



IPNI

INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

Fontes de Zinco para a Agricultura e Oportunidades de Aplicação

Dr. Valter Casarin
IPNI Brasil



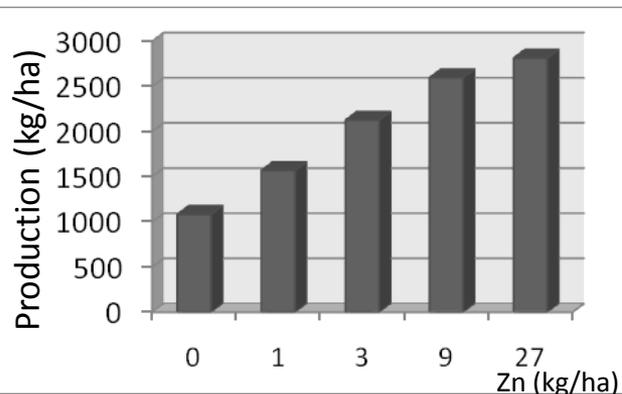
UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA DO CERRADO

- Análise de 518 amostras da superfície de solos virgens do cerrado do Brasil Central.

MICROS	NÍVEL CRÍTICO (MG DM ⁻³)	ABAIXO DO NÍVEL CRÍTICO (%)	INTERVALO	MÉDIA
			- - - - - (MG DM ⁻³) - - - - -	
COBRE	1,0	70	0,0 - 9,7	0,6
ZINCO	1,0	95	0,2 - 2,2	0,6
MANGANÊS	5,0	37	0,6 - 92,2	7,6
FERRO	-	-	3,7 - 74,0	32,5

