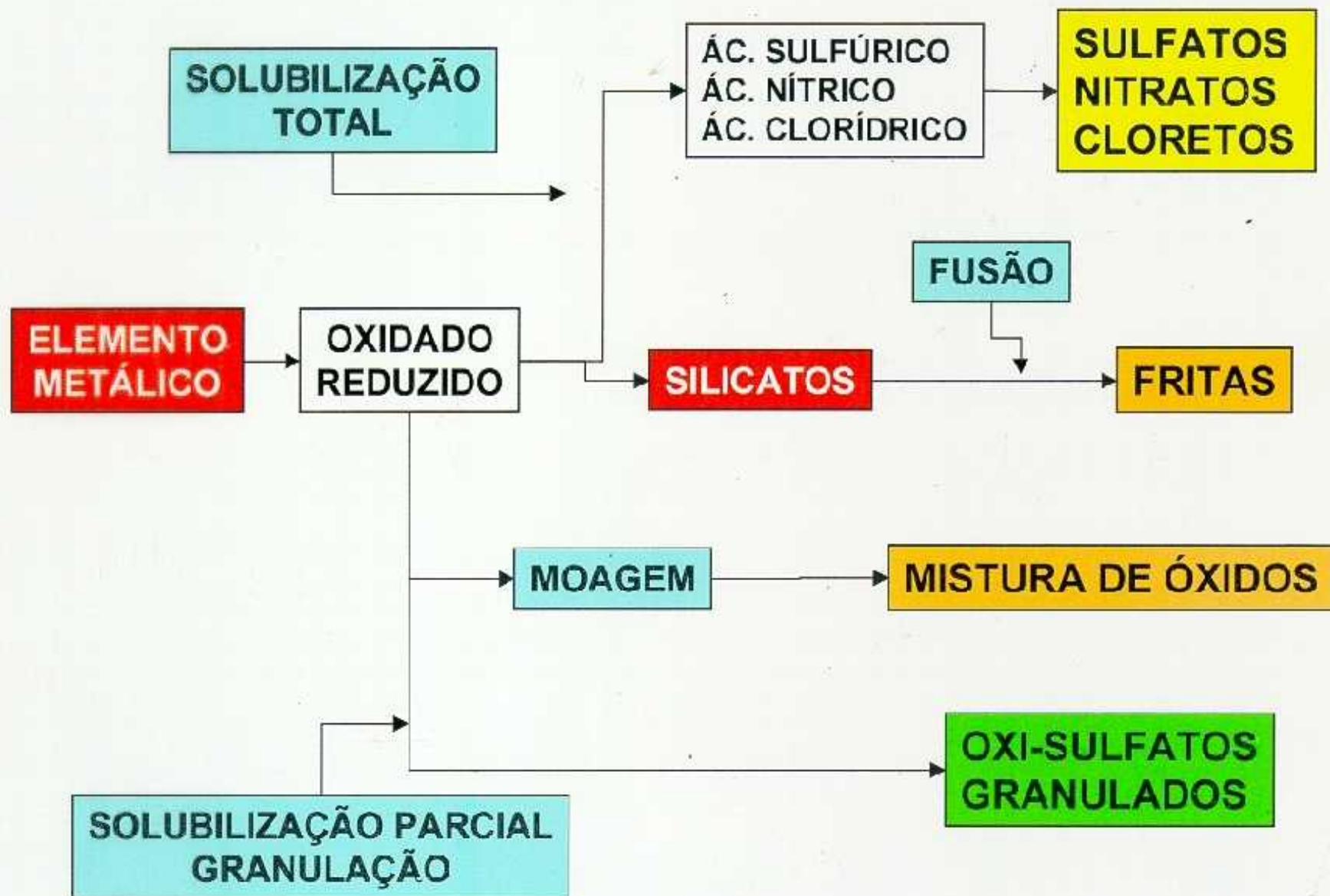




# Fontes de Micronutrientes



# FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO DE MICRONUTRIENTES



# FONTES DE MICRONUTRIENTES

## Inorgânicas (Minerais)

- Ácidos
- Sais
- Óxidos
- Oxi-Sulfatos
- Silicatos (F.T.E.)
- Cloretos

## Orgânicas

- Quelatos
- Esteres





	PRINCIPAIS FONTES DE MICRONUTRIENTES UTILIZADAS NO BRASIL	Teor do elemento (%)
<b>Solúveis</b>		
<b>B</b>	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> – bórax	11 - 17
	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> – tetraborato de Na	14 - 21
<b>Cu</b>	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O – sulfato de Cu	25
<b>Zn</b>	ZnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O – sulfato de Zn	35 - 36
<b>Mn</b>	MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O – sulfato de Mn	26 - 28
<b>Fe</b>	FeSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O – sulfato de Fe	19 - 21
<b>Mo</b>	Na <sub>2</sub> Mo <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O – molibdato de Na	38 - 40
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> .4H <sub>2</sub> O – molibdato de amônio	54
<b>Óxidos</b>		
<b>Cu</b>	CuO – óxido cúprico	75
<b>Zn</b>	ZnO – óxido de Zn	20 - 78
<b>Mn</b>	MnO – óxido de Mn	41 - 68
<b>Quelatos</b>		
<b>vários</b>	quelatantes EDTA, DTPA, etc.	variável (5-10)
<b>vários</b>	quelatantes naturais (poliflavonoides, etc.)	variável (5-10)
<b>Insolúveis</b>		
<b>Vários</b>	Óxidos silicatados provenientes da fusão de sílica com micronutrientes (Fritas)	variável

