

# **Micronutrientes e metais pesados tóxicos: fatores que afetam a acumulação em plantas**

**Milton Ferreira de Moraes**

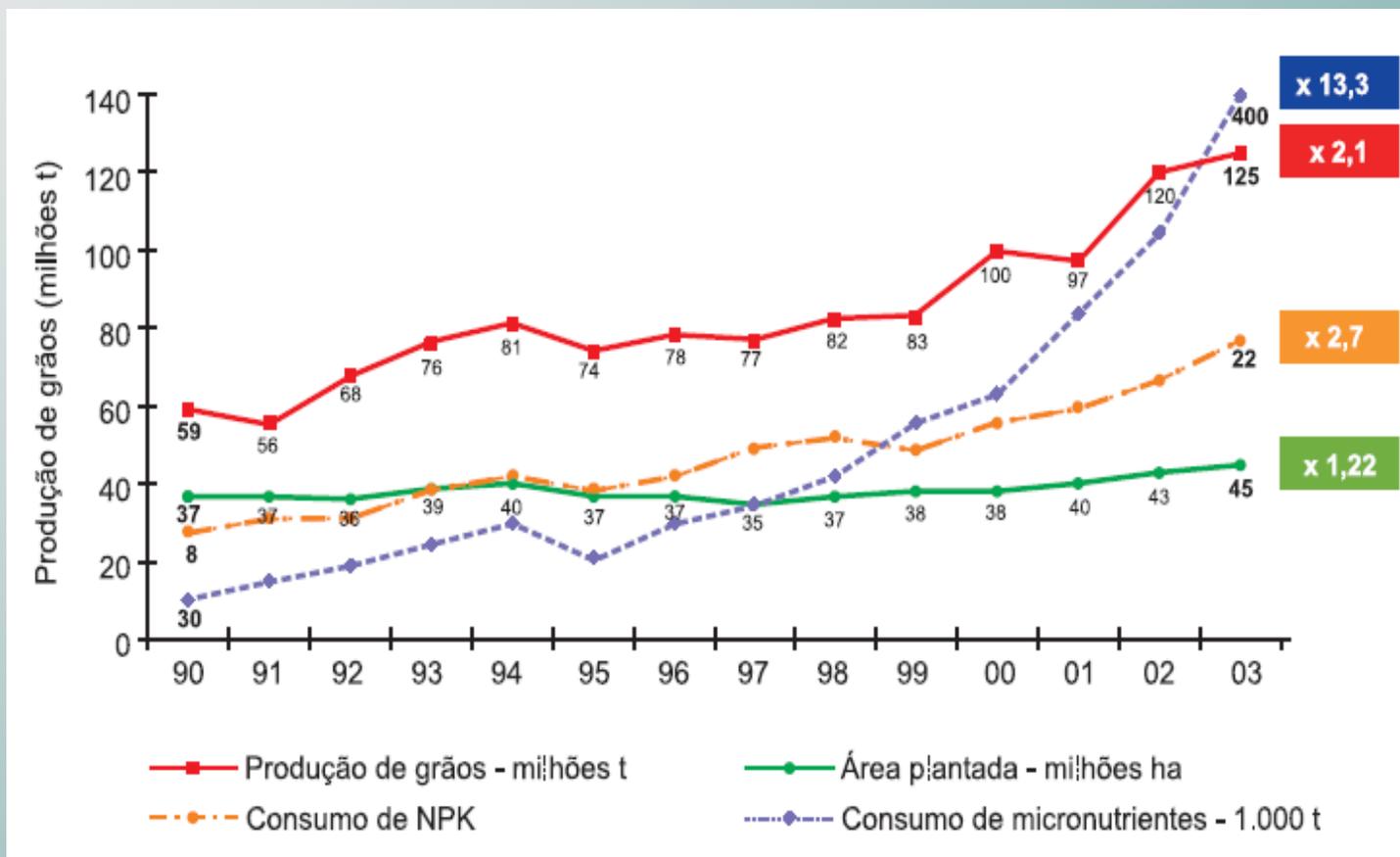
**Cassio Hamilton Abreu Junior**

**São Paulo, SP – 01 de abril de 2009**

# INTRODUÇÃO

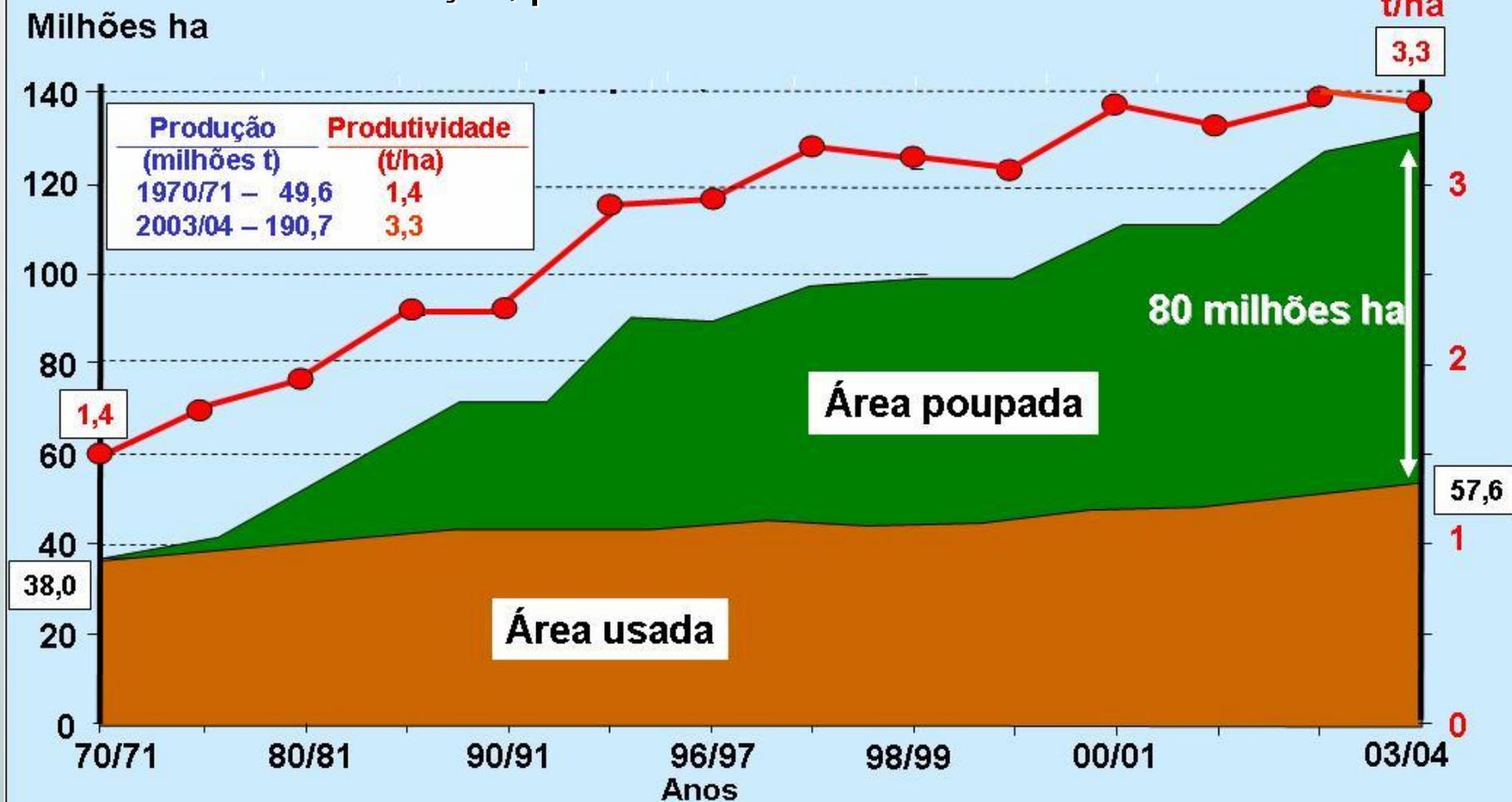
- População mundial - taxa de crescimento 1,8% (1,3%) ao ano;
- Produção de cereais manteve crescimento proporcional;
- Demanda global por alimentos no período 1990-2030 - aumento de 2,5 a 3,0 vezes nos países mais pobres (Daily et al. 1998);
- “Incrementos na produção de alimentos devem na maior parte continuar a vir de incrementos na produtividade de terras já em produção”. (Daily et al. 1998; Isherwood, 2000);
- Muitas áreas agrícolas com deficiência.... 

- Consumo anual de micros – 50 milhões de ha (Yamada & Lopes, 1998);  
Zn = 50 mil toneladas.



