DEPARTAMENTO DE GENÉTICA - ESALQ/USP
LABORATÓRIO DE GENÉTICA BIOQUÍMICA DE PLANTAS

Biofortificação com micronutrientes:

Síntese da 1ª Conferência Mundial sobre Biofortificação

Milton F. Moraes

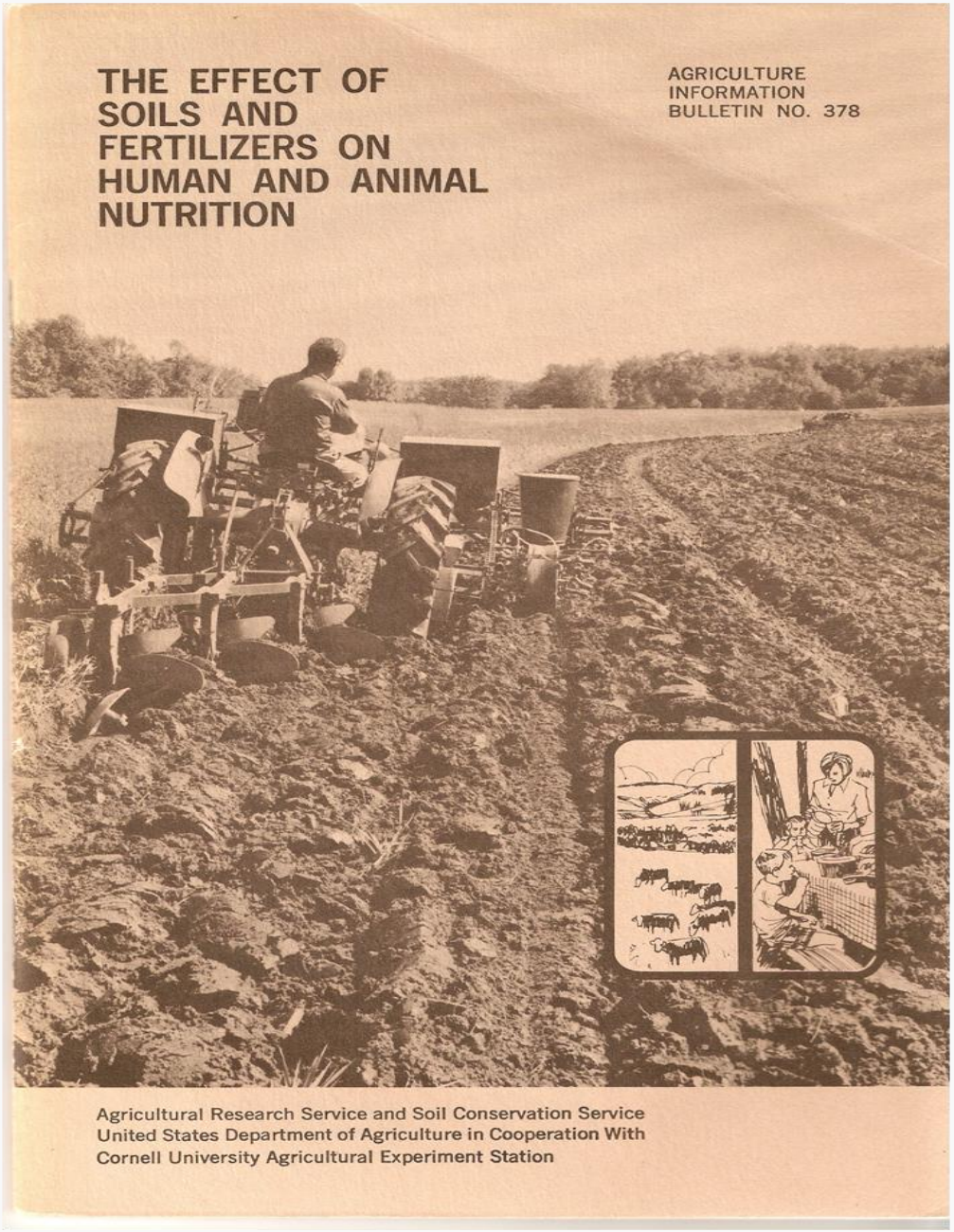
Seminário sobre Micronutrientes Aplicados à Agricultura

ANDA - 2010

São Paulo, SP - 25 de novembro de 2010

"ASSUNTOS"

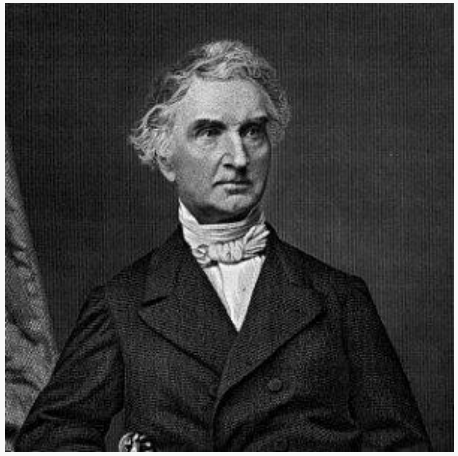
- **Produção, produtividade e qualidade;**
- **Biofortificação - definição;**
- **Histórico da biofortificação;**
- **1ª Conferencia Mundial sobre Biofortificação;**
- **Necessidades e perspectivas futuras.**



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)