# SOLUBILIDADE DO MICRONUTRIENTE

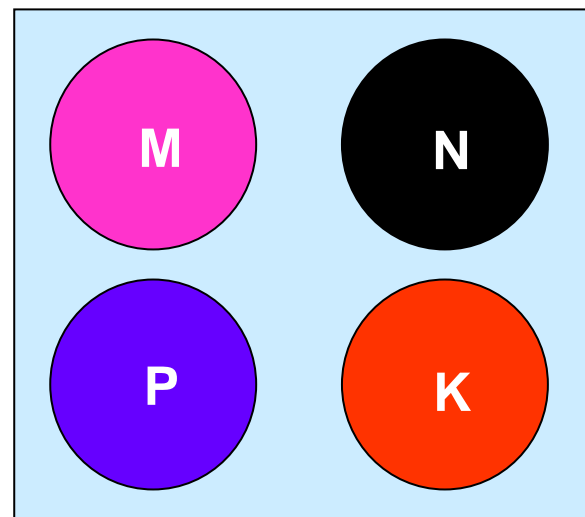
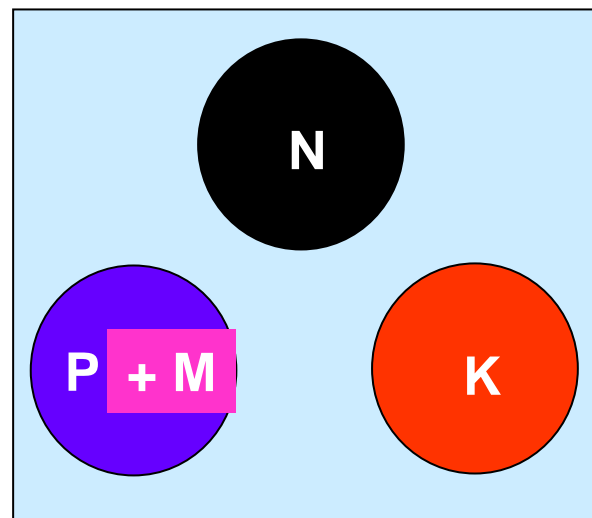
tratamentos	profund. (cm)	B	Cu	Mn	Zn	Média <sup>(1)</sup> (kg/ha)	variações (sacas/ha)
		mg.dm <sup>-3</sup>					
testemunha	0 - 30	0,17	0,45	2,5	0,55	2.433	-
	30 - 45	0,17	0,50	1,8	0,30	(40,6)	
Óxidos							
baixa solubilidade	0 - 30	0,17	0,45	2,5	0,50	2.538	1,7
	30 - 45	0,25	0,40	1,8	0,40	(42,3)	
Cloretos e Sulfatos							
alta solubilidade	0 - 30	0,35	0,70	3,0	1,50	2.693	4,3
	30 - 45	0,40	0,80	3,4	2,70	(44,9)	
Oxi-sulfatos							
média solubilidade	0 - 30	0,19	0,50	3,0	0,70	3.298	14,4
	30 - 45	0,29	0,50	3,0	0,80	(55,0)	
Interpretação	DTPA	0,2/0,6	0,3/0,8	1,5/5,0	0,6/1,2		

