



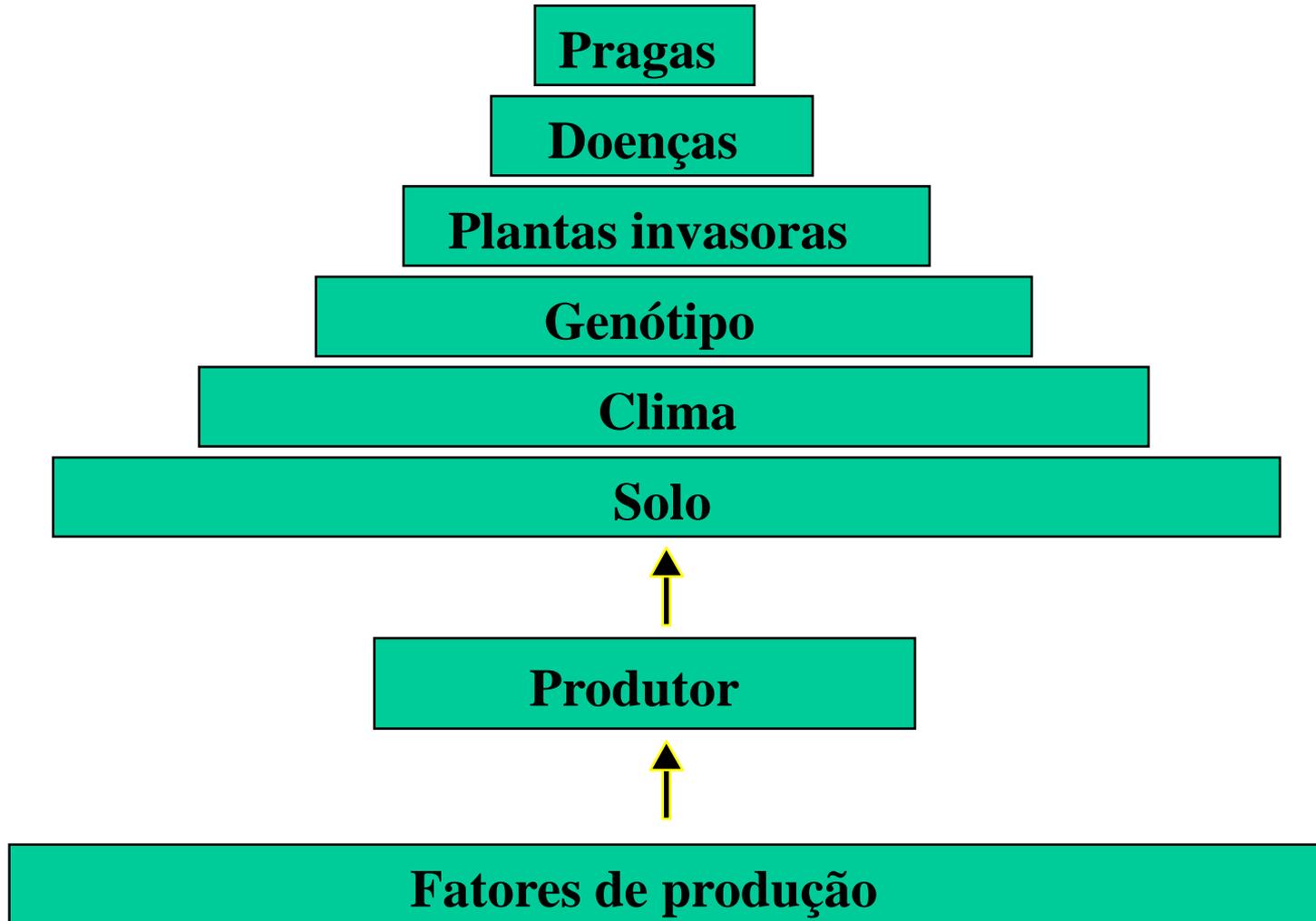
# Correção do Solo e Adubação da Cana-de-Açúcar

G.C. VITTI  
Prof. Dr.  
VITTAGRO

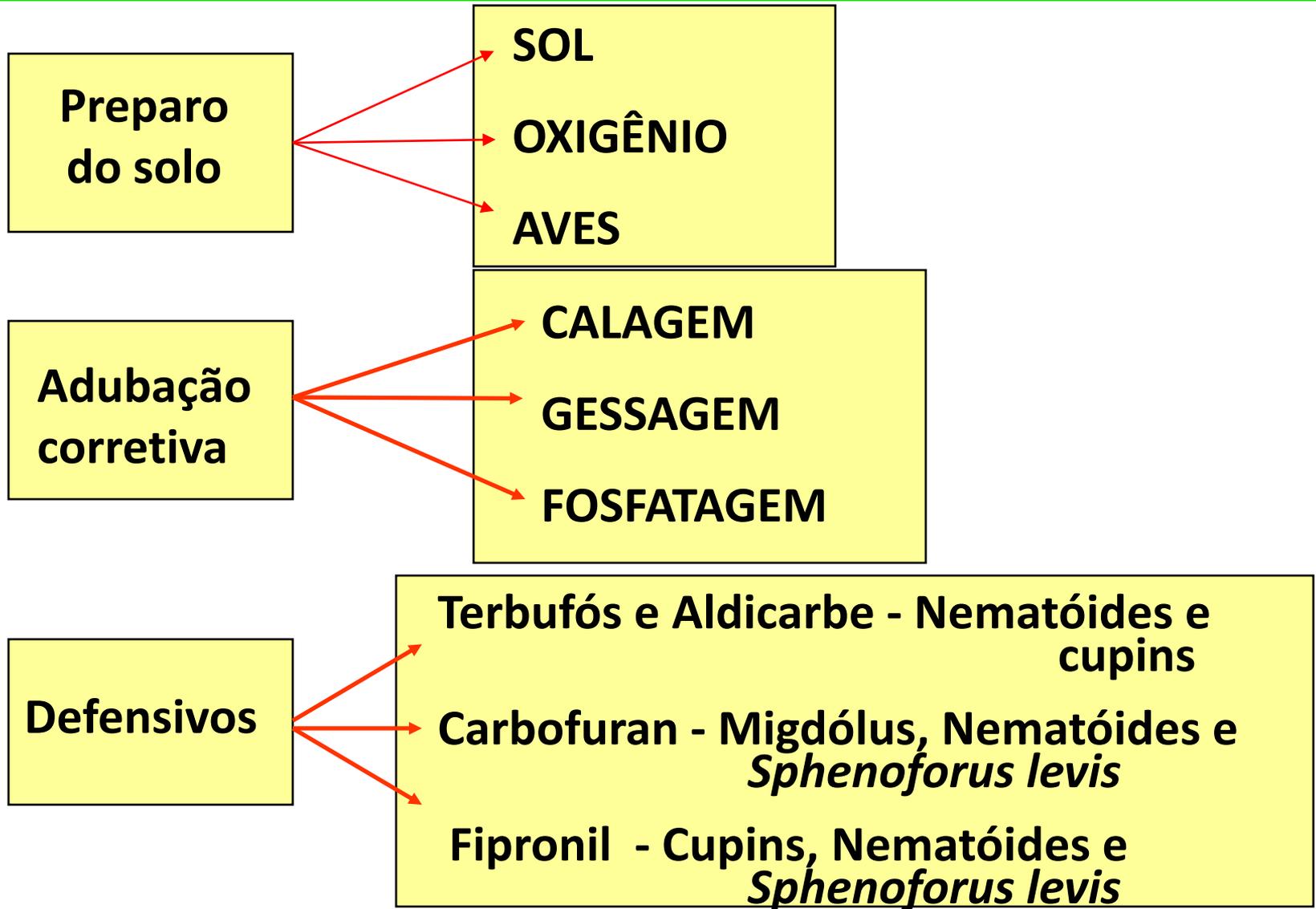
Piracicaba/SP  
18/7/2013



# Fatores de Produtividade



# Pragas do solo $\Rightarrow$ solos arenosos



# Doenças

Variedades

SP 79-1011 (Carvão)

SP83-2847 (Carvão)

RB83-5486 (Ferrugem)

Nutrição balanceada – N/K<sub>2</sub>O (Cana Soca)  
micronutrientes



RB 835486

RB 855453



RB 835486

RB 855453

Ferrugem (Faz. Saudade - Maracaí-SP)

# Variedades X Florescimento

\* Isoporização na variedade RB86-7515



\*Obs: IACO (2011)

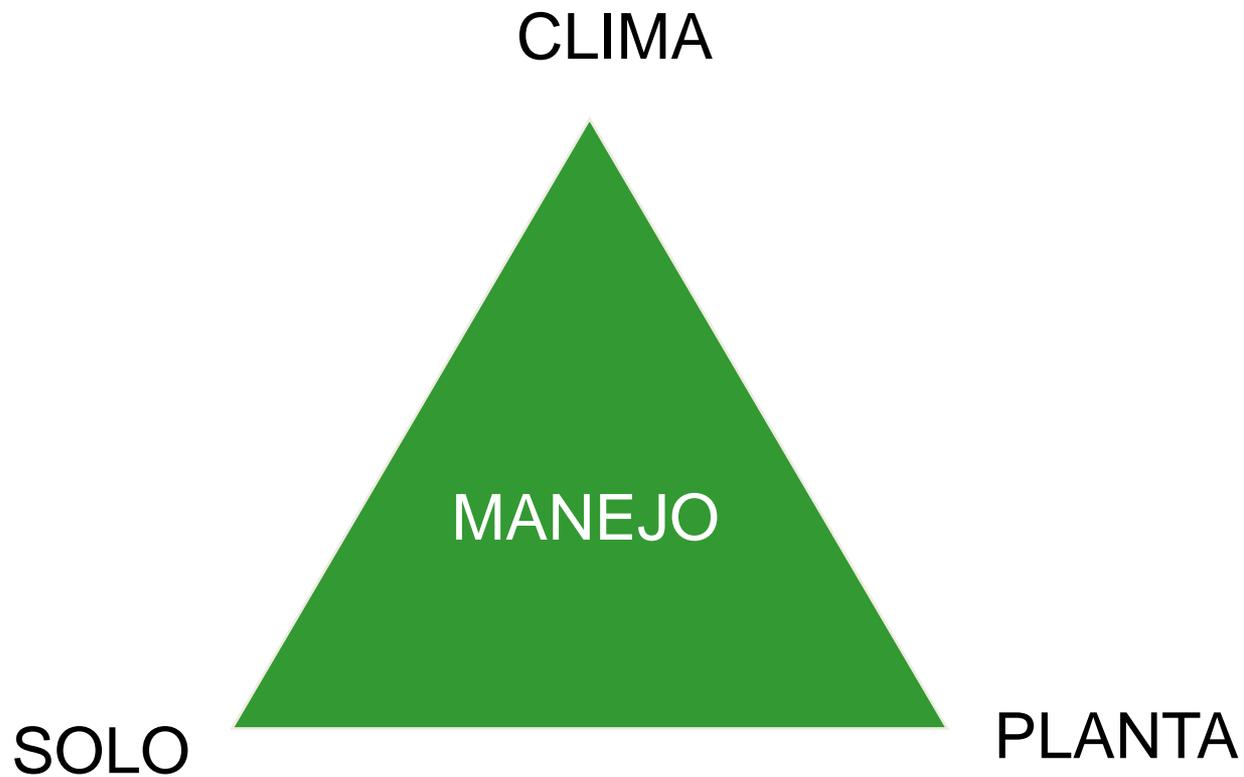
## Aplicação de Ethrel



\*Obs: IACO (2011)

# Ambientes de Produção: Conceituação

---



## Interação ambiente de produção (solo e clima) x genótipo

CTC	
Ambientes	TCH médio (4 cortes)
A	> 95
B	90-95
C	85-90
D	80-85
E	< 80

AMBICANA	
Ambientes	TCH médio (5 cortes)
A1	>100
A2	96-100
B1	92-96
B2	88-92
C1	84-88
C2	80-84
D1	76-80
D2	72-76
E1	68-72
E2	<68

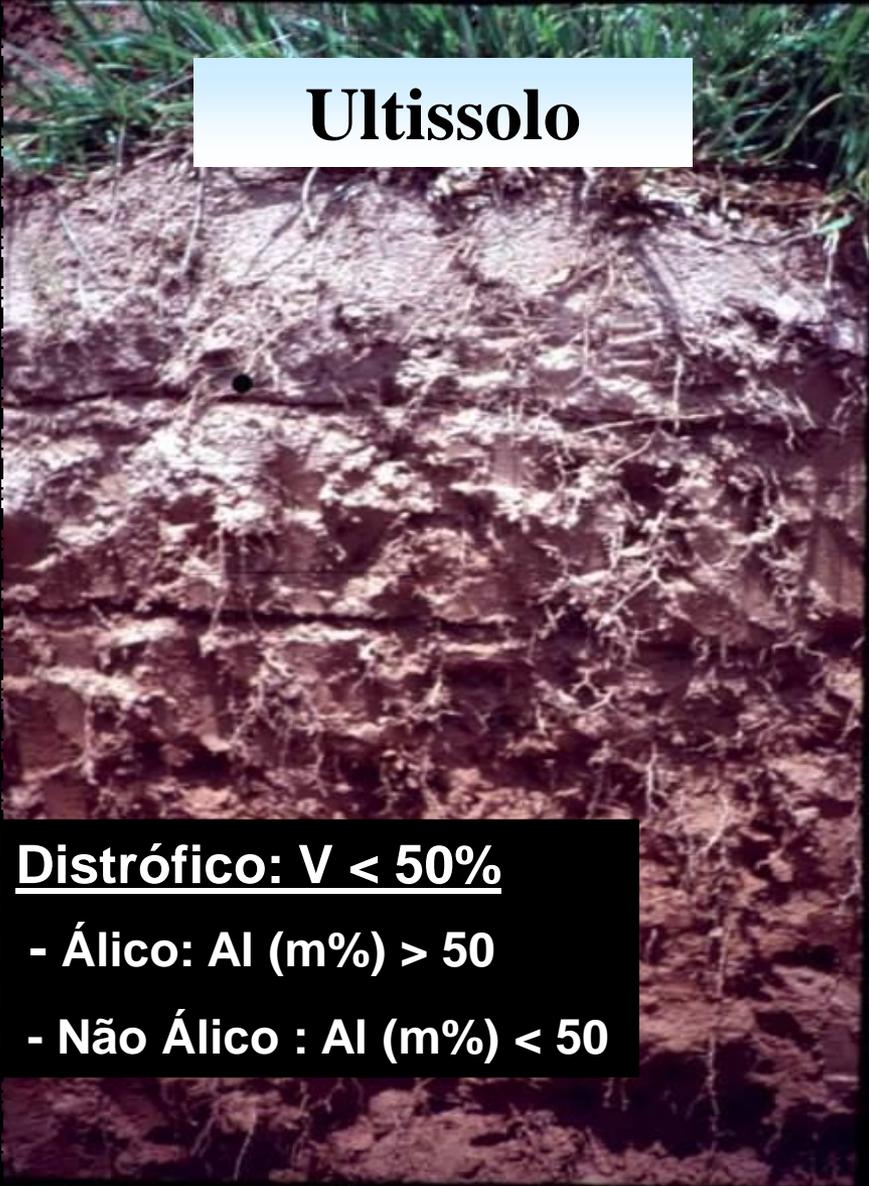
# SOLOS TROPICAIS



# \*Argissolos

A photograph showing a soil profile of an Alfissolo. The soil is reddish-brown and shows signs of weathering and root penetration. A black dot is visible in the upper part of the profile.

**Alfissolo**

A photograph showing a soil profile of an Ultissolo. The soil is reddish-brown and shows signs of weathering and root penetration. A black dot is visible in the upper part of the profile.

**Ultissolo**

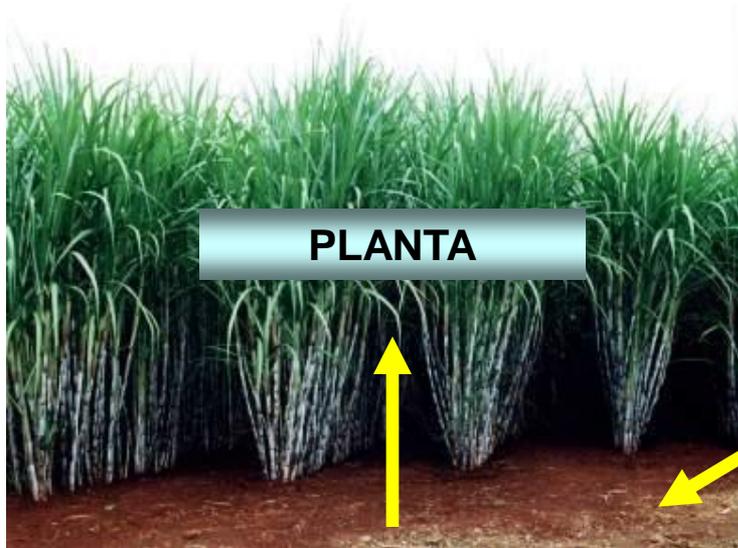
Eutrófico:  $V > 50\%$

Distrófico:  $V < 50\%$

- Álico:  $Al (m\%) > 50$

- Não Álico :  $Al (m\%) < 50$

# Adubação



PLANTA

SOLO



FERTILIZANTE

**ADUBAÇÃO = PLANTA - SOLO**

# Absorção x Competição



**CHUVA**



**ABSORÇÃO**



**FERTILIZANTE**

**VOLATILIZAÇÃO**

**B (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)**

Queimada: N<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O

S (SO<sub>2</sub>)

Ureia: N (NH<sub>3</sub>)

**SOLO**

**FIXAÇÃO**

H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, Cu<sup>2+</sup>,  
Mn<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>,

**LIXIVIAÇÃO**

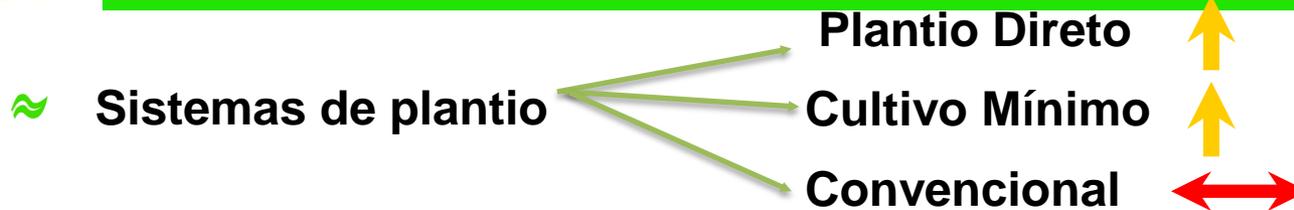
Cl<sup>-</sup> > H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> > NO<sub>3</sub><sup>-</sup> > SO<sub>4</sub><sup>=</sup> > MoO<sub>4</sub><sup>=</sup>

K<sup>+</sup> > NH<sub>4</sub><sup>+</sup> > Mg<sup>2+</sup> > Ca<sup>2+</sup>

**EROSÃO**

**Adubação = ( Planta – Solo ) x f**

# Fator f

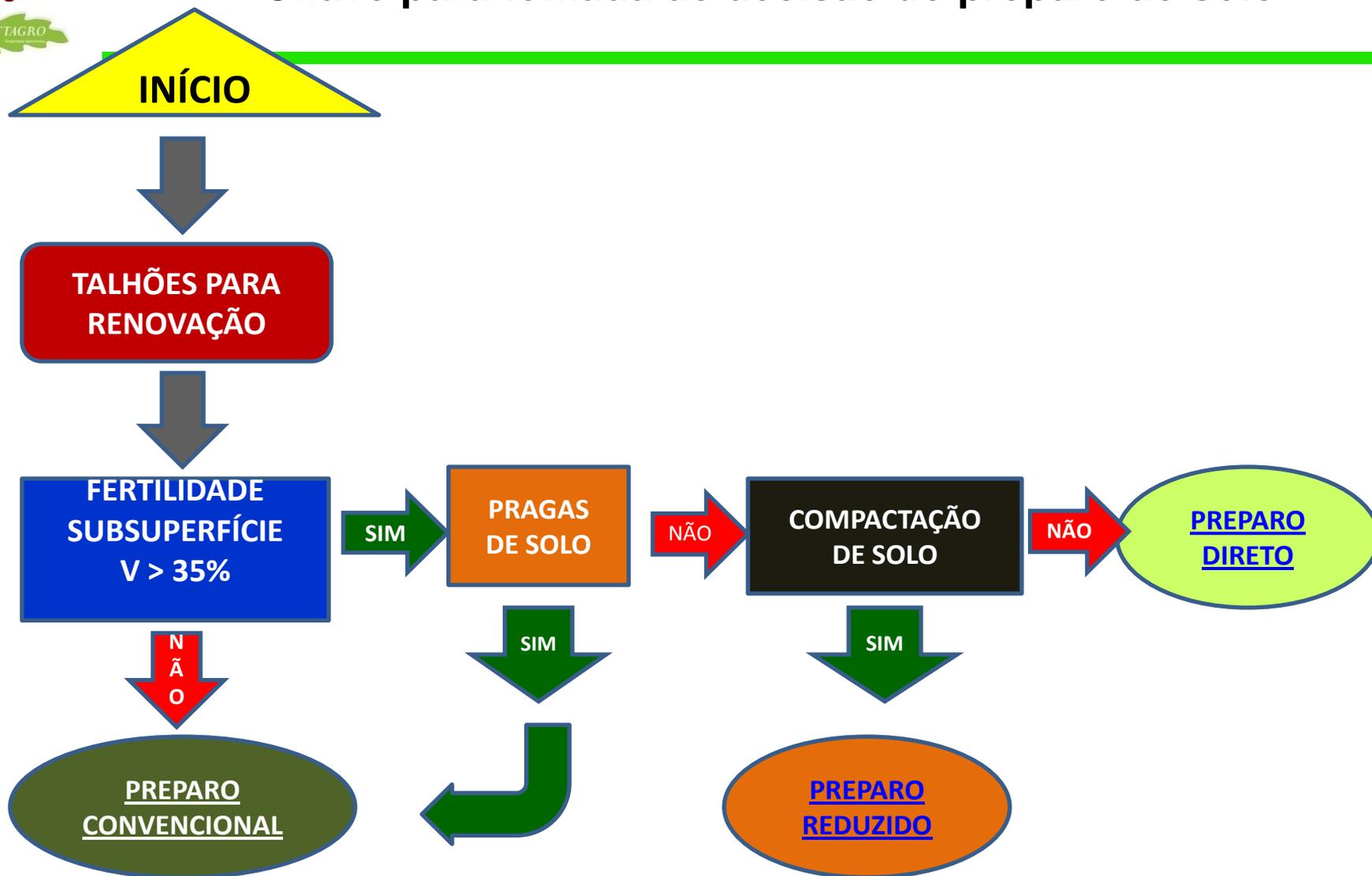


- ≈ Práticas conservacionistas;
- ≈ Agricultura de Precisão (GPS);
- ≈ Fontes e parcelamento dos nutrientes;
- ≈ Práticas corretivas (calagem, gessagem e fosfatagem)