Fonte: Yamada (2004)

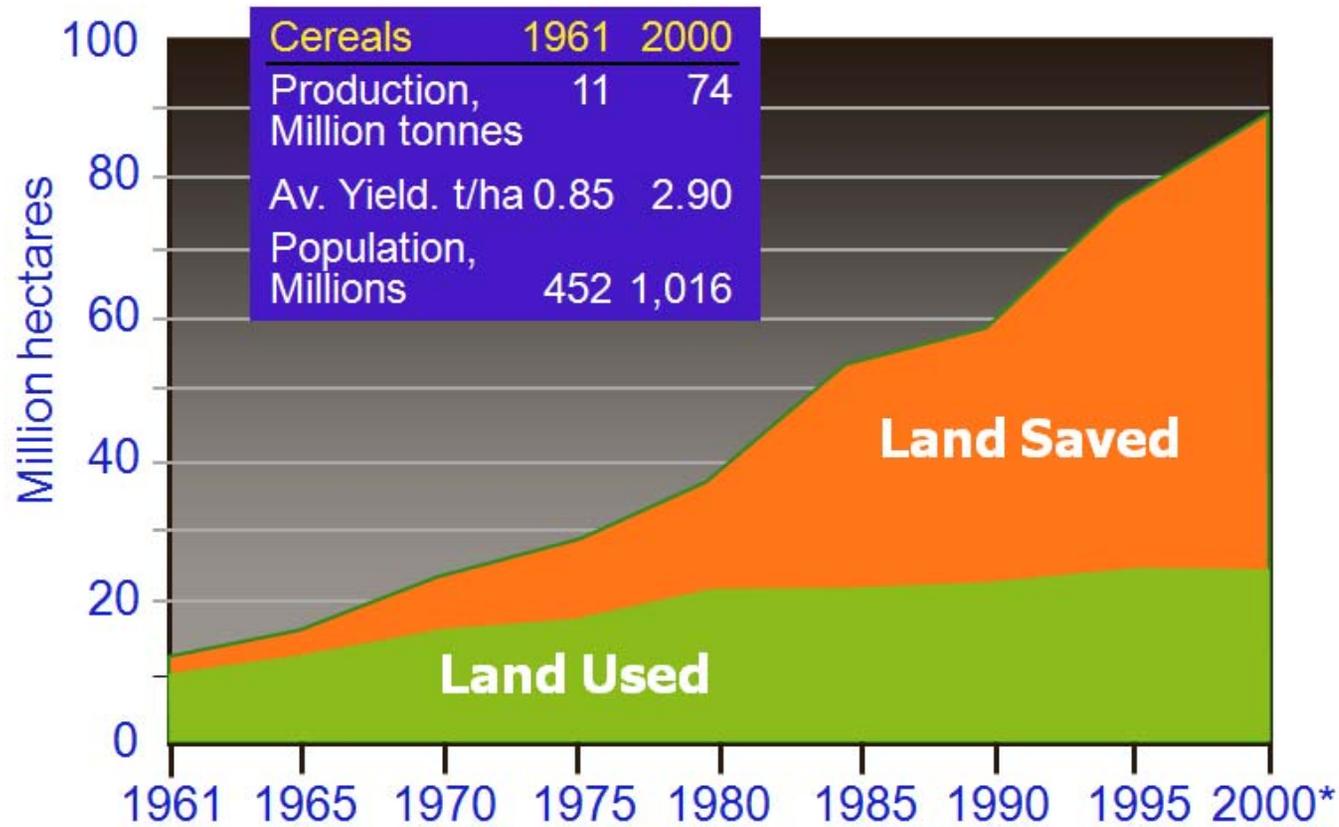
## Produção, produtividade e economia de terra.



Fonte: Adaptado de Cardoso, 1998 e LSPA – IBGE, 2005.

Fonte: Prof. Alfredo S. Lopes (UFLA)

## Produção de trigo na Índia.



\* Preliminary estimated, Gov't of India  
 Source: FAO AGROSTAT, April 2000

Fonte: Prof. Peter R. Hobbs (Cornell University)

- **METAIS PESADOS** ⇒ Conseqüências ao ambiente e a saúde humana ??

Quais metais pesados são tóxicos? 

Obstáculos à produção sustentável de alimentos?

- Fonte natural:

Cd no solo - 0,06 e 1,1 mg kg<sup>-1</sup> (Kabata-Pendias & Pendias, 2000);

- **Fontes antropogênicas de metais pesados**: restos de mineração, queima de combustível fóssil, indústrias metalúrgicas, materiais agrícolas;

🔊 Deposição atmosférica (O caso da Espanha).

- **Materiais agrícolas:**

- Impurezas nos fertilizantes (Cd, Cr, Mo, Ni, Pb, U, V e Zn);
- Lodo de esgoto e composto de lixo urbano (Cd, Ni, Cu, Pb e Zn);
- Outros: restos da produção intensiva de animais, pesticidas, dessecantes (As,...).

Fontes: Adriano, 2001; Alloway, 1995.

🔊 Até o alimento chegar a mesa do consumidor pode haver redução ou aumento dos metais pesados: beneficiamento, cocção, etc.

- **Porque o Cd é o metal que tem causado mais preocupação?**

⇒ Potencialmente, apresenta o maior risco à saúde humana:

- Comportamento químico no solo (trocável, relação com P e Zn);
- Toxidez nas plantas pouco perceptível;
- Acúmulo na parte comestível (folhas e grãos);
- É carcinogênico, danifica o DNA, provoca danos aos tubos renais, doenças cardio-vasculares, etc;

Fontes: Malavolta et al., 2006; Wagner, 1993; Tahvonen, 1996; Roman et al., 2002; Grant et al., 1998.

- Biodisponibilidade no organismo (interação com Fe, Zn e vit. C)

🔊 A absorção de Cd pelo organismo aumenta de 6% para 20% quando deficiente em Fe;

- O consumo de vegetais e cereais contribui com mais de 70% da ingestão humana de Cd;

🔊 Arroz: restrição a comercialização no exterior.

Fontes: Crews & Davies, 1985; Schümann & Elsenhans, 2002; Al-Saleh & Shinwari, 2001

## Cd EM PRODUTOS AGRÍCOLAS

- Na Suécia, a concentração de Cd em grãos de trigo mais que dobrou no período de 1918 – 1980 (Andersson & Bingefors, 1985). O valor atual é de aproximadamente  $100 \mu \text{kg}^{-1}$ . 
- Rio de Janeiro (Santos et al., 2004) : baixa ingestão de metais (Cd), entretanto, arroz (28%), farinha de trigo (16%) e batatinha (11%) contribuem com 55% do total ingerido.

## • ACÚMULO DE METAIS EM PLANTAS

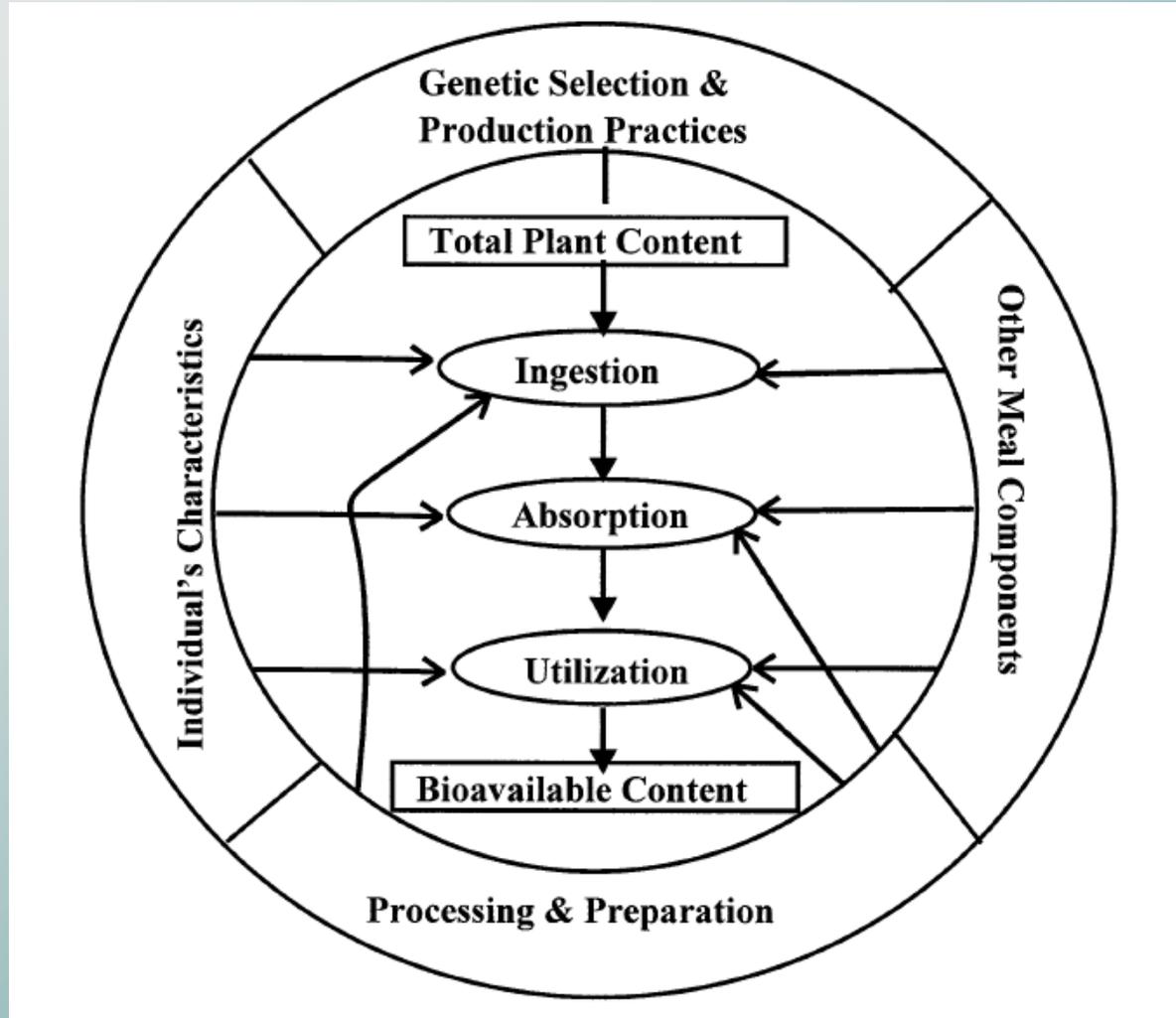
- Depende da espécie vegetal, cultivar e órgãos.