Nutrição de Plantas, Fertilidade do Solo e Produção de Alimentos

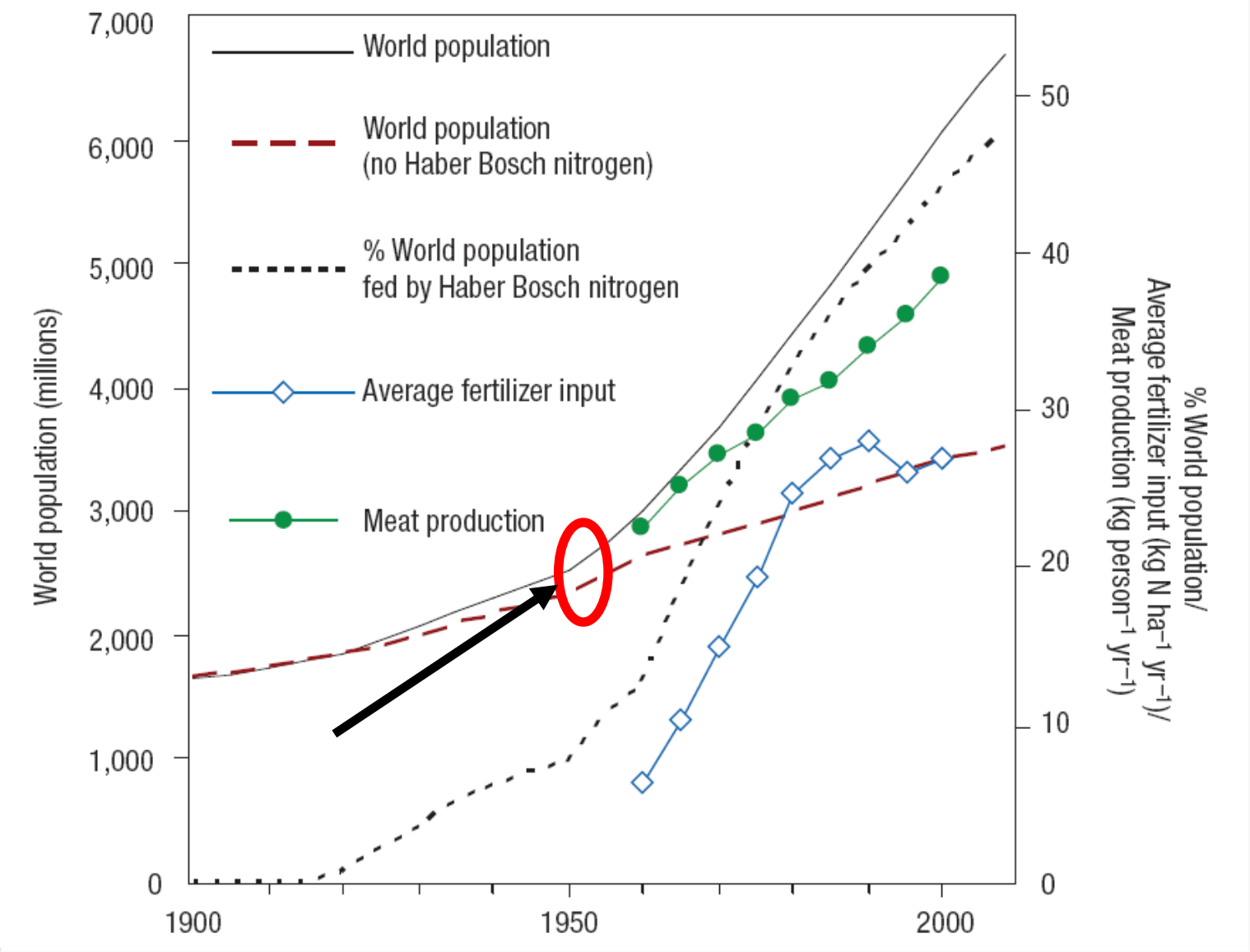


Justus von Liebig
1803 - 1873

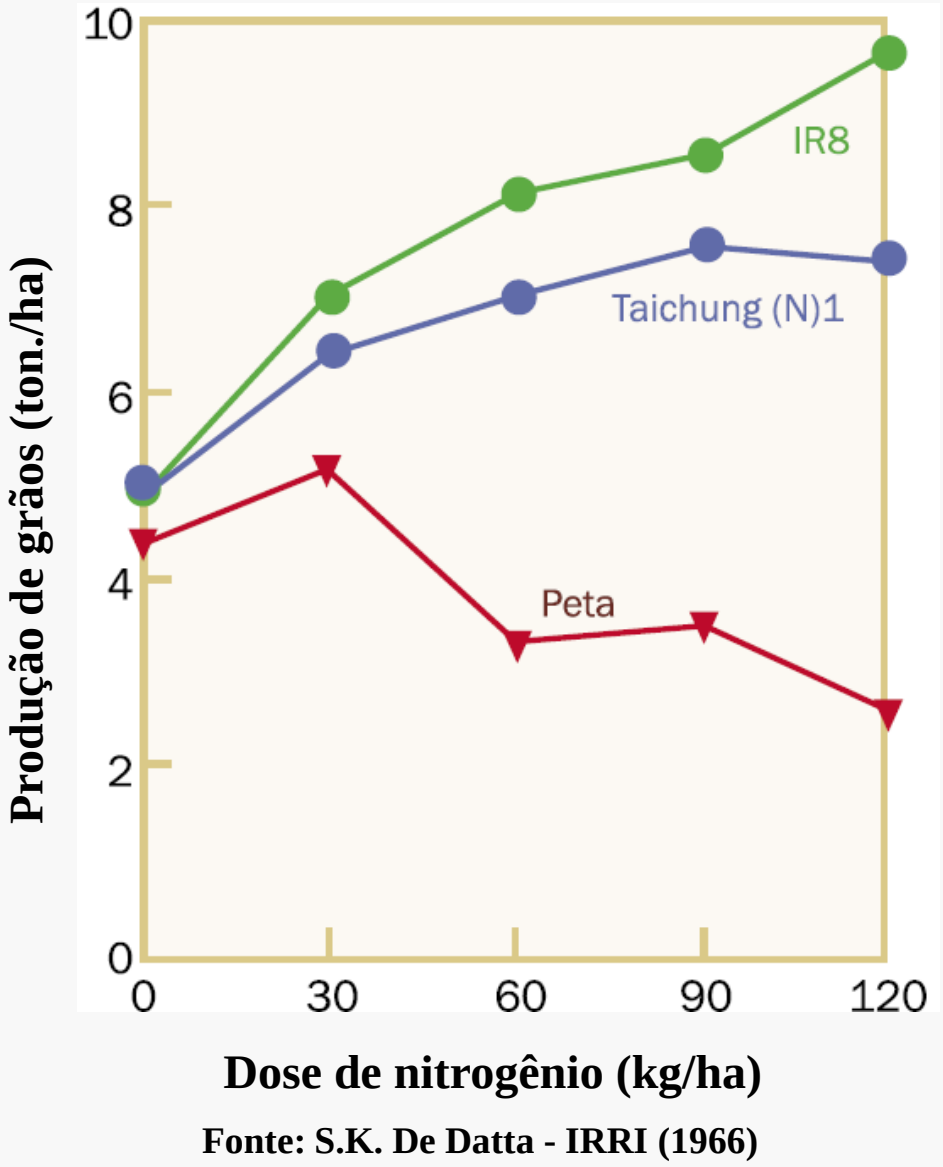
Fritz Haber
(1868 - 1934)

Norman Ernest Borlaug
1914 - 2009

Nutrição de Plantas, Fertilidade do Solo e Produção de Alimentos



Fonte: Erisman et al. (2008)