Fonte: Favarin & Marini, 1999

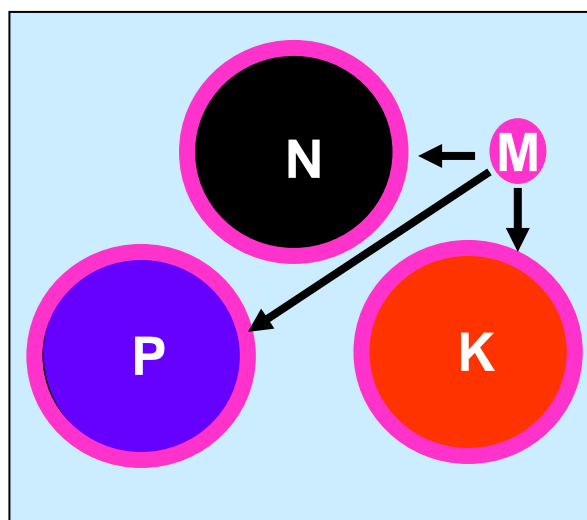
(1) Média de 2 anos

# MICRONUTRIENTES NA ADUBAÇÃO NPK

**Mistura de grânulos:** até 8% retido na peneira de 1mm e até 5% passante na peneira de 4mm – IN No.10 – 2004.

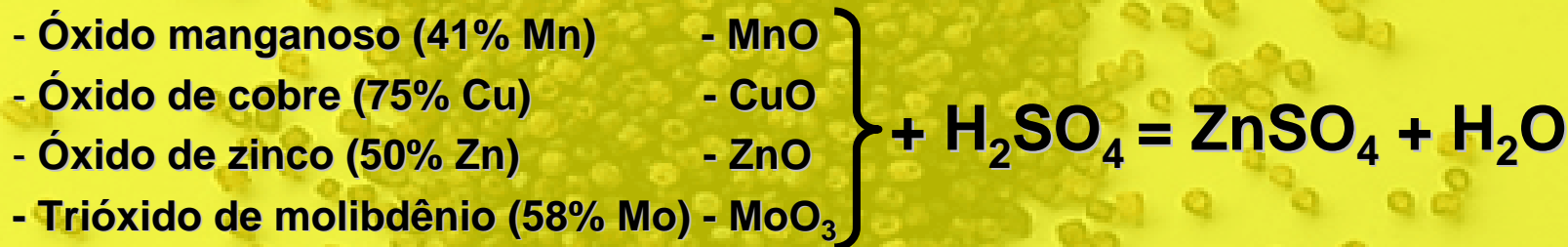


Mais comum

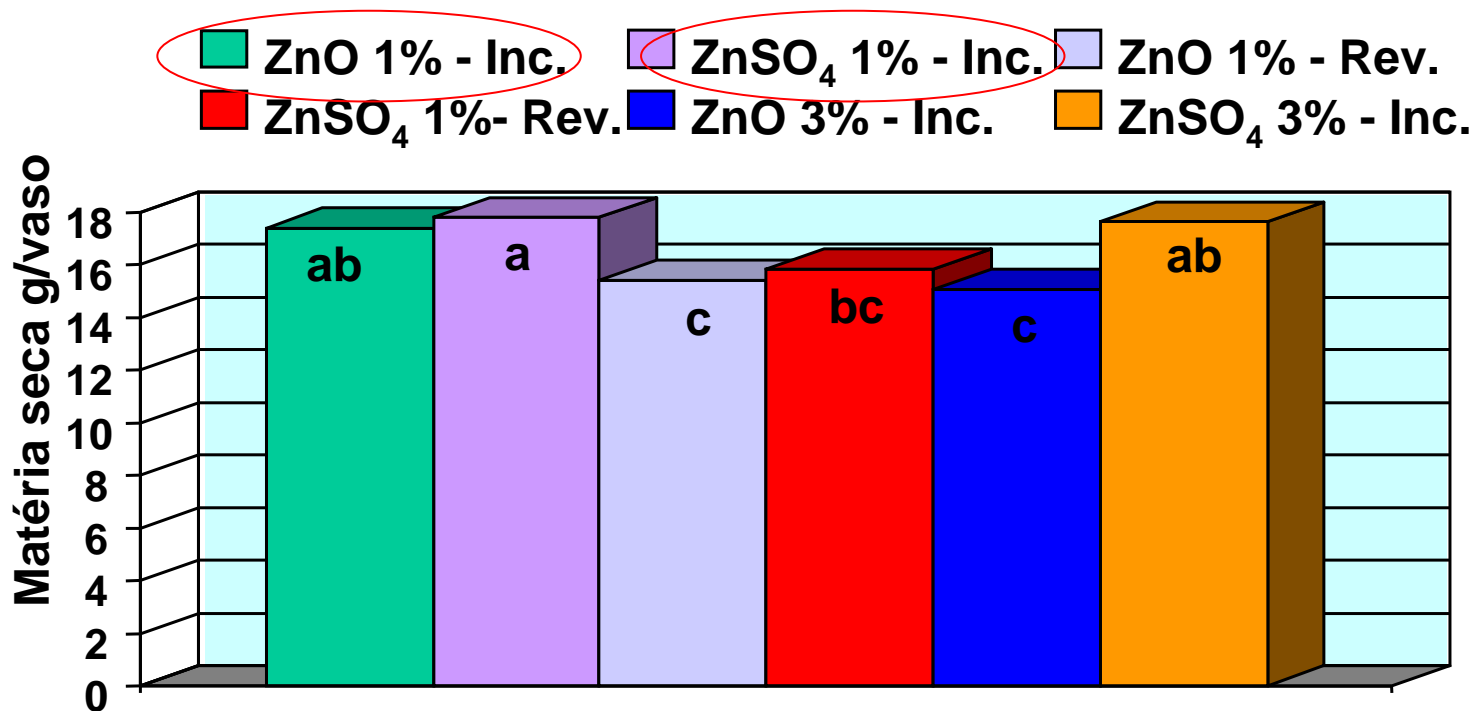


Ideal (< segregação)