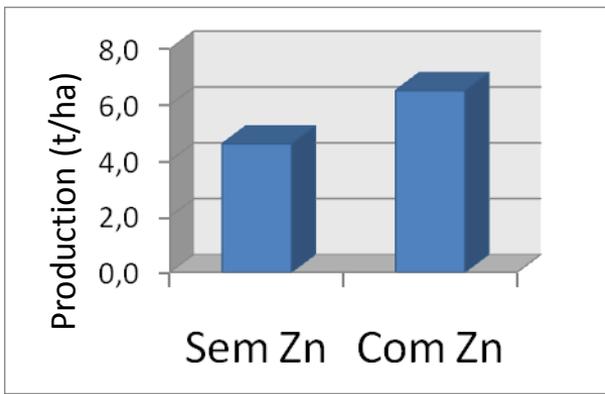
AUMENTO DE RENDIMENTO EM DIVERSAS CULTURAS PELA APLICAÇÃO DE ZN

Soja



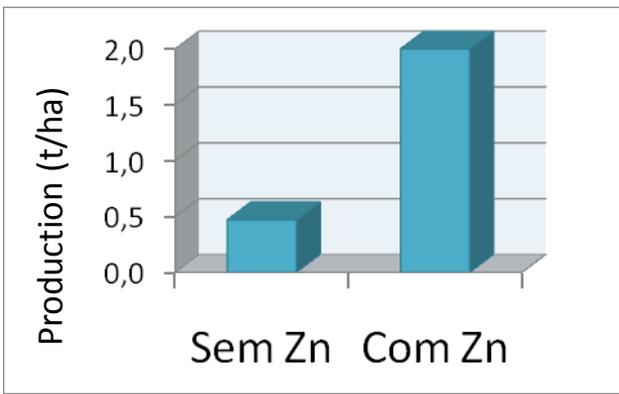
FONTE: RITCHEY, 1978

Milho



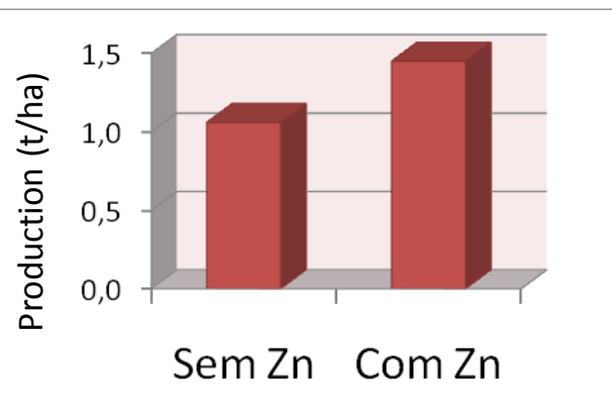
FONTE: GALRÃO, 2002

Arroz



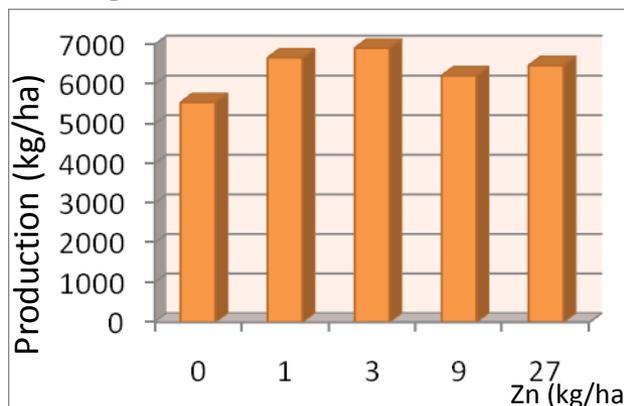
FONTE: GALRÃO, 2002

Café



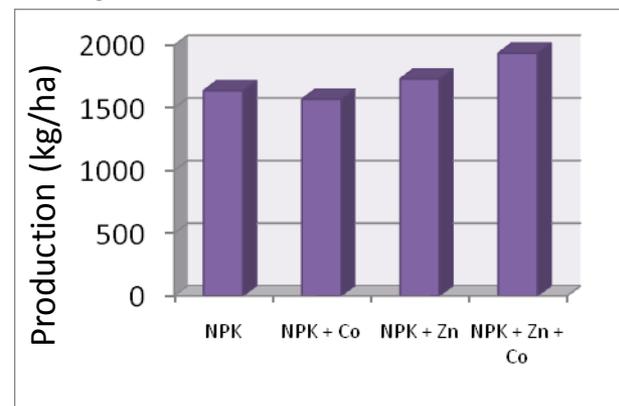
FONTE: GALRÃO, 2002

Sorgo



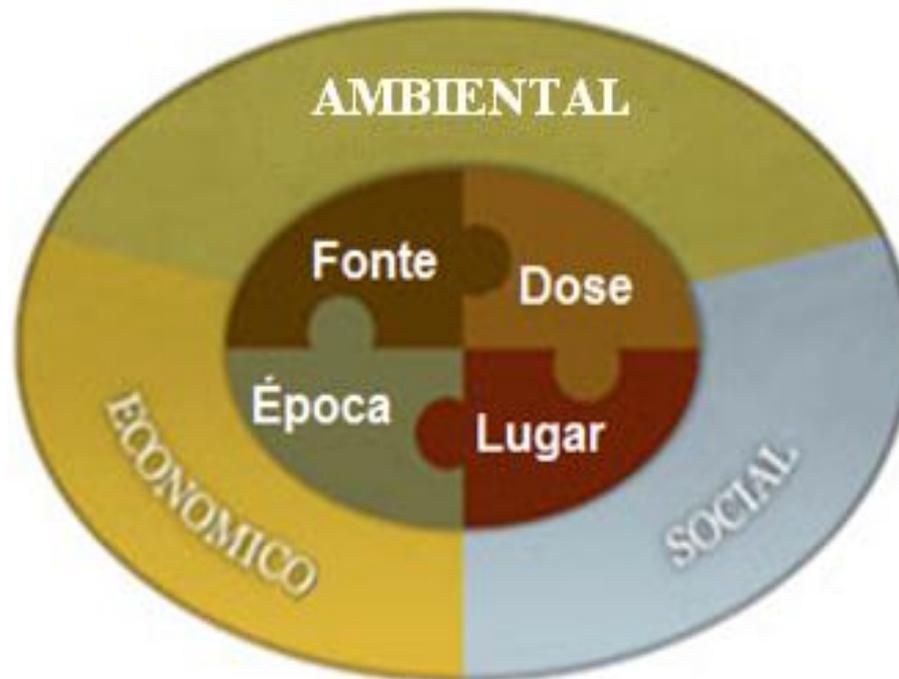
FONTE: RITCHEY et al., 1976

Feijão



FONTE: BUZETTI et al., 1982

**PARA ALIMENTAR NOSSO POVO,
É PRECISO PRIMEIRO ALIMENTAR NOSSO SOLO.
(AMIT H. ROY, IFDC)**



Conceito 4 C



LUGAR CERTO

- ✓ **Adubação via solo;**
- ✓ **Adubação foliar;**
- ✓ **Tratamento de sementes;**
- ✓ **Tratamento de mudas.**



ADUBAÇÃO VIA SOLO

FONTE

- **Fontes inorgânicas:**

- Óxidos, carbonatos e fosfatos → insolúveis em água

FERTILIZANTE	GARANTIA MÍNIMA
Óxido de Zinco	72% de Zn

- Oxi-sulfatos → Solubilização parcial de matérias-primas, com objetivo de aumentar a solubilidade dos fertilizantes
- “Fritas” → solubilidade é controlada pelo tamanho das partículas e por variações na composição da matriz.