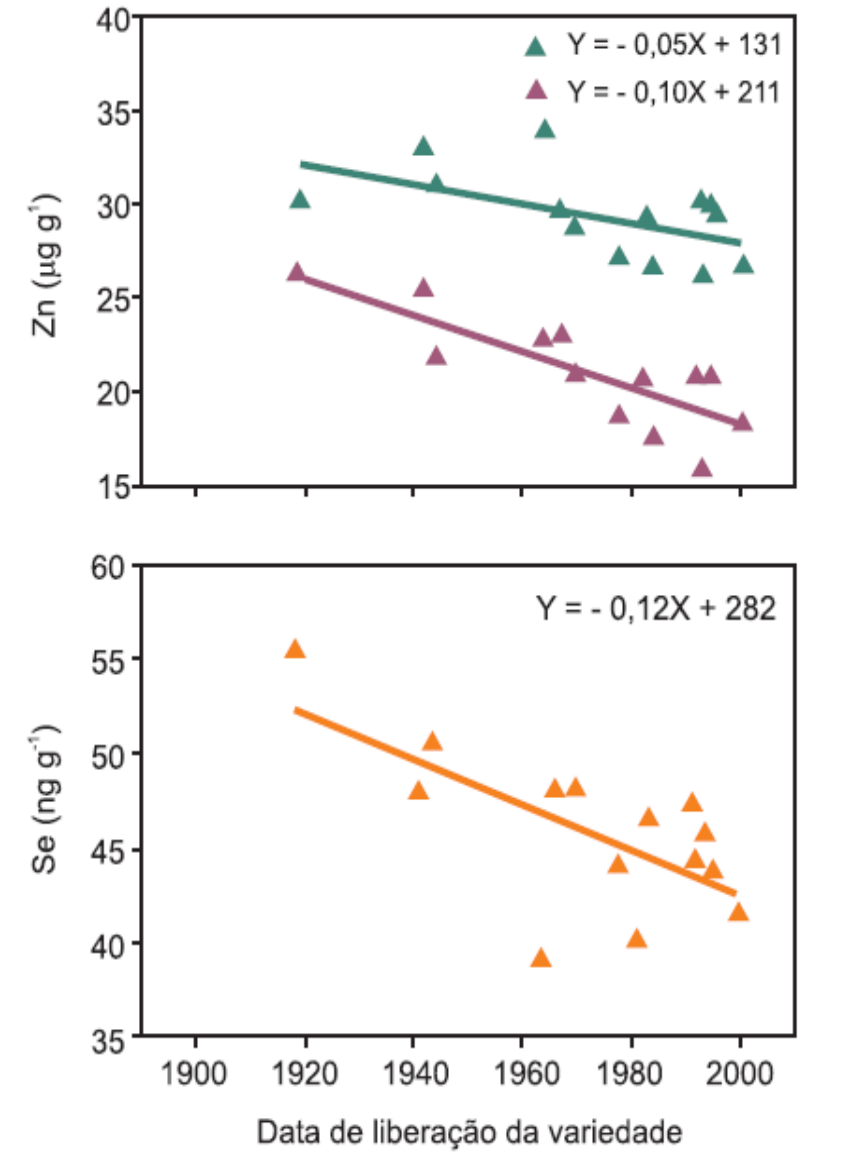


Fonte: S.K. De Datta - IRRI (1966)

“REVOLUÇÃO VERDE / Borlaug”

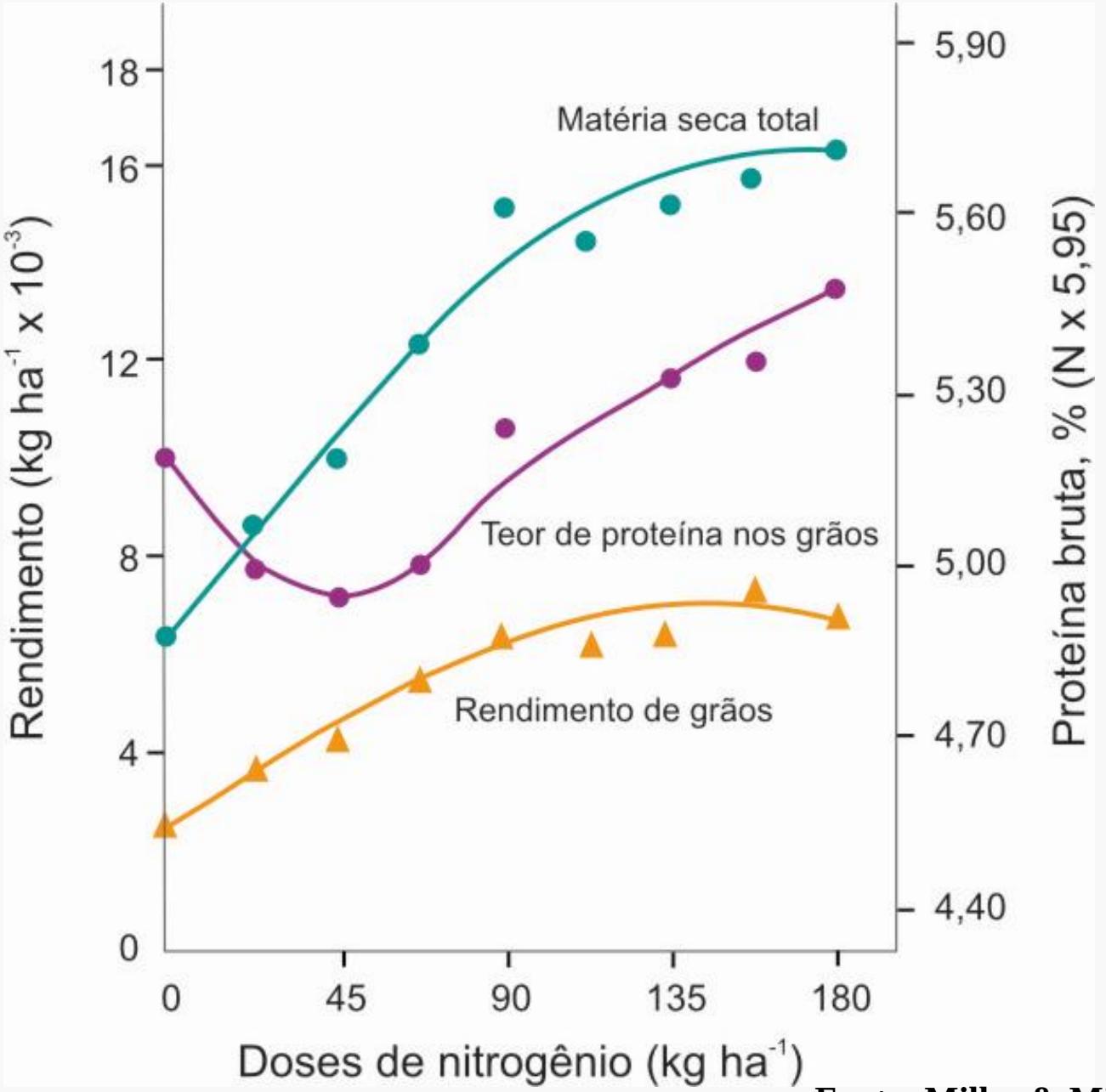
Resposta a adubação nitrogenada

Efeito do melhoramento vegetal na concentração de micronutrientes em grãos



Fonte: Garvin et al. (2006)

Influência do N rendimento e qualidade do arroz



Fonte: Miller & Mikkelsen (1970)

Desnutrição no mundo

- **Desnutrição (deficiência):**

  - **Fe: 4-5 bilhões com deficiência e 2 bilhões de pessoas são anêmicas.**
  - **Zn: 1/5 da população pode estar com carência de Zn;**
  - **Se: 0,5 a 1,0 bilhão de pessoas;**
  - **I: > 800 milhões de pessoas.**

Fontes: ALLEN et al. (2006); HOTZ e BROWN (2004); COMBS JUNIOR (2001); WELCH (2008).