⇒ Davis & Carlton-Smith (1980):

- Alface, espinafre, aipo e repolho maior acúmulo;
- Batata, milho, feijão, arroz e ervilhas menor acúmulo.

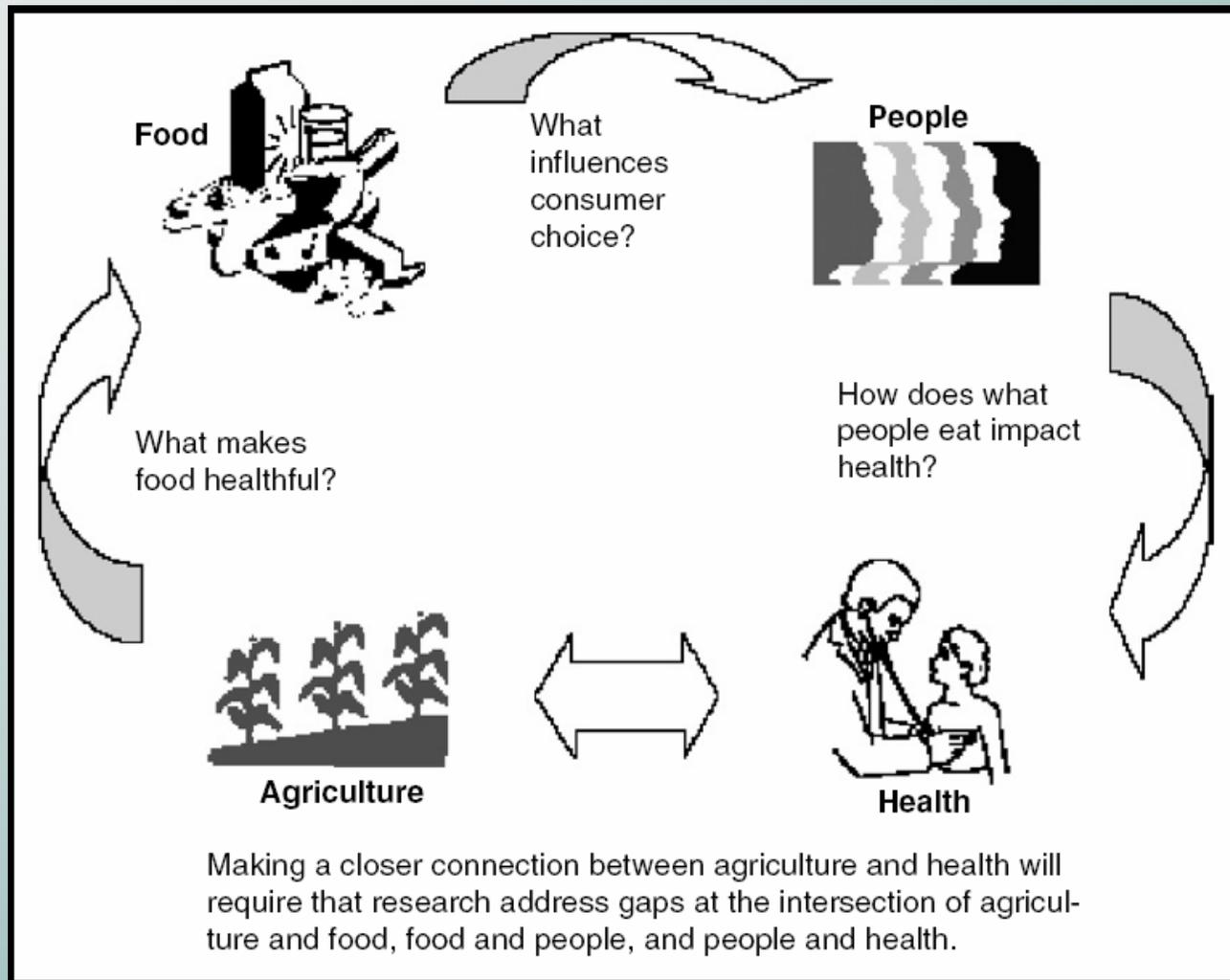
- Variações genotípicas no acúmulo de metais pesados tóxicos, especialmente Cd, é amplamente relatada na literatura (John & van Laerhoven, 1976; Hart et al., 2006; Stolt et al., 2006);

## Complexidade da biodisponibilidade na nutrição humana



Fonte: Graham et al. (2001)

# A new agriculture paradigm – linking agriculture to human health



Source: Graham et al. (2007)

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](http://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](http://www.elsevier.de/jtemb)

REVIEW

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

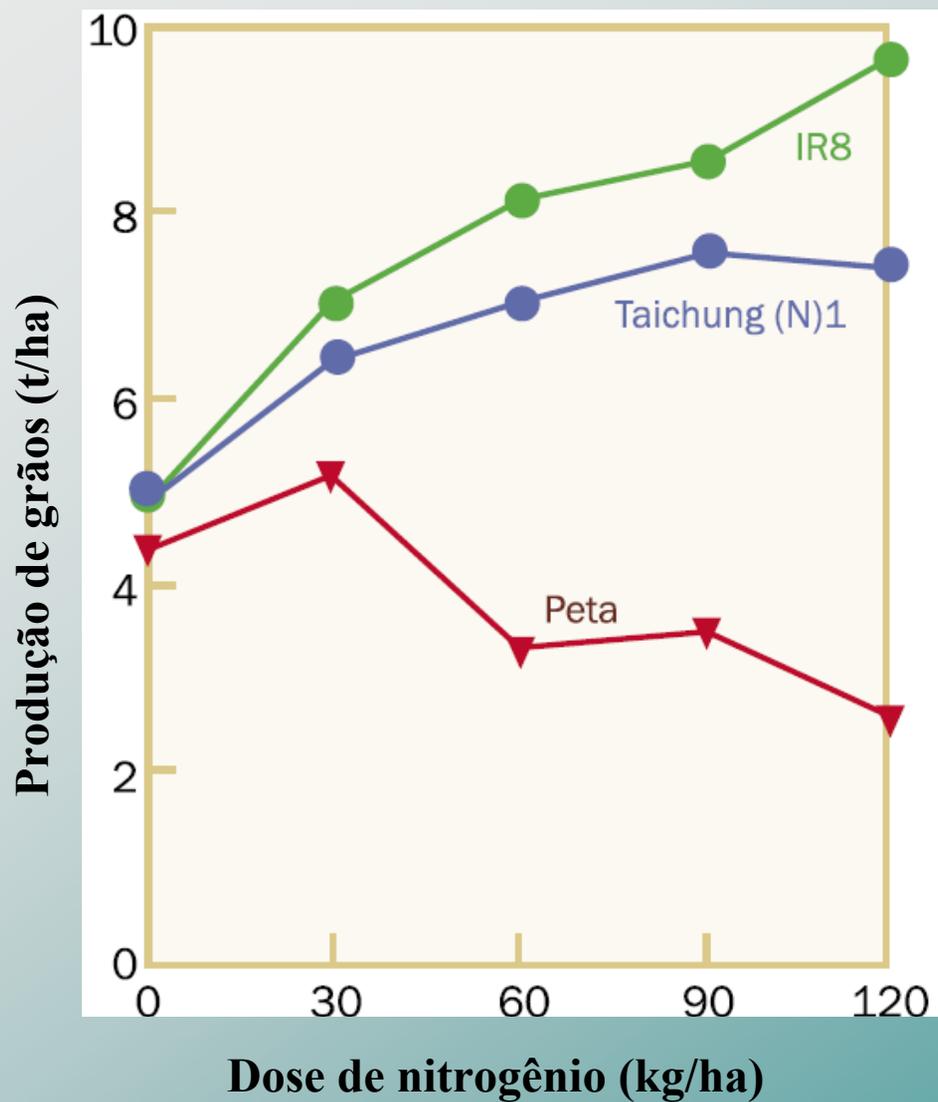
Ross M. Welch<sup>a,\*</sup>, Robin D. Graham<sup>b</sup>

## “Golden rice”

Alto de teor de  $\beta$ -caroteno

Fonte: Al-Babili & Bayer (2005)