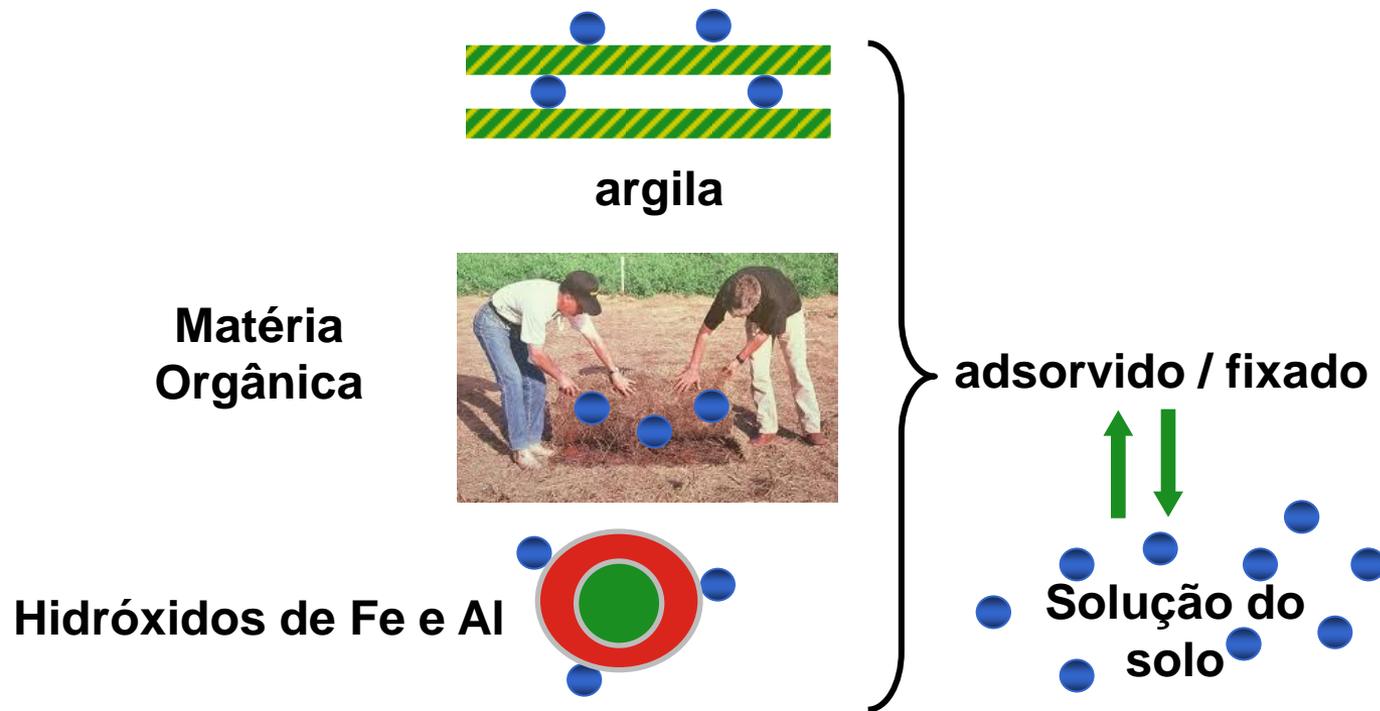


RELAÇÃO ENTRE O PROCESSO DE CONTATO E A LOCALIZAÇÃO DOS FERTILIZANTES

Comportamento dos micronutrientes no solo

Elemento	Processo de contato			Aplicação de fertilizantes
	Interceptação o radicular	Fluxo de massa	Difusão	
	(% do total)			
B	3	97	0	Distante, em cobertura (parte)
Mo	5	95	0	Cobertura
Cu*	15	5	80	Próximos das raízes
Fe*	40	10	50	Próximos das raízes
Mn*	15	5	80	Próximos das raízes
Zn*	20	20	60	Próximos das raízes

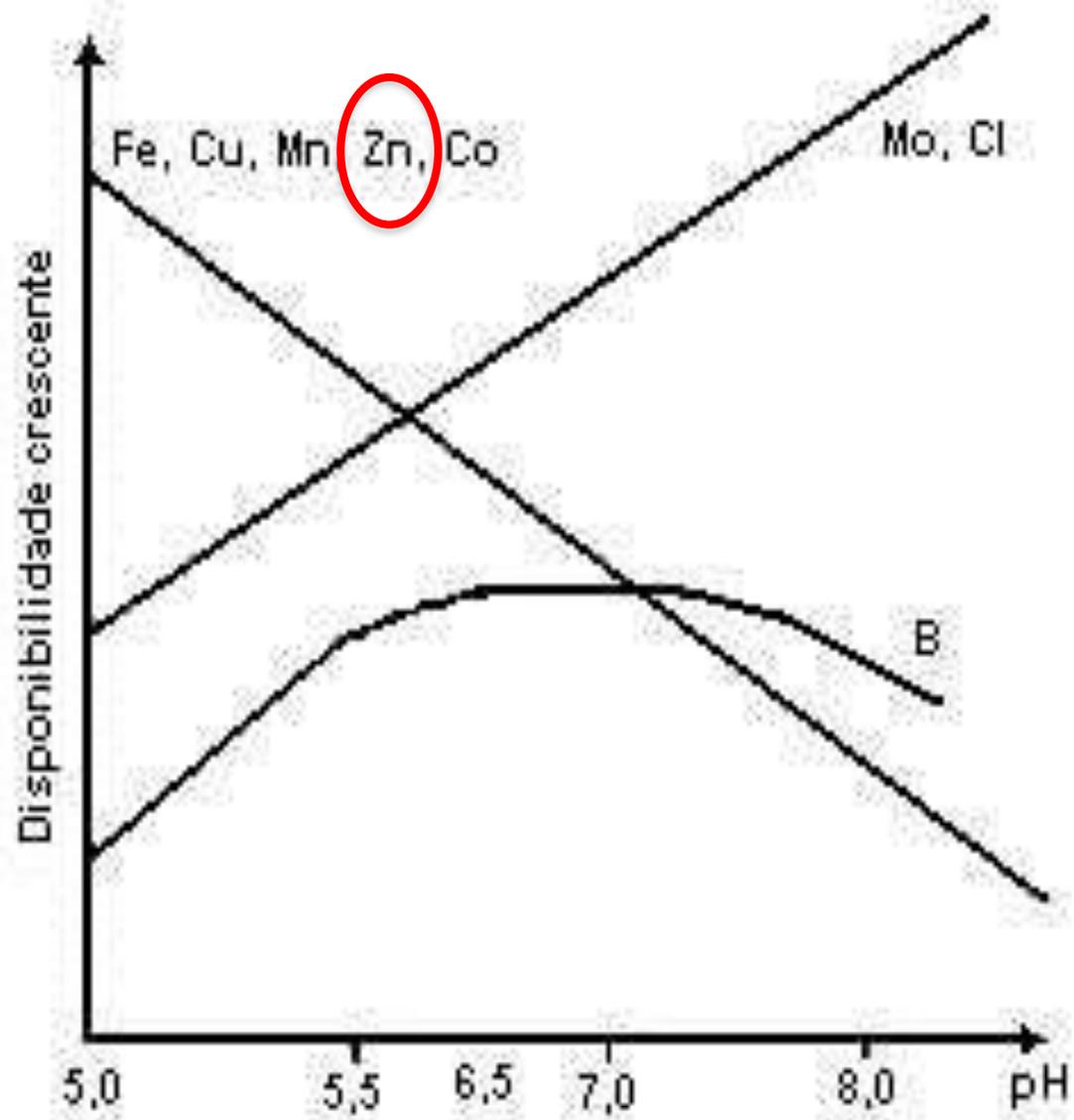
MICRONUTRIENTES NO SOLO: FORMAS DE LIGAÇÃO