Nutriente	Aproveitamento (%)	Fator (f)
N, S, B	50 a 60	2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Zn, Cu, Mn	20 a 30	3,0 a 5,0
K <sub>2</sub> O	70	1,5

$$\text{Adubação} = (\text{Exigido}_{\text{planta}} - \text{Fornecido}_{\text{sistema}}) \times f$$

# Chave para tomada de decisão do preparo do solo



# Plantio Direto em Cana-de-açúcar



# PRESERVAÇÃO DO SOLO

12 a 15 toneladas de Matéria Seca por hectare



# Fertilização com ureia - Volatilização

**NH<sub>3</sub> SOLO**

**Aplicação Superficial**

**Até 60%**



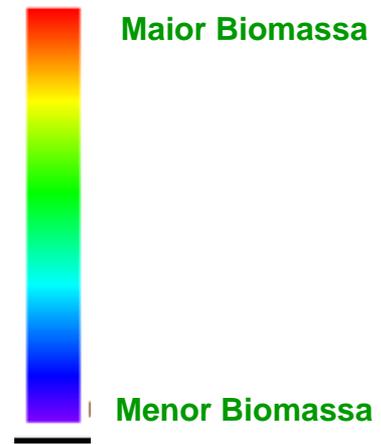
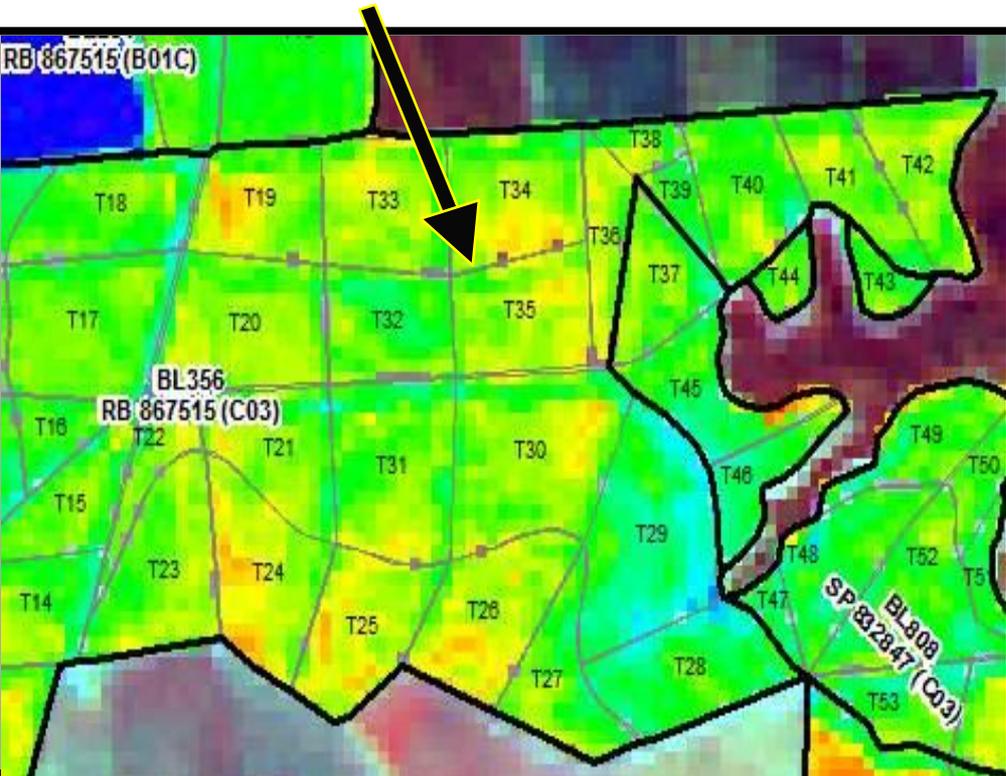
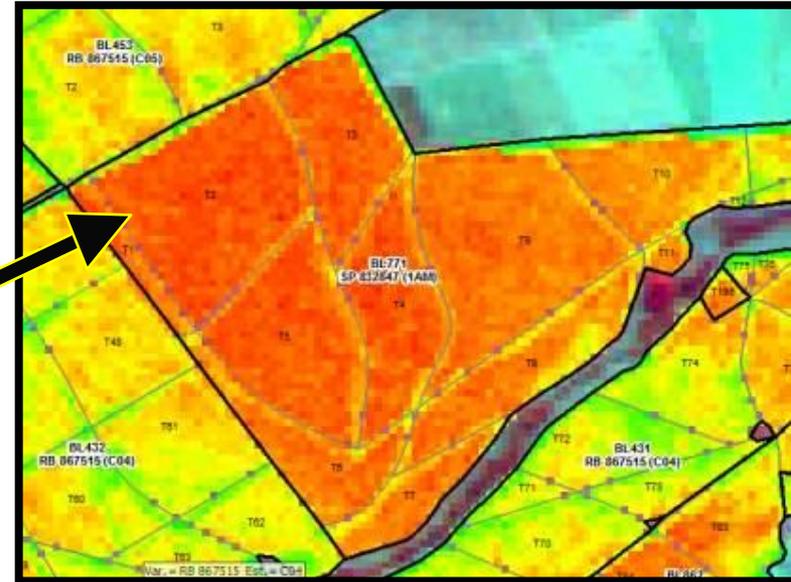
**Necessário incorporação – dificuldade pela palha**

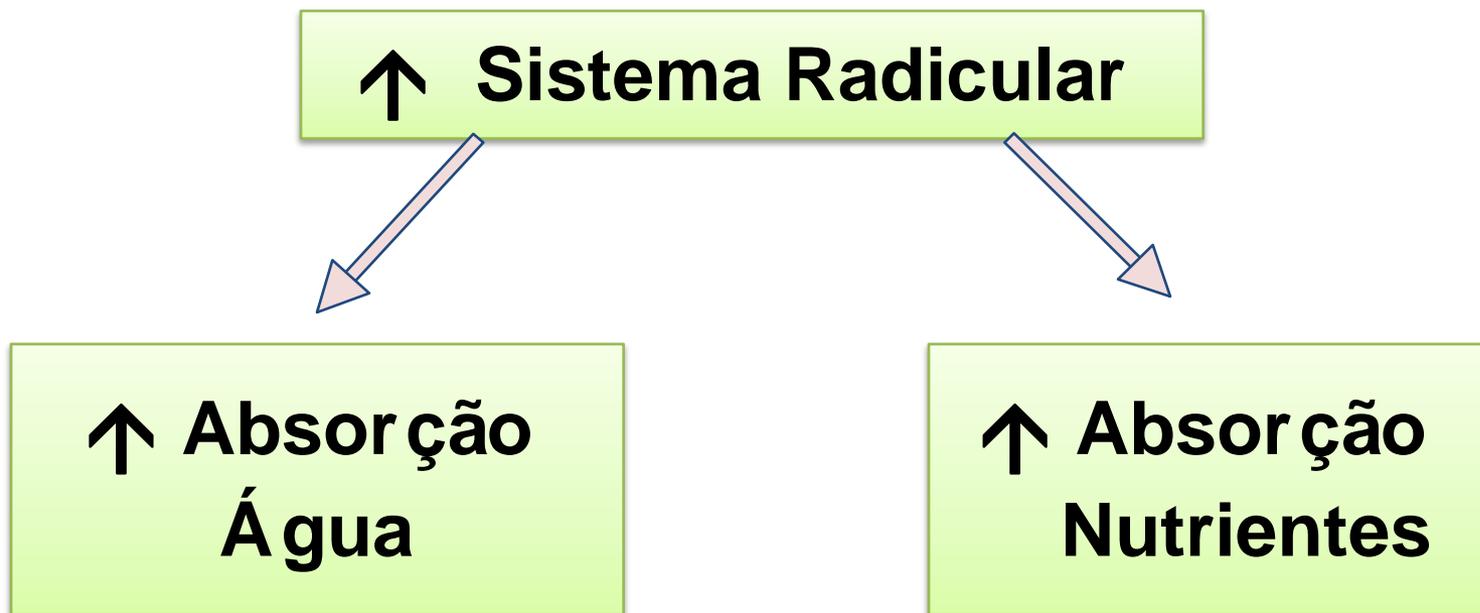


# Agricultura de Precisão

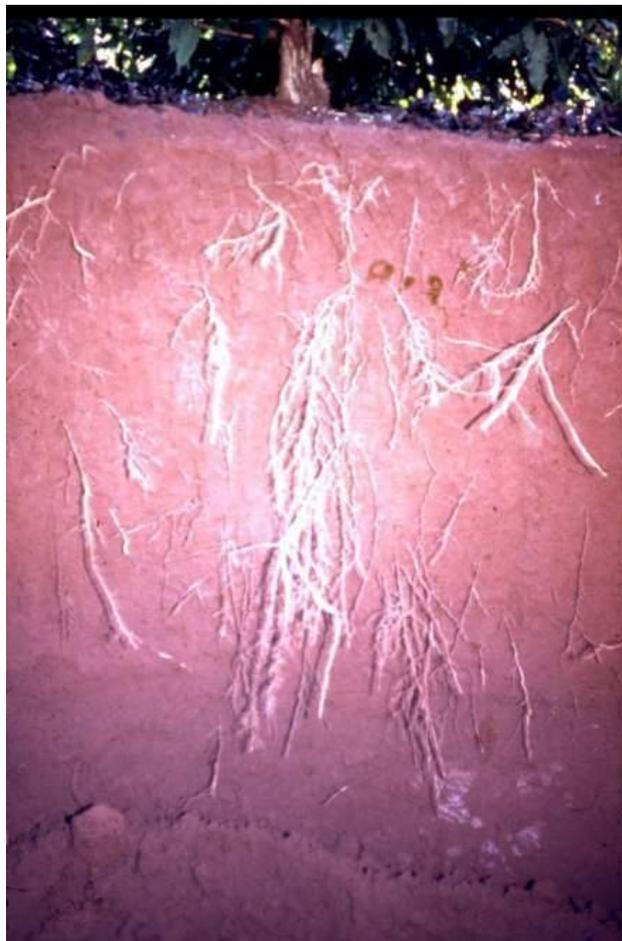
Excesso de zonas de menor biomassa devido à compactação do solo durante colheita de final de safra em solo de textura média

Área uniforme





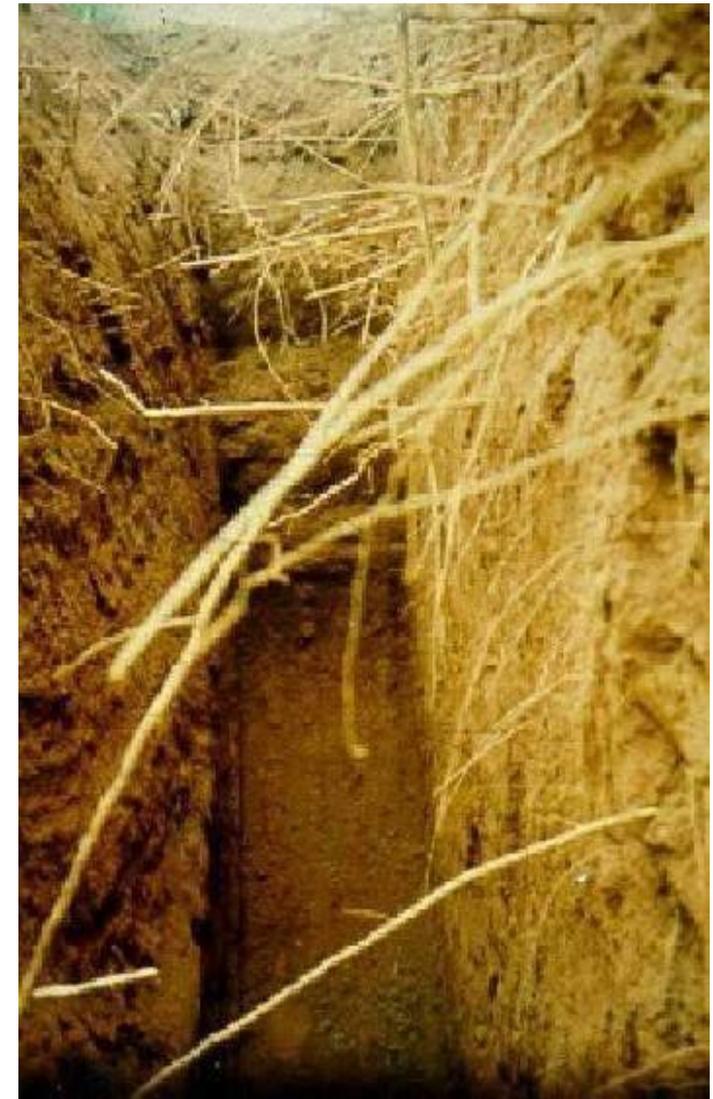
# Profundidade de enraizamento



Local	Cultura	Profundidade do Sistema Radicular
<b>Brasil</b>		cm
	Milho	20
	Feijão	20
	Cana-de-açúcar	60
<b>Outros Países</b>	Feijão	50 – 70
	Milho	100 – 170
	Cana-de-açúcar	120 - 200



**Al x Sistema radicular**



**Ca x Sistema radicular**



**Controle de qualidade do plantio**

14 7 2008

## Manejo Químico do Solo

- ≈ Calagem (\*)
  - ≈ Gessagem (\*)
  - ≈ Fosfatagem (\*)
  - ≈ Adubação Verde/Manejo do Mato (\*)
  - ≈ Adubação orgânica (\*)
  - ≈ Adubação mineral
    - Via solo
    - Via muda
    - Via foliar
- (\*) Práticas que visam aumentar a eficiência da adubação mineral, isto é, diminuir o valor de “f”

$$\underline{\text{ADUBAÇÃO}} = (\text{PLANTA} - \text{SOLO}) \times f$$



# Calagem

# Calagem: Reforma do canalial – Cana Planta





Calagem – cana soca

Colheita – cana queimada



## Correlação entre cálcio e desenvolvimento radicular em Latossolo textur média. Ano agrícola 87/88

<b>Profundidade</b>	<b>Teor de cálcio</b>	<b>Quantidade de raiz</b>
<b>cm</b>	<b>cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup></b>	<b>g/dm<sup>3</sup></b>
<b>0 - 25</b>	<b>2,10</b>	<b>4,4</b>
<b>26 - 50</b>	<b>1,37</b>	<b>3,0</b>
<b>51 - 75</b>	<b>0,90</b>	<b>2,4</b>
<b>76 - 100</b>	<b>0,82</b>	<b>2,0</b>
<b>101 - 125</b>	<b>0,70</b>	<b>1,8</b>
<b>126 - 150</b>	<b>0,60</b>	<b>1,1</b>

Moreli et al., 1987

Obs.: quantidade de raízes obtida após o primeiro corte

- 34 % das raízes => na primeira camada
- 39% das raízes => profundidade de 26 a 75 cm
- 27% das raízes => profundidade de 76 a 150 cm

# Incorporação do calcário



Tratamento	Estágio	TCH	SOLO	Ganho TCH
<b>Gradagem</b>	<b>1C</b>	<b>54,43</b>	<b>AQ-II</b>	<b>20,75</b>
<b>Aração</b>	<b>1C</b>	<b>75,18</b>	<b>AQ-II</b>	

Mazza 2010.

# Aplicação de calcário e gesso em soqueira de solos de elevada CTC na Usina Passatempo em MS.

Tratamentos			Soqueira			Acréscimo
Calcário	Gesso	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3 corte	4 corte	5 corte	
----- t/ha -----	-----	kg/ha	----- t/ha -----	-----	-----	t/ha
0	0	0	52	76	54	
2	0	0	56	85	62	21
2	0	40	60	93	66	37
0	0	40	56	77	55	6
0	3	0	60	90	56	19
0	3	40	60	85	60	18

Instalação: Nov/91 (2 corte); 7/92 (3 corte); 10/93 (4 corte); 10/94 (5 corte)

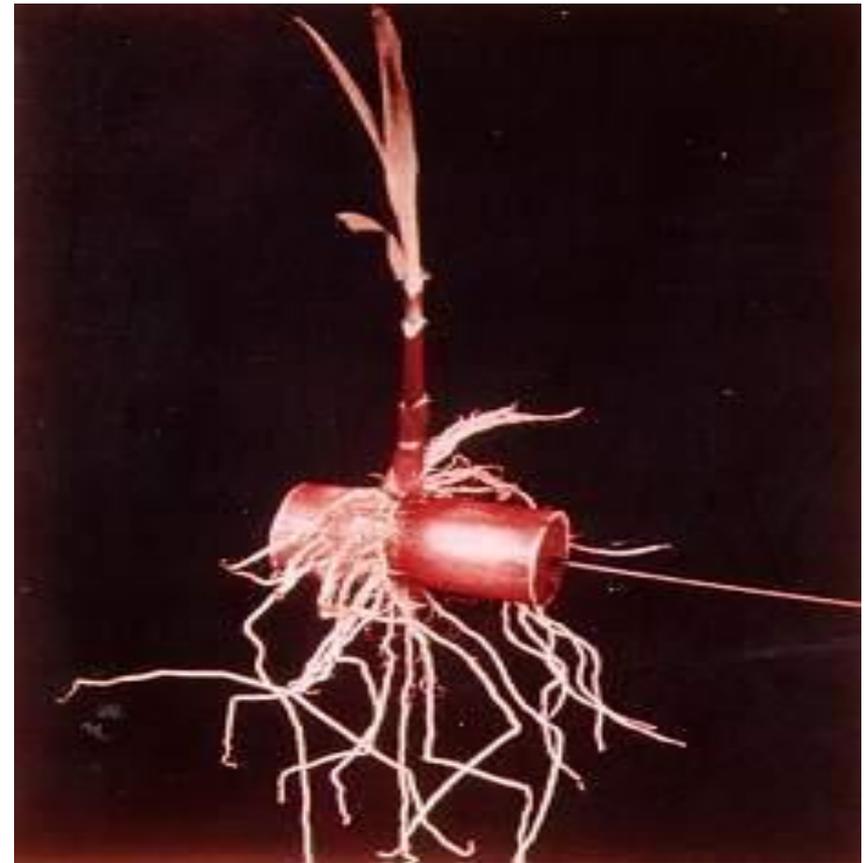
CTC na faixa de 112 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, teor de Ca + Mg na faixa de 32 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> e V% de 29

- O tratamento calcário e fósforo diferenciou dos demais

## Benefícios da calagem

---

Germinação do tolete em condições propícias a fixação biológica do  $N_2$  do ar



*Beijerinckia sp* (pH  $H_2O$  = 5,5 a 6,5)

# Fatores de sucesso na calagem

\*Porcentagem de Ca e Mg do solo

V%	K%T	Mg%T	Ca%T
50	4	11	35
60	5	15	40
70	5	16	48

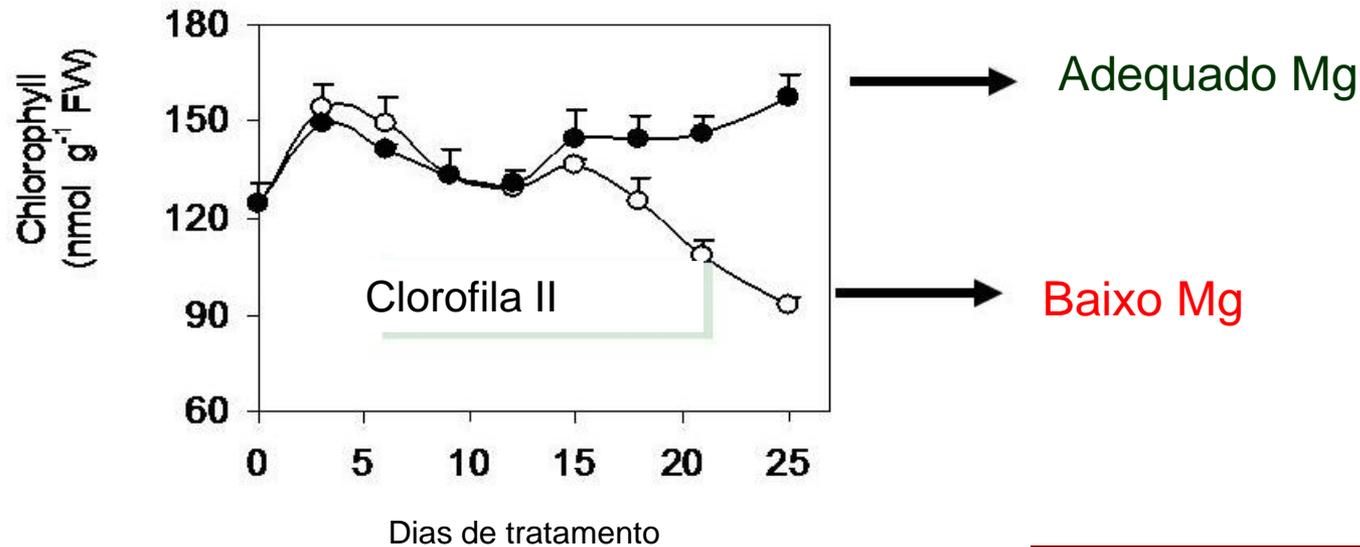
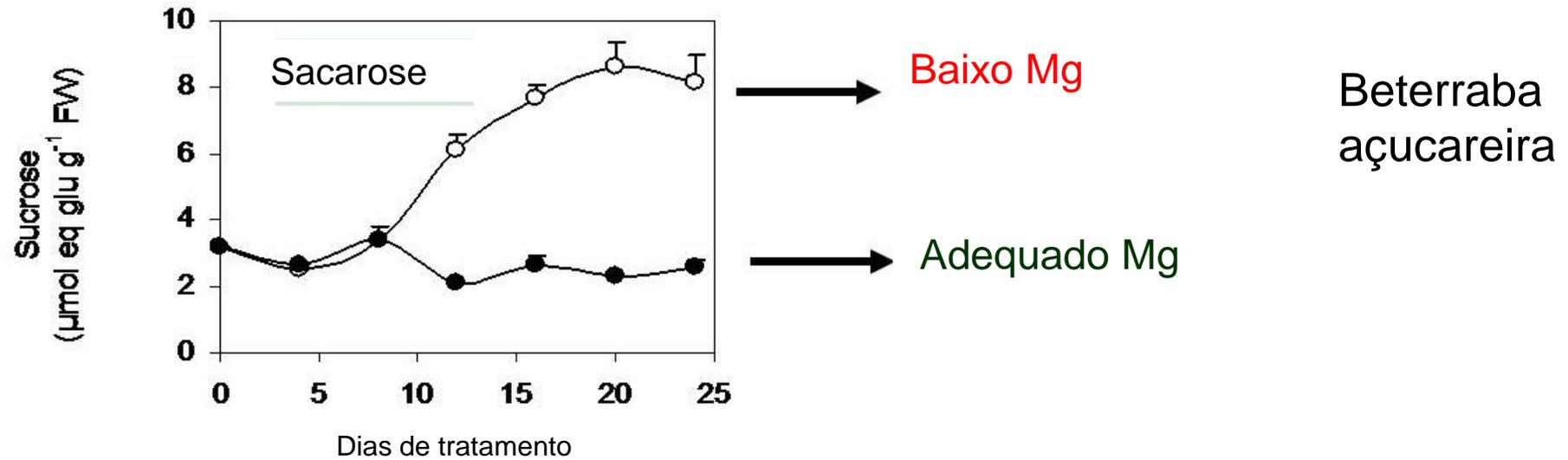
- ~ Porcentagem de saturação de K, Mg e Ca em relação ao valor T do solo, na faixa de V% mais adequada