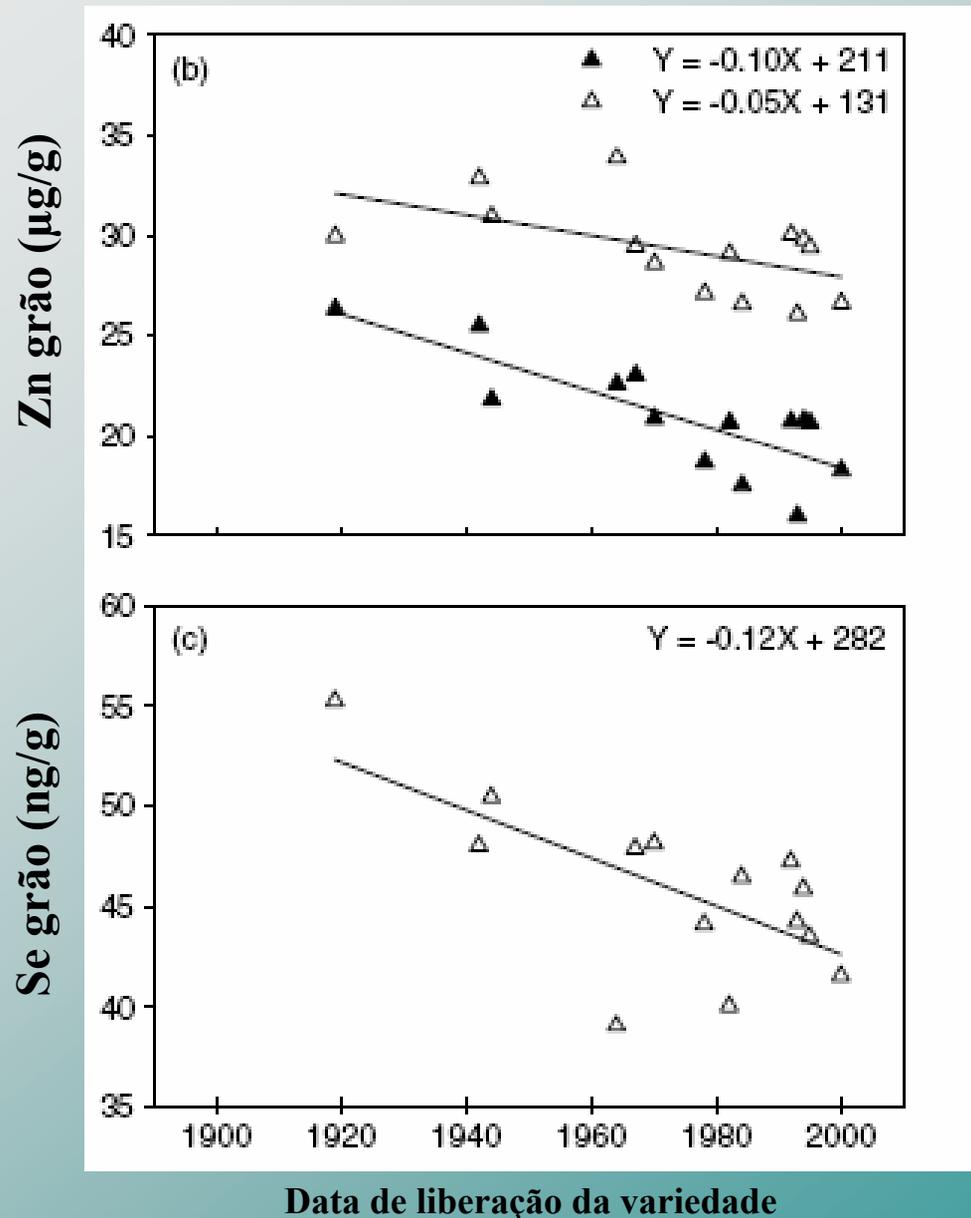




Fonte: S.K. De Datta - IRRI (1966)

“REVOLUÇÃO VERDE”

Resposta a adubação nitrogenada



Fonte: Garvin et al. (2006)

New  
Phytologist

2008

*Commentary*

The dilemma of controlling  
heavy metal accumulation in  
plants

Review

SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT 390 (2008) 301–310

## Selection and breeding of plant cultivars to minimize cadmium accumulation

C.A. Grant<sup>a,\*</sup>, J.M. Clarke<sup>b</sup>, S. Duguid<sup>c</sup>, R.L. Chaney<sup>d</sup>

<sup>a</sup>AAFC Brandon Research Centre, Box 1000A, R.R.#3, Brandon, MB Canada, R7A 5Y3

<sup>b</sup>AAFC Semiarid Prairie Agricultural Research Centre, Swift Current, SK, Canada S9H 3X2

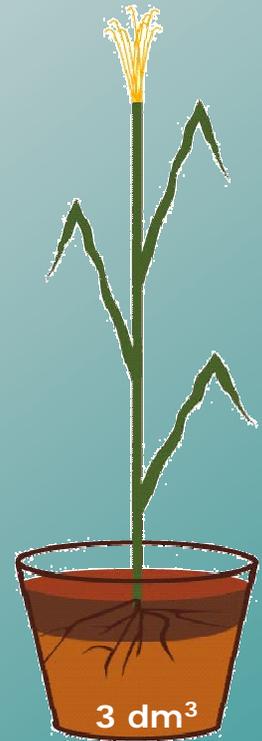
<sup>c</sup>AAFC Morden Research Station, Morden, MB, Canada R6M 1Y5

<sup>d</sup>USDA, ARS, Animal Manure and Byproducts Laboratory, Room 013, Building 007, BARC-West, 10300 Baltimore Avenue, Beltsville, MD 20705-2350, USA