Conteúdo total >>> fração trocável >>> fração Solução do Solo

➤ *baixa disponibilidade para as plantas!*





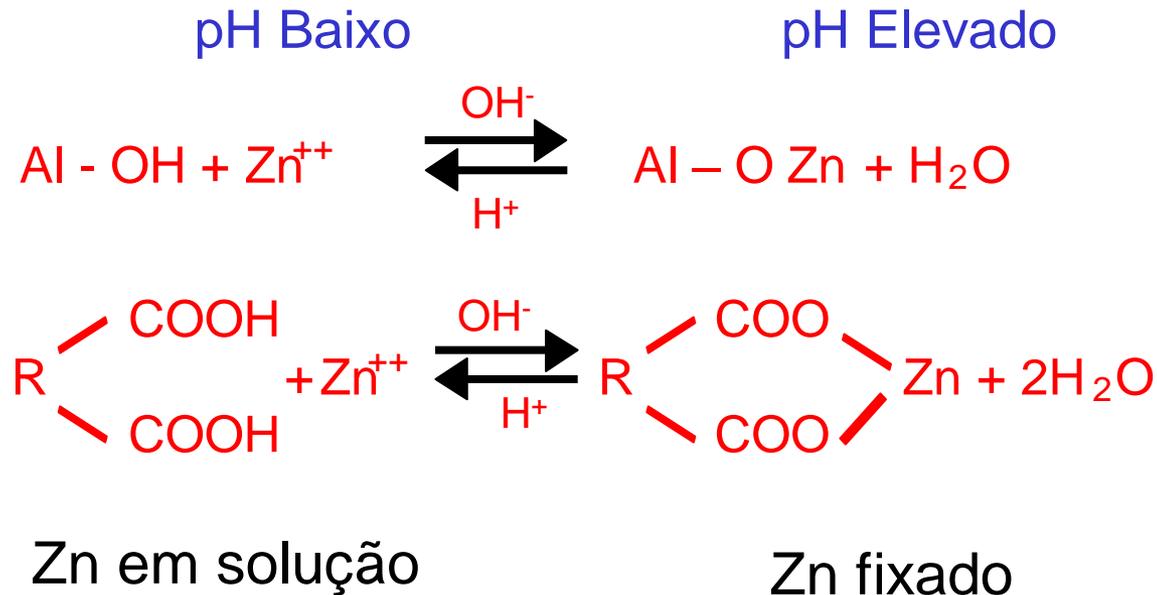
Calagem

A elevação do pH provoca a diminuição na disponibilidade do Zn

Mecanismos: (1) Precipitação pelo OH^- na solução do solo



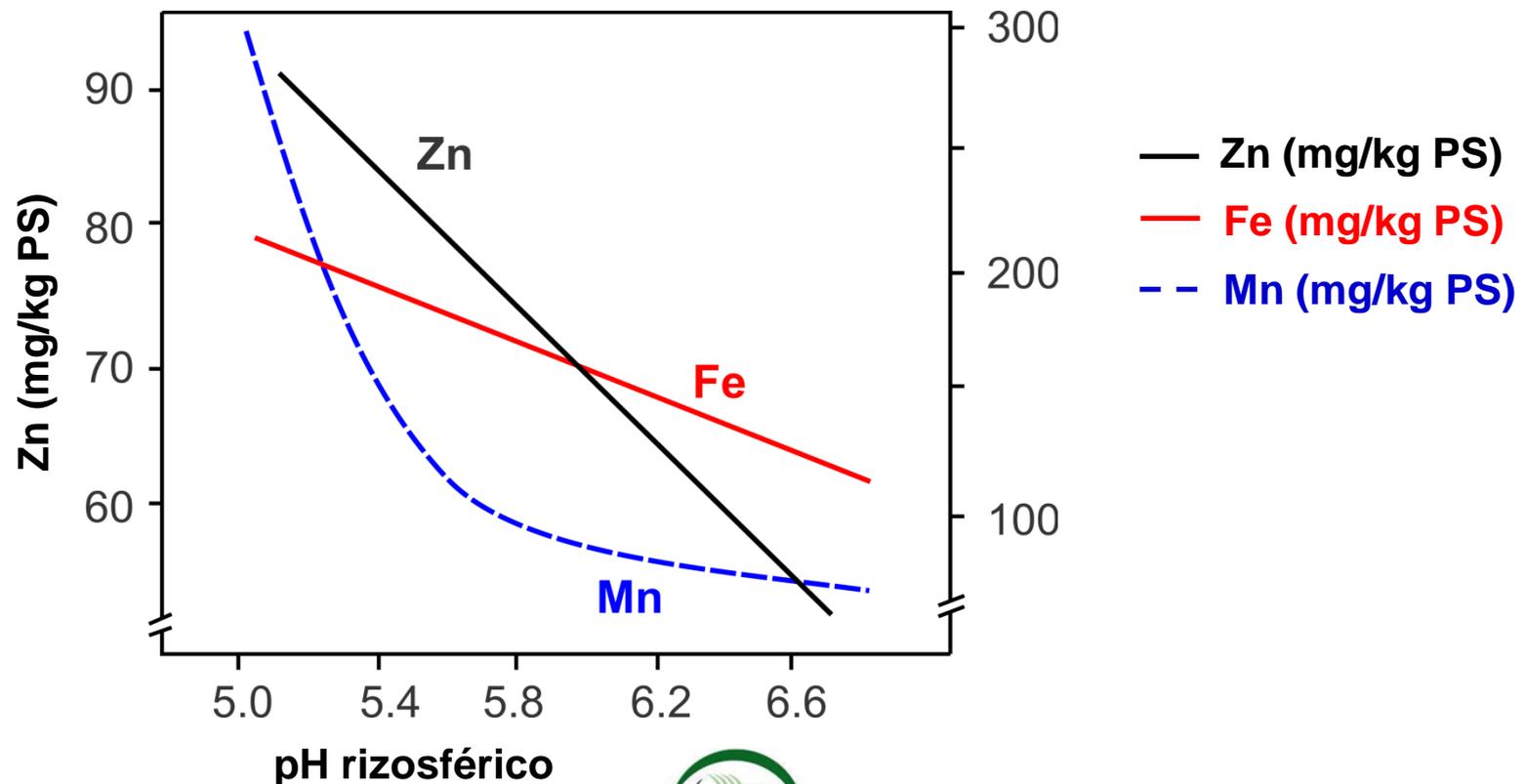
(2) Fixação \Rightarrow Adsorção específica na fração coloidal do solo