# SUPERFOSFATO SIMPLES & TRIPLA



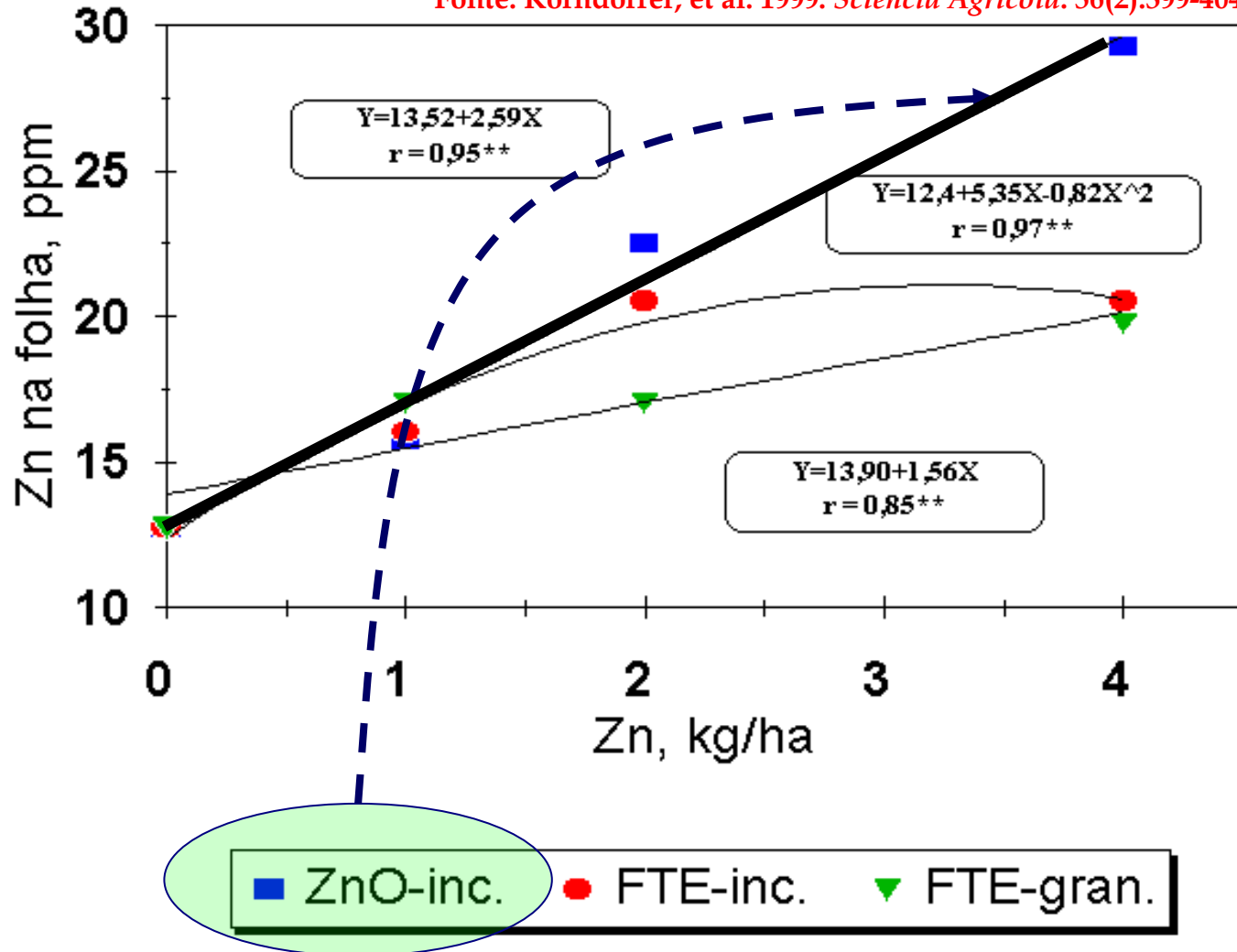
> Eficiência Agronômica  
(micronutriente)



Produção de matéria seca da parte aérea do milho, em função de fontes de Zn e métodos de fabricação. Fonte: Korndörfer et al., 1987. Dose de Zn = 1,50 mg kg<sup>-1</sup> de solo; Fórmula 5-30-15



Fonte: Korndörfer, et al. 1999. *Scientia Agricola*. 56(2):399-404



**Efeito de doses e forma de aplicação do ZINCO sobre os teores de Zn nas folhas MILHO**

Co-Coobalto

# Co - FONTES

**Co:** Cloreto de cobalto  
Sulfato de cobalto  
Nitrato de Cobalto

No mercado existem vários produtos comerciais apresentando bons resultados (sempre na proporção 10:1 de Mo e Co)

**Mo-Molibdeno**

# Mo - FONTES

**Mo:** Molibdato de sódio  
Molibdato de amônio  
Trióxido de molibdênio.

No mercado existem vários produtos comerciais apresentando bons resultados (sempre na proporção 10:1 de Mo e Co)