“CAUSAS DA DESNUTRIÇÃO”

- **Ingestão de alimentos básicos (cereais, p. ex. arroz, milho, trigo)**

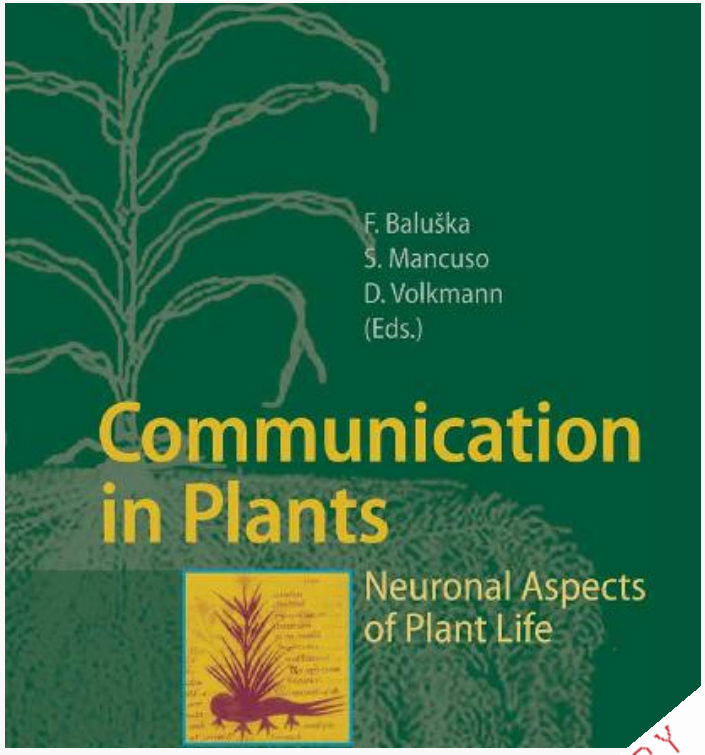
- **Melhoramento de plantas visando altas produções, não observando a densidade de micronutrientes em grãos / parte comestível.**

- **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).**

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.

BIOFORTIFICAÇÃO

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

Fonte: HarvestPlus Program Brasil

BIOFORTIFICAÇÃO

R.M. Welch **H. Bouis** **R.D. Graham**

Foto: J. Stangoulis

Journal of Experimental Botany, Vol. 55, No. 396, pp. 353–364, February 2004
DOI: 10.1093/jxb/erh064

Journal of Experimental Botany

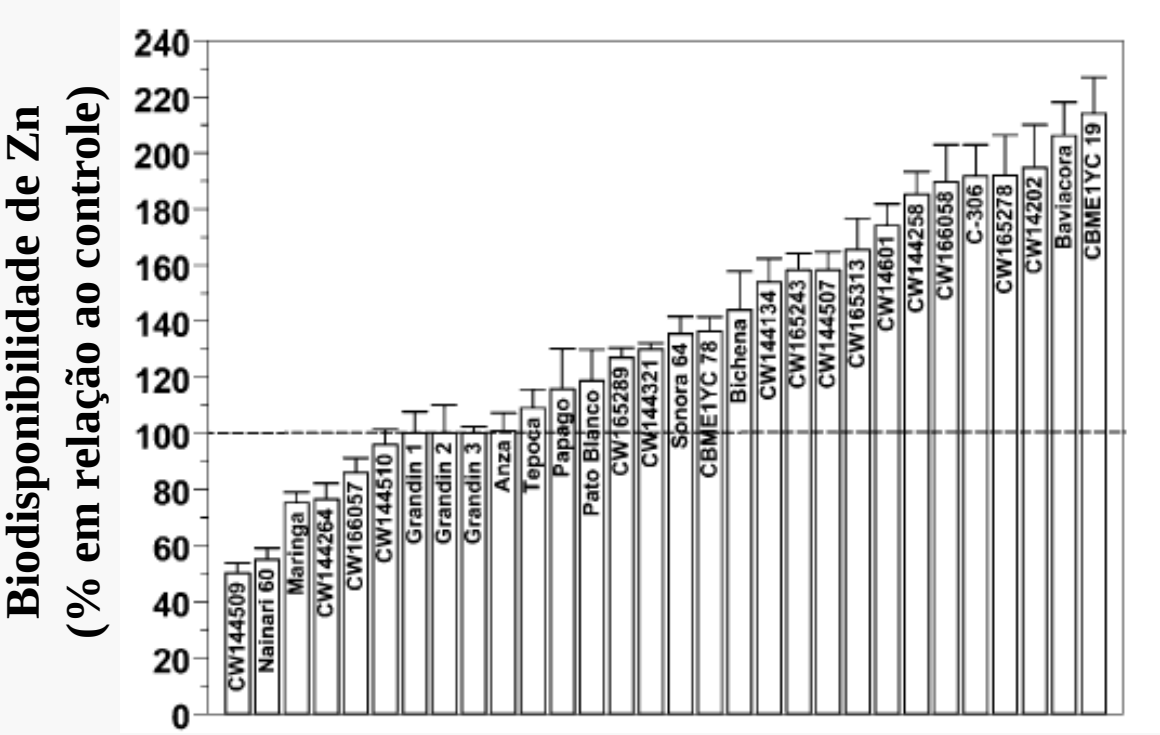
FOCUS PAPER

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

Ross M. Welch[1,*] and Robin D. Graham[2]