Dispersão crescente (Compactação)

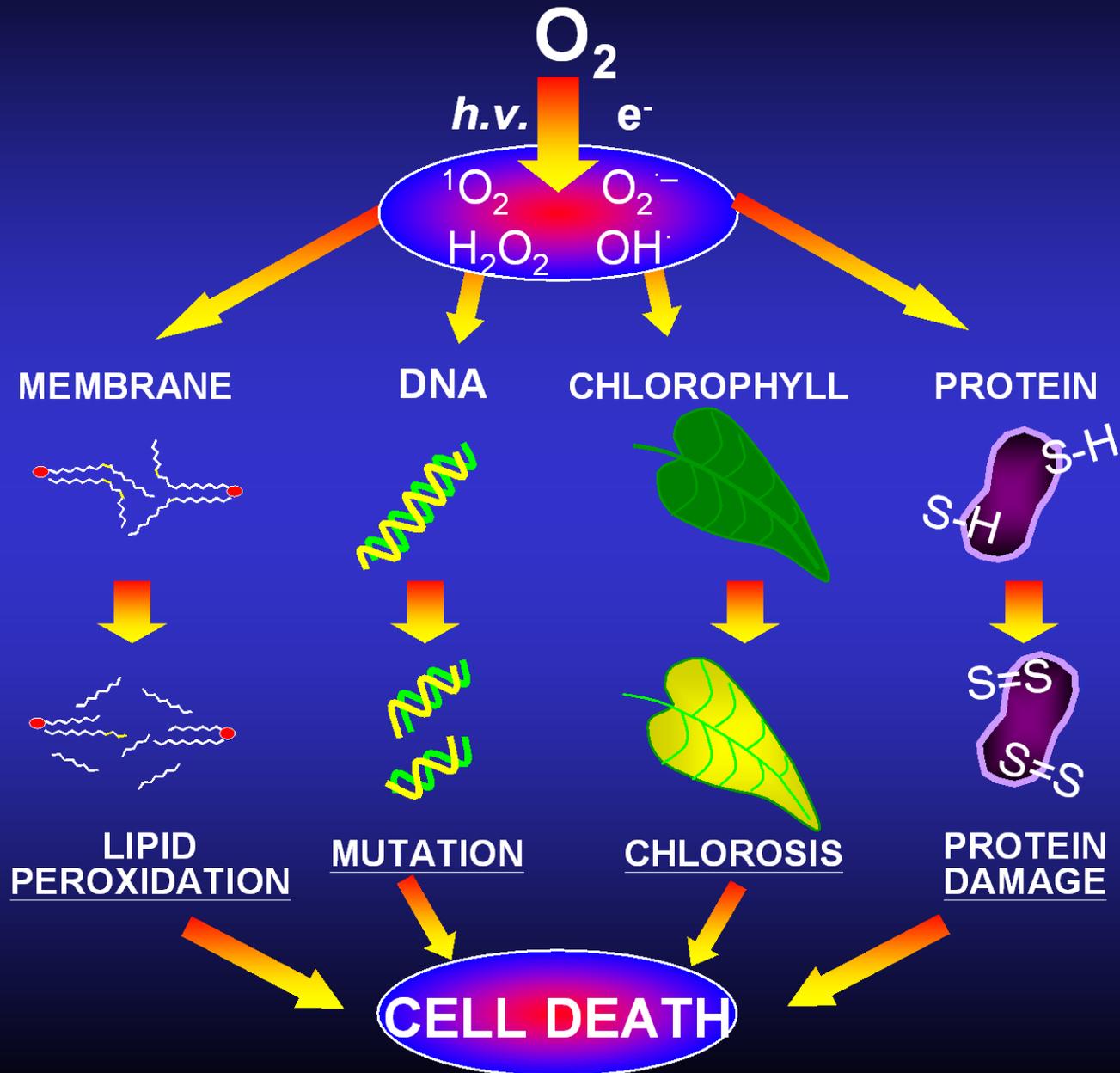


Agregação crescente (Floculação)

# Alterações na folha de concentração da clorofila e de sacarose durante o stress mg deficiência



# FREE RADICAL DAMAGE TO CRITICAL CELL CONSTITUENTS



# Plantas sob o suprimento de Mg baixo são altamente susceptíveis ao estresse térmico

Baixo  
Mg

Adequado  
Mg

Baixo  
Mg

Adequado  
Mg

25 °C

35 °C

Mengutay et al., 2012

## I ) SATURAÇÃO POR BASES

### A) Cana planta: VITTI e MAZZA (2002)

$$NC = \frac{((60 - V_1) CTC^{(1)}) \times 1,25 + ((60 - V_1) CTC^{(2)}) \times 1,25}{10.PRNT}$$

NC = t/ha de calcário (0 – 50 cm)

(1) CTC = 0 a 25 cm ( $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ )

(2) CTC = 25 a 50 cm ( $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ )

## II ) MÉTODO DO Ca E Mg (COPERSUCAR)

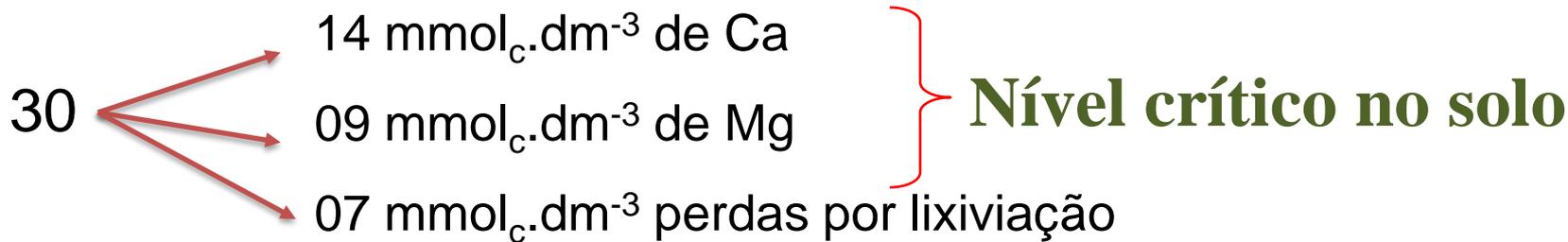
Cana planta: solos muito arenosos; ( $CTC \leq 3,5 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  ou  $35 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$ )

$$NC = \frac{(30 - (Ca + Mg)) \times 10}{PRNT}$$

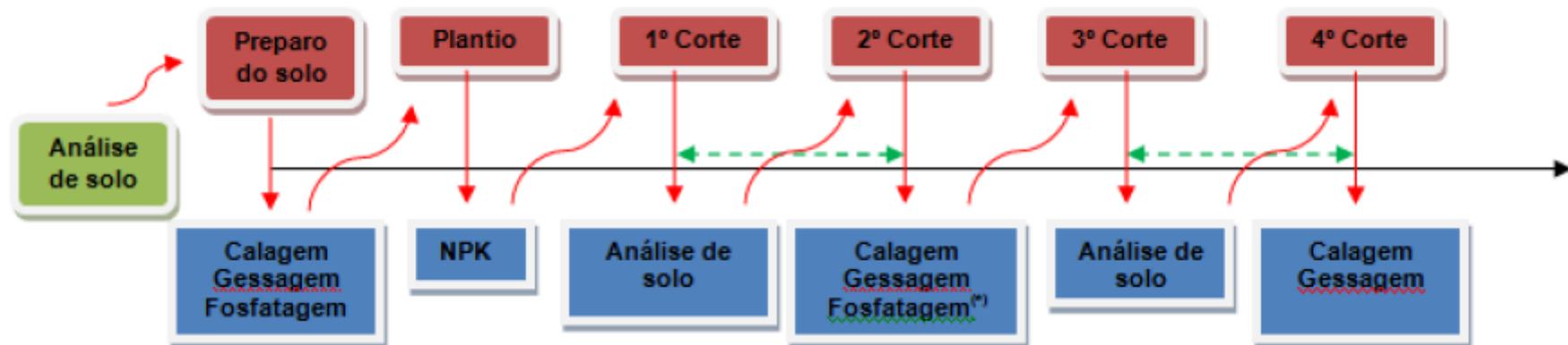
NC = t/ha de calcário

Ca + Mg ( $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ) (25 a 50 cm)

Em solos muito arenosos aplicar as 2 fórmulas (V% nas duas camadas e Ca + Mg na camada superficial) utilizando a que apresentar maior valor.



# Amostragem de solo e práticas corretivas



Período de extração desconsiderado para cálculos de práticas corretivas em soqueira;



Sequência de operações;

(\*)

A fosfatagem pode ser realizada no 2º ou 3º corte;

# Necessidade de calagem (0 - 25 cm)

## I ) SATURAÇÃO POR BASES

**Cana-soca:** (VITTI; MAZZA, 1998)

$$NC = \frac{(70 - V_1) \times CTC}{10 \cdot PRNT}$$

Cana  
soca

CTC está expressa em mmolc/dm<sup>3</sup>

## II ) Critério do Ca + Mg (COPERSUCAR)

$$NC = \frac{40 - (Ca + Mg)}{PRNT} \times 10$$

Ca e Mg expresso em mmolc/dm<sup>3</sup>

Obs: Usar critério que apresentar maior dose em solos muito arenosos

Dose máxima = 3,0 t/ha



# MESSAGEM

# Aplicação do gesso Agrícola – Cana soca

---



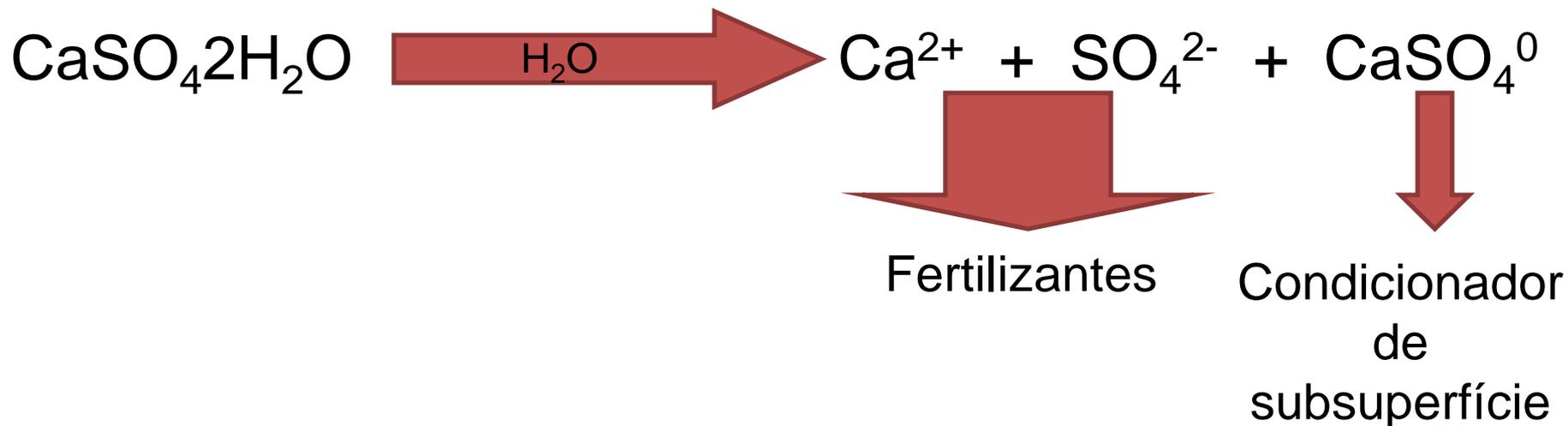
# Gesso agrícola (“fosfogesso”)

## Caracterização

### a) Composição

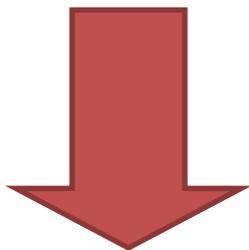
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O.....	96,50%
CaHPO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O.....	0,31%
[Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ].3CaF <sub>2</sub> .....	0,25%
Umidade livre.....	17%
<b>CaO.....</b>	<b>26 - 28 %</b>
<b>S.....</b>	<b>15%</b>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,75%
SiO <sub>2</sub> (insolúveis em ácidos).....	1,26%
Fluoretos (F).....	0,63%
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).....	0,37%

## b) Dissociação



## c) Correspondência entre o gesso aplicado e os teores de Ca no solo

1 t /ha Gesso Agrícola (17% umidade)



5,0 mmol<sub>c</sub> Ca / dm<sup>3</sup> ou 0,5 cmol<sub>c</sub> Ca / dm<sup>3</sup>

200 kg/ha de Ca = 260 kg/ha de CaO

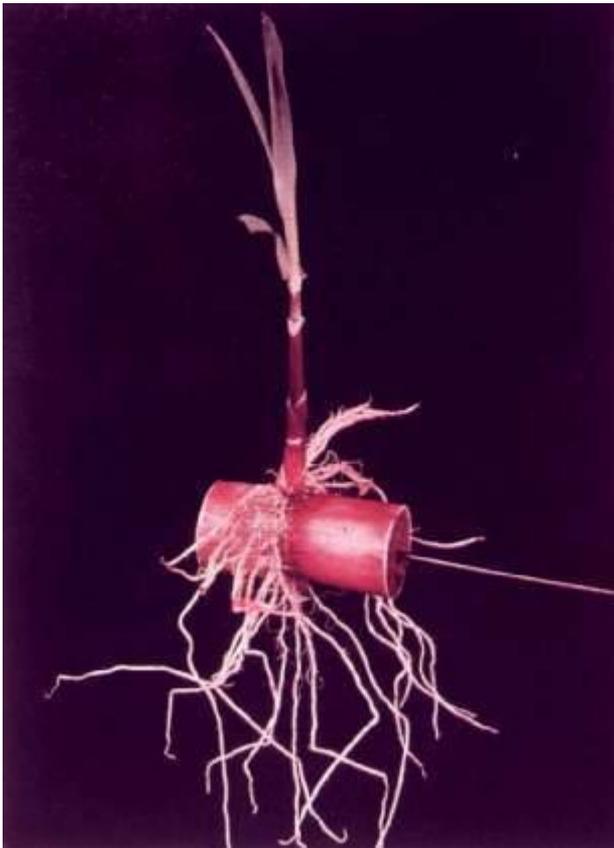
150 kg/ha de S

# Emprego do gesso agrícola

---

- ≈ Efeito fertilizante
- ≈ Recuperação de solos com excesso de K e Na
- ≈ Condicionador de subsuperfície
- ≈ Condicionador de esterco
- ≈ “Preventivo” de enfermidade de plantas

# Efeito Fertilizante – Fonte de Enxofre



## Enxofre



## b) Recomendações

Dose  $\Rightarrow$  1000 kg.ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola

150 kg.ha<sup>-1</sup> de S

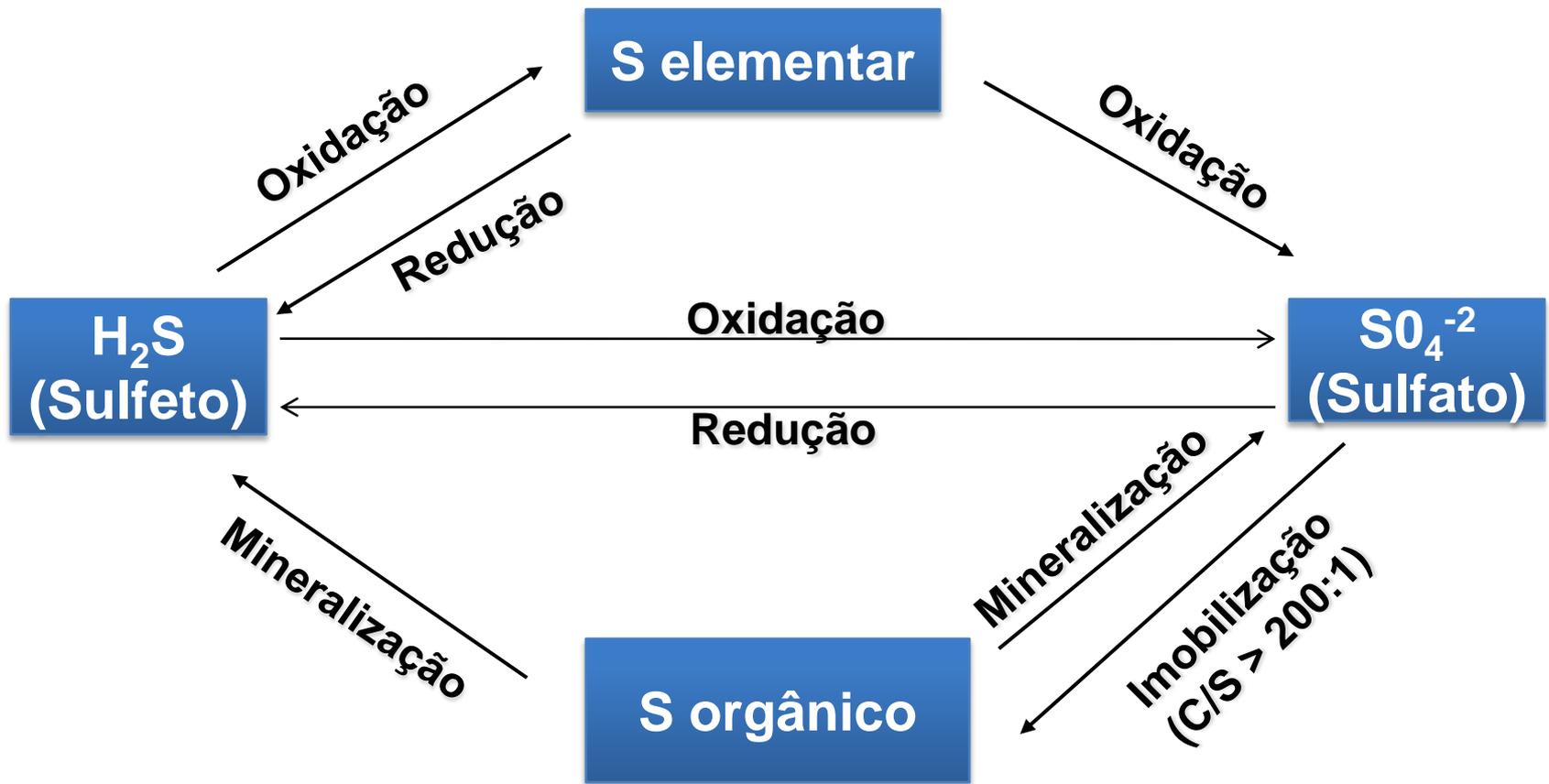
Quando ? N<sup>o</sup> de cortes: 2,5 a 3,0 (50 kg/ha de S por corte)

S < 15 mg/dm<sup>3</sup>

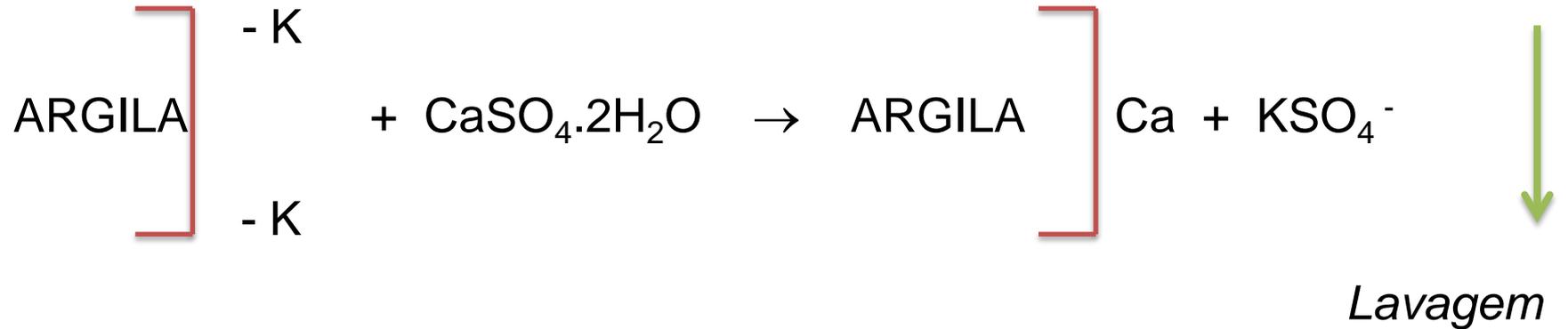
- Área de expansão (0-25 cm)
- Área de reforma (25-50 cm)

Sulfurgran (90% de S)  $\Rightarrow$  50 kg/há = 45 kg/ha de S

# Ciclo do Enxofre no Solo



Reação:



***Solo com excesso  
de vinhaça***

# Recuperação de solos com excesso de K e Na

	Normal
K%T= 14	→ 05
Mg%T= 08	→ 15
Ca%T= 22	→ 40



$$K\% T \geq 7$$



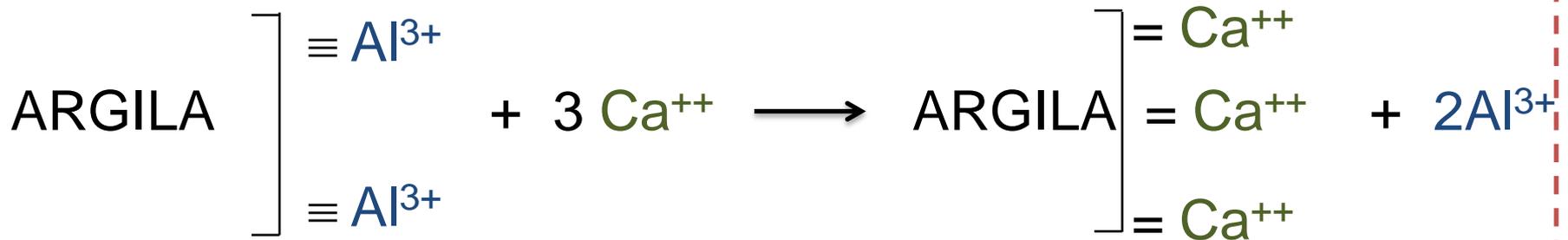
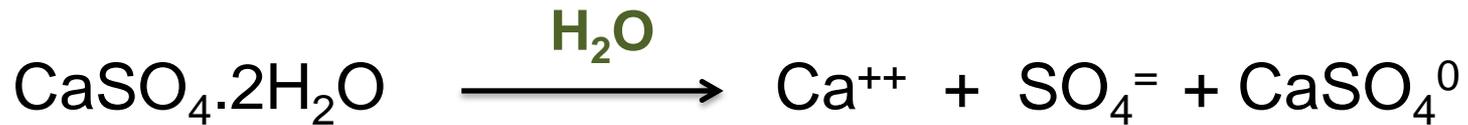
$$NG = (2,15 \times K/10) \times 1,7$$

K da camada 0-25 cm,  
em mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>.