Сш-Собра

# FONTES DE COBRE

## “PARA ADUBOS SÓLIDOS”

- “FRITED TRACE ELEMENS” – FRITAS SILICATOS COMPLEXOS : FTE
- ÓXIDO DE COBRE (CuO) .....75%
- SULFATO DE COBRE (CuSO<sub>4</sub>).....25%

## “VIA ADUBAÇÃO FOLIAR”

- SULFATO DE COBRE - (CuSO<sub>4</sub>)
- ÓXIDO CUPROSO (COBRE VERMELHO)
- ÓXIDO CLORETO DE COBRE (COBRE VERDE OU AZUL)
- HIDRÓXIDO DE COBRE - Cu(OH)<sub>2</sub>
- SULFATO TRIBÁSICO

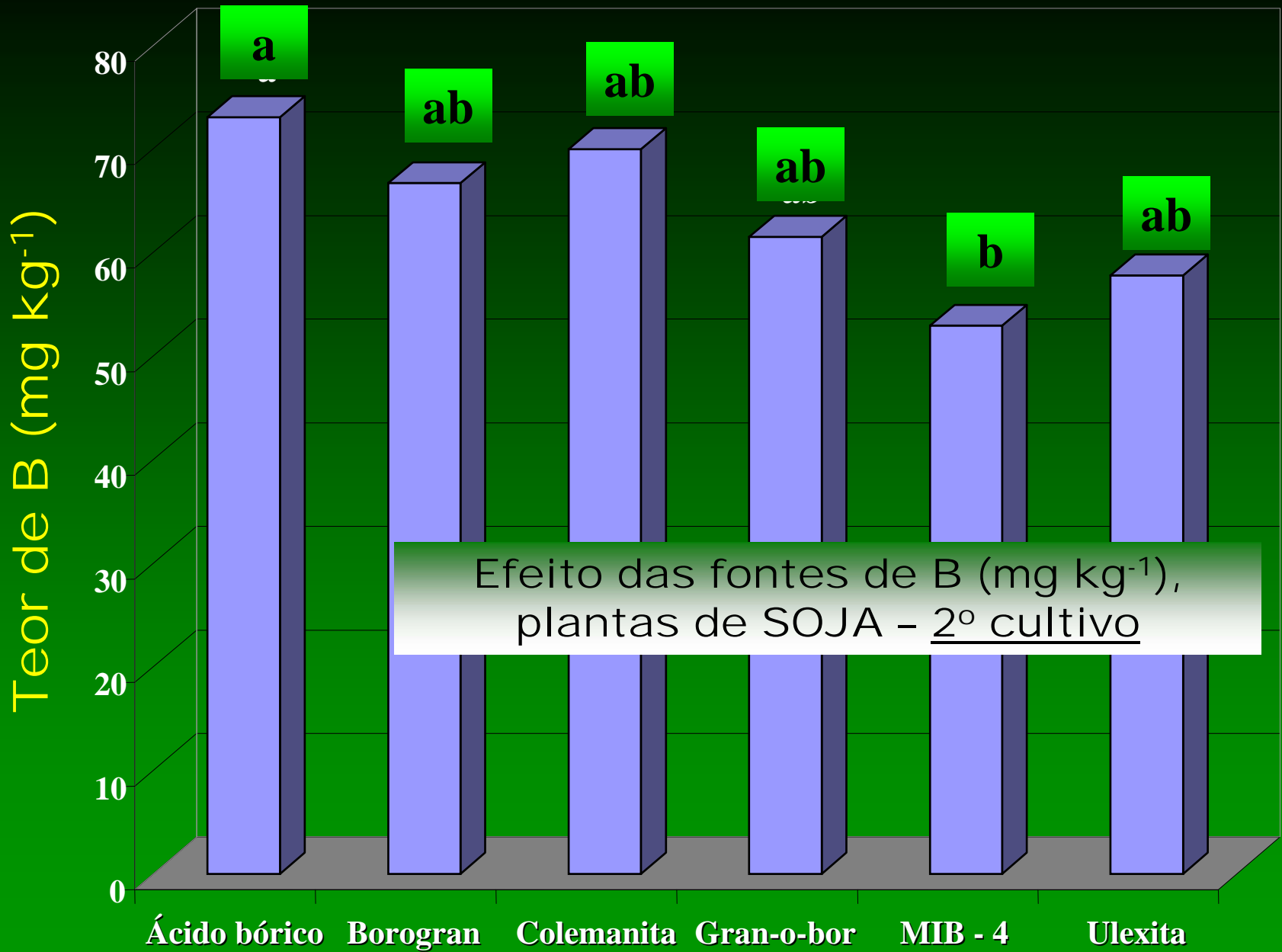
B-Boro

# Ulexita

$\text{NaCaB}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  (8,0% B)