[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*



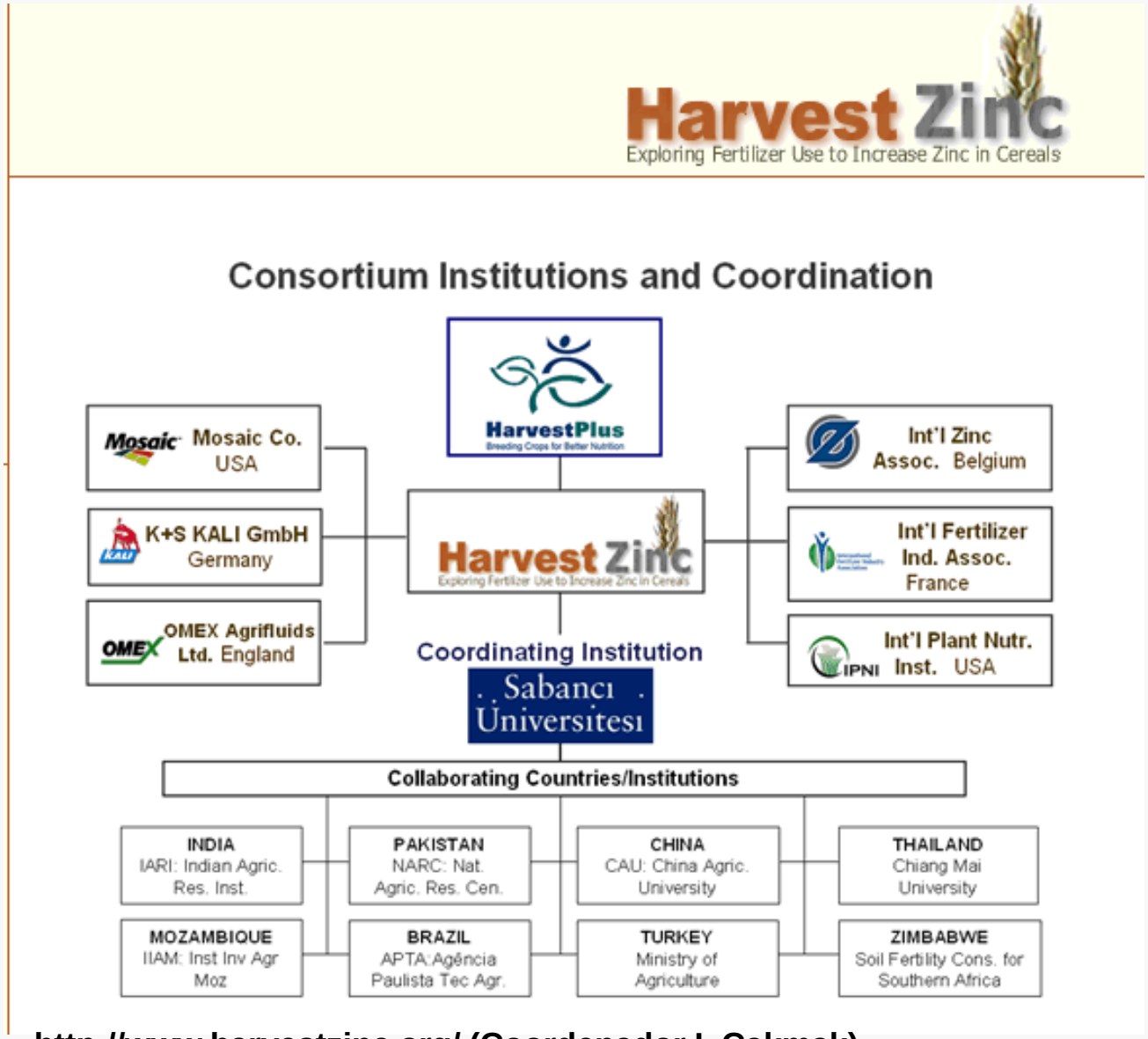
BIOTECNOLOGIA

Arroz dourado (“Golden rice”)

Alto de teor de β-caroteno

Fonte: Al-Babili & Bayer (2005)

Biofortificação Agronômica



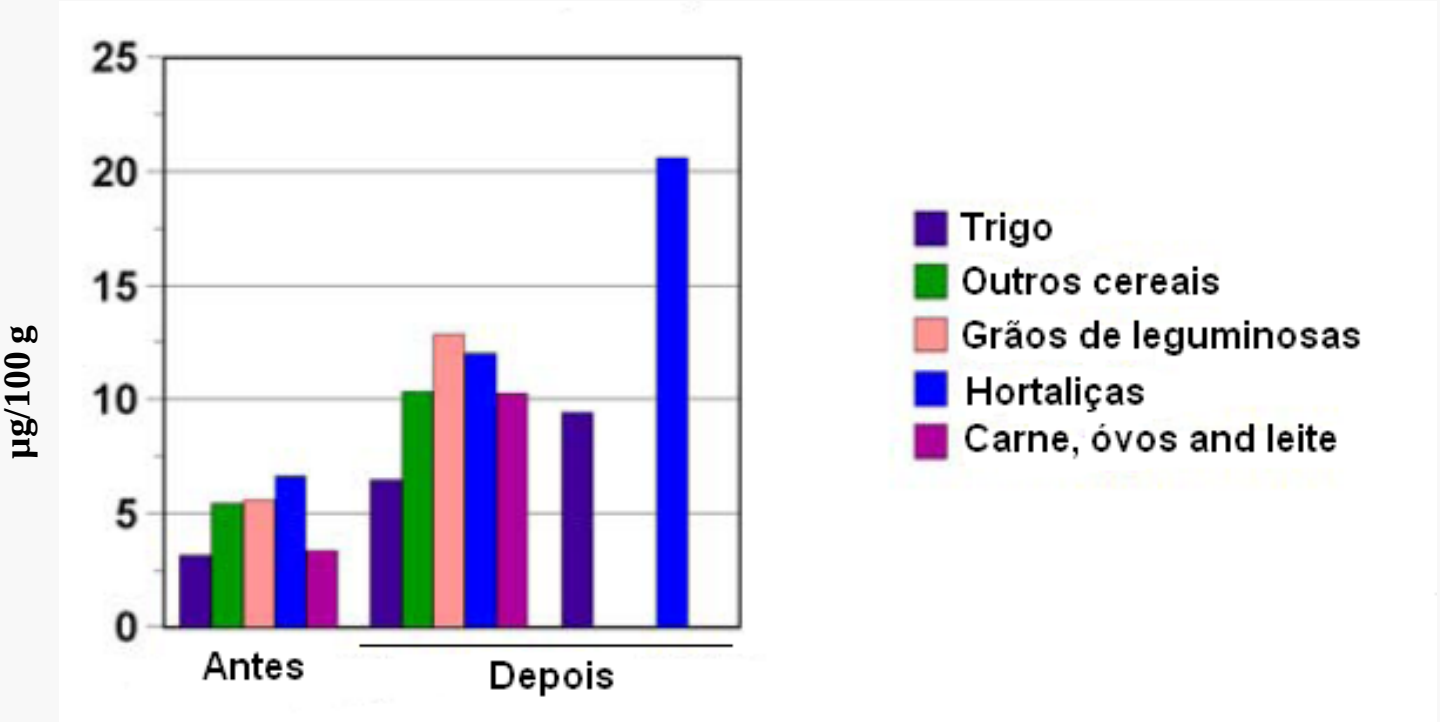
http://www.harvestzinc.org/ (Coordenador I. Cakmak)

➢ 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: Yilmaz et al. (1997)

Aplicação de iodo na água de irrigação na China



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

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 (3ª e 5ª semana)	6641	18	23
Folha (5ª e 7ª semana)	7187	46	25
CV (%)	12	11	12

Fonte: GALRÃO (1994)

Beneficios do aumento do teor de Zn nas sementes

Plant Soil (2008) 302:1–17
DOI 10.1007/s11104-007-9466-3

MARSCHNER REVIEW

Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification?