DISPONIBILIDADE DE MICRONUTRIENTES NO SOLO: EFEITO DO PH

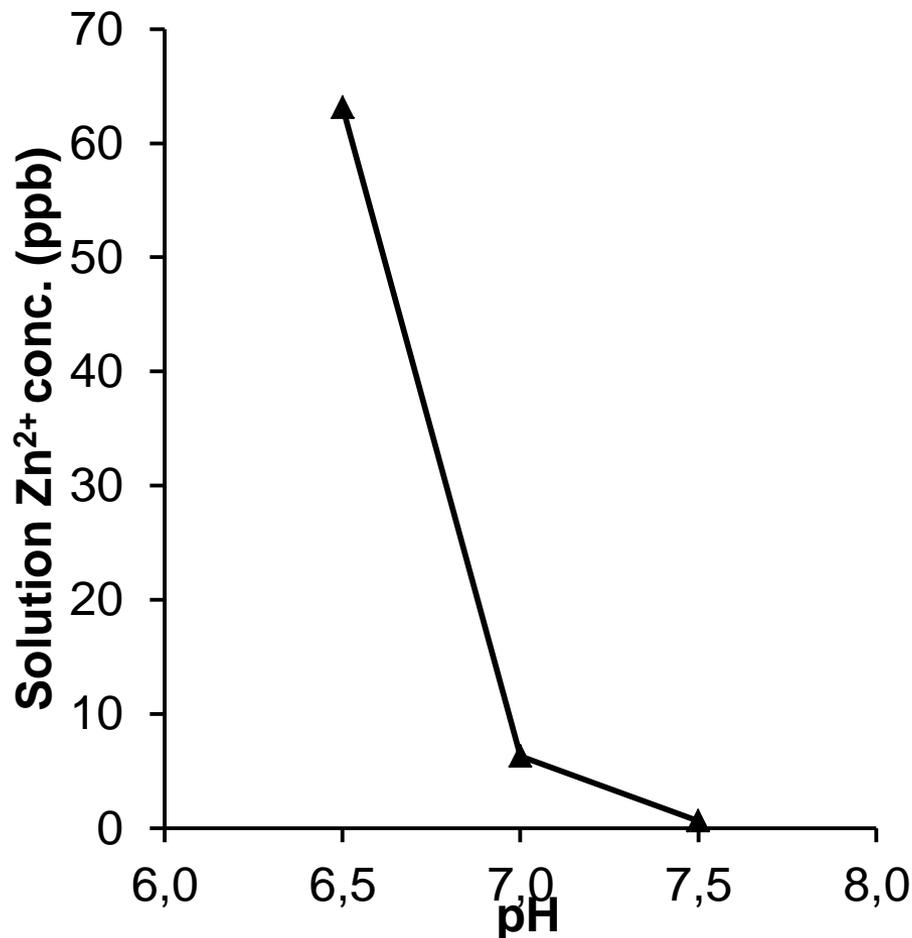
Influência do pH rizosférico na concentração de Zn, Fe e Mn em feijão (*P. vulgaris*)

(pH rizosférico induzido pela aplicação de NH_4^+)