Colemanita –  $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  –

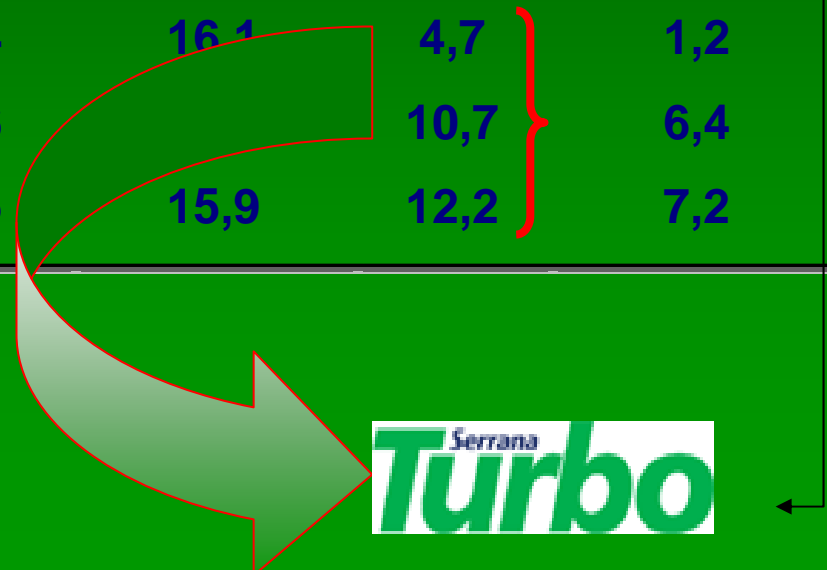
**$\text{CaO}_3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (10,0% B)**



# BORO total e solúvel

FONTE	Gran-o-bor	Borogran	MIB - 4	Ác. Bórico	Ulexita	Colemanita
	(frita - gran.)	(frita - gran.)	(frita - gran.)	(PA - gran.)		
----- % -----						
<b>Garantia</b>	<b>10,0</b>	<b>10,0</b>	<b>4,0</b>	<b>16,3</b>	<b>12,0</b>	<b>12,0</b>
Teor total	9,4	8,3	2,7	16,3	12,5	12,4
Água	4,0	3,4	1,4	16,1	4,7	1,2
Á. quente	6,4	5,6	1,6	16,1	10,7	6,4
CNA	8,2	7,4	2,5	15,9	12,2	7,2

Fonte: Tese doutorado, Esalq - Fabio Vale, 2001



Zn

-

ZINCO

# ZINCO total e solúvel

Fontes	Gran- o- zinc (frita - gran.)	Plant zinc (frita - gran.)	Zinco gran (frita - gran.)	FMM- 100 (frita - pó)	ZnSO <sub>4</sub> (PA - gran)	ZnO (PA - pó)	Metá lico (PA - pó)	Resí duo <sup>(1)</sup> (pó)
----- % -----								
Garantia	20,0	20,0	20,0	13,5	22,7	80,3	100,0	-
Teor total	19,5	15,9	21,8	12,7	22,7	80,3	99,9	59,1
Água	0,8	1,0	3,3	0,03	22,7	0,2	0,2	0,7