Ismail Cakmak

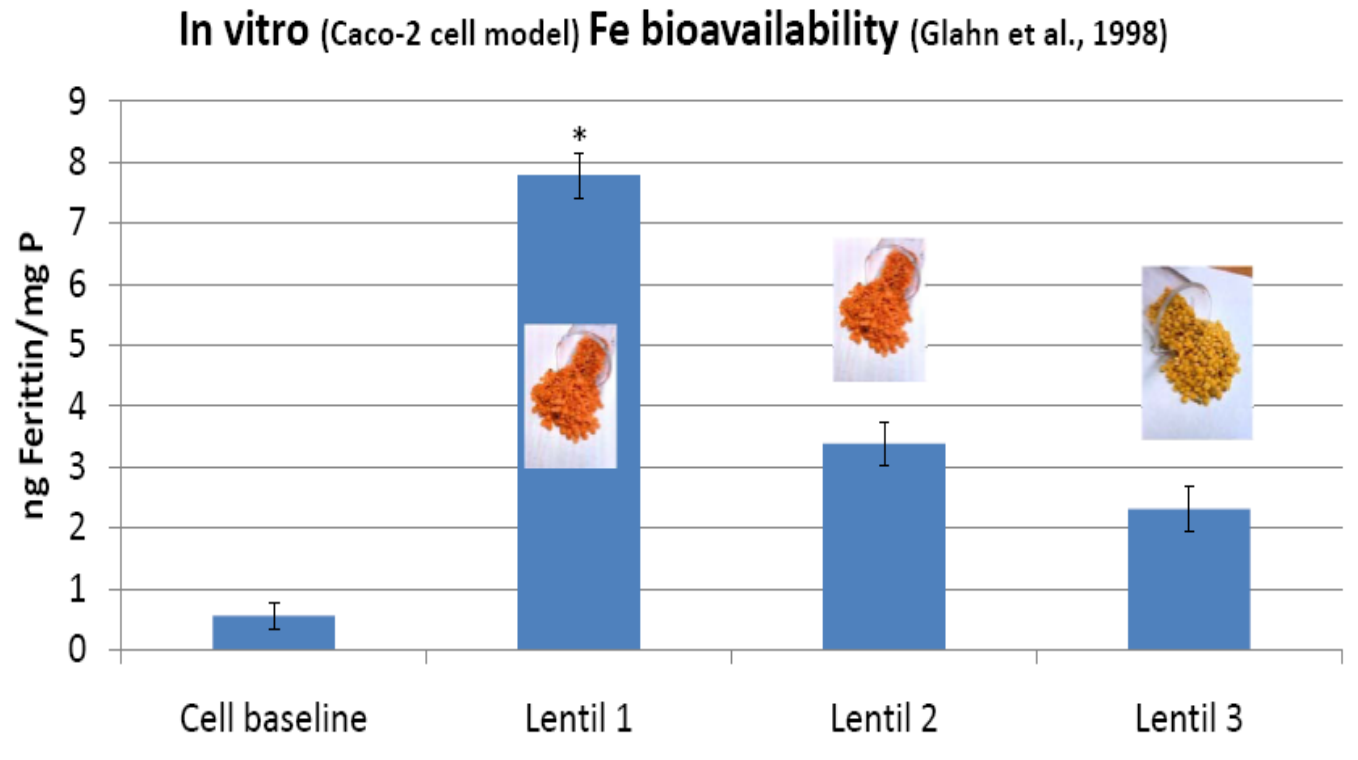
BIOFORTIFICATION

The First Global Conference:
From Discovery to Delivery

Nov. 9-11, 2010 Washington, D.C.

TEMAS DISCUTIDOS

- Avaliações de impactos dos produtos biofortificados;

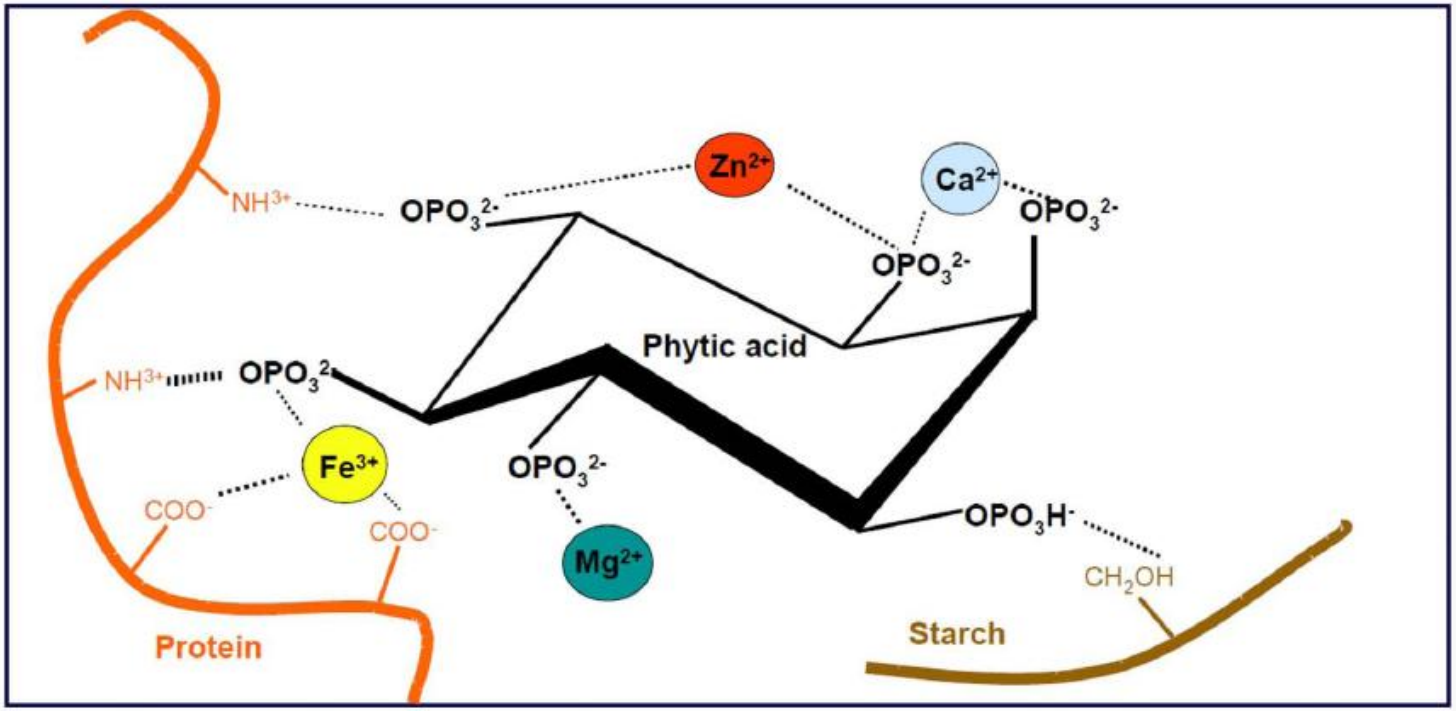


Avaliações “in vivo”, “in vitro” e população.