Solos com horizonte B

Distrófico ( $V < 50\%$ )

Álico ( $m = \left[ \frac{\text{Al}}{\text{Al} + \text{Ca} + \text{Mg} + \text{K}} \times 100 \right] > 50$ )



# Condicionador de sub-superfície

Ação do gesso na saturação por bases do solo e na produtividade de soqueiras de cana, cv. SP 70-1143, em solo arenoso distrófico. Destilaria Galo-Bravo, Ribeirão Preto, SP

Tratamento	Profundidade (cm)	V* (%)	2° corte	3° corte	4° corte	Média
			09/84	09/85	07/86	
-----Produtividade (t/ha)-----						
NK	0-20	60	97	106	59	87
	20-40	25				
	40-60	15				
NK + 0,5 t/ha	0-20	60	99	114	60	91
	20-40	58				
	40-60	18				
NK + 1 t/ha	0-20	60	96	113	65	97
	20-40	48				
	40-60	25				
NK + 2 t/ha	0-20	64	105	125	71	101
	20-40	45				
	40-60	23				

\*Análises feitas três anos após instalações.

Dematê, 1986.

# Condicionador de sub-superfície

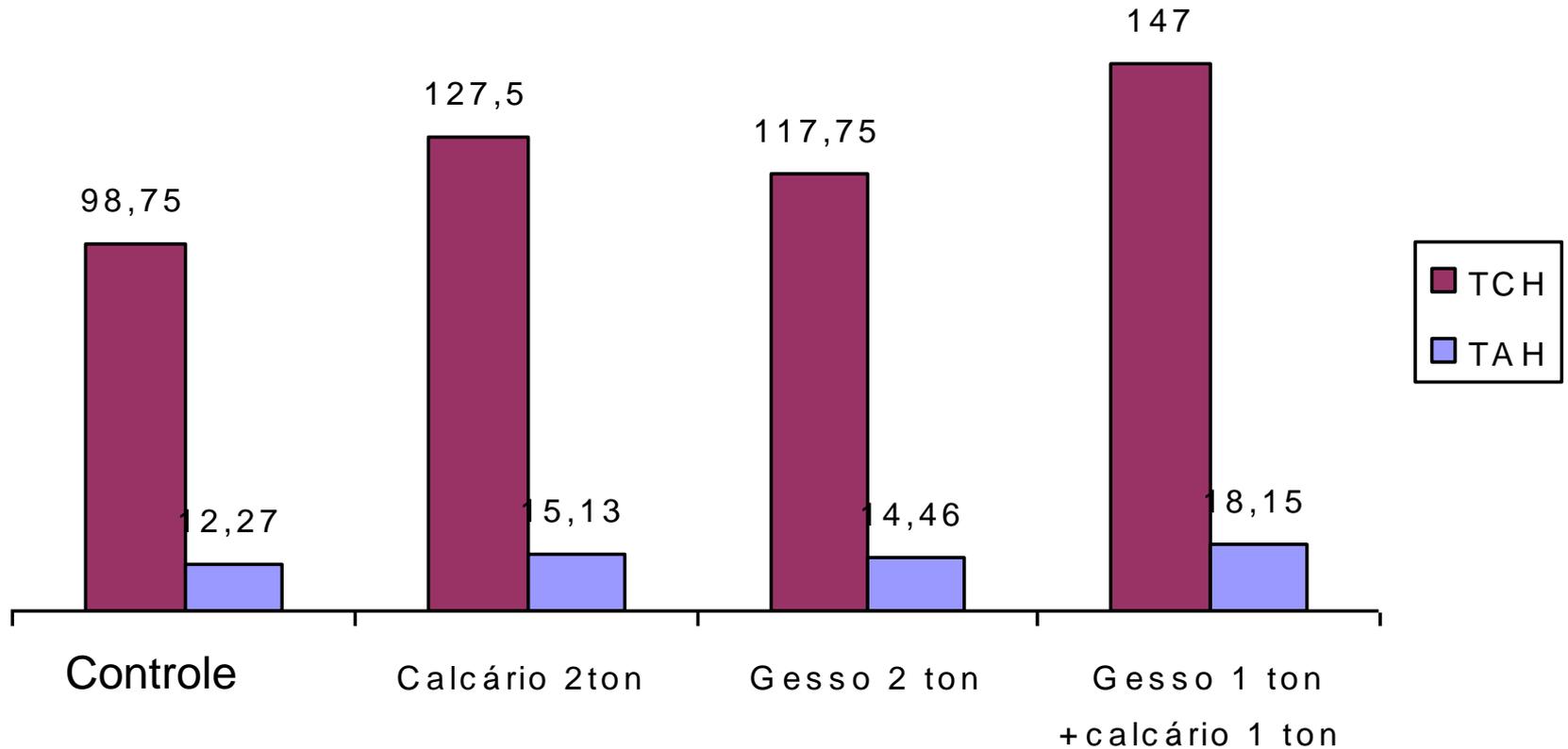
## b) Mecanismos / Resultados

Produtividade média de cana-de-açúcar (t/ha), do 1º ao 4º corte, com o uso de calcário e gesso agrícola.

Doses, calcário t/ha	Doses de gesso (t/ha)		
	0	2	4
<b>1º corte</b>			
0	121	125	128
4	130	138	133
<b>2º corte</b>			
0	98	103	109
4	110	119	118
<b>3º corte</b>			
0	88	93	96
4	97	109	102
<b>4º corte</b>			
0	88	100	110
4	113	125	116

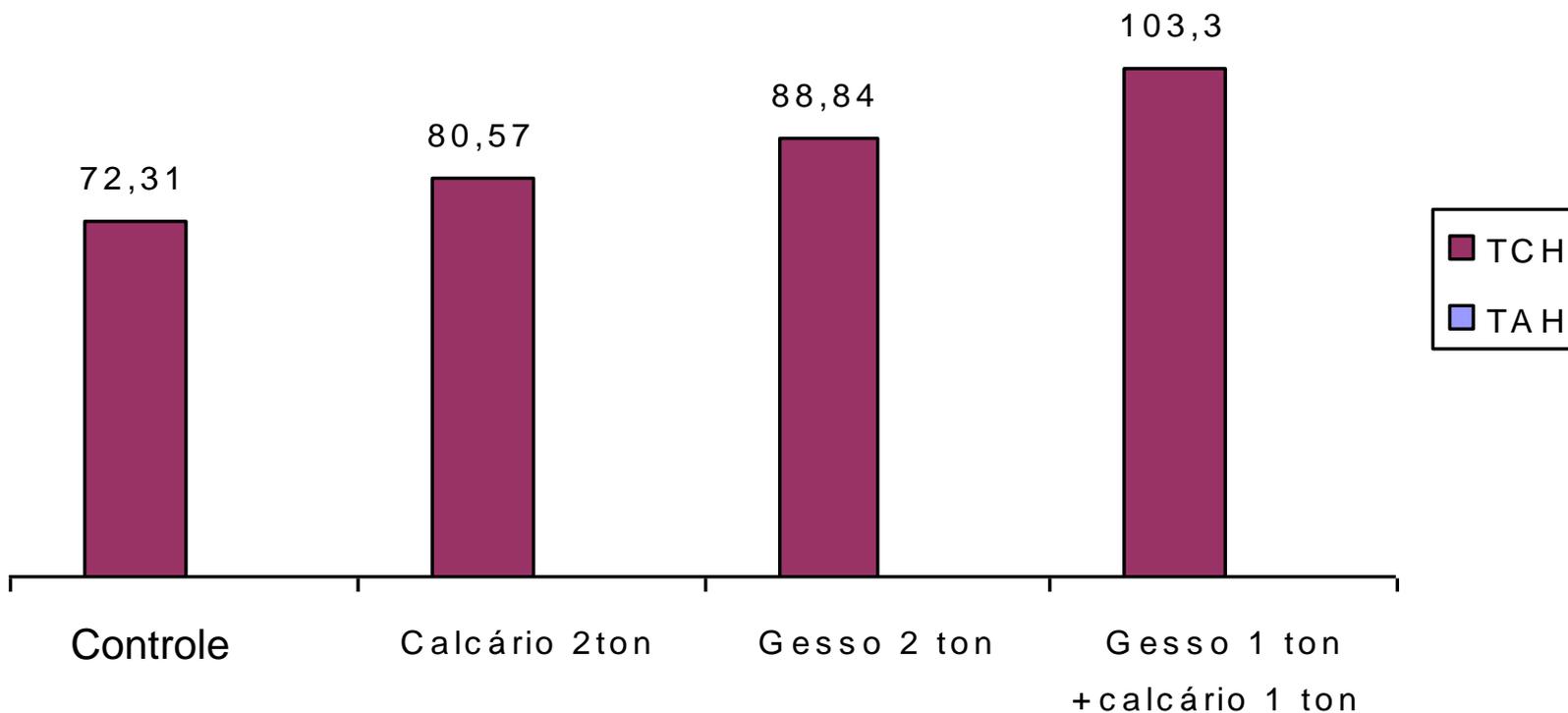
Morelli et al., 1992

### Colheita 1 - Trapiche



Oliveira et al., 2005

## Colheita 2 - Trapiche



Oliveira et al., 2005

## Pré-plantio instalação do canavial

### Critério de recomendação

Na cultura da cana-de-açúcar

$V < 35 \%$  (camada de 20 a 40 cm)

$$NG \text{ (t/ha)} = \frac{(V2 - V1) \times CTC}{500^{(*)}}$$

V2 = saturação por bases desejada em subsuperfície (50%)

V1 = saturação por bases atual do solo em subsuperfície

CTC = capacidade de troca catiônica em subsuperfície em  $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$

(Fórmula válida para CTC máx =  $100 \text{ mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ )

(\*) 500 para CTC em  $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$  ou 50 para CTC em  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$

Quantidade aproximada de gesso a ser aplicada de acordo com a capacidade de troca catiônica (T) e a saturação por bases (V) do subsolo.

T (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	V (%)	Dose de gesso (t.ha <sup>-1</sup> )
< 30	< 10	2,0
	10-20	1,5
	20-35	1,0
30-60	< 10	3,0
	10-20	2,0
	20-35	1,5
60-100	< 10	3,5
	10-20	3,0
	20-35	2,5

Demattê (1986 apud DEMATTÊ, 2005).

## Critério de recomendação

Recomendação do gesso como condicionador de sub-superfície:

Área total

Após a calagem

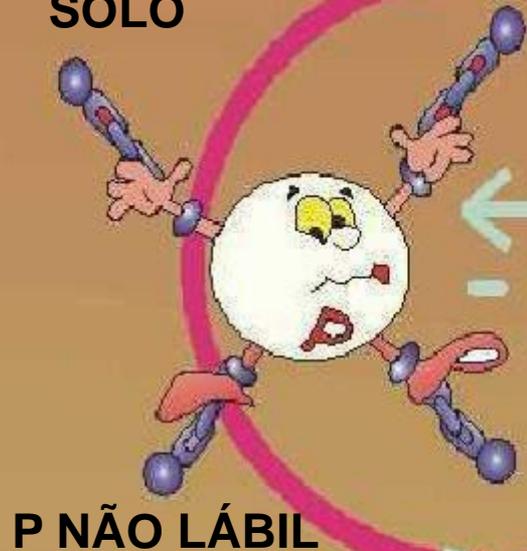


# Fosfatagem

# FOSFATAGEM

## DESTINO DO P NO SOLO

FASE  
SÓLIDA DO  
SOLO

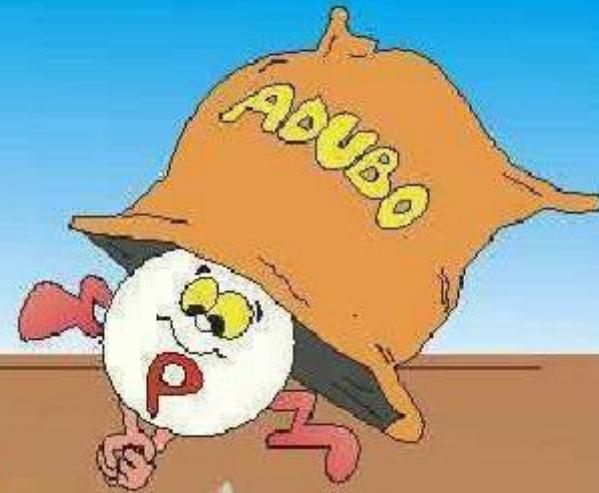


P  
LÁBIL

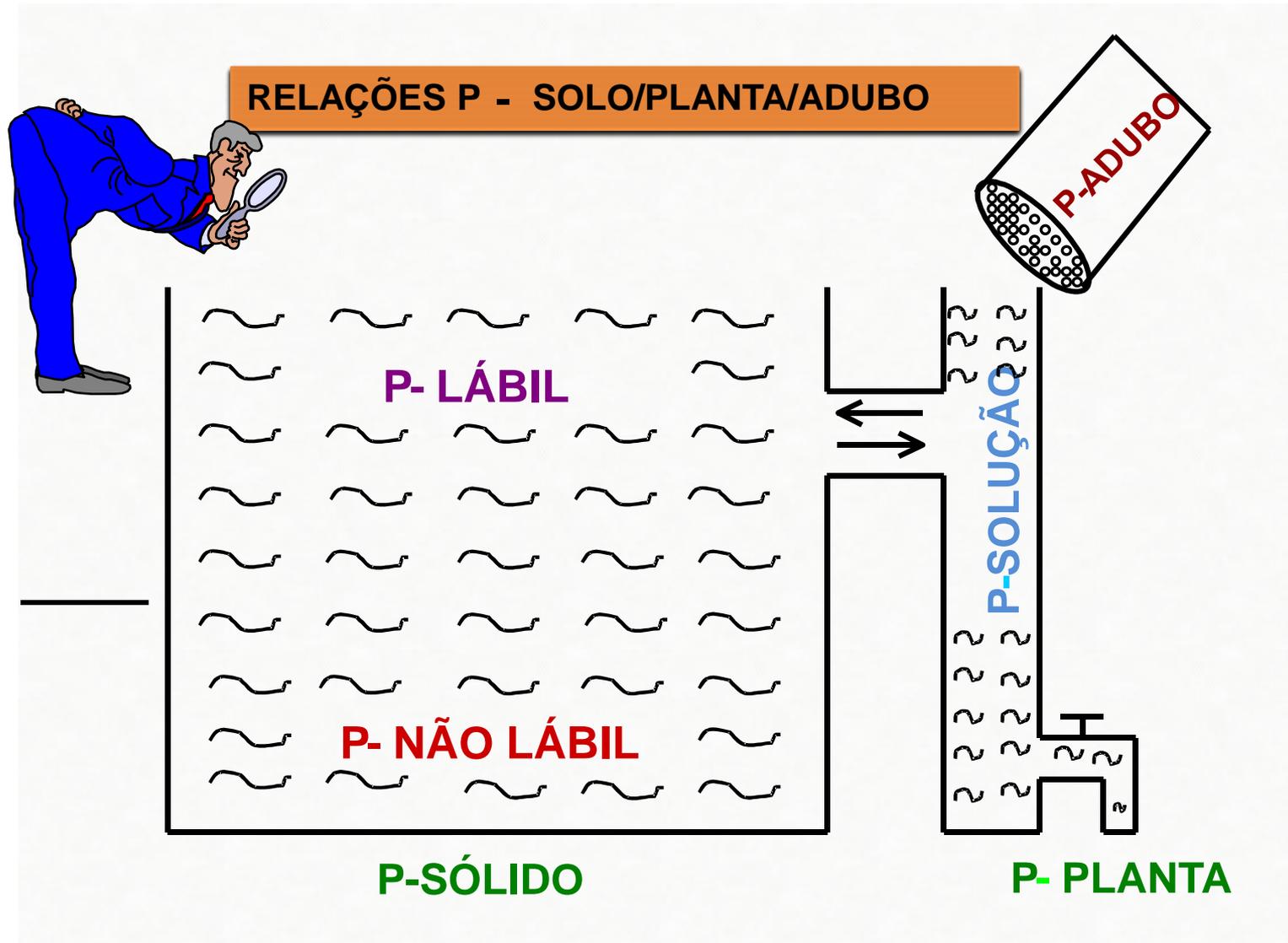
P NA SOLUÇÃO DO  
SOLO

P NA EROSÃO E NA  
ÁGUA DE DRENAGEM

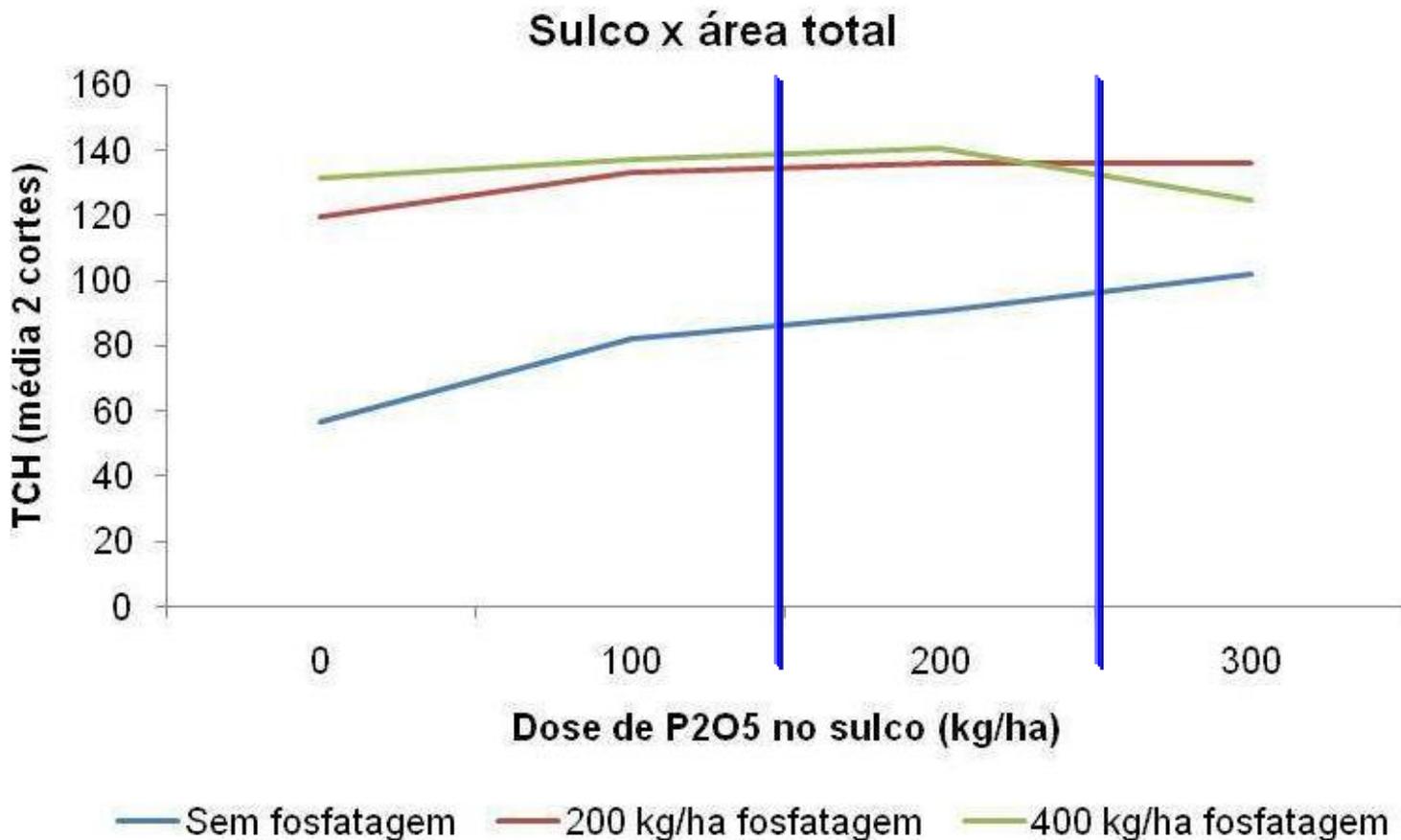
P NO FERTILIZANTE



# Fosfatagem



# Resposta à fosfatagem (cana-de-açúcar)



Resposta da cana-de-açúcar em função da aplicação de fósforo em área total e no sulco de plantio, em solos arenosos.

Fonte de P: Termofosfato

Morelli et al., 1991

# Relação entre fosfatagem e calagem em cana-de-açúcar

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> no sulco  (kg ha <sup>-1</sup> )	Fosfatagem (kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )					
	Área sem calagem			Área com calagem		
	0	100	200	0	100	200
	----- Produtividade no primeiro corte (t ha <sup>-1</sup> ) -----					
0	23	102	111	8	111	134
50					123	134
100	79	115	124	115	124	133
150				98	127	135
200	96	118	126	112	121	131

**Δ = + 25 t/ha**

Reis; Cabala-Rosand, 1986

# Fosfatagem - critérios

## (1) Presina (VITTI ; MAZZA, 2000)

CTC < 60 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> (6 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>)  
ou argila < 30%

**P resina ≤ 15 mg/dm<sup>-3</sup>**

## Quanto:

**5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / 1% argila**

Argila	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
%	kg/ha
20	100
30	150



**1 mg/dm<sup>3</sup> P = 10 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

## Usina E.S.P.

≈ 5 t/ha de calcário

≈ 3 t/ha de gesso

≈ Grade intermediária

≈ Fosfatagem

≈ Grade niveladora



# Aplicação de FNR por caminhão



USINA E.S.P.

## $P_2O_5$ sol. em HCl 2,0 %

- ≈ Hiperfosfatos (Fosfato Natural Reativo – 29%  $P_2O_5$  total e 9 ou 14% HCl)
- ≈ Termofosfato Magnesiano ( $P_2O_5$  total 18% e  $P_2O_5$  HCl = 16%)
- ≈ Fósforo Orgânico (Torta de Filtro)
- ≈ Fósforo Organo-mineral (Composto: torta de filtro + Cinza + P Mineral ou Torta de filtro + Cinza + Cama de frango)



**FOSFATO NATURAL REATIVO – NORTE DA ÁFRICA**  
**9% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> HCl**



GAFSA – Tunísia  
9% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> HCl



# FOSFATO NATURAL REATIVO

(BAYÓVAR)



14 %  $P_2O_5$  HCl



Quando um fosfato sedimentar é considerado reativo?