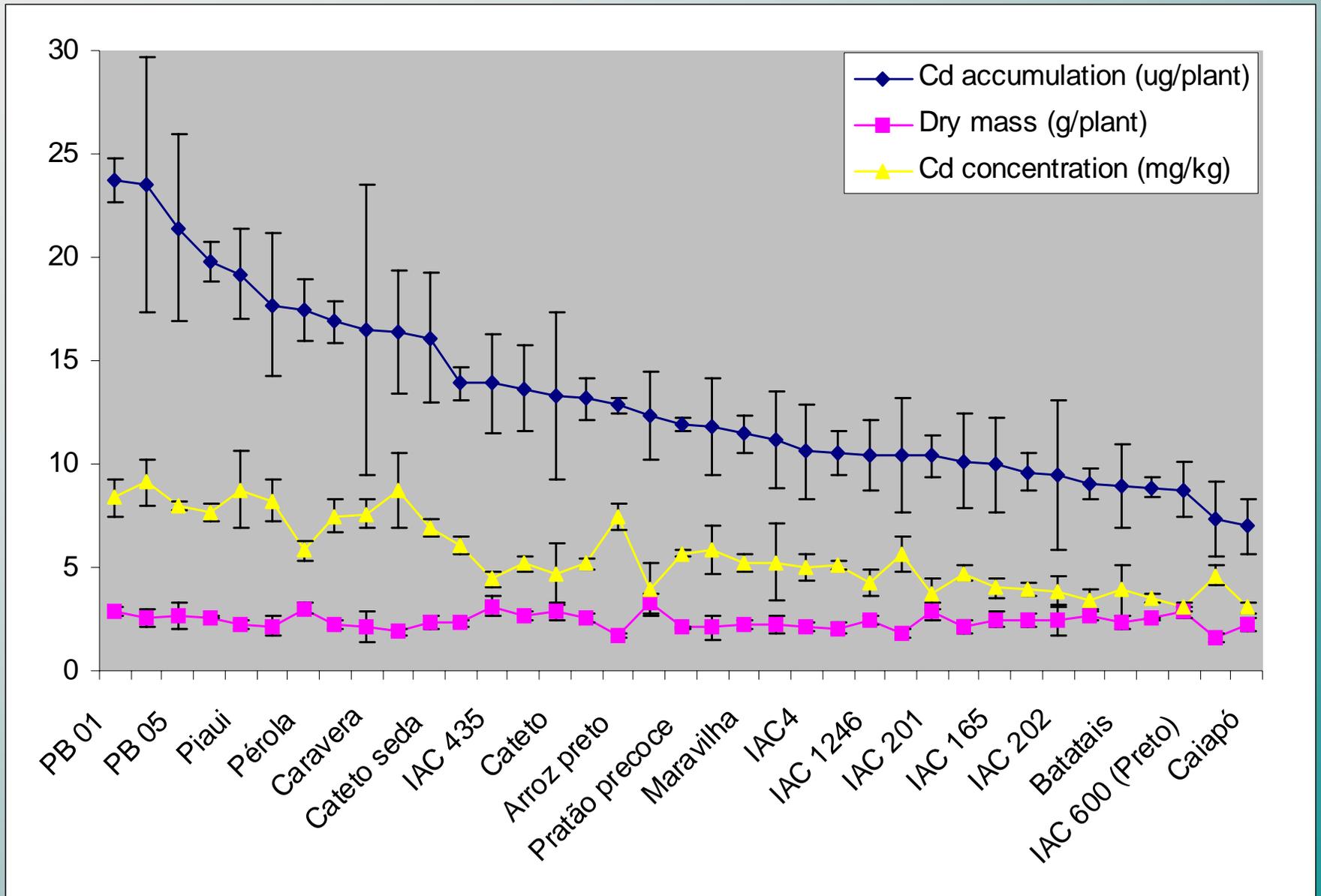
# EXPERIMENTO 1

**Local: CENA/USP**

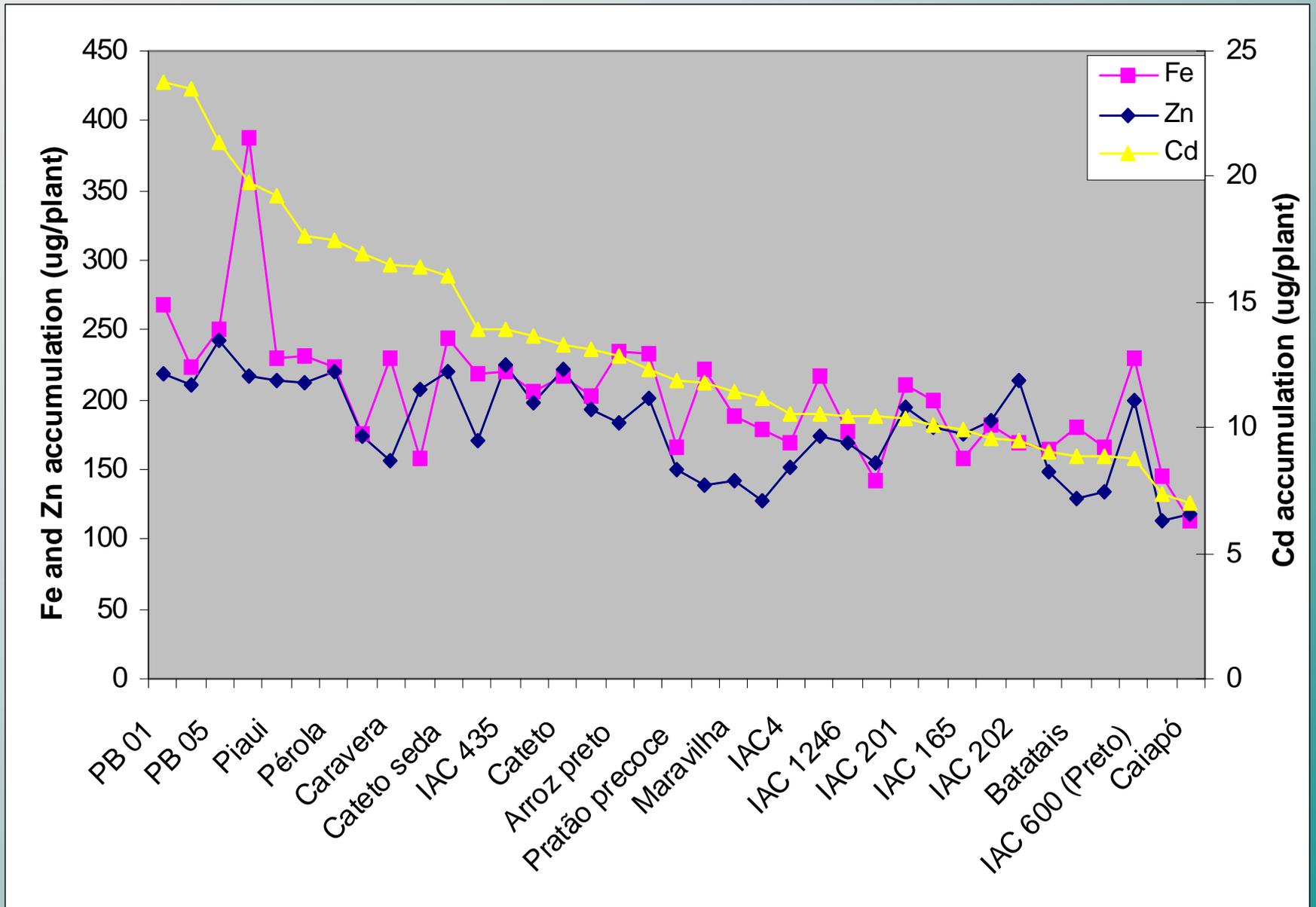
- Casa de vegetação
- Latossolo com teor total de  $1 \text{ mg kg}^{-1}$  de Cd
- 30 variedades de arroz de terras altas
  - 20 variedades EMBRAPA
  - 15 variedades IAC
- Análises: raiz, folha, casca e grãos / plântulas.
- Determinações: Macros, micros e metais pesados tóxicos.