(1) Resíduo não fornece garantia, pois não é um fertilizante

Fonte: Tese doutorado, Esalq - Fabio Vale, 2001

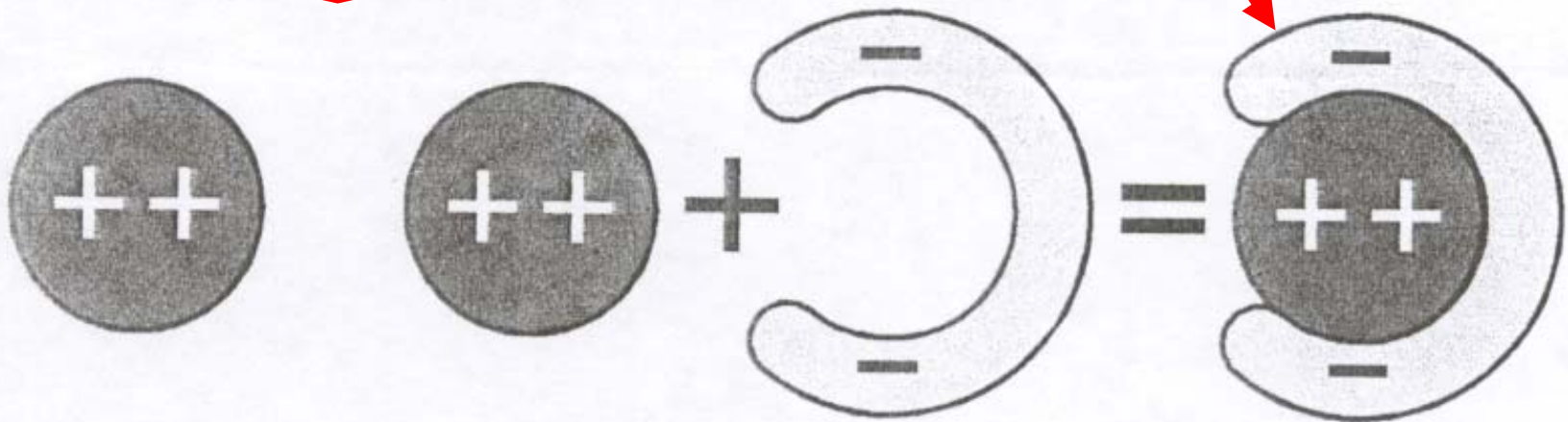
Quelatos

# QUELATOS E QUELATIZAÇÃO

## Quelatação

Não quelatizado

Quelatizado



# QUELATOS E QUELATIZAÇÃO

## → POR QUE A QUELATIZAÇÃO EM FERTILIZANTES FOLIARES?

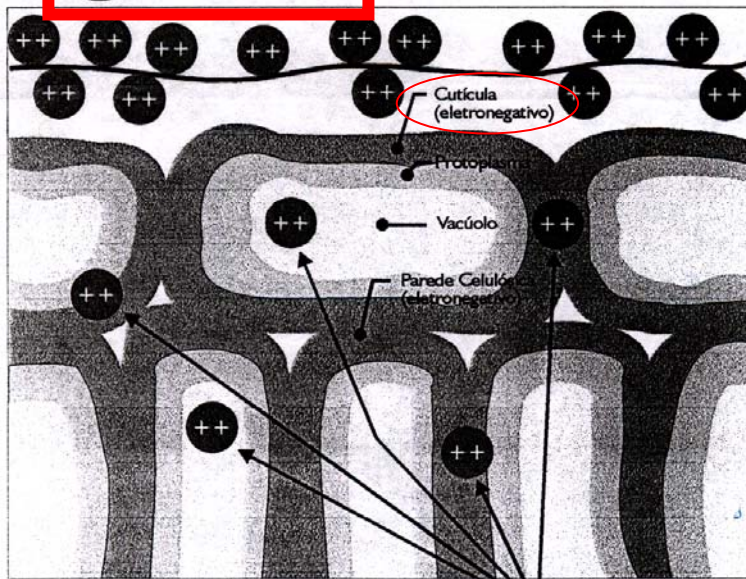
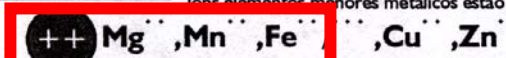
- ↙ Tornar as formulações estáveis (**eliminação da reatividade** dos nutrientes metálicos em solução);
- ↙ Facilitar a entrada dos nutrientes pela cutícula e paredes celulares através da eliminação da **carga elétrica positiva** (reatividade);
- ↙ Quelatação significa: *absorção maior e mais rápida*;
- ↙ Proteção dos nutrientes que caem no solo: os **elementos quelatizados ficam na solução do solo**.

# QUELATOS E QUELATIZAÇÃO

## Absorção Foliar de Elementos Menores

### A absorção foliar de elementos menores

**Não quelatizados** (Ions elementos menores metálicos estão carregados positivamente:



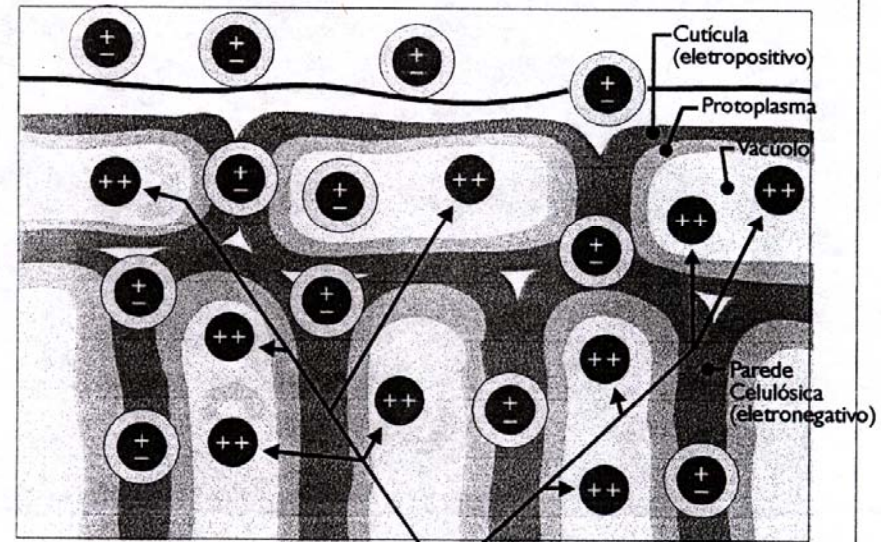
Ions ativos

### Quelatizados

Íon metálico (eletropositivo)

Colóide protetor (eletropositivo)

Íon metálico quelatizado (neuro)



Quelatização significa: absorção maior e mais rápida

Ions ativos

➔ **ABSORÇÃO - SEM QUELATIZAÇÃO**

➔ **ABSORÇÃO - COM QUELATIZAÇÃO**

Segundo Wallace (1996), as culturas necessitam receber 5 a 10 vezes mais Zn quando se opta por um sal inorgânico em lugar de um quelato, ou seja, os quelatos de Zn são muito mais disponíveis e absorvidos por unidade aplicada do que as formas inorgânicas.