**Quando 30% ou mais do P total é solubilizado em uma extração padrão, por uma solução de ácido cítrico a 2%**

*Fertilizer Research, 23:37-42, 1990*

**Quando mais de 55% do  $P_2O_5$  Total é solubilizado por uma solução de ácido fórmico a 2,0%.**

Fosfato Natural	Solubilidade Relativa (%)		
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Ac. Cítrico	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Ac. Fórmico
Arad	33	35 (11,5)	58
<b>Bayóvar (Perú)</b>	29	48 (14,0)	72
Daoui (Khouribga/Marrocos)	32	31 (10,0)	59
<b>Gafsa (Tunísia)</b>	29	41 (11,9)	72
Djebel Onk (Argélia)	29	38 (10,0)	68

D.M.G de Souza et al., 1999  
EMBRAPA Cerrados

**Cor vermelha = % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> HCl 2%**

# Características Químicas

$$IEA = \frac{P_{\text{Retirado Trat.}} - P_{\text{Testemunha}}}{P_{\text{Retirado SPT}} - P_{\text{Testemunha}}} \times 100$$

$$Eq.SPT = \frac{\text{Doses SPT}}{\text{Doses Fonte}} \times 100$$

Fontes	Eq. SPT (%)
<b>Termomagnésiano</b>	<b>100-103</b>
<b>Fosfato Reativo</b>	<b>90</b>
<b>Patos</b>	<b>45</b>
<b>Araxá</b>	<b>33</b>
<b>Catalão</b>	<b>15</b>

b) origem metamórfica, amorfo, forma mais “mole”

Brasil: Olinda/PE; Alvorada/SP; Patos de Minas/MG; Irecê/BA;  
Lagamar/MG; Arraias/TO

Fosforita Alvorada	
Teor	%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	25,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> CNA + Água	3,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Ác. cítrico	5,5

## Fontes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para Fosfatagem (Sugestões)

Produto	Empresa	Origem		Dose da fonte		
		Total	CNA + H <sub>2</sub> O	Arenoso	Argiloso	
Agrofos	Agronelli	14	9	Uberaba/MG	850	1000
Fosfato 18	Fosbrasil	18	16	Vale do Ribeira/SP	650	800
Multifos	Socal	28	16	Vale do Ribeira/SP	450	550
Bayóvar	Heringer	30	14*	Peru	400	500
Gafsa	Fertipar	28	10*	Tunísia	400	500

\* P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em HCl 2,0%

## Critérios

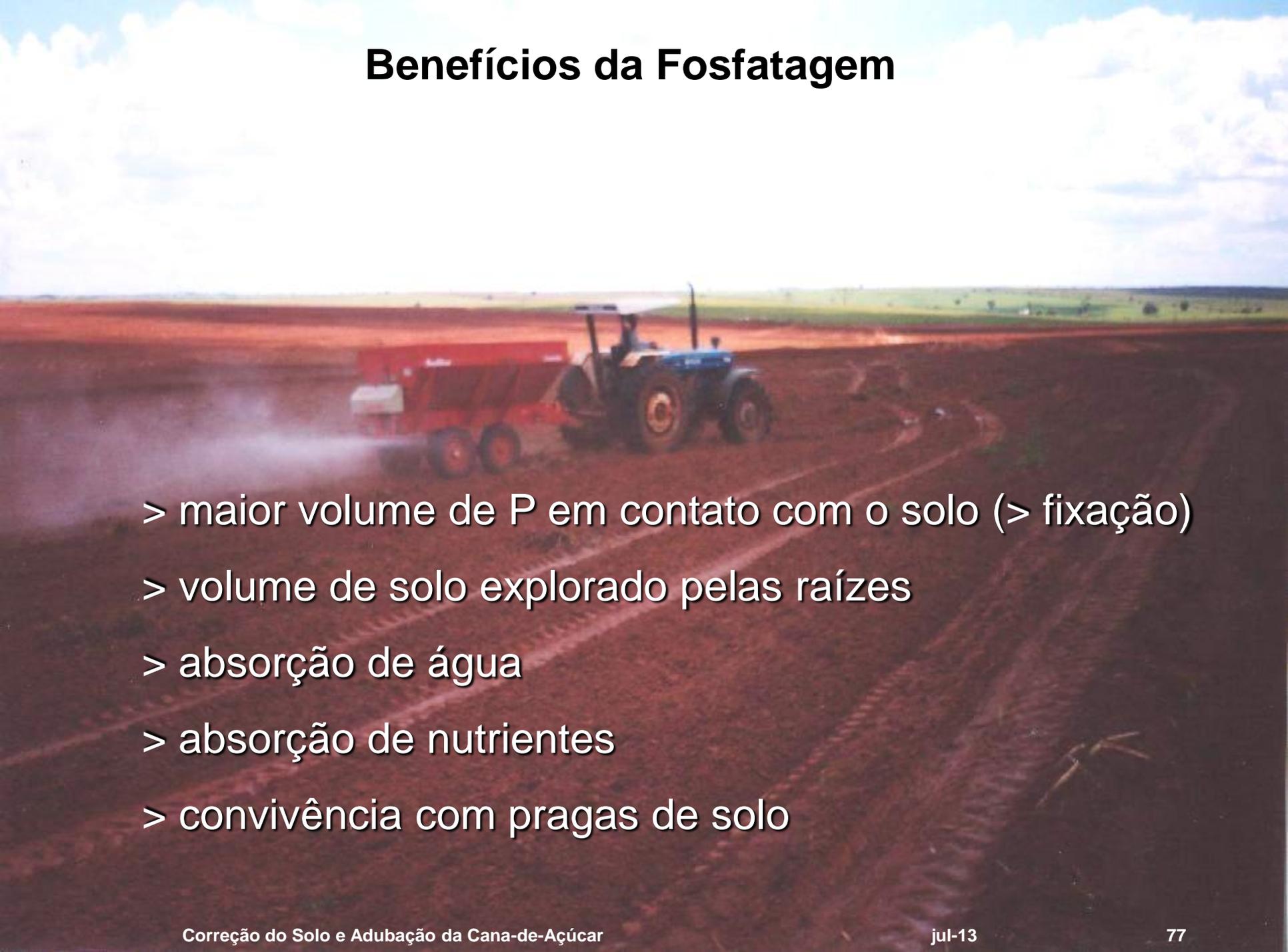
### Localização:

Área total, incorporado superficialmente (grade niveladora) ou sobre a palhada

### Época:

Pré plantio, após calagem e gessagem

# Benefícios da Fosfatagem

- 
- > maior volume de P em contato com o solo (> fixação)
  - > volume de solo explorado pelas raízes
  - > absorção de água
  - > absorção de nutrientes
  - > convivência com pragas de solo



# Adubação Verde

## VANTAGENS:

- ≈ Melhora propriedades químicas do solo
- ≈ Diminui o assoreamento dos sulcos de plantio, facilitando a germinação dos toletes
- ≈ Redução total/parcial da adubação nitrogenada de plantio
- ≈ Reciclagem de nutrientes percolados
- ≈ Controle da erosão
- ≈ Diminuição da incidência de ervas daninhas
- ≈ Controle de pragas do solo
- ≈ **Solubilização de: Ca, Mg, S e P (Práticas corretivas)**
- ≈ Aumento da produtividade

# Soja x Adubo verde

Adubo verde

- ≈ Áreas mais susceptíveis a erosão (Solos arenosos)
- ≈ Piores ambientes de produção – menores produções de soja
- ≈ Áreas com problemas de compactação e nematóides
- ≈ Áreas de expansão da Usina

Soja Amendoim

- ≈ Áreas de reforma
- ≈ Melhores ambientes
- ≈ Áreas mais produtivas
- ≈ Áreas mais Planas



Soja x Ambiente Ruim

= Baixa produtividade



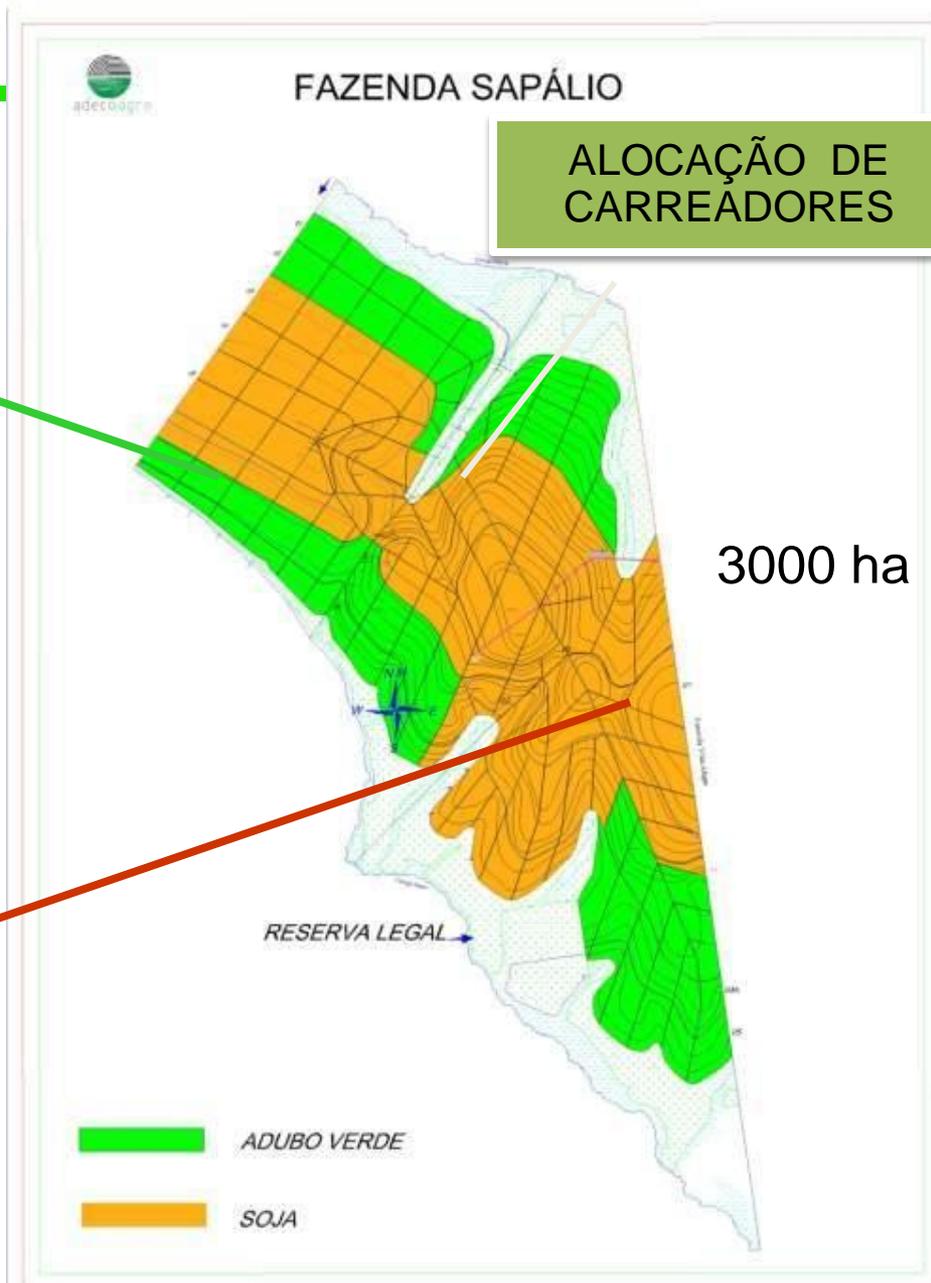
Correto:

CROTÁLARIA JUNCEA FAZ. SAPÁLIO GLEBA 02

Melhores ambientes



Melhores ambientes



# Recomendações

## Semeadura

Crotalária juncea	Em linha 25 kg/ha	À lanço 30 kg/ha
-------------------	----------------------	---------------------

Crot. Spectabilis	Em linha 12 kg/ha	À lanço 15 kg/ha
-------------------	----------------------	---------------------

Época adequada

Outubro/Novembro

## Manejo da Biomassa

Ideal

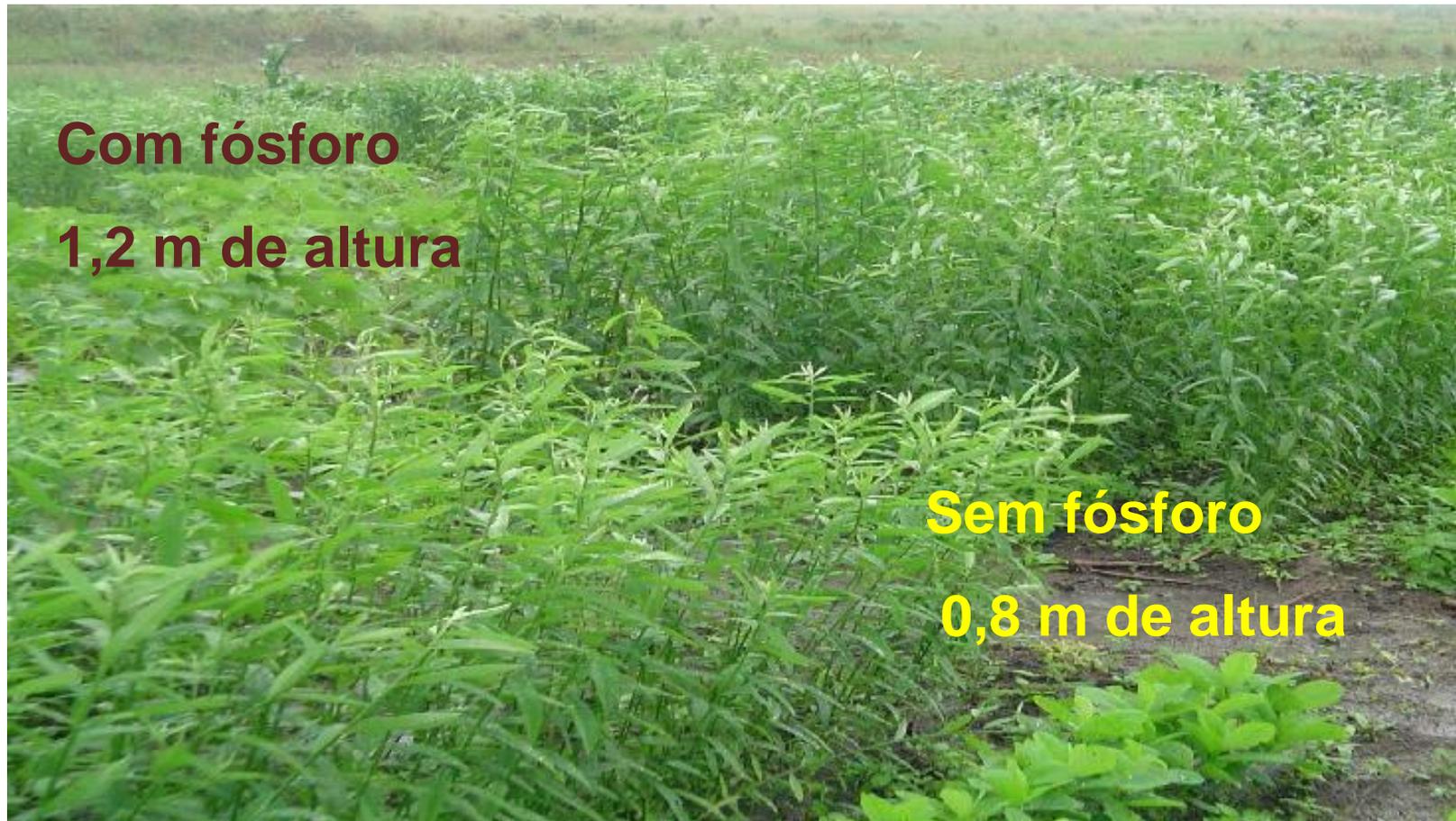
Florescimento

Mínimo

90 dias



# Efeito das práticas corretivas na adubação verde



# Efeito das práticas corretivas na adubação verde



# Sulcação direta sobre o adubo verde



22 17:40

# Manejo da biomassa

Sulcação direta sobre *C. spectabilis*



FONTE: Laércio Silva, Usina Coruripe/AL



*Crotalaria juncea* em Área de Reforma



# Rolo Faca



# Para - choque



# MEIOSI NA CANA-DE-AÇÚCAR



**CANA**

**CANA**

**LAGE-LAGE**

00 17:13



Usina Noble – Catanduva SP

Correção do Solo e Adubação da Cana-de-Açúcar

30 1 2009

jul-13

91



Usina Noble – Catanduva SP

Correção do Solo e Adubação da Cana-de-Açúcar

30 1 2009

jul-13

92

# Plantio Direto em Cana-de-açúcar



## Rotação Soja / Cana (Catanduva - SP)



**20 kg/ha N mineral**

## Meiose soja/cana (Rio Brilhante/MS)



## Vantagens da rotação de soja/cana

---

- ≈ Absorver os custos com preparo de solo: aração, gradagens, terraceamento, distribuição do calcário e adubos em área total;
- ≈ Reduzir pressão de sementeiras de ervas daninhas através da trifluralina;
- ≈ Benefícios diretos do uso de leguminosas: fixação biológica do nitrogênio, incorporação da matéria orgânica e conservação do solo - dispensa adubação nitrogenada em cana-planta;
- ≈ Possibilidade de saldo financeiro positivo entre produtividade e custo da soja.

Variedade	Produtividade	
	kg/ha	sc/ha
Conquista	2.963	49
Vencedora	4.121	68
IAC-18	3.747	62
IAC-18	3.353	56
IAC-15 II	3.232	54
Engopa	3.547	59
BRS-133	3.436	57
Embrapa	3.716	62
IAS-5	3.258	54
BRS-183	3.410	57
Codetec	3.816	64
Codetec	3.421	57
Foscarin	3.121	52

Até 40 sc/ha o produtor não está tendo prejuízo, além de melhorar o solo para o plantio da cana.

Tanimoto, 2001

Soja: 63 sc/ha

Variedades: BRS 245 e COODETEC 226 (ambas RR)

800 mL/ha de Boral (via herbicida)

1 t/ha de calcário e gesso + 17 t/ha de torta

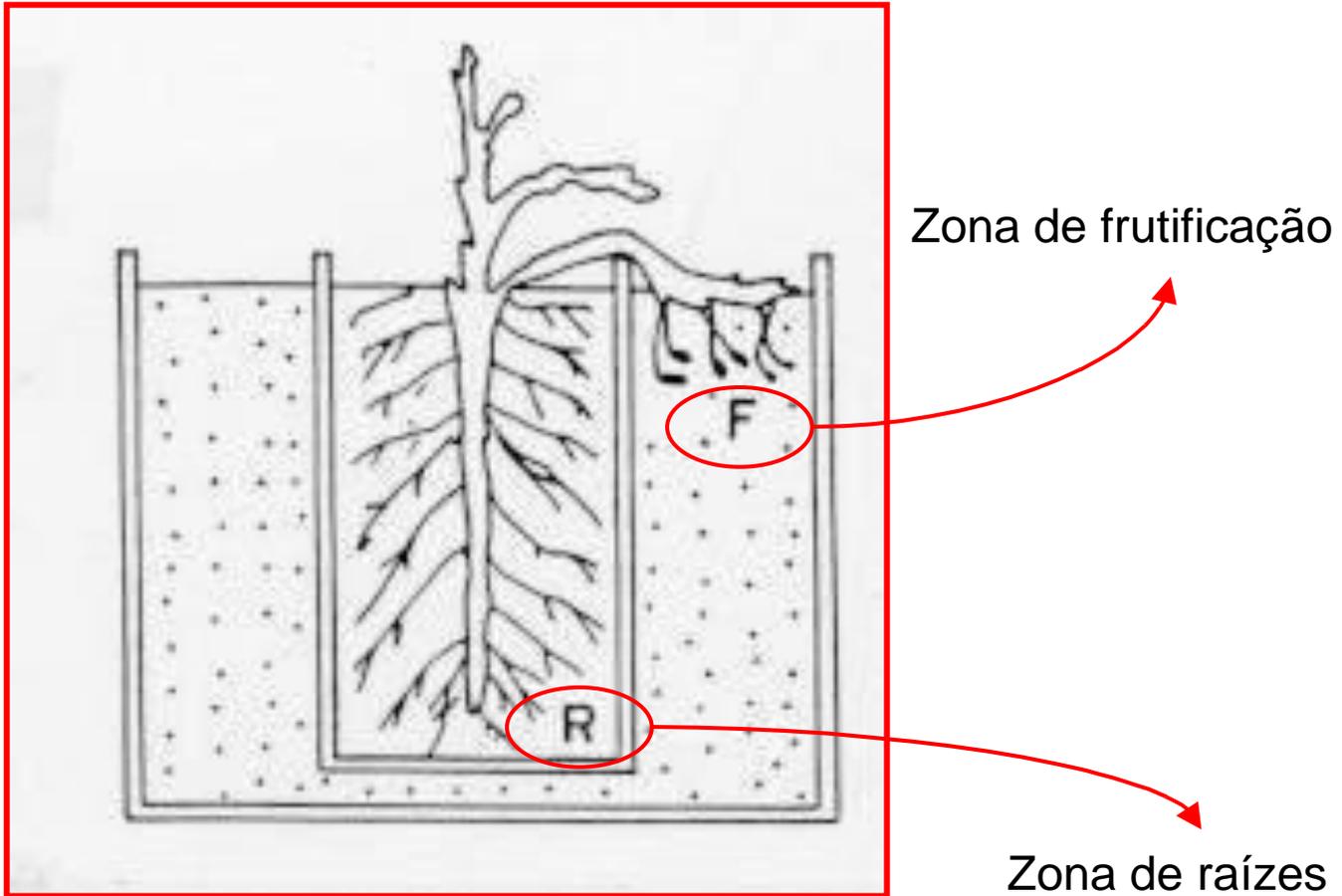
Plantio: 300 kg/ha 02-25-20 ou 250 kg/ha 05-20-25