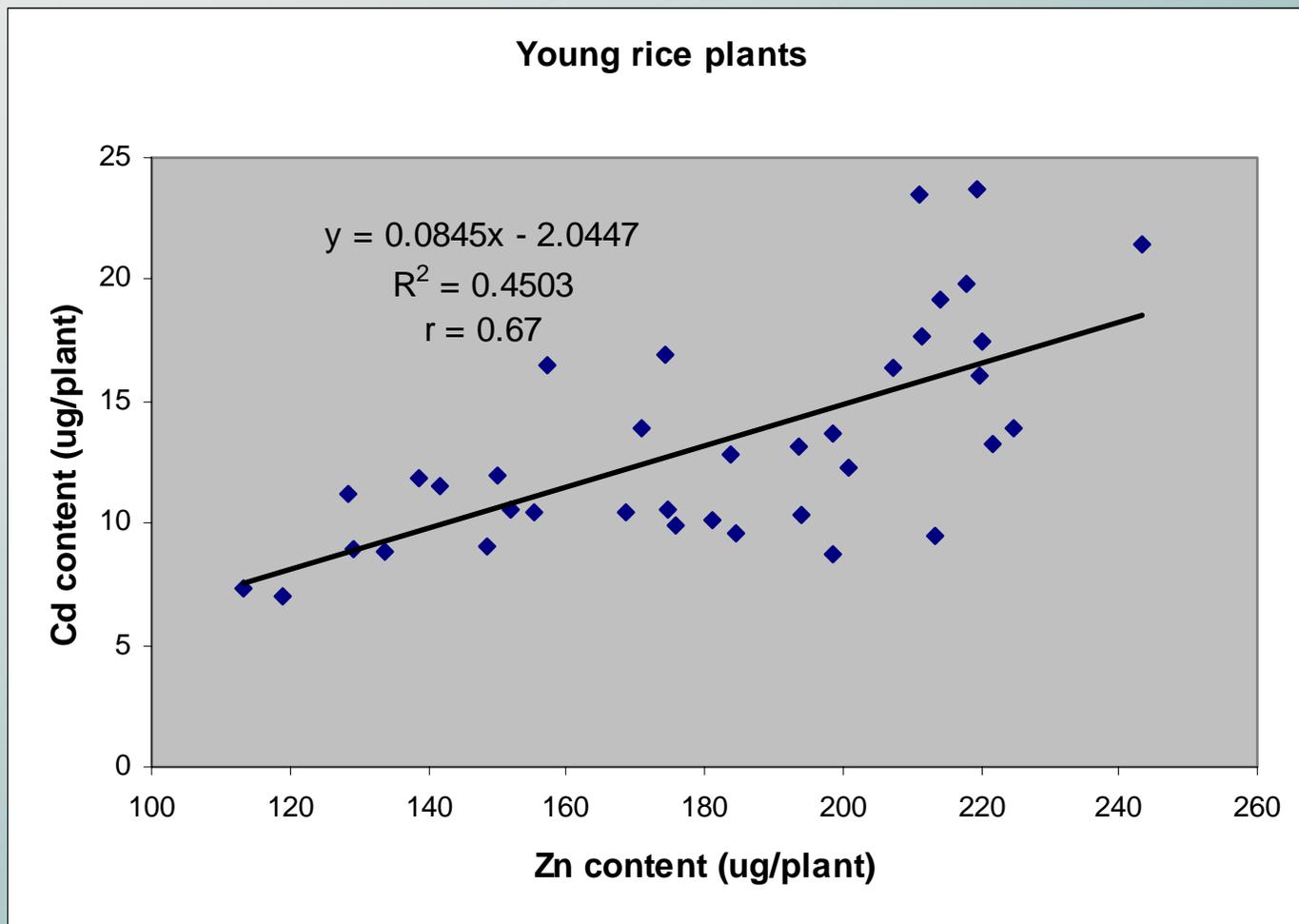


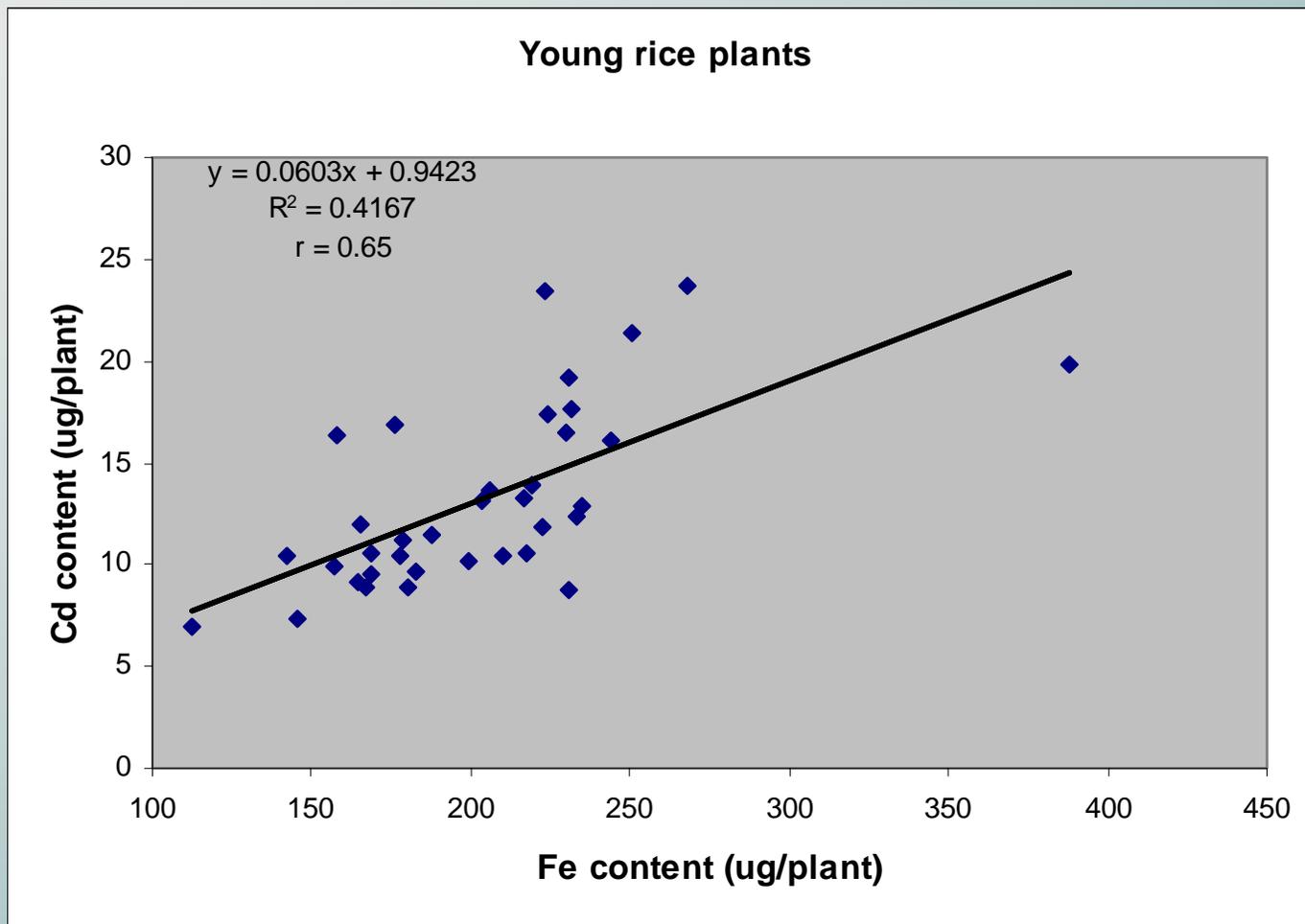
# Teores de Cd e Zn nas plantas jovens (45 dias)



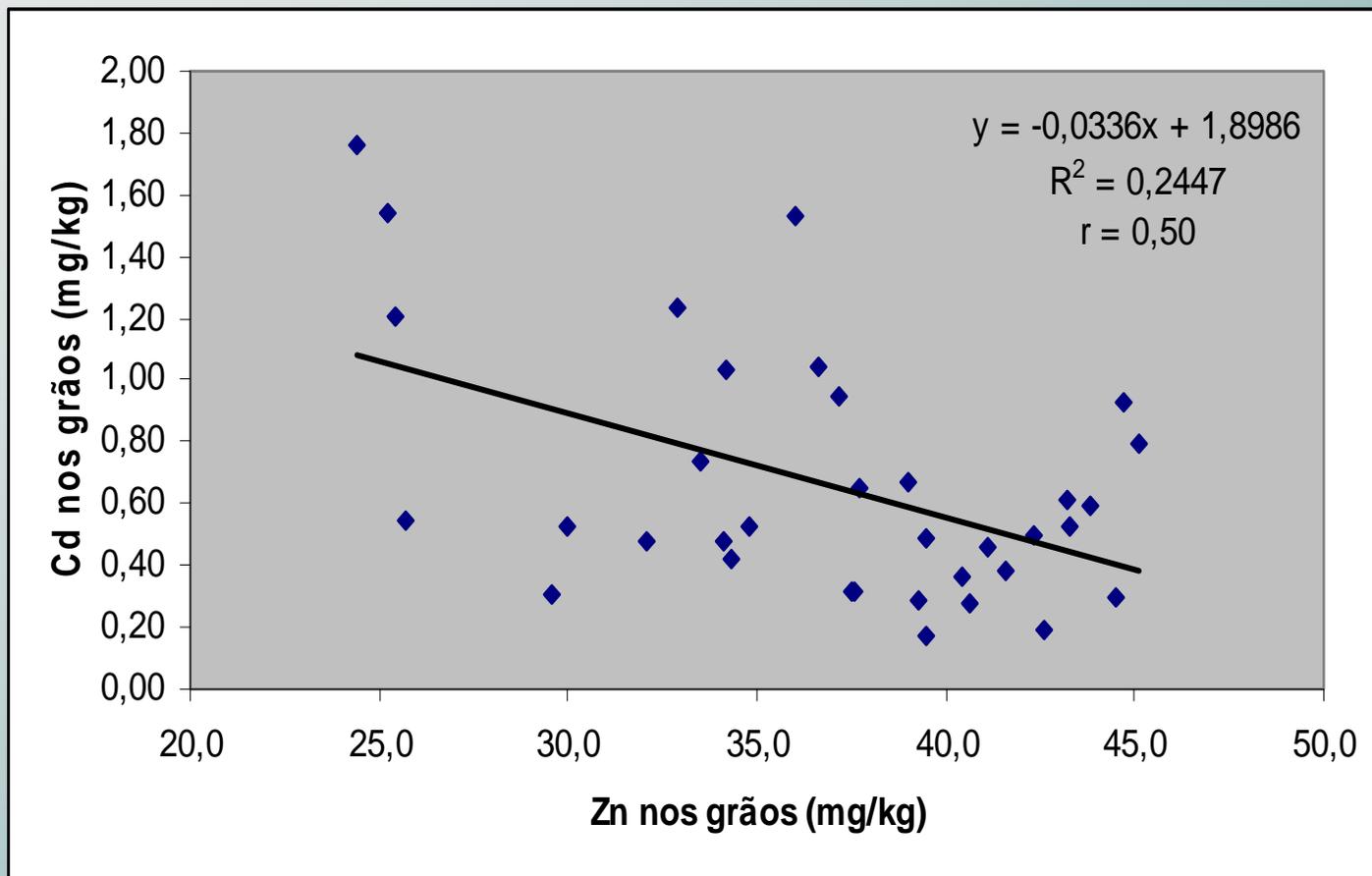
# Teores de Cd e Zn nas plantas jovens (45 dias)