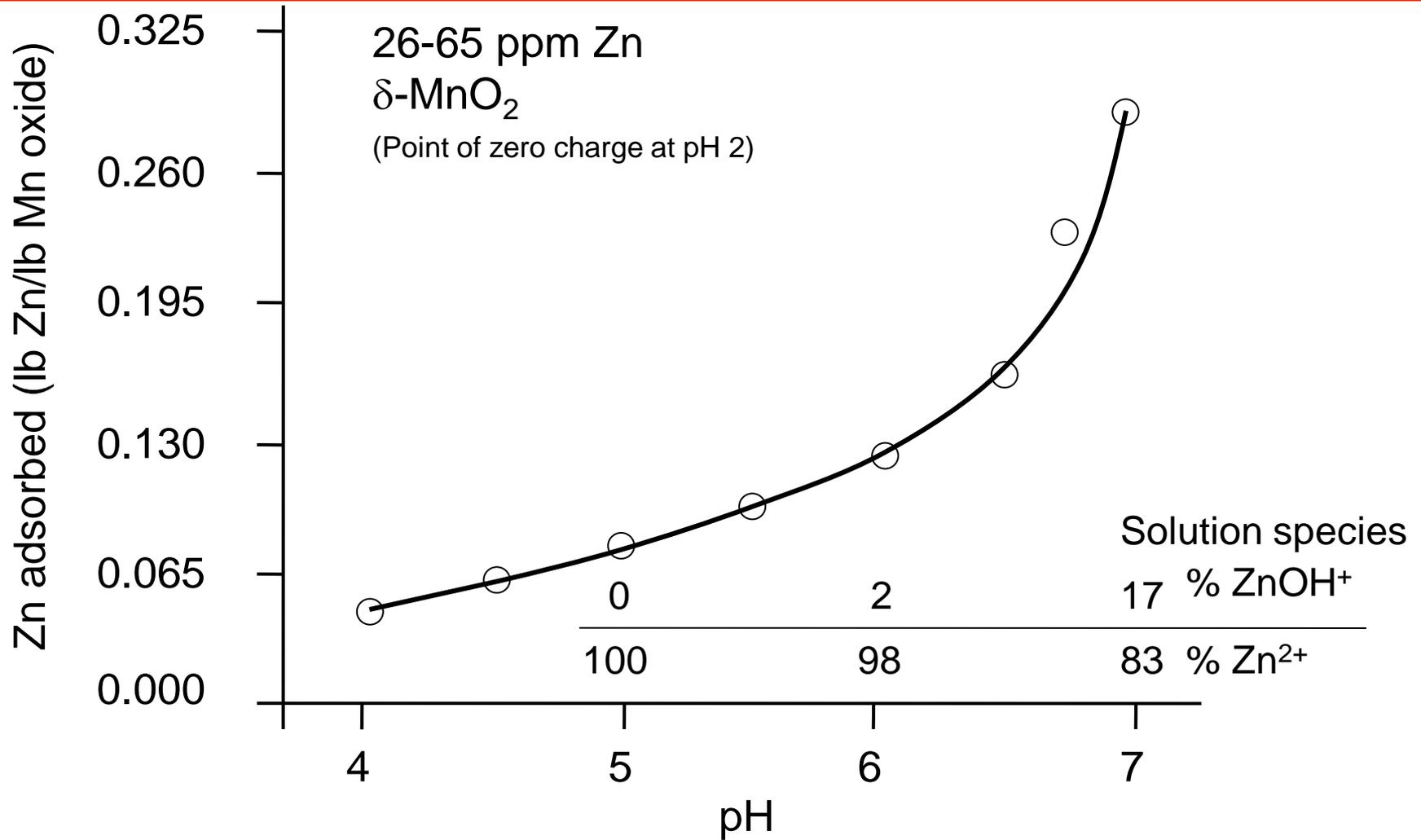


EFEITO DO PH NA ALTERAÇÃO DO ZN EM SOLUÇÃO

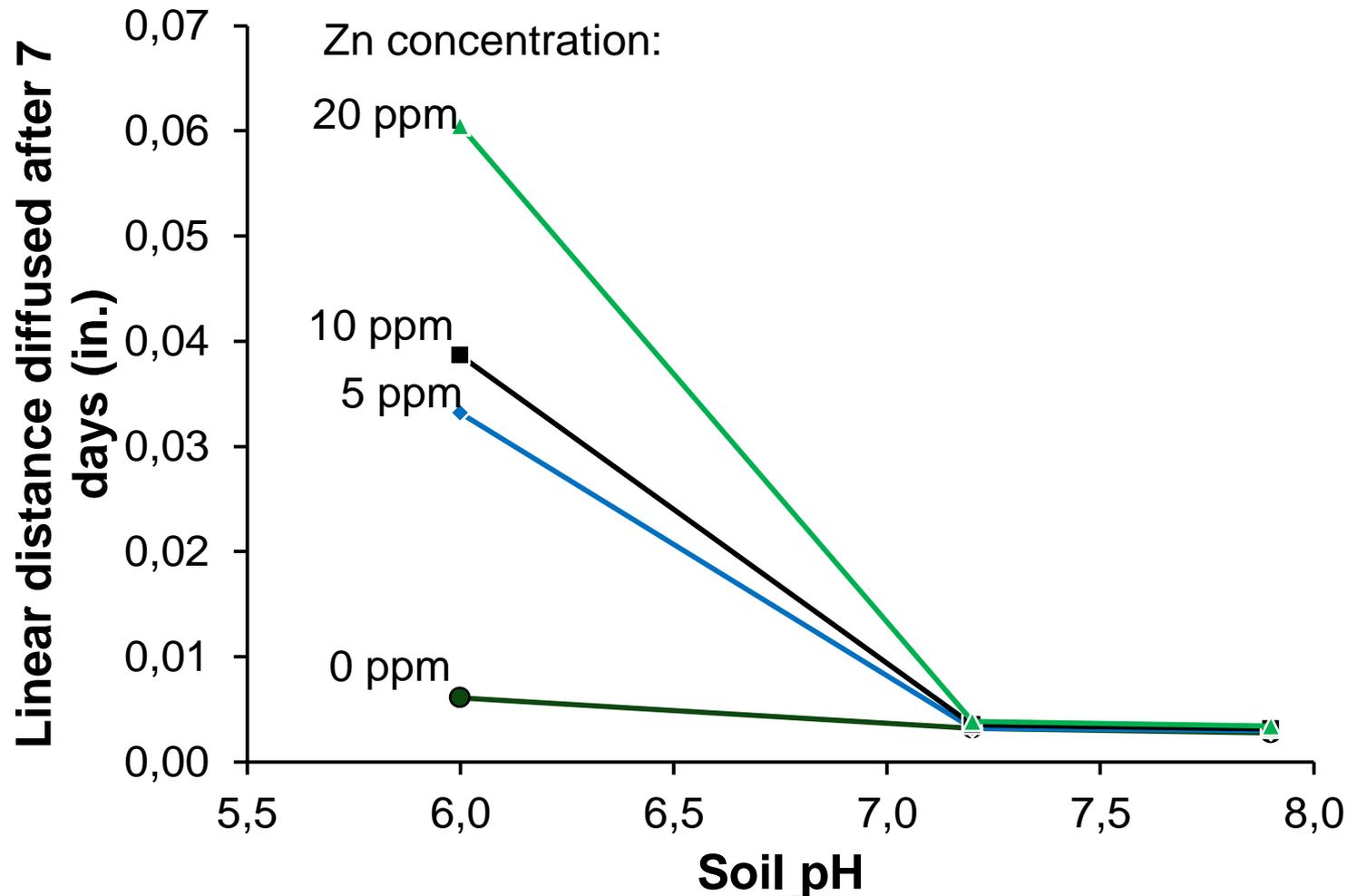
- Atividade de Zn^{2+} e Mn^{2+} em solução é provavelmente determinada pela solubilidade da franklinita
 $(Zn, Mn, Fe)_2O_4$