Via Foliar: Mn em  $V_4$  e  $R_1$

3 2 2010



3 2 2010

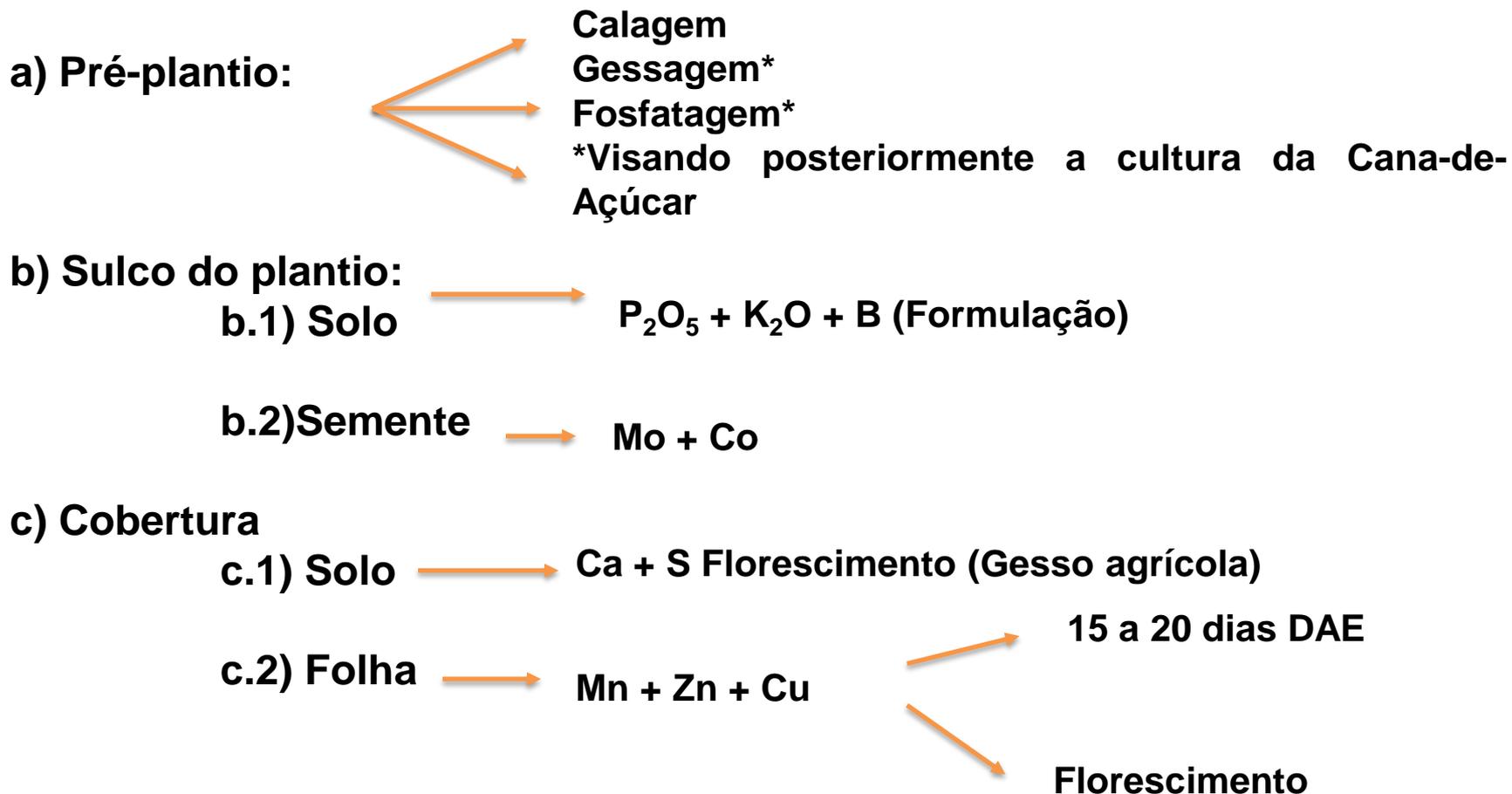


## Partes da planta

## Distribuição relativa

	F*		R*	
	Ca	S	Ca	S
Folhas	3,9	18,0	66,0	30,0
Hastes	2,9	6,4	17,2	27,1
Casca	4,9	17,3	3,0	7,1
Vagens	88,3	58,3	13,6	35,8

\* F= zona de frutificação / R= zona de raízes



## Cálcio





Amendoim

Planta calcífila

Deficiência de B

- CÁLCIO

Usina Amália



- CÁLCIO



**+ CÁLCIO**



Recomendações:

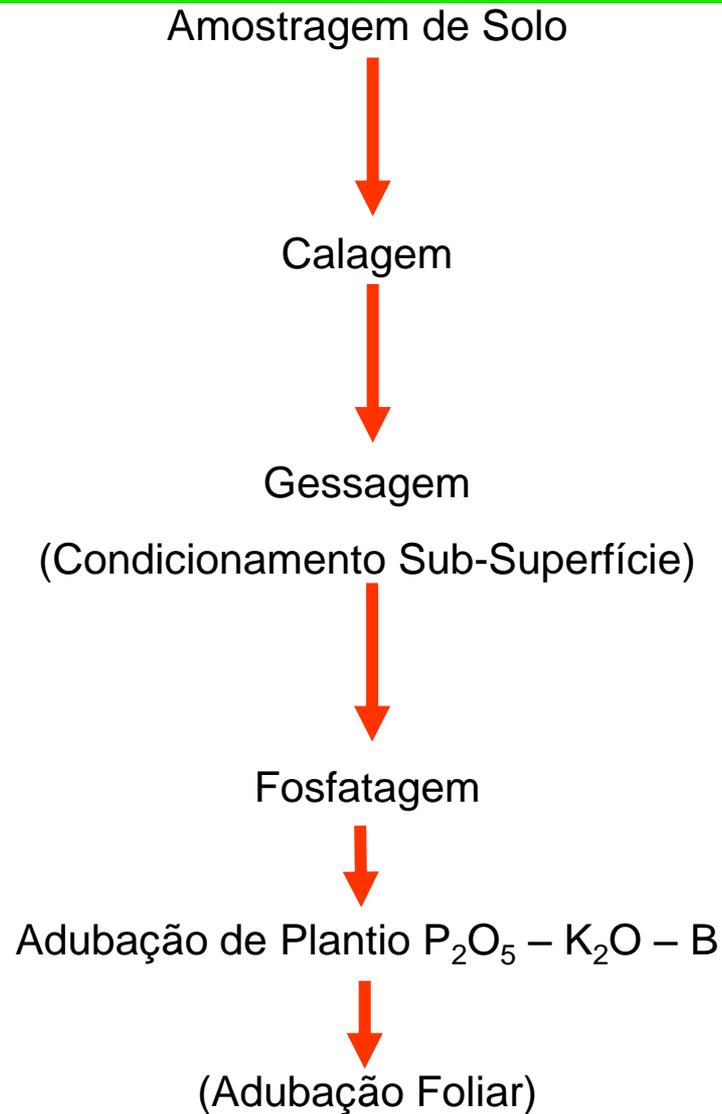
**500 kg.ha<sup>-1</sup> (Localizado)**

**1000 kg.ha<sup>-1</sup> (Área total)**

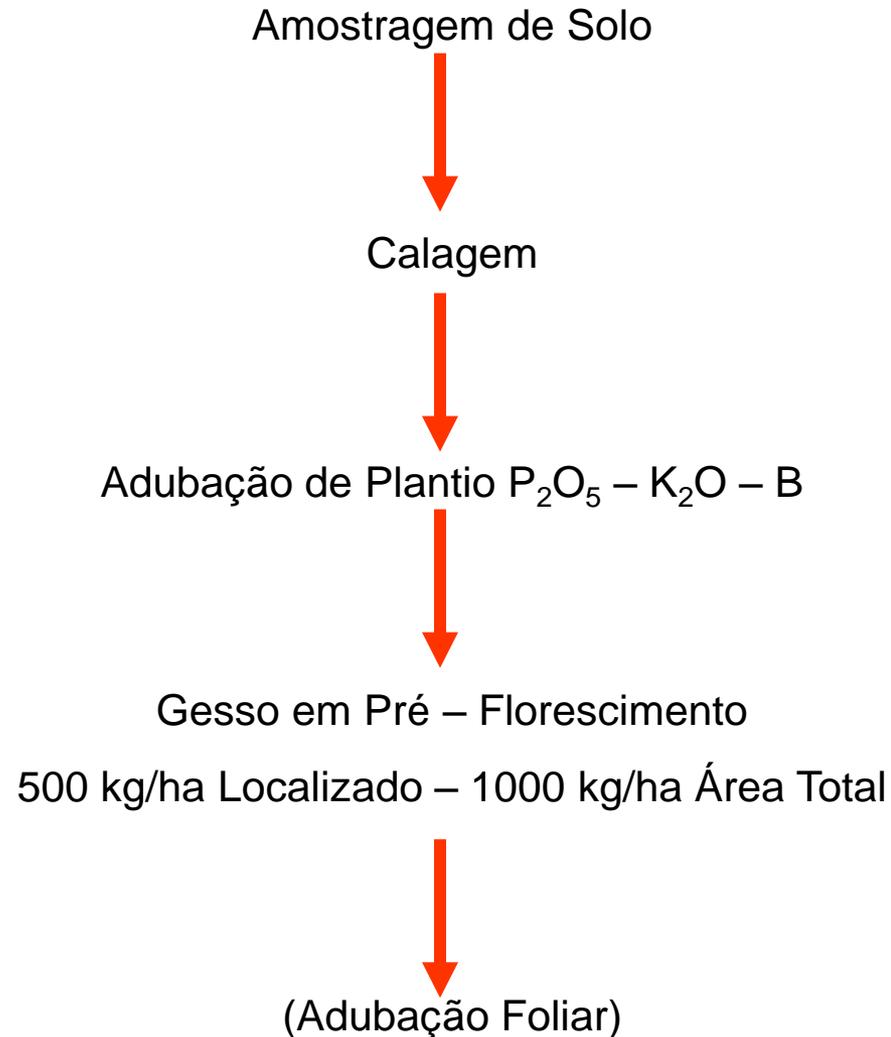
Época:

**Dose total no início do florescimento**

# I) MANEJO DA CULTURA Amendoim/ Cana-de-Açúcar



## II) MANEJO DA CULTURA Amendoim (Arrendatário)



# Conceitos gerais

$$\text{Adubação} = (\text{Exigido}_{\text{planta}} - \text{Fornecido}_{\text{sistema}}) \times f$$

1. O que aplicar?
2. Quanto aplicar?
3. Quando aplicar?
4. Como aplicar?
5. Compensa aplicar?

# O que aplicar? (Nutrientes necessários)

## AR + ÁGUA (95% MS)

- Macronutrientes orgânicos (CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O)  
C, H e O

- Equação fotossintética:



## SOLO (5% MS)

- Macronutrientes primários  
N, P e K (fórmula)
- Macronutrientes secundários  
Ca, Mg e S (calcário e gesso)
- Micronutrientes { B, Zn, Cu  
(Mo e Mn)

$$\underline{\text{ADUBAÇÃO}} = (\text{PLANTA} - \text{SOLO}) \times f$$

# Quanto aplicar?

## Cana planta

↓ N(\*)    ↑ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>    ↑ K<sub>2</sub>O

S > P

(\*) Fixação biológica do N<sub>2</sub> do ar

## Cana Soca

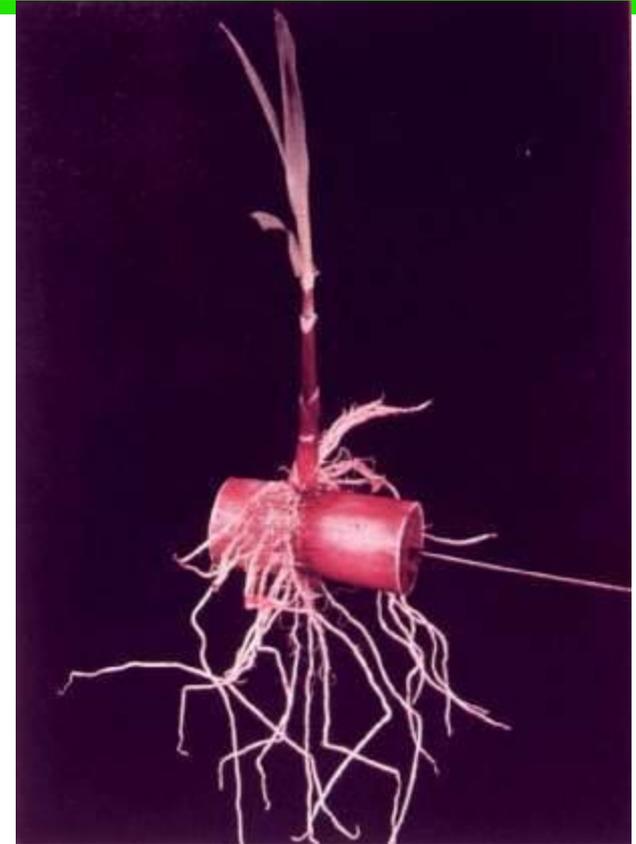
↑ N    ↓ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>    ↑ K<sub>2</sub>O

Dose: **1,0 kg** N/t de cana queimada

N/K<sub>2</sub>O = 1,0/1,3 a 1,0/1,5

Dose: **1,3 kg** N/t cana crua

N/K<sub>2</sub>O = 1,0/0,8 a 1,0/1,0



$$\underline{\text{ADUBAÇÃO}} = (\text{PLANTA} - \text{SOLO}) \times f$$

# Extração e exportação de macronutriente

Produção de 100 t de colmos.

Parte da planta	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *	K <sub>2</sub> O**	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- kg/100 t -----						----- g/100 t -----				
<b>Colmos</b>	83	25	94	47	33	26	149	234	1393	1052	369
<b>Folhas</b>	60	18	115	40	16	18	86	105	5525	1420	223
<b>Total</b>	143	43	209	87	49	44	235	339	7318	2470	592

Orlando Filho, 1993.

\*Para transformar valores para P, dividir por 2,29.

\*\*Para transformar valores para K, dividir por 1,20.

# Extração de nutrientes pela cana-planta em função da adubação nitrogenada

**Cultivar: SP81 3250**

## Macronutrientes (kg/t)

1,4 kg de N  
0,3 kg de  $P_2O_5$  (0,15 kg de P)  
3,9 kg de  $K_2O$  (3,24 kg de K)  
0,8 kg de CaO (0,60 kg de Ca)  
0,4 kg de MgO (0,26 kg de Mg)  
0,8 kg de  $SO_4$  (0,28 kg de S)

## Micronutrientes (g/100 t)

5300 g de Fe  
1500 g de Mn  
220 g de Zn  
130 g de B  
60 g de Cu

Franco, 2008

# Quanto? – Cana planta: Variedades NOVAS

## Região Nordeste

Nutriente	Cultivar	
	RB92 579	RB93 509
	kg/100 t	
N	92	80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	47	64
K <sub>2</sub> O	147	151
CaO	70	63
MgO	48	55
S	35	26

# Quanto? – Cana planta: Var. mais recentes

## Micronutrientes

### Centro Oeste

### Nordeste

Nutriente	Acúmulo na parte aérea	
	USL	USA
	<i>Variedade: SP81 3250 (g/100 t)</i>	
B	120	147
Cu	75	50
Fe	4062	6480
Mn	544	2420
Zn	235	204

Nutriente	Cultivar	
	RB92 579	RB93 509
	g/100 t	
B	111	130
Cu	75	129
Fe	3290	3090
Mn	660	653
Zn	279	506

## 2.3. Quando aplicar?

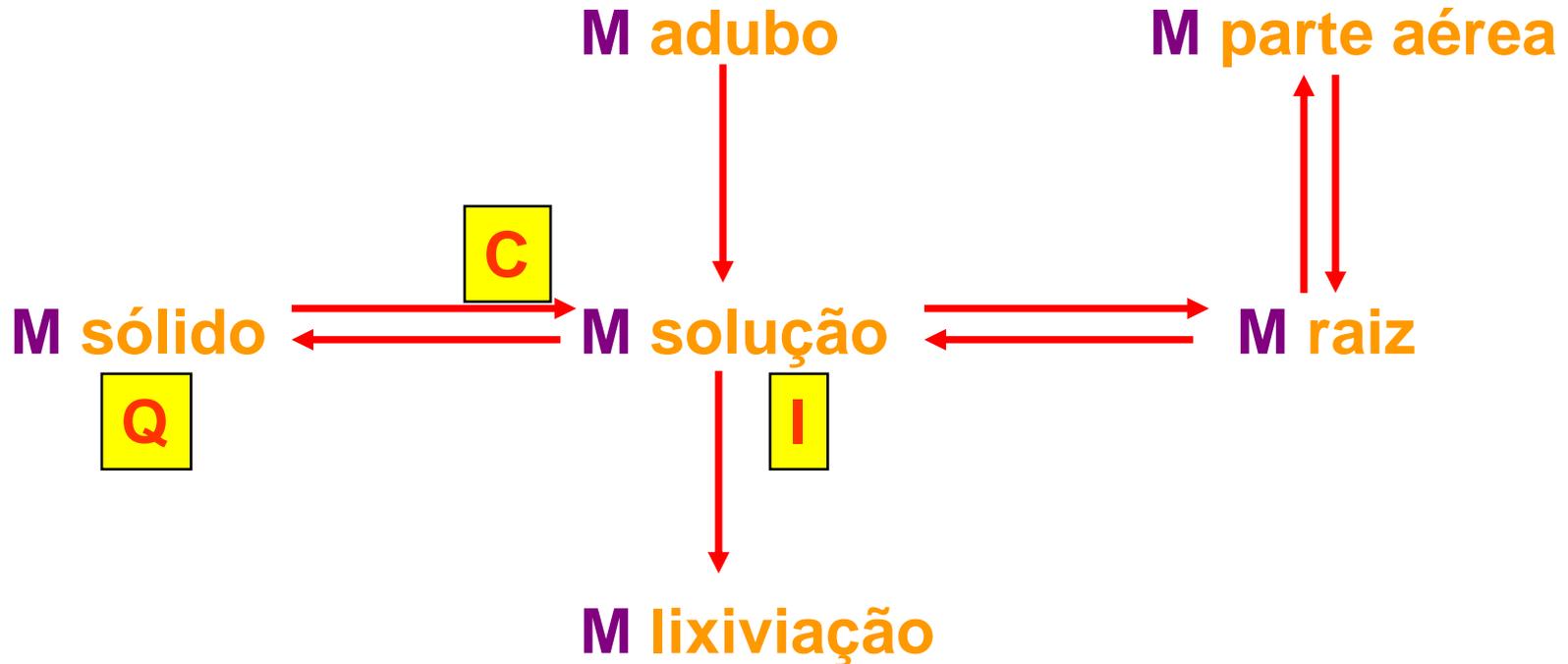
**Cana Planta: N – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – K<sub>2</sub>O + micros (B, Zn e Cu)**

**Cana Soca: N – K<sub>2</sub>O – B – (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**



$$\underline{\text{ADUBAÇÃO}} = (\text{PLANTA} - \text{SOLO}) \times f$$

# Dinâmica do Nutriente



**M = nutriente**

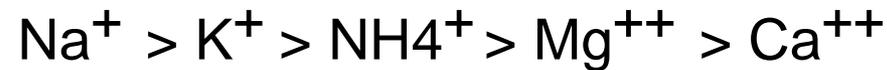
**Q = quantidade**

**C = capacidade**

**I = intensidade**

$$PTM = Q/I$$

≈ Fluxo de massa (Lixiviação)



Adubação de Manutenção: N – K<sub>2</sub>O – B

≈ Difusão (Fixação no solo)



Efeito Residual: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – Zn – Cu - Mn

# Relação entre o processo de contato e a localização dos fertilizantes

## Comportamento dos elementos no solo

Elem.	Processo de contato			Aplicação de adubos
	Interceptação	Fluxo de massa (% do total)	Difusão	
N	1	99	0	Distante, em cobertura (parte)
P	2	4	94	Próximo das raízes
K	3	25	72	Próximo das raízes em cobertura
Ca	27	73	0	A lanço
Mg	13	87	0	A lanço
S	5	95	0	Distante, em cobertura (parte)
B	03	97	0	Distante, em cobertura (parte)
Mo**	05	95	0	Distante, em cobertura (parte)
Cu*	15	5	80	Próximo das raízes
Fe*	40	10	50	Próximo das raízes
Mn*	15	5	80	Próximo das raízes
Zn*	20	20	60	Próximo das raízes

MALAVOLTA et al., 1997.

\* Aplicação Foliar

\*\* Aplicação muda/foliar

## 2.4. Quando e Como Aplicar ?



### 2.4.1. Cana Planta

#### a) PRÉ-PLANTIO – área total

a1) Calagem { Camada de 0 – 25 e 25 – 50 cm;  
V = 60%

½ antes da aração e ½ antes da gradagem, quando a dose for maior que 3,0 t/ha

a2) Gessagem { 25 – 50 cm; V = 50%  
Imediatamente após a calagem

a3) Fosfatagem (CTC < 60 mmolc/dm<sup>3</sup>) { P res ≤ 15 mg/dm<sup>3</sup>  
P Mehlich I < 1 a 12 mg dm<sup>3</sup>

(pré-plantio): solos arenosos ( teor de argila < 30%)

# Adubação de cana planta

## b) SULCO DE PLANTIO

**N**

40

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

150

**2/3 a 3/3 K<sub>2</sub>O**

120

**B e Zn**

1 e 3 kg/ha

## c) COBERTURA (Cana de ano e meio, solos arenosos)

Quando a recomendação de K<sub>2</sub>O > 120 kg/ha.

Antes do fechamento do canavial (Outubro).

(Quebra Lombo = Colheita Mecânica)

## 2.3.2. Cana Soca

N, K<sub>2</sub>O e B (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na tríplice operação.  
(cana queimada) ou sobre a palha (cana crua)





## Tríplice operação Cana queimada



## 3. Avaliação da fertilidade do solo

---

3.1. Diagnose visual

3.2. Diagnose foliar

3.3. Análise de solo

$$\underline{\text{ADUBAÇÃO}} = (\text{PLANTA} - \text{SOLO}) \times f$$

### 3.1. Sintomas de deficiência nutricional na cana-de-açúcar

---

**Nitrogênio (N)** ⇒ amarelecimento generalizado  
colmos mais finos

**Fósforo (P)** ⇒ redução no crescimento  
diminuição no perfilhamento  
sistema radicular menos desenvolvido

**Potássio (K)** ⇒ folhas velhas secas  
menor teor de açúcar no colmo

### 3.1. Sintomas de deficiência nutricional na Cana-de-açúcar



Vitti; Rolim



### 3.1. Sintomas de deficiência nutricional na Cana-de-açúcar

#### Deficiência de K



## 3.1 Sintomas de deficiência nutricional na Cana-de-açúcar

---

**Cálcio (Ca)** ⇒ solos com excesso de vinhaça

branqueamento e enrolamento das folhas mais novas  
necrose escura do ápice das folhas

**Magnésio (Mg)** ⇒ manchas amareladas e alongadas  
entre as nervuras das folhas mais velhas

**Enxofre (S)** ⇒ Clorose generalizada nas folhas mais novas

## 3.1 Sintomas de deficiência nutricional na Cana-de-açúcar

### Deficiência de Cálcio



## 3.1 Sintomas de deficiência nutricional na Cana-de-açúcar

### Enxofre



### 3.1 Sintomas de deficiência nutricional na Cana-de-açúcar

---

**Boro (B)** - Manchas cloróticas nas folhas - estriadas  
Morte da gema terminal  
Aumenta a incidência de Fusarium  
( pontuações avermelhadas)  
Folhas do topo se amarram umas às outras e  
apresentam enrugamento

**Cobre (Cu)** - Clorose nas folhas com pequenas  
manchas (ilhas) verde escuras - mosaico  
Folhas caídas - touceira amassada  
“Droopy Top”

## 3.1 Sintomas de deficiência nutricional na Cana-de-açúcar

---

### Deficiência de B



## 3.1 Sintomas de deficiência nutricional na Cana-de-açúcar

---

### Deficiência de B



## 3.1 Sintomas de deficiência nutricional na Cana-de-açúcar

### Deficiência de Cu



Brasil Sobr.