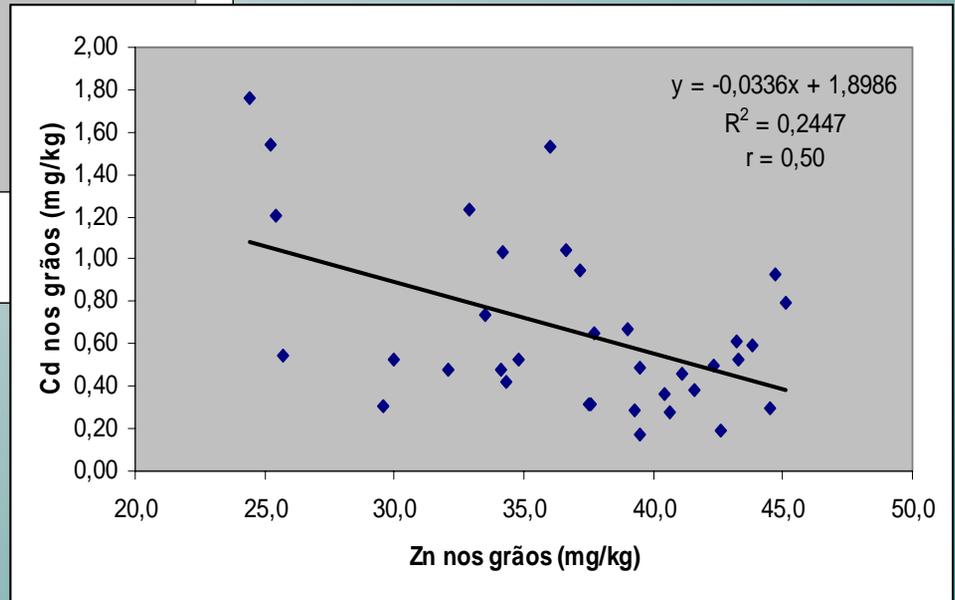
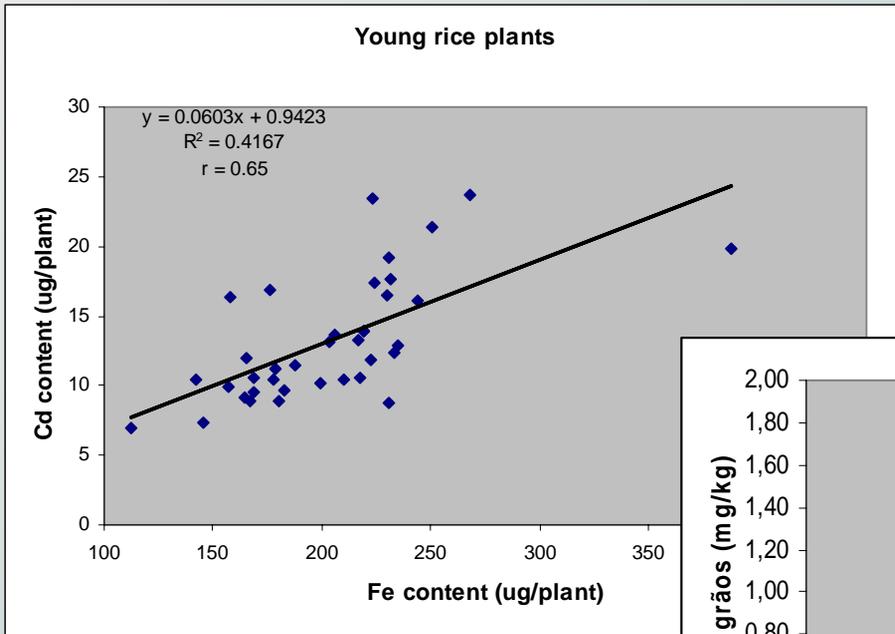


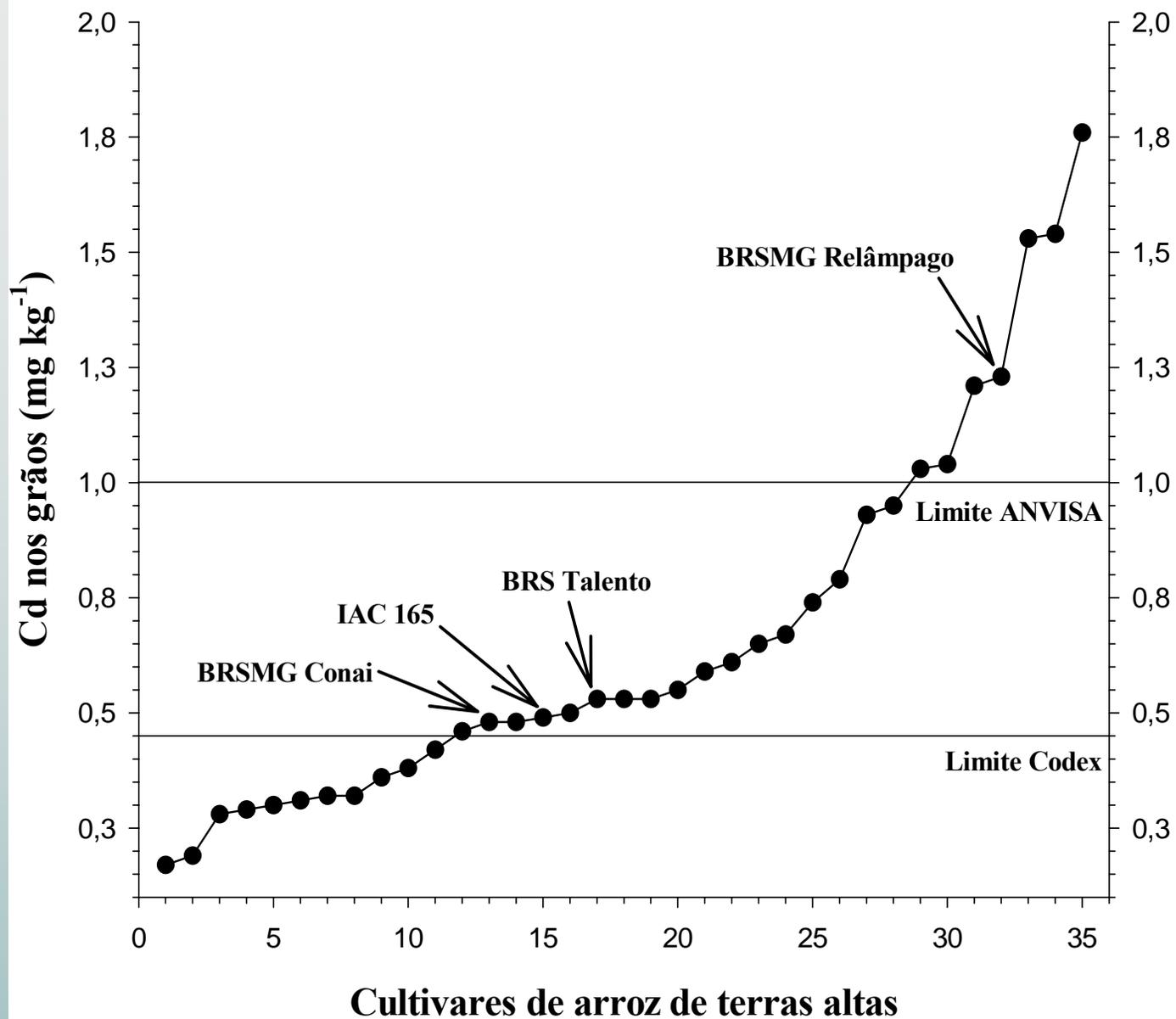




## Teores de Cd e Zn nos grãos







## EXPERIMENTO 2

**Local: Cornell University/USDA, Ithaca, NY, USA.**

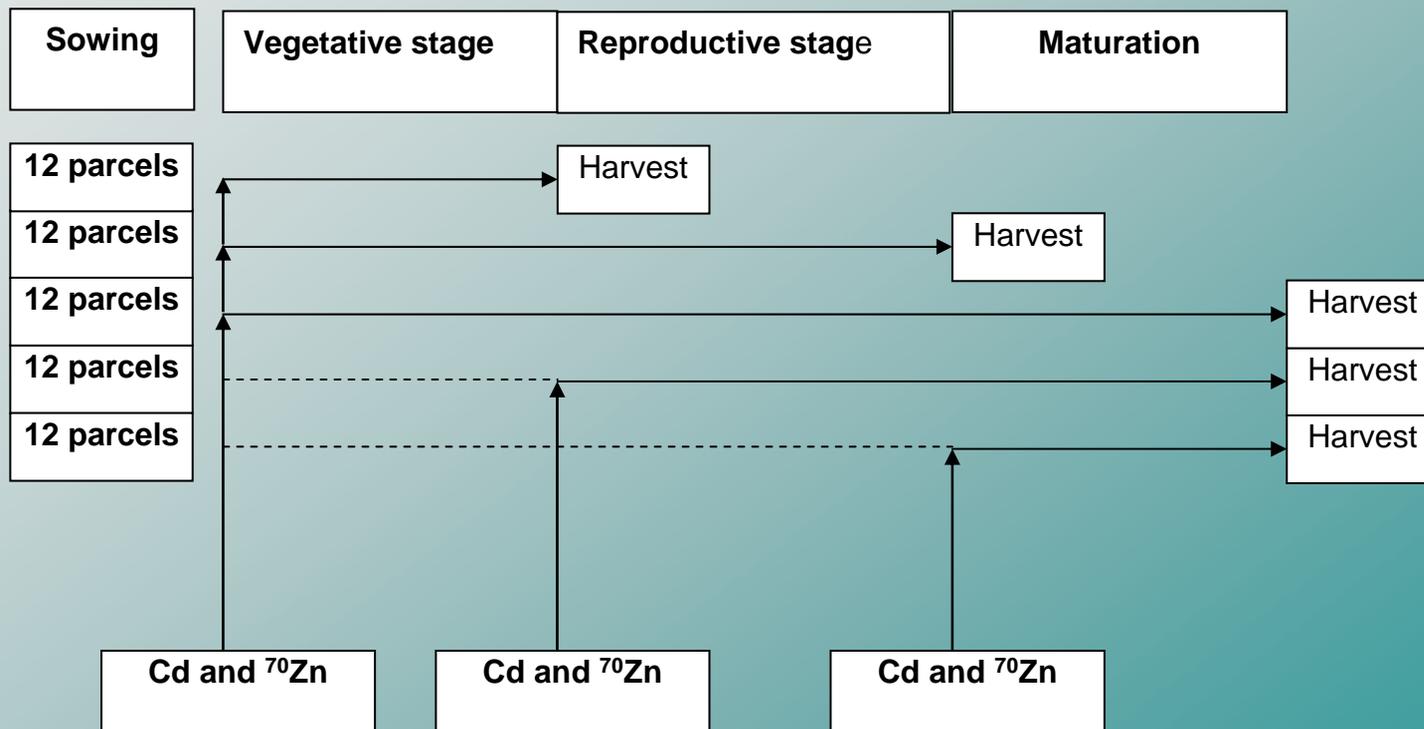
- **Das 30 variedades, serão usadas as duas mais contrastantes quanto ao acúmulo de Cd.**
- **Estudos de cinética de absorção, translocação e acúmulo de Cd e  $^{70}\text{Cd}$ .**

## EXPERIMENTO 2

Local: Cornell University/USDA, Ithaca, NY, USA.