TEMAS DISCUTIDOS

- **Dificuldades nos avanços biotecnológicos (fitato/ferro);**

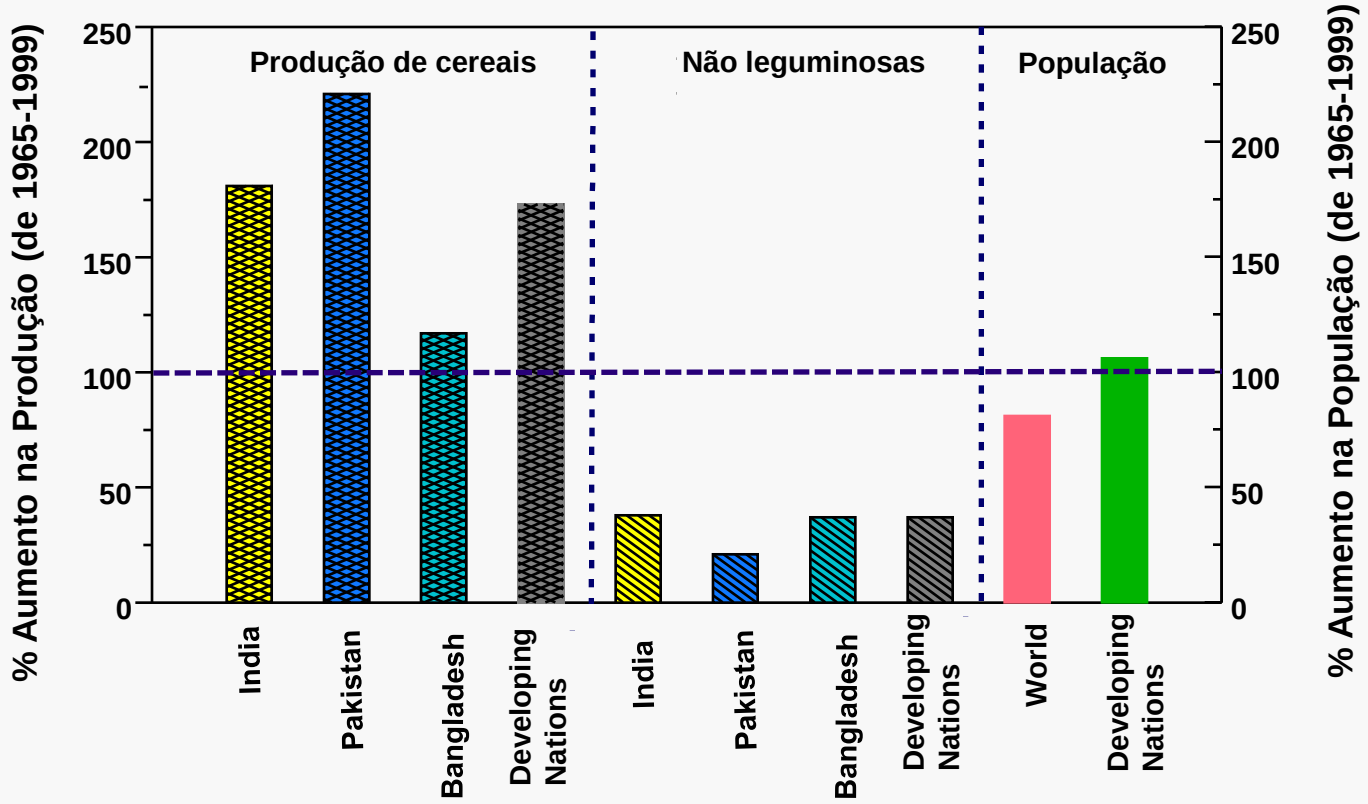
Interação fitato com outros componentes de plantas.



Fonte: Figura preparada por R.M. Welch com dados de I. Egli

Definições de valores alvo (“target values”);

% de mudança produção de cereais & grãos não leguminosas & na população entre 1965 & 1999

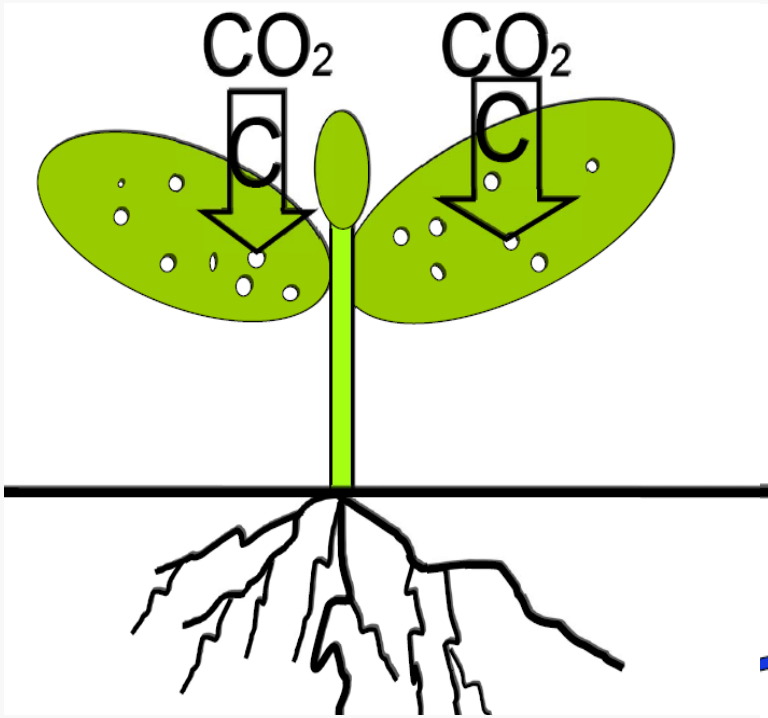


(FAO, 1999) elaborado por R.M. Welch

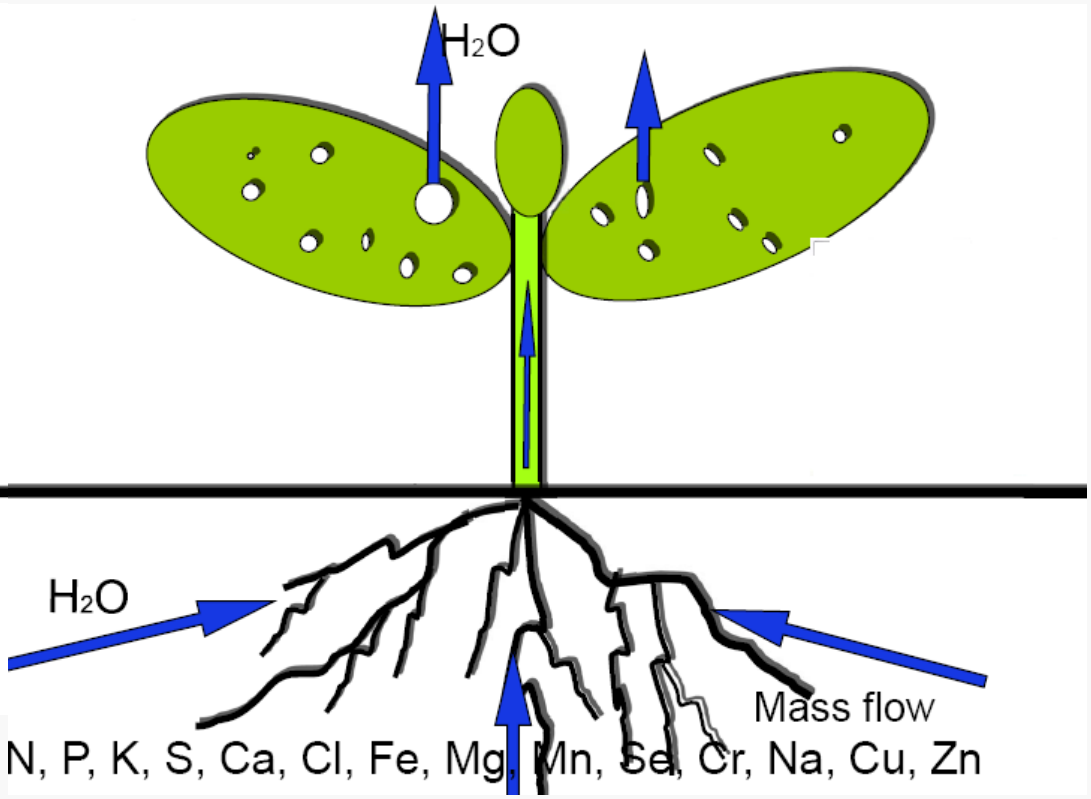
TEMAS DISCUTIDOS

- **Aquecimento global vs concentração de micros;**

Aumentar a fixação de CO_2



Reduzir transpiração e fluxo de massa



Fonte: I. Loladze (2010)