## 3.1 Sintomas de deficiência nutricional na Cana-de-açúcar

---

**Manganês (Mn)** - Estrias amarelas ao longo das nervuras  
Folhas mais finas

**Zinco ( Zn)** - Clorose nas nervuras das folhas mais novas  
Redução do crescimento dos internódios  
Paralisação do crescimento do topo

## 3.1 Sintomas de deficiência nutricional na Cana-de-açúcar

### Deficiência de Zn



### 3.1 Sintomas de deficiência nutricional na Cana-de-açúcar

#### Deficiência de Mn



#### Deficiência de Zn

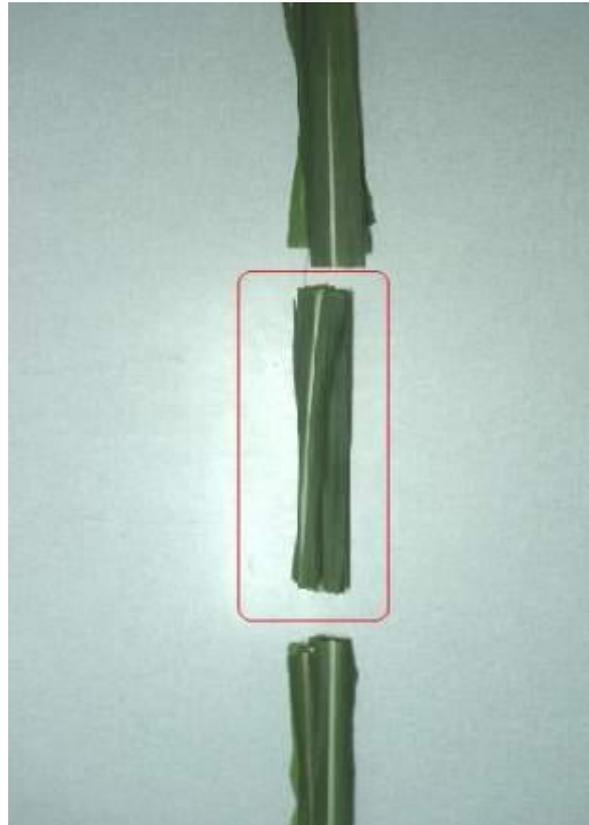


#### Deficiência de Fe



## 3.2. DIAGNOSE FOLIAR

### 3.2.1. Procedimentos de Amostragem



**Tipo de Folha:** Coleta-se a folha +1 (correspondente à 3ª folha a partir do ápice onde a bainha é totalmente visível). Desprezar a nervura central.

**Época:** Maior Fase de vegetação do canavial

**Cana Planta:** 6-8 meses após a germinação

**Cana Soca:** 4 a 6 meses após o corte

Vitti & Oliveira

## 3.2.2. Teores de nutrientes nas folhas

Teores de nutrientes adequados para a cana-de-açúcar

<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>
g/kg					
18 - 25	1,5 – 3,0	10 - 16	2,0 – 8,0	1,0 – 3,0	1,5 – 3,0

<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Zn</b>
mg/kg					
10 - 30	6 -15	40 – 250	25- 250	0,05 – 0,20	10 - 50

Raij;Cantarella, 1996

**Maior importância aos micronutrientes**

## 3.4. Fases

**RETIRADA DE AMOSTRAS DE SOLO**  
(Fornecedor)



**ANÁLISE DE SOLO**  
(Pesquisador)



**INTERPRETAÇÃO E RECOMENDAÇÃO**  
(Pesquisador e Extensionista)



**UTILIZAÇÃO**

**ADUBAÇÃO = (PLANTA - SOLO) x f**

# Amostragem de solo



Trado



Enxada



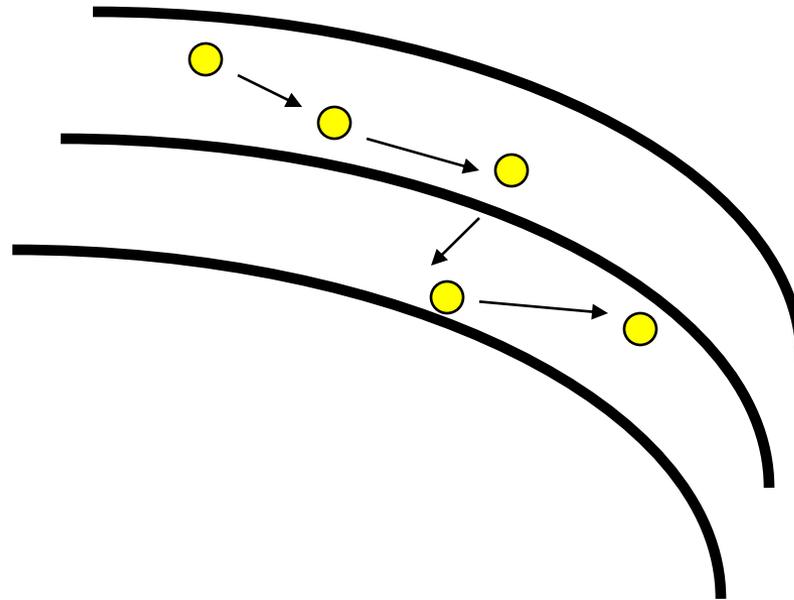
Sonda

## Amostragem de solo

- a) **Época:** na cana planta → cerca de 3 meses antes do plantio  
na cana soca → logo após o corte;
- b) **Local:** cana planta → percorrer a área uniforme a ser plantada em “zig-zag”, retirando cerca de 15 → sub-amostras nas profundidades de 0-20 e 21-40 cm  
cana soca → retirar as amostras a cerca de 1 (um) palmo (20 a 25cm) da linha.



## Cultura da cana-de-açúcar (soca)



- Coleta de amostra a um palmo da soqueira

## 3.4. Interpretação de análises de solo

### A) Resina

Limites de classes de teores de P solúvel e K<sup>+</sup> trocável

Teor	Produção Relativa (%)	K <sup>+</sup> trocável (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	P resina (mg.dm <sup>-3</sup> )
Muito Baixo	0-70	0-0,7	0-6
Baixo	71-90	0,8-1,5	7-15
Médio	91-100	1,6-3,0	16-40
Alto	>100	3,1-6,0	>40
Muito alto	>100	> 6,0	-

10 mg.dm<sup>-3</sup> P = 46 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

100 t/ha colmos = 43 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

1 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> K = 96 kg/ha de K<sub>2</sub>O

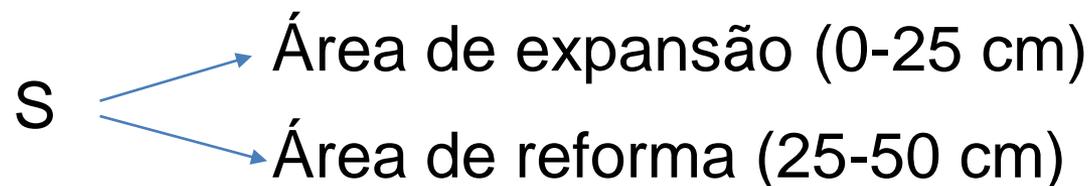
## 3.4. Interpretação de análise de solo

Limites de classes de teores de  $Mg^{2+}$  trocável e  $S^{2+}$

Teor	$Mg^{2+}$ trocável <sup>(*)</sup> mmol/dm <sup>3</sup>	S <sup>(**)</sup> mg/dm <sup>3</sup>
Baixo	0 – 4	0 - 10
Médio	5 – 8	10 - 15
Alto	> 8	>15

Fonte: (\*) Raij et al., 1996

(\*\*) Vitti, 1989.



$$15 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ S} \Rightarrow 30 \text{ kg/ha S}$$

$$100 \text{ t/ha colmos} = 45 \text{ kg/ha de S}$$

## Limites de classes de teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn

Teor	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	água quente	DTPA			
	mg/dm <sup>3</sup>				
Baixo	0 – 0,2	0 – 0,2	0 – 4	0 – 1,2	0 – 0,5
Médio	0,21 – <b>0,6</b>	0,3 – <b>0,8</b>	5 – <b>12</b>	1,3 – <b>5,0</b>	0,6 – <b>1,2</b> (>1,6)*
Alto	> 0,6	> 0,8	> 12	> 5,0	> 1,2 (>1,6)*
g/ 100 t	235	339	7318	2472	592
kg/5 cortes	1,2	1,7	37,0	12,0	3,0

Mehlich:  $\left\{ \begin{array}{l} 0,05 \text{ N HCl} \\ 0,025 \text{ N H}_2\text{SO}_4 \end{array} \right.$

**1 mg/dm<sup>3</sup> B, Zn, Cu, Fe, Mn**  **2 kg/ha**

B (0,6) = 1,2 kg/ha      Zn (1,2) = 2,4 kg/ha  
 Cu (0,8) = 1,6 kg/ha      Mn (5,0) = 10kg/ha

## Equivalência de Unidades

meq/100cm <sup>3</sup> cmolc/dm <sup>3</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>-3</sup> (ppm)	Elemento (kg/ha <sup>1</sup> )	Óxidos (kg/ha <sup>1</sup> )	Carbonatos (kg/ha <sup>1</sup> )
1 Ca	10	200	400	560 <sup>1</sup>	1000 <sup>2</sup>
1 Mg	10	120	240	400 <sup>1</sup>	840 <sup>2</sup>
1 K	10	400	800	960 <sup>1</sup>	-
1 P	-	100	200	460 <sup>1</sup>	-

1 = CaO, MgO, K<sub>2</sub>O e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente

2 = CaCO<sub>3</sub> e MgCO<sub>3</sub>, respectivamente

**10 mg/dm<sup>3</sup> P = 46 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

**1 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> K = 96 kg/ha de K<sub>2</sub>O**

# Adubação orgânica

---

- ≈ Torta de filtro
- ≈ Vinhaça
- ≈ Composto: (Torta de filtro, cinzas de caldeira, bagaço)
- ≈ Resíduos industriais / Resíduos de animais

## Tipos de processo:

- ≈ filtro rotativo a vácuo – “Oliver”;
- ≈ filtro prensa
- ≈ separação do difusor.

### Produção de Torta de Filtro em função do processo industrial

Sistema de Extração de Caldo	Processo de Geração	Produção de Torta
		Kg/t cana processada
Moenda	Filtro “Oliver”	28 a 35
Moenda	Filtro Prensa	18 a 22
Difusor	Separador	5 a 6

# Torta de Filtro



LUZ, 2009 - FZEA/USP

16 8 2006

Transporte: Usina x Pátio

**Us. N.S. – V.O. Itapira**





## Resultados Analíticos da Torta de Filtro para Micronutrientes

Nome	Fe	Mn	Cu	Zn	Na	B
	<b>mg/dm<sup>3</sup></b>					
Média	22189,2	576,9	119,1	142,9	872,2	11,3
Desvio Padrão	13884,0	271,0	68,0	87,6	699,1	8,8
CV	62,6	47,0	57,0	61,3	80,2	77,7
IC	9620,9	187,8	47,1	60,7	484,4	6,1
IC MÁX	23504,9	458,7	115,1	148,3	1183,5	14,8
IC MIN	13821,4	224,0	10,9	26,3	618,9	69,0

## Resultados Analíticos da Torta de Filtro para Diversos Parâmetros

Nome	Rel. C/N	pH CaCl <sub>2</sub>	Densidade	UT (110 °C)	M.O. Total	C total
			g/cm <sup>3</sup>		%	
Média	21,96	5,93	0,6	65,06	57,62	32,01
C.V.	16,73	22,08	27,04	19,33	32,85	32,85
IC-MÁX.	23,46	6,47	0,66	70,2	65,36	36,31
IC-MIN.	20,46	5,4	0,53	59,92	49,89	27,72

## a. Modo de aplicação:

- em área total: no momento da reforma ou expansão do canal, e em alguns casos também em soqueira;
- localizada; principalmente no sulco de plantio, podendo também ser aplicada em faixa nas áreas de soqueira, na linha de cana-de-açúcar.

# Aplicação de Torta de Filtro a lanço em Área Total.



25 5 2006



**Aplicação localizada da Torta de Filtro no sulco de plantio.**



14 8 2007

## b. Processo para uso:

- ≈ “in natura”
- ≈ “Condicionada”
- ≈ “Enriquecida”

# Adubação Orgânica



Aplicação de torta de filtro no sulco

# Processo de compostagem

---

- ≈ “fornecedoras de carbono”: bagaço, cinza, serragem etc.
- ≈ “fornecedoras de nutrientes”: cama de frango, esterco de galinha, esterco bovino, dejetos de suíno, etc.
- ≈ “fontes minerais”: gesso agrícola, fontes de  $P_2O_5$  como o termofosfato magnésiano e fosfatos naturais reativos.



31 7 2007

# Adubação Orgânica



Pilhas de Compostagem

# Adubação Orgânica



Revolvimento das pilhas  
com pá-carregadeira









10 6 2008



## Identificação das Leiras

**Us. N.S. – V.O. Itapira**

LUZ, 2009 - FZEA/USP

Correção do Solo e Adubação da Cana-de-Açúcar

jul-13

169

# MISTURA MECANIZADA

**AEREÇÃO**  
+  
**HOMOGENEIZAÇÃO**  
+  
**PERDA DE UMIDADE**  
+  
**CONTROLE TEMPERATURA**

**Us. Catanduva – V.O.**

# Aplicação de Gesso Agrícola

Us. Catanduva – V.O.



# Aplicação de Fertilizantes Minerais

Us. S.J. ESTIVA – W. de Biasi

“FÁBRICA DE FERTILIZANTES  
A CÉU ABERTO”

LUZ, 2009 - FZEA/USP

Correção do Solo e Adubação da Cana-de-Açúcar

jul-13

172

10 6 2008

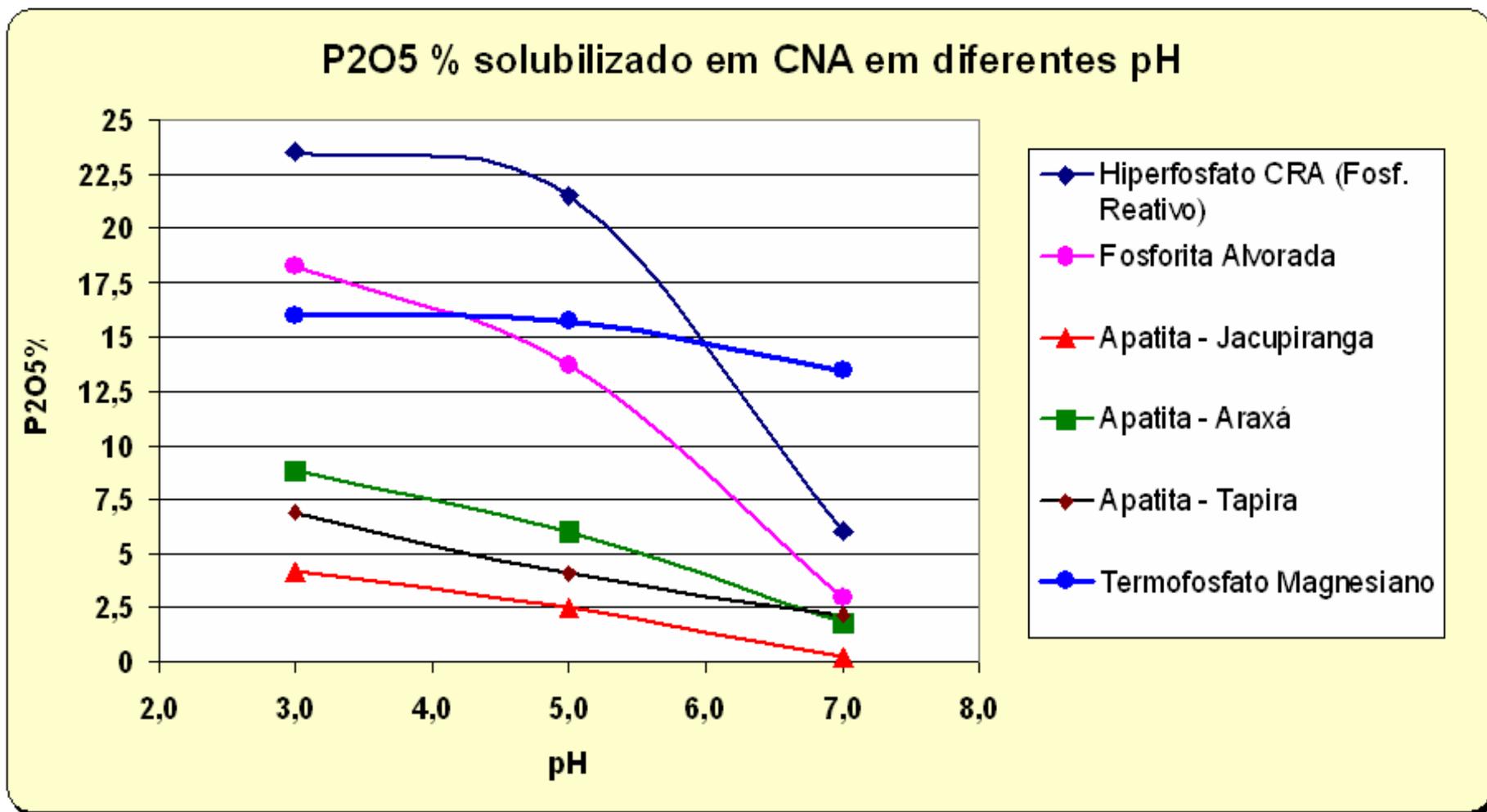


Objetivo: substituição plena do N e P e parcial do K

- ≈ 30 a 40 kg N/ha;
- ≈ 120 a 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha;
- ≈ 100 a 120 kg K<sub>2</sub>O/ha.

# Fósforo na compostagem

Solubilização do  $P_2O_5$  em função do pH para diferentes fontes de fósforo.



Alcarde; Ponchio, 1979

# Adubação Orgânica

Teor e Quantidade de N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O fornecidos por diferentes usos da Torta de Filtro.

Torta de Filtro	TEOR			U	Dose	Termo. Magnésiano	Fornecimento		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	%			%	t/ha		kg/ha		
“In Natura”	0,38	0,25	0,06	75	60	-	230	152	34
Condicionada	0,7	0,47	0,1	45	33	-	230	154	35
Enriquecida	0,7	0,6	0,1	45	12	400	84	150	12

## Adubação Orgânica

$$V = \frac{[(0,05 \times CTC - K \text{ solo}) \times 3.744 + 185]}{K \text{ vinhaça}}$$

Sendo:

V = volume de vinhaça (m<sup>3</sup>/ha).

CTC = capacidade de troca catiônica do solo determinada a pH 7,0 (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>).

K solo = teor de K no solo (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>-3</sup>).

185 = K<sub>2</sub>O extraído pela cana-de-açúcar (kg/ha).

K vinhaça = concentração de K<sup>+</sup> na vinhaça (kg/m<sup>3</sup> de K<sub>2</sub>O).

# Canal de Vinhaça revestido com PEAD.



22 2 2005

# Canal – Condutores Livres.



23 2 2005

Carretel enrolador.



# Adubação Orgânica

## Composição química média da vinhaça

Elemento	Vinhaça de Mosto		
	Melaço	Misto	Caldo
N (kg/m <sup>3</sup> )	0,77	0,46	0,28
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	0,19	0,24	0,20
K <sub>2</sub> O (kg/m <sup>3</sup> )	6,00	3,06	1,47
CaO (kg/m <sup>3</sup> )	2,45	1,18	0,46
MgO (kg/m <sup>3</sup> )	1,04	0,53	0,29
SO <sub>4</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	3,73	2,67	1,32
Mat. Orgânica (kg/m <sup>3</sup> )	52,04	32,63	23,44
Fe (ppm)	80,00	78,00	69,00
Cu (ppm)	5,00	21,00	7,00
Zn (ppm)	3,00	19,00	2,00
Mn (ppm)	8,00	6,00	7,00
pH	4,40	4,10	3,70

# Adubação Orgânica

---

No manejo da adubação orgânica além dos subprodutos da Usina, tem-se outras alternativas:

- ≈ Cama de frango
- ≈ Esterco de poedeira
- ≈ Esterco de confinamento
- ≈ Ajifer

## Cama de frango:

- ≈ Tipo da cama: casca de arroz; casca de amendoim; maravalha de madeira; resto de capineira.
- ≈ Número de engordas, ou seja, quantos lotes passaram pela cama.
- ≈ Retirada da cama e presença de restos animais, penas etc.