**Tabela . Comparação de adubos foliares orgânicos, quelatizados e sais na produção do cafeeiro.**

Tratamentos	Produção Sc. Beneficiadas/ha			
	1989	1990	Acumulada	Rel.
1- Testemunha	12,80 d	11,57 c	24,37 c	100
2- Ad. Foliar orgânico e aminoácidos a 0,5%	13,13 cd	14,27 c	27,40 c	112
3- Ad. Foliar orgânico e aminoácidos a 1,0%	13,60 bcd	16,53 c	30,13 c	123
4- Produto quelatizado 0,5%	17,17 abc	33,07 b	50,23 b	206
5- Produto quelatizado 1,0%	18,17 a	45,50 a	63,67 a	261
6- S. Zinco 0,6% + Ac. Bórico 0,3%	17,77 ab	40,10 ab	57,87 ab	237
7- 6 + Uréia 1,0%	17,83 ab	42,17 ab	60,00 ab	246
8- 7 + S. Magnésio 1,0%	17,23 abc	40,90 ab	58,13 ab	238
9- 8 + Clor. Potas. 0,5%	17,50 abc	41,50 ab	59,00 ab	242
10- 9 + Enxofre 1,0%	16,63 bcd	41,93 ab	58,57 ab	240
Ducam	5%	5%	5%	-----

Fonte: Santinato e Parduci , 1990

Mp

-

MANCANGNES

# Recomendações (micronutrientes)

# Recomendações para micronutrientes

<b>Micronutrientes</b>	<b>Dose – kg ha<sup>-1</sup></b>		
	<b><u>lanço</u></b>	<b><u>linha</u></b>	<b><u>foliar</u></b>
B – boro	0,2 – 2	0,2 – 1	0,1 – 0,5
Cu – cobre	2 – 11	1 – 5	0,1 – 0,5
Fe – ferro	-	-	0,5 – 3
Mn - manganês	6 – 28	2 – 11	0,1 – 1
Mo – molibdênio	-	0,1 – 0,2	0,06 – 0,1
Zn - zinco	2 - 11	0,1 - 6	0,1 – 0,5

# RECOMENDAÇÕES DE MICRONUTRIENTES P/MILHO

## a) Fornecimento Via Solo

ZINCO → Fonte: Oxissulfato

- **COELHO & FRANÇA (1995)**

⇒ 2,0 a 4,0 kg.ha<sup>-1</sup> de Zn, para Zn no solo (Mehlich I) < 1,0 ppm

- **RAIJ & CANTARELLA (1996):**

⇒ 4,0 kg.ha<sup>-1</sup> de Zn, para Zn no solo (DTPA) < 0,6 mg.dm<sup>-3</sup>

⇒ 2,0 kg.ha<sup>-1</sup> de Zn para Zn no solo (DTPA) entre 0,6 e 1,2 mg.dm<sup>-3</sup>

BORO → Fonte: Ulexita

{ Área total: 3 a 10 kg.ha<sup>-1</sup> de B  
{ Sulco de plantio: 0,7 a 1,0 kg.ha<sup>-1</sup> de B

# RECOMENDAÇÕES DE MICRONUTRIENTES P/MILHO

## b) Fornecimento Via Foliar

### ZINCO

- Aplicado junto com o inseticida para o controle da lagarta do cartucho (entre a 4° e 6° folha).

 Dose: 100 a 400 g/ha de Zn (quelatos, sais solúveis = ex: sulfatos, cloretos, etc.)

### COBRE

- Plantio Direto (M.O, = competição com Cu metálico);

- Loman Filho (2001), aplicando Cu em solos de várzea obteve aumentos de 100% na produção (dose de 400 g/ha, dividida em 3 vezes)

# RECOMENDAÇÃO DE S E MICRONUTRIENTES VIA SOLO, PARA A SOJA



Teor	S	B	Cu	Mn	Zn
	.....kg.ha <sup>-1</sup> .....				
"Baixo"	60	1,5	2,5	6,0	6,0
"Médio"	45	1,0	1,5	4,0	5,0
"Alto"	30	0,5	0,5	2,0	4,0

Fonte: 1. Micronutrientes: Galvão (1998). Dados não publicados.; 2. Enxofre (S): Sfredo, Lantmann & Borkert, 1999.

# FEIJÃO

(5ª Aproximação – CFSMG, 1999)

- Constatando deficiência de B e/ou Zn, aplicar 1 kg/ha de B e 2-4 kg/ha de Zn
- Aplicar via foliar 60 g/ha de Mo (154 g/ha de molibdato de amônio) entre 15 e 25 DAE