TEMAS DISCUTIDOS

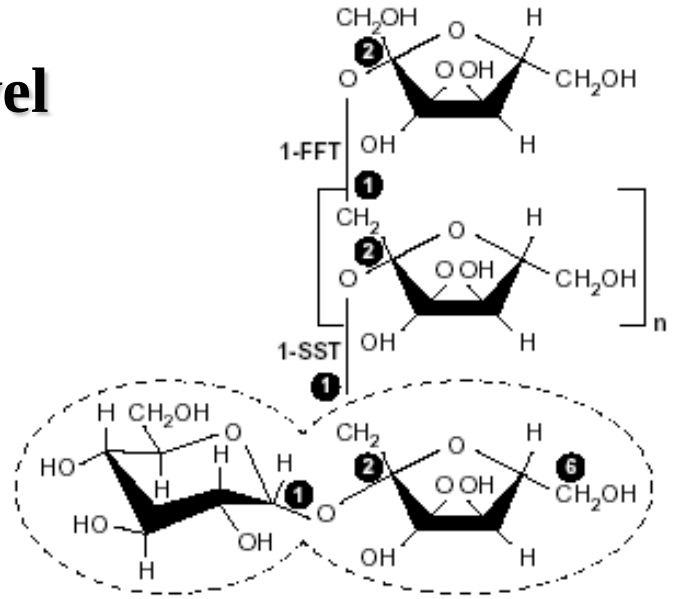
- **Aumentar biodisponibilidade (promotores):**

- **Teor total ou promotores (Prébióticos);**

- **Reduzir fatores antinutricionais (fitatos, metais)**

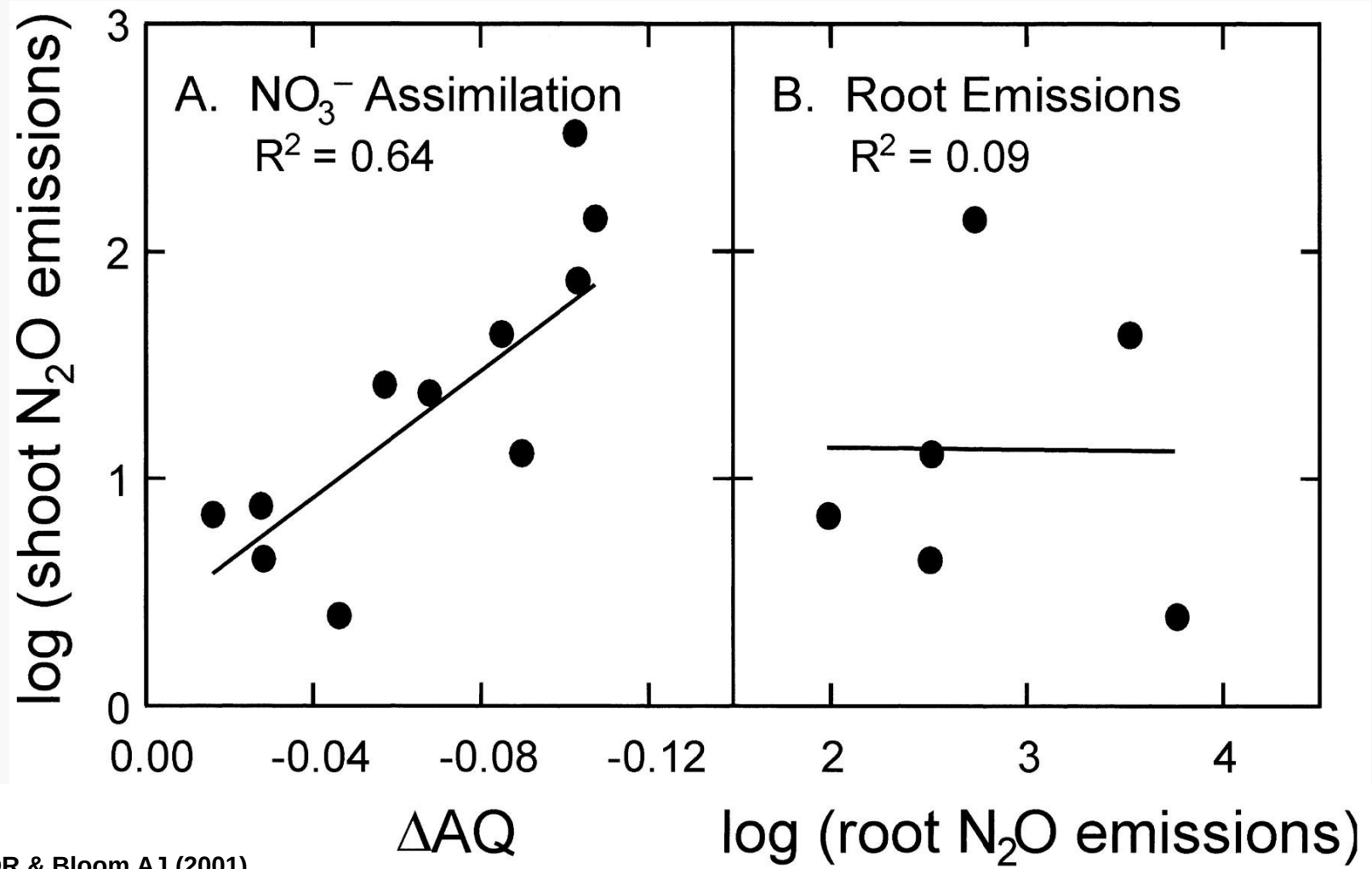
Inulina - Carboitratos não digestível

Há variação genotípica para melhoramento??



Fonte: J. Stangoulis (2010)

Emissão de N_2O por folhas de trigo durante a assimilação do nitrato



Smart DR & Bloom AJ (2001)

©2001 by The National Academy of Sciences

PNAS

NECESSIDADES E PERSPECTIVAS FUTURAS

- **Estudos multidisciplinares: melhoramento de plantas, Nutrição e adubação, saúde humana e animal, etc.;**

- **Adensamento, manejo da adubação em sistemas de produção e mitigação de gases de efeito estufa (CO_2, CH_4 e N_2O);**

- **Eficiência aquisição e de utilização de micronutrientes nos cultivares modernos. PREBIÓTICOS (PROMOTORES)**

Produtividade ou concentração ?

AGRADECIMENTOS

- FAPESP Processos Nº (2004/15897-7 e 2010/50218-4) - Bolsas de doutorado e pós-doutorado, respectivamente.

- CAPES/PDEE (Processo Nº 2988-07-0)

- Drs. R.M. Welch, L.V. Kochian, J.J. Hart (USDA/Cornell University)

- CNPq/MCT/MAPA, Programa HarvestPlus Brasil

- UFSCar, ESALQ, CENA, IAC, EMBRAPA, UFLA, ANDA.

MUITO OBRIGADO !!!

E-mail: moraesmf@yahoo.com.br