ADSORÇÃO DE ZN NA SUPERFÍCIE DE ÓXIDO DE MN EM DIFERENTES NÍVEIS DE PH



EFEITO DO PH NA ABSORÇÃO DE ZN PELA RAIZ DA PLANTA



Adubação Fosfatada



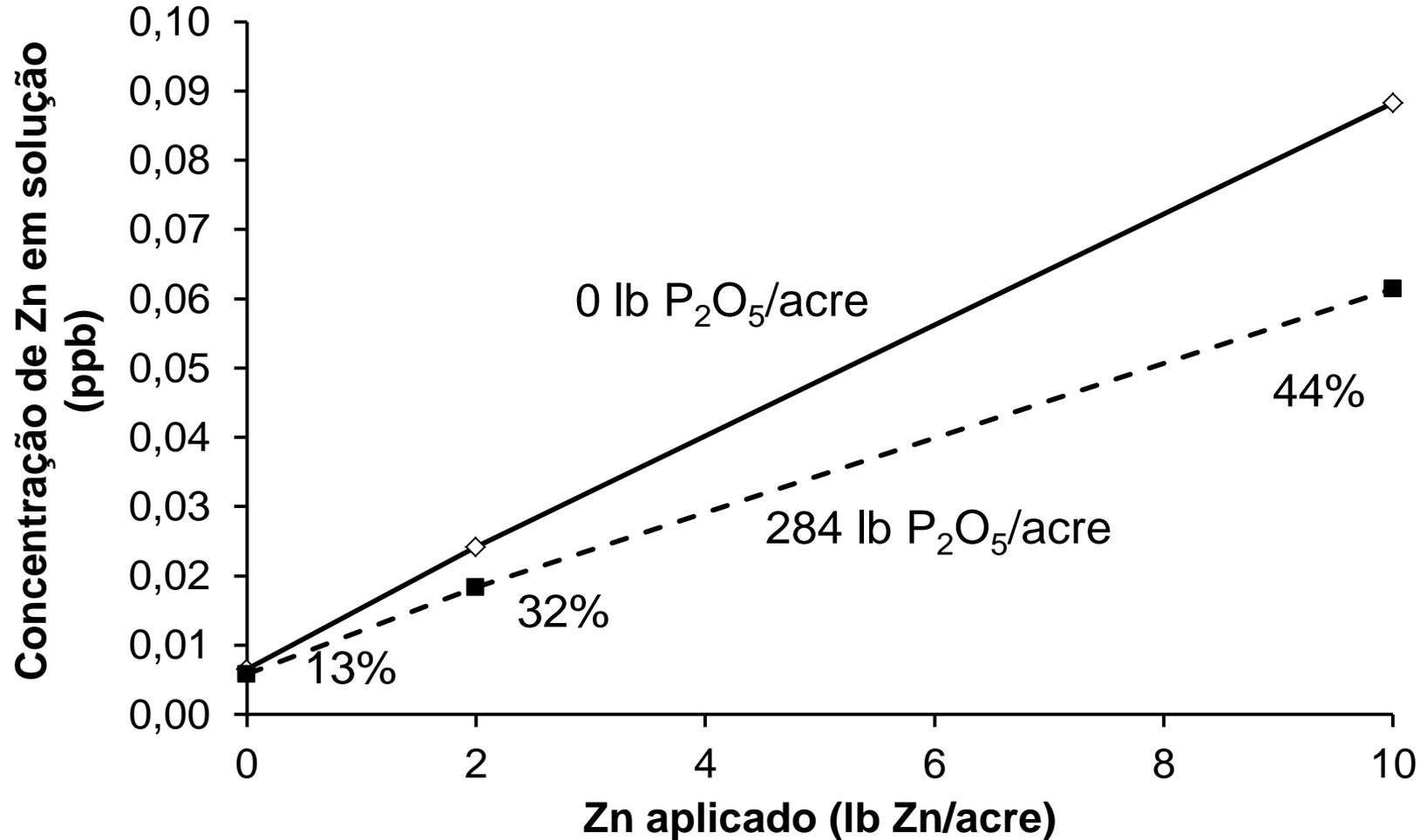
Inibição não competitiva com o H_2PO_4^-

$\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightarrow$ Provoca precipitação do Zn^{++} na raiz = Menor absorção

$\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightarrow$ Diminui transporte do Zn^{++} da raiz para a parte aérea



Aplicação de P pode reduzir Zn em solução



ADUBAÇÃO FOLIAR



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

SAIS SOLÚVEIS DE MICRONUTRIENTES METÁLICOS

Sulfato de Zinco	Nitrato de Zinco	Cloreto de Zinco
20% Zn	18% Zn	26% Zn

Parte de planta	Fonte de Zinco			
	Cloreto	Nitrato	Sulfato	Quelato
	----- µg/planta de Zn -----			
Raízes	2	2	4	19
Caule e ramos abaixo	4	5	4	10
Folhas abaixo	5	5	4	31
Folhas tratadas	609	357	80	216
Caule e ramos acima	5	6	5	10
Folhas acima	8	7	6	17
Total	633	382	103	303

FONTE: MALAVOLTA ET AL.,
1995

TEORES FOLIARES DE ZINCO E MANGANÊS EM CITROS

TRATAMENTOS	TEOR ZN (PPM)	Teor Mn (ppm)
CONTROLE	16,2	37,0
SULFATOS	36,0 (4.400 G)	63,0 (3.000 G)
CLORETOS	36,0 (800 G)	54,0 (480 G)

FONTE: CAETANO, 1982



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

DESBALANCEAMENTO ENTRE CÁTIOS METÁLICOS

Inibição

A presença de um íon A diminui a absorção do íon B

Competitiva → A e B competem pelo mesmo carregador

B	A
Mn ⁺⁺	Fe ⁺⁺
Fe ⁺⁺	Cu ⁺⁺
Zn ⁺⁺	Cu ⁺⁺
Zn ⁺⁺	Mn ⁺⁺

Ex.: Soja: deficiência de Mn⁺⁺ provocada pelo excesso de Fe⁺⁺ (alta redução)

Manejo

- Aumentar a concentração do nutriente **B**
- Usar Zn **quelatizado**
- Adicionar **KCl**



DESBALANCEAMENTO ENTRE CÁTIONS METÁLICOS

Inibição

Não Competitiva → A e B competem por carregadores (R) diferentes

B	A
Zn ⁺⁺	H ₃ BO ₃
Zn ⁺⁺	H ₂ PO ₄ ⁻
MoO ₄ ²⁻	SO ₄ ²⁻

Manejo:

- Aplicar produtos separados
- Usar Zn quelatizado
- Adicionar KCl (no caso do Zn)



