: adaptado de Gonzaga et al. (2007) e Maihara et al. (2004).

*Classe social baixa; **Classe social alta

Efeito da adubação com selênio na Finlândia



Fonte: adaptado por Cakmak (2008)

- Alimentos produzidos em sistema orgânico e convencional, relatados em estudos de satisfatória qualidade.

Variável	Nº de estudos	Nº de comparações	Análise dos resultados		Altos níveis em produtos orgânicos ou convencionais?
			Diferença média padronizada ⁽¹⁾	P	
Nitrogênio	17	64	6,7 ± 1,9	0,003	Convencional
Vitamina C	14	65	2,7 ± 5,9	0,84	Sem diferença
Compostos fenólicos	13	80	3,4 ± 6,1	0,60	Sem diferença
Magnésio	13	35	4,2 ± 2,3	0,10	Sem diferença
Cálcio	13	37	3,7 ± 4,8	0,45	Sem diferença
Fósforo	12	35	8,1 ± 2,6	0,009	Orgânico
Potássio	12	34	2,7 ± 2,4	0,28	Sem diferença
Zinco	11	30	10,1 ± 5,6	0,11	Sem diferença
Sólidos solúveis totais	11	29	0,4 ± 4,0	0,92	Sem diferença
Cobre	11	30	8,6 ± 11,5	0,47	Sem diferença
Acidez titulável	10	29	6,8 ± 2,1	0,01	Orgânico

Fonte: DANGOUR et al. (2009)

AGRADECIMENTOS

- FAPESP (Processo N° 04/15897-7) – Bolsa de doutorado
- CAPES/PDEE (Processo N° 2988-07-0)
- Drs. R.M. Welch, L.V. Kochian, J.J. Hart (USDA/Cornell University)
- CNPQ/MCT/MAPA, Programa HarvestPlus Brasil
- ESALQ, CENA, IAC, EMBRAPA, UFLA, ANDA.