Estudos de cinética de absorção, translocação e acúmulo de Cd e  $^{70}\text{Cd}$ .

TRATAMENTOS: Suficiente, P deficiente e Zn deficiente



## INFLUÊNCIA DO ESTADO NUTRICIONAL

Tratamentos <sup>(1)</sup>							
	Raiz	Parte aérea	Grãos	Teor	Acum.	Teor	Acum.
	—————g/planta—————			$\mu\text{g kg}^{-1}$	ng/planta	$\text{mg kg}^{-1}$	$\mu\text{g/planta}$
BRSMG Relâmpago							
Completa	5,4	38,9	32,7	<b>90</b>	2743	31	1015
Deficiente em P	1,9	2,7	1,1	<b>72</b>	87	28	31
Deficiente em Zn	5,6	33,5	22,0	<b>304</b>	5830	17	363
BRS Talento							
Completa	6,2	68,7	22,1	<b>51</b>	1591	27	514
Deficiente em P	2,8	5,2	1,6	<b>870</b>	1244	34	55
Deficiente em Zn	5,3	33,2	8,9	<b>87</b>	483	10	91

## AGRADECIMENTOS

- FAPESP (Processo N° 04/15897-7) – Bolsa de doutorado
- Dr. Ross M. Welch (Cornell University) – Doutorado sanduíche



**MUITO OBRIGADO !!!**

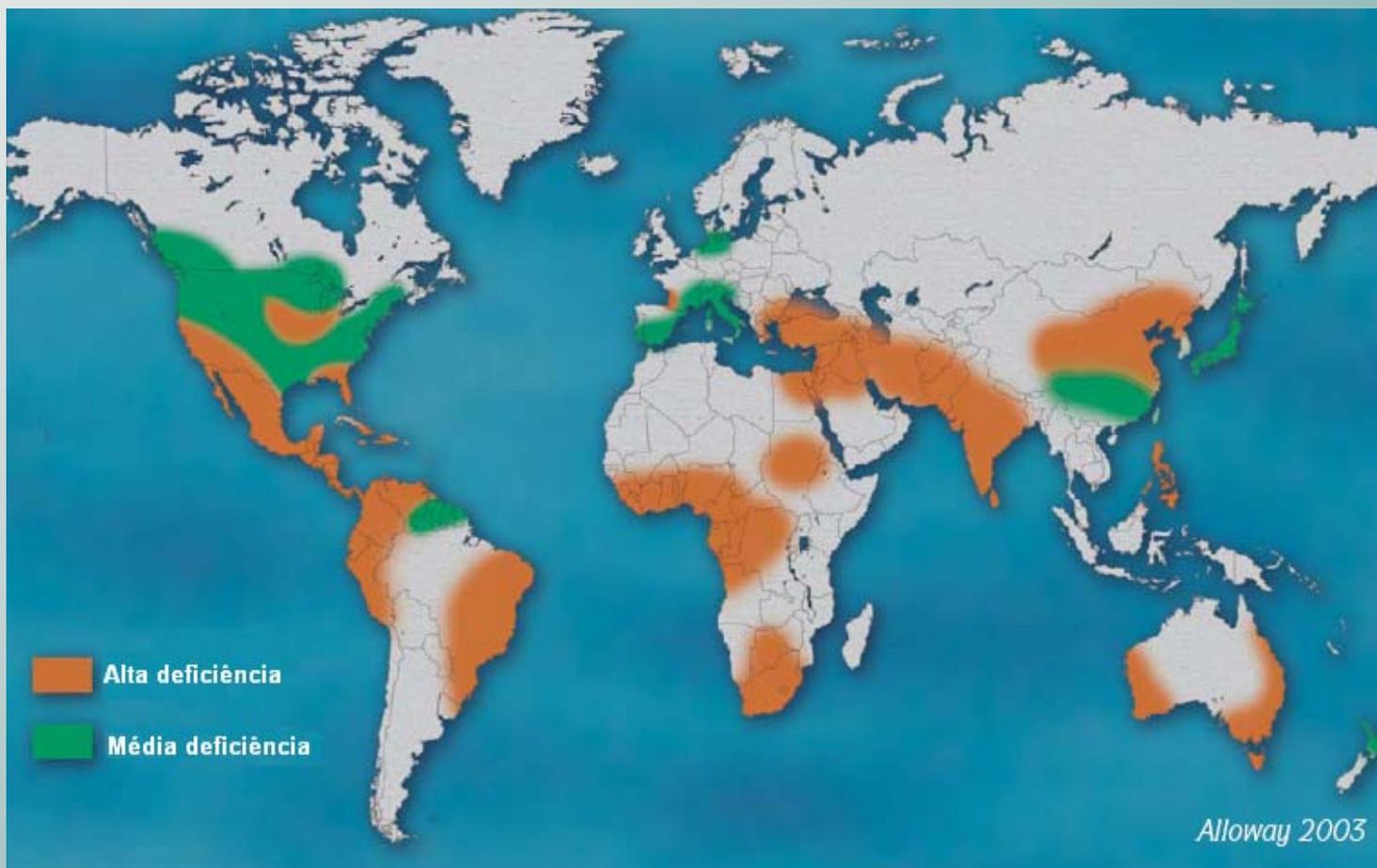


**"NO STRESS"**

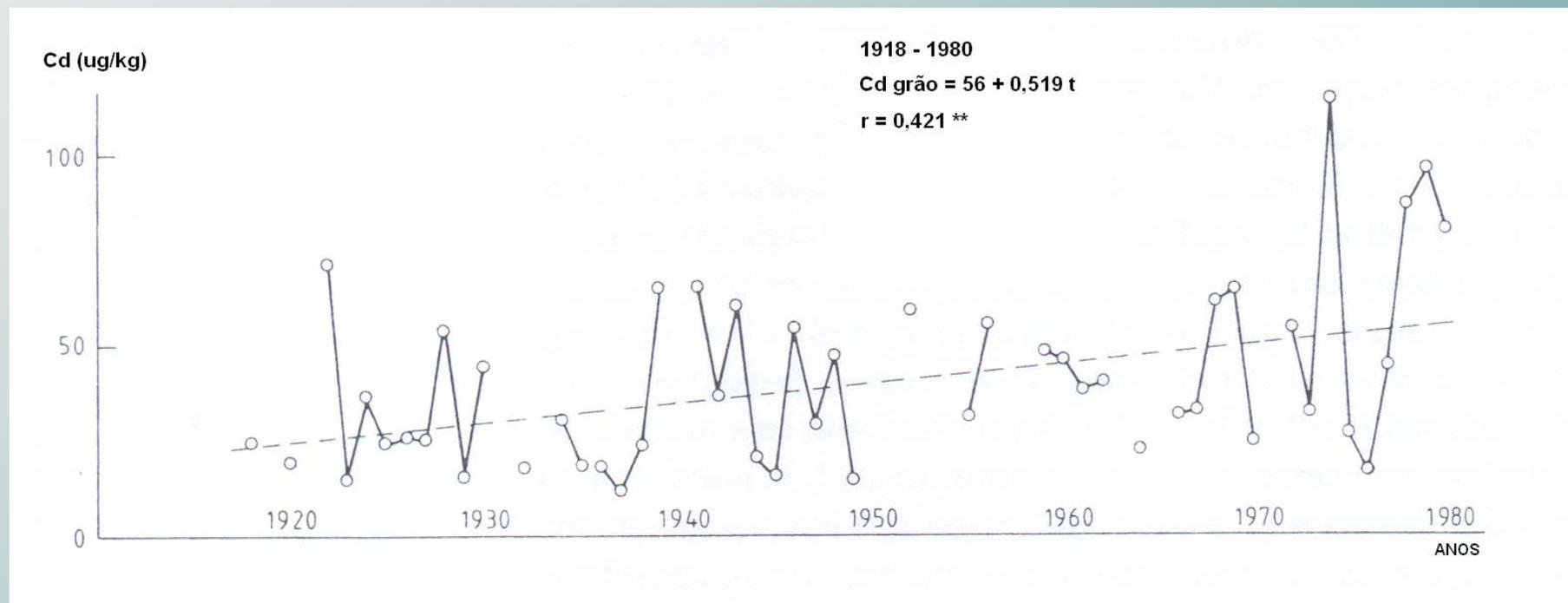


## Deficiências de zinco em diversas regiões

Ok



## Teores de Cd em grãos de trigo na Suécia



Fonte: Andersson & Bingefors (1985)