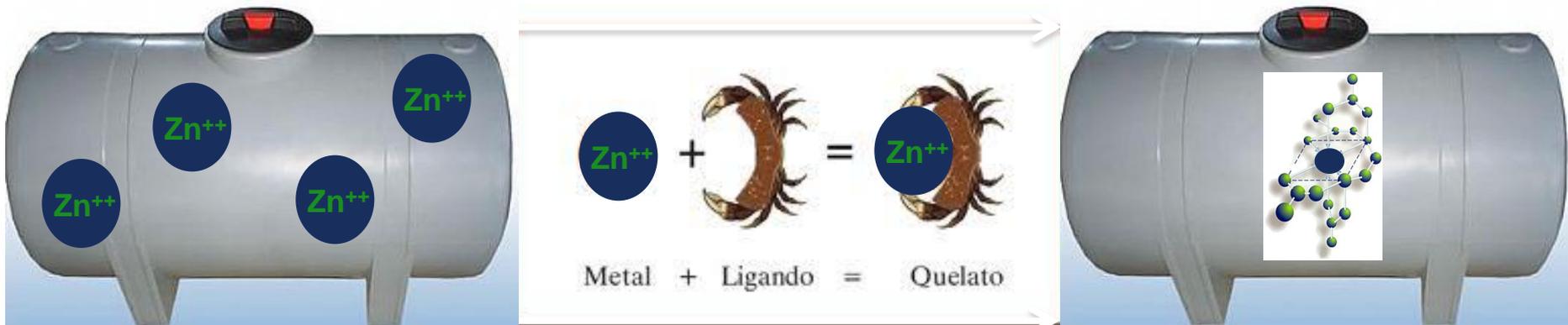
Efeito da presença de cloreto de potássio na solução pulverizante sobre níveis de zinco nas folhas de cafeeiro. Média de dois locais.

Tratamentos	Zn (mg kg ⁻¹)
Sulfato de zinco (1,5 %)	25
Sulfato de zinco (1,5 %) + uréia (12 %)	30
Sulfato de zinco (1,5 %) + KCl (12 %)	54

⁽¹⁾ amostras coletadas um mês após a pulverização

FERTILIZANTES QUELATIZADOS

- São formados pela combinação de um agente quelatizante através de ligações coordenadas.
- A estabilidade da ligação quelato-metal determina, geralmente, a disponibilidade dos nutrientes aplicados para as plantas.
- Dissociam-se pouco em solução: principal vantagem dos quelatos.
- Portanto: menos susceptível as reações que os precipitem, assim fica mais disponível as plantas.
- Características desejáveis
 - Facilmente absorvido pela planta
 - Facilmente translocável dentro da planta
 - Facilmente decomposto dentro da planta



FERTILIZANTES QUELATIZADOS

- Quelatos sintéticos

Principais quelatizantes: EDTA, HEDTA, DTPA, EDDHA, NTA, ácido glucoheptônico, ácido cítrico

Segundo Mortvedt, 1999: 2 a 5 vezes mais eficientes que as fontes inorgânicas quando aplicados ao solo

COMPLEXOS ORGÂNICOS

- Produzidos pela reação de sais metálicos com compostos naturais: subprodutos da indústria de polpa de madeira, ácidos húmicos e fúlvicos, entre outros
- A estrutura química desses agentes assim como o tipo de ligação química dos metais com os componentes orgânicos é muitas vezes desconhecida



CARBONATO DE ZINCO

Carbonato de Zinco

49% Zn

- Insolúvel em água
- Utilização em adubações sólidos
- Aceito em agricultura orgânica

OUTROS

- Fosfito de Zinco (?????)
- Zn(OH)_2

TRATAMIENTO DE SEMENTES

TRATAMENTO DE SEMENTES

Vantagem → Aplicar pequenas doses com precisão

Três métodos principais de utilização (Volkweiss, 1991):

- a) Umedecimento de sementes com a solução de micro;
- b) Deixar sementes de molho algumas horas em soluções a 1 - 2%;
- c) Peletização com carbonato de cálcio, fosfato, goma arábica e micro.

Excelentes resultados para:

Zn – germinação de arroz (Ohse et al., 2001);

Zn – sorgo (Yagi et al., 2006) .



ÓXIDO

Óxido de Zinco

80% Zn

ACETATO

Acetato de Zinco

28% Zn

FORMIATO

Formiato de Zinco

25% Zn

Auxin Production

	Auxin Concentration pico g FW	
Zinc Conc	ZnSO ₄	Zn(HCO ₂) ₂
0.01 %	268.77	497.48
0.1 %	309.08	660.27

+113%

Source: Dr M Leitch, University of Wales, Aberystwyth



OUTROS

- Carbonato de Zinco
-

TRATAMENTO DE MUDAS

APLICAÇÃO EM RAÍZES DE MUDAS

Imersão de raízes de mudas a serem transplantadas em solução ou suspensão contendo um ou mais micronutrientes

Exemplos:

- ✓ Imersão de mudas de arroz em suspensão contendo ZnO a 1% em sistemas irrigação por inundação em vários países (Ásia, Egito e EUA);
- ✓ Cultura da mandioca para a região dos cerrados quando não é possível aplicar Zn via solo.
- ✓ Galvão (2002) recomenda a imersão de manivas de mandioca numa solução de 4 % de $ZnSO_4$ durante quinze minutos

PULVERIZAÇÃO NO SULCO DE PLANTIO

Cana Planta





Cana Soca



Destilaria WD

Município: João Pinheiro/MG

Fazenda São José Talhão G10

Variedade: RB86 7515

Plantio 22/03/06

Foto 11/04/06

Experimento
Fabio Rossigalli

Rápido desenvolvimento inicial

The image shows two coffee plants in a trench, illustrating their root development. The plant on the left has a significantly more extensive and dense root system compared to the plant on the right. A yellow callout box with a pointer highlights the left plant's roots, accompanied by the text 'Rápido desenvolvimento inicial' (Rapid initial development). The plants are growing in reddish-brown soil, and their stems are partially covered with a dark, protective material.

Destilaria Melhoramentos S/A
Município Jussara – Paraná
Variedade: RB86 7515
Data de Plantio: 13/05/2005
Data da Foto: 30/06/2005

Experimento
Leandro Santin



Silvio Bueno



21 3 2006

21 3 2006

Internódios de maior tamanho (alongamento)



Internódios Curtos

Raiz

21 3 2006



IPNI
INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

OBRIGADO