Teores médios de nutrientes presentes na cama de frango

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	C/N	M.O.	Umidade
%								
2,63	2,24	2,57	6,17	0,53	0,34	10,91	66,01	21,73

## Cama de Frango

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Umidade
	%		
2,8	2,2	2,3	40

EQUIVALÊNCIA: FÓRMULA MINERAL

15-10-10

# Adubação Orgânica

Quantidade de nutrientes fornecidos pela cama de frango em diferentes dosagens empregadas em soqueira

DOSE	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S
t/ha			kg/ha			
3	79	67	77	185	16	10
3,5	92	78	90	216	18	12
4	105	89	103	247	21	14
4,5	119	101	116	278	24	15
5	132	112	129	309	26	17

# Adubação Orgânica

Teores médios de nutrientes presentes no esterco de galinha poedeira

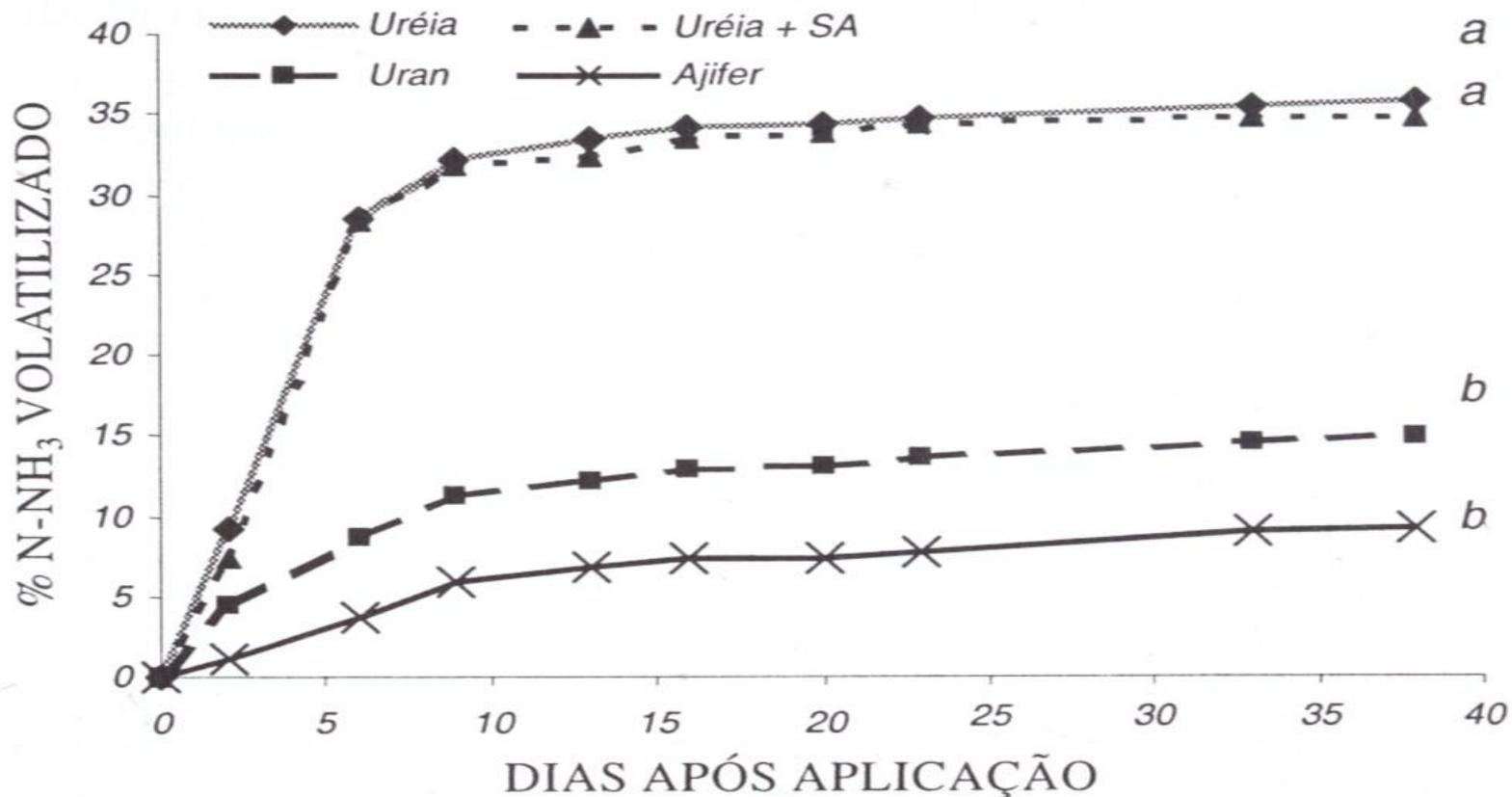
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	C/N	M.O.	Umidade
%								
<b>3,76</b>	<b>3,31</b>	<b>3,01</b>	<b>9,91</b>	<b>0,67</b>	<b>0,33</b>	<b>8,50</b>	<b>60,70</b>	<b>35,45</b>

## Caracterização química: AJIFER NKS 2, NKS 3, NKS 5, NKS 7

Subproduto do **Ácido Glutâmico**: Limeira e Laranjal Paulista/SP

	<b>NKS 2</b>	<b>NKS 3</b>	<b>NKS 5</b>	<b>NKS 7</b>
Dens. (g/mL)	1,05-1,1	1,07-1,12	1,15-1,17	1,2-1,25
 <b>N total (%)</b>	<b>&gt; 2</b>	<b>&gt; 2,5</b>	<b>&gt; 4</b>	<b>&gt; 6</b>
C total (%)	3	3	5	3
 <b>S (%)</b>	<b>3,5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
MO total (%)	16-21	20-25	25-30	30-35
K <sub>2</sub> O (%)	0,3	0,4	0,5	0,5

(Ajinomoto)



Perdas de  $N-NH_3$  por volatilização em fontes de adubo nitrogenado. (Costa et al., 2003)

# **MODOS DE APLICACAO DE AJIFER**

- **1- A LANCO EM AREA TOTAL**
- **2- EM LINHA**

# APLICAÇÃO DE AJIFER EM LINHA CANA-DE-ACUCAR



Pedro Luz 2010

# Manejo Químico do Solo

- (1) Calagem (\*)
- (2) Gessagem (\*)
- (3) Fosfatagem (\*)
- (4) Adubação Verde/Manejo do Mato (\*)
- (5) Adubação orgânica (\*)
- (6) Adubação mineral
  - (6.1) Via solo
  - (6.2) Via muda
  - (6.3) Via foliar
- (\*) Práticas que visam aumentar a eficiência da adubação mineral, isto é, diminuir o valor de “**f**”

$$\underline{\text{ADUBAÇÃO}} = (\text{PLANTA} - \text{SOLO}) \times \mathbf{f}$$



# Adubação mineral da cana-de-açúcar

## Sulco de Plantio

# Adubação mineral da cana-de-açúcar

## Adubação N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O

↓ N - ↑ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - ↑ K<sub>2</sub>O

- 07-27-20 + micros
- 08-26-20 + micros
- 10-25-18 + micros
- 10-30-15 + micros

N	P resina	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O(**)
kg/ha	mg/dm <sup>3</sup>	kg/ha	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	kg/ha
40 a 60	0 – 6 <sup>(*)</sup>	150 <b>(180)</b>	< 0,7	170
	7 – 15 <sup>(*)</sup>	150	0,8 -1,5	140
	16 -40	120	1,6 -3,0	110
	> 40	100	3,1 – 5,0	80
			> 5,0	0

\* Em solos com argila < 30% utilizar **150 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** em área total, **acrescidos de 150 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no sulco de plantio**, ou **180 kg/ha no sulco de plantio**, em áreas sem fosfatagem.

\*\* Em areias quartzosas e latossolos aplicar no máximo **120 kg/ha de K<sub>2</sub>O** no sulco de plantio, e o restante em cobertura, antes do fechamento do canavial.

# Dose de N – Cana Planta

---

- ≈ Extração de N cana Planta: 80 a 130 kg/100 t de colmos
- ≈ Melhor dose observada: 40 kg/ha de N
- ≈ Melhores solos = maiores doses (50 a 60 kg)
- ≈ Menor mineralização da M.O em solos mais argilosos



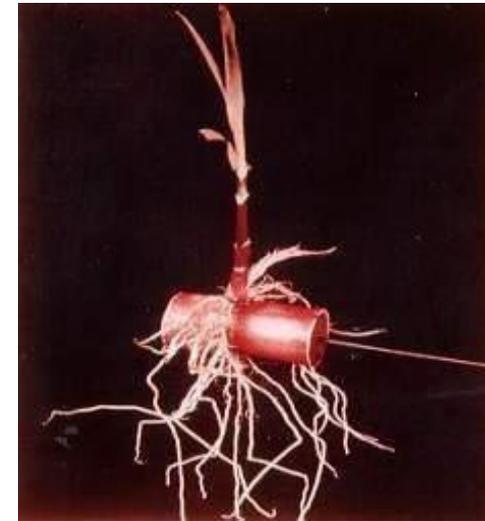
Menor aeração

- ≈ Restos culturais da soqueira

# Fixação biológica do N<sub>2</sub> do ar

## Condições necessárias:

- ≈ Calagem {
  - Correção da acidez
  - Fornecimento de Ca e Mg
  
- ≈ Adubação com P, S, (Mo)
  
- ≈ Ausência de compactação (O<sub>2</sub>)
  
- ≈ Qualidade da muda



# Adubação cana planta

Doses Aproximadas:

Com torta

In natura → 60 t/ha

Condicionada → 30 t/ha

Enriquecida → 10 t/ha



Todo N - 150 kg/ha  $P_2O_5$



200 kg/ha de KCl → 120 kg/ha  $K_2O$

# Adubação cana planta

Sem torta

Nutrientes fornecidos				
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	B	Zn
kg/ha				
40 a 60	150	120	1	2

600 kg/ha de 7 – 27 – 20 + 0,15% B + 0,3% Zn

ou

600 kg/ha de 7 – 27 – 20 + 0,3% de Zn + Boro Via  
Herbicida (4,5 kg/ha de Ác. Bórico)

ou

600 kg/ha de 7 – 27 – 20 com micronutrientes no tolete

Prof.	pH	M.O.	P <sub>Resina</sub>	S	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V
cm	CaCl <sub>2</sub>	g/kg	mg/dm <sup>3</sup>			mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>				%	%	%
0 - 25	4,4	7,2	4	1	0,7	11	5	5	22	16,7	38,7	43,2
25 - 50	4,3	5,5	3	2	0,6	11	4	6	23	15,6	38,6	40,4

- Práticas corretivas (Calagem, gessagem e fosfatagem)
- Adubação verde, se possível operacionalmente
- Se, **Adubação Orgânica**: N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (fornecimento total), K<sub>2</sub>O (parcial)
  - **Dose de N**: 40 kg/ha – solo pouco responsivo
  - **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**: 150 a 180 kg/ha – Solo com baixo P
  - **K<sub>2</sub>O**: 160 a 170 kg/ha – 100 kg/ha no sulco  
60 a 70 kg/ha no quebra-lombo



**Micronutrientes: B (1 kg) e Zn (3 kg/ha)**

Formulação: **08 – 30 – 20** + Micros, 500 kg/ha

Fonte: Usina Batatais – Cristais Pta

## b) Cana Soca – N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O

↑ N - ↓ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - ↑ K<sub>2</sub>O

Tipo de corte	N	K <sub>2</sub> O	
		kg/t	
Cana Queimada	1,0	1,3 > 1,5 mmol/cm <sup>3</sup>	1,5 <1,5 mmol/cm <sup>3</sup>
Cana Crua	1,3	0,8	1,0

# Adubação N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O

## Cana soca colhida crua

Massa de matéria seca da palha de cana crua, quantidade de nutrientes e carboidratos estruturais nas amostras realizadas em 1996 e na palha remanescente em 1997

Ano	MS t/ha	N	P	K	Ca	Mg	S	C
		-----kg/ha-----						
1996	13,9 a	64 a	6,6 a	<b>66 a</b>	25 a	13 a	9 a	6.255 a
1997	10,8 b	53 a	6,6 a	<b>10 b</b>	14 b	8 b	8 a	3.642 b

Ano	Hemicelulose	Celulos e	Lignina	Conteúdo celular	C/N	C/S	C/P
		-----kg/ha-----					
1996	3.747 a	5.376 a	1.043 a	3.227 a	97 a	695	947
1997	943 b	6.619 a	1.053 a	2.961 b	68 b	455	552

1,3 Kg de N/t de Cana

Descontar: +/-40 kg/ha de K<sub>2</sub>O

OLIVEIRA et al., 1999

# Adubação de cana-soca

---

## b) Cana crua

≈ Adubação potássica:

palhada libera { 40 a 50 kg/ha de K  
0,8 a 1,0 kg de  $K_2O$ /t de cana colhida

Relação N/ $K_2O$  de 1,0/0,8 a 1,0

# Fórmulas para cana-soca

## Cana Queimada

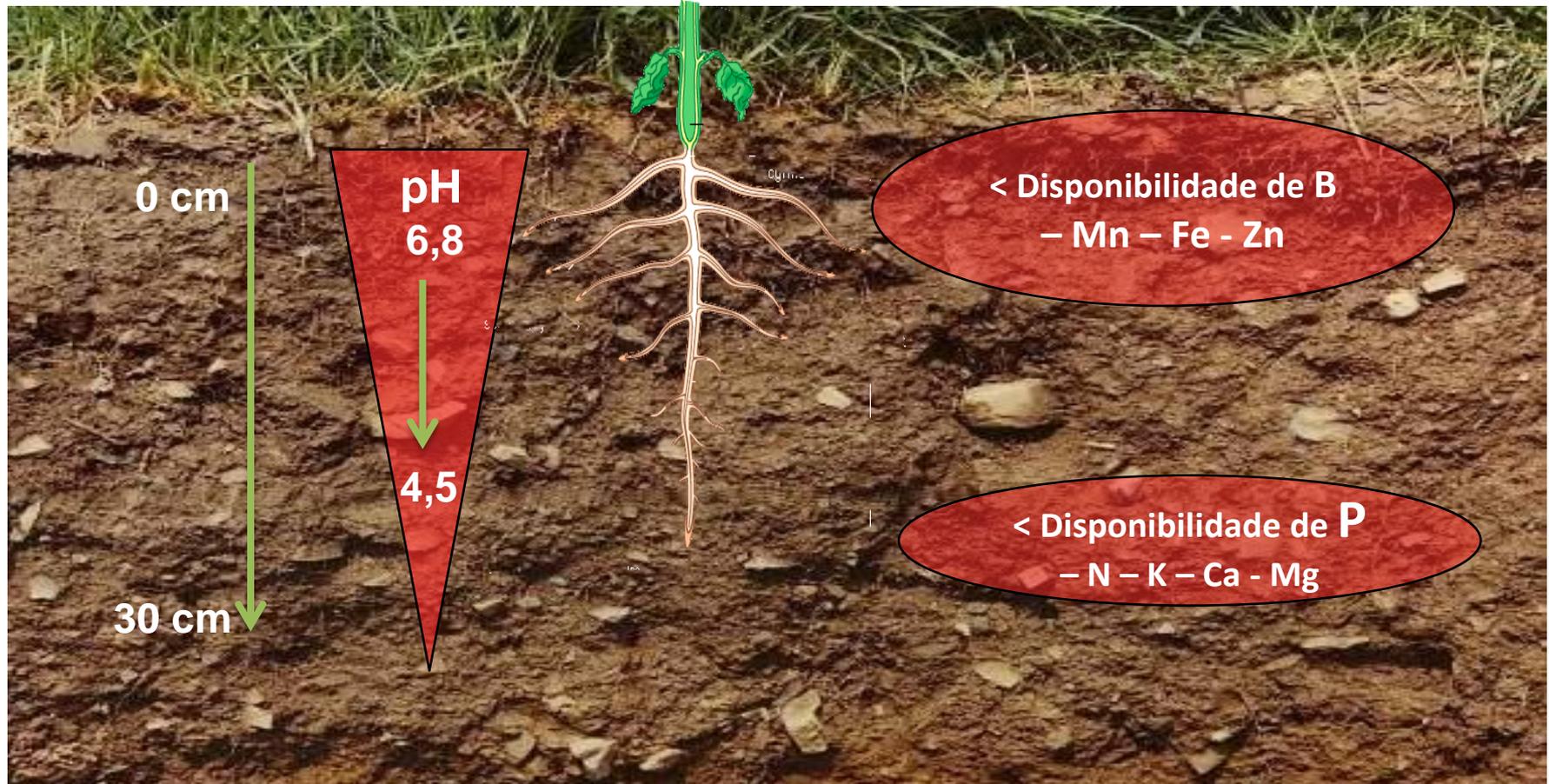
Fórmula	Relação N/K <sub>2</sub> O
22 - 00 - 30	1/1,3
18 - 00 - 27	1/1,5
20 - 00 - 25	1/1,25
18 - 00 - 32	1/1,7
20 - 00 - 30	1/1,5

## Cana Crua

Fórmula	Relação N/K <sub>2</sub> O
20 - 00 - 20	1/1
20 - 00 - 15	1,3/1



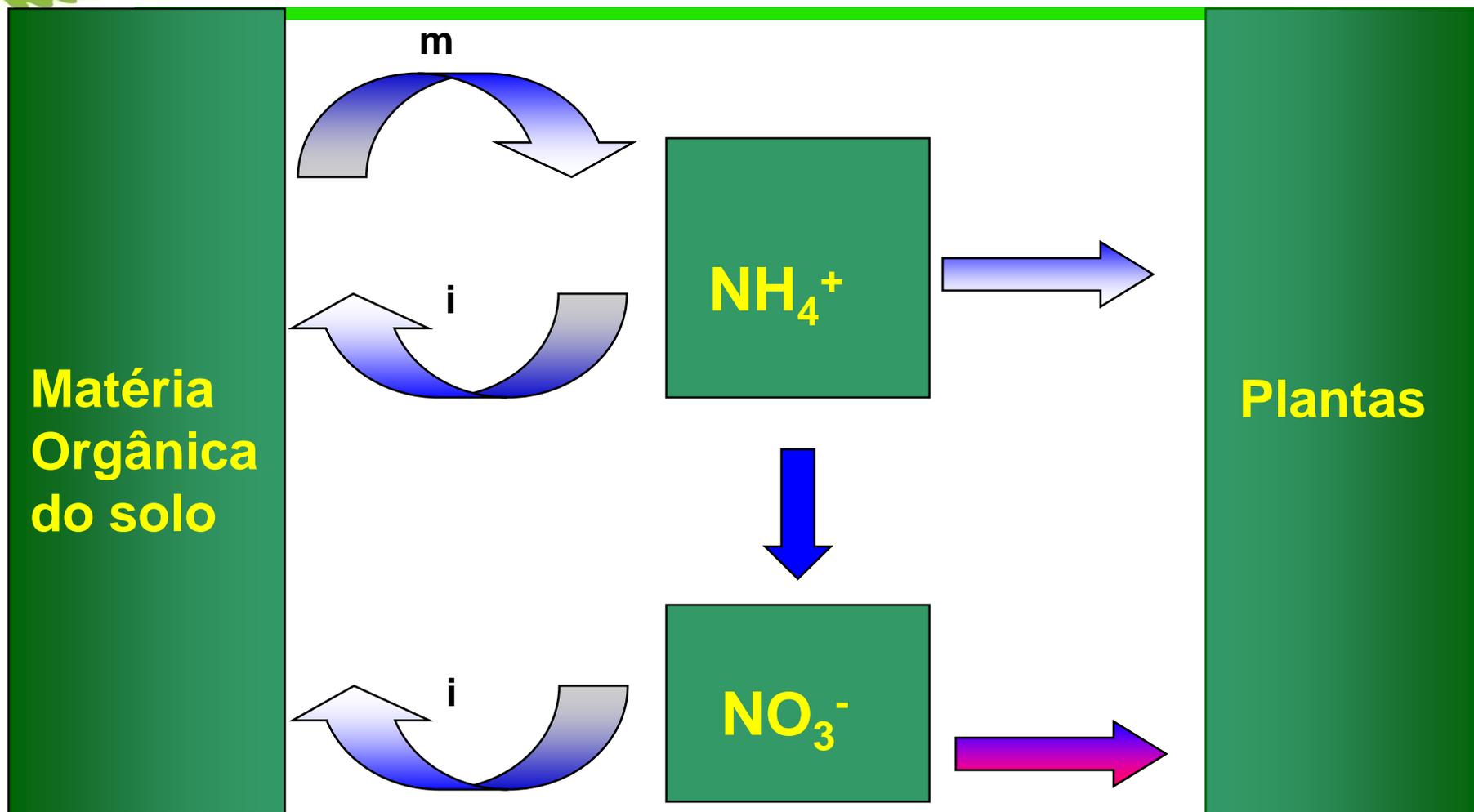
# GRADIENTE DE pH EM SOLOS DE PLANTIO DIRETO



IA = 58 (100 kg MAP => 58 kg de Calcário – PRNT 100%)

Valduga, 2011

# Mineralização da matéria orgânica



Barraglouh, 1991

# Mecanismos envolvidos na correção da acidez do subsolo pela calagem superficial

---

- ≈ Formação e migração de  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  e  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
- ≈ Deslocamento mecânico de partículas de calcário (canais de raízes mortas – intactos – ausência de preparo)
- ≈ Adição de calcário e fertilizantes nitrogenados
- ≈ Manejo de resíduos orgânicos

$\text{ML}^0$  ou  $\text{ML}^{-1}$  ( M = Ca ou Mg) - mobilidade no solo

Subsolo: M – complexos orgânicos – deslocado pelo  $\text{Al}^{+3}$  : complexos mais estáveis – redução de acidez trocável

# Adubação de soqueira com fósforo

Condições de resposta:

$V \geq 50\%$  (solo corrigido)

$P_{\text{resina}} < 15 \text{ mg/dm}^3$

$P_{\text{Mehlich (1)}} < 1,1 \text{ a } 12 \text{ mg/dm}^3$

Fórmulas: **Cana queimada:**

18-06-24

$K_2O/N$

1,3

20-05-25

1,3

15-05-25

1,6

18-05-27

1,5

**Cana crua:**

20 – 05 – 20

1,0

20 – 05 - 15

0,75

**Dose: 30 a 35 kg/ha de  $P_2O_5$**

# Adubação de soqueira – Adubação sustentável

Adubação da cana soca para os casos 1, 2, 3 e 4.

Considerações: {  
Produção almejada: 100 t/ha de colmos  
Vinhaça: Aplicação de 200 m<sup>3</sup>/ha, com 1,2 K<sub>2</sub>O e 0,3 N (kg/m<sup>3</sup>)  
Eficiência de aplicação da vinhaça = 70%

## Tipo de corte área cana:



## Caso 1: Cana Crua, com vinhaça:

---

Necessidade de N: 1,3 kg/t de colmos = **130 kg/ha**

Necessidade de  $K_2O$  = 1,3 a 1,5 kg/t de colmos = **130 a 150 kg/ha**

**Fornecimento N:** Vinhaça =  $200 \text{ m}^3/\text{ha} \times 0,3\% \text{ N vinhaça} = 60 \text{ kg/ha}$   
Eficiência de aplicação = 70%:  $60 \times 0,7 = 40 \text{ kg/ha}$  de N da vinhaça

**Fornecimento  $K_2O$ :** Vinhaça =  $200 \times 1,2 \text{ (kg } K_2O/\text{m}^3) \times 0,7 = 168 \text{ kg/ha} + 40 \text{ kg/ha}$   
adivindos mineralização da palhada;

**Total = 208 kg/ha**

**Adubação = 90 kg/ha de N = 200 kg/ha de ureia**

## Caso 2: Cana Crua, sem vinhaça

---

Necessidade de N: 1,3 kg/t de colmos = **130 kg/ha**

Necessidade de  $K_2O$  = 1,3 a 1,5 kg/t de colmos = **130 a 150 kg/ha**

**Fornecimento  $K_2O$ :** 40 kg/ha advindos mineralização da palhada;

**Total = 40 kg/ha**

**Adubação: 130 kg/ha de N e 100 kg/ha  $K_2O$  =  
500 kg/ha da formulação 25 – 00 – 20**

## Caso 3: Cana queimada, com vinhaça

Necessidade de N: 1,0 kg/t de colmos = **100 kg/ha**

Necessidade de  $K_2O$  = 1,3 a 1,5 kg/t de colmos = **130 a 150 kg/ha**

**Fornecimento N:** Vinhaça =  $200 \text{ m}^3/\text{ha} \times 0,3 \text{ N vinhaça} = 60 \text{ kg/ha}$

Eficiência de aplicação = 70%:  $60 \times 0,7 = 40 \text{ kg/ha}$  de N da vinhaça

**Fornecimento  $K_2O$ :** Vinhaça =  $200 \times 1,2 (K_2O) \times 0,7 = 168 \text{ kg/ha}$

**Total = 168 kg/ha**

**Adubação = 60 kg/ha de N**

**140 kg/ha de ureia**

## Caso 4: Cana Queimada, sem vinhaça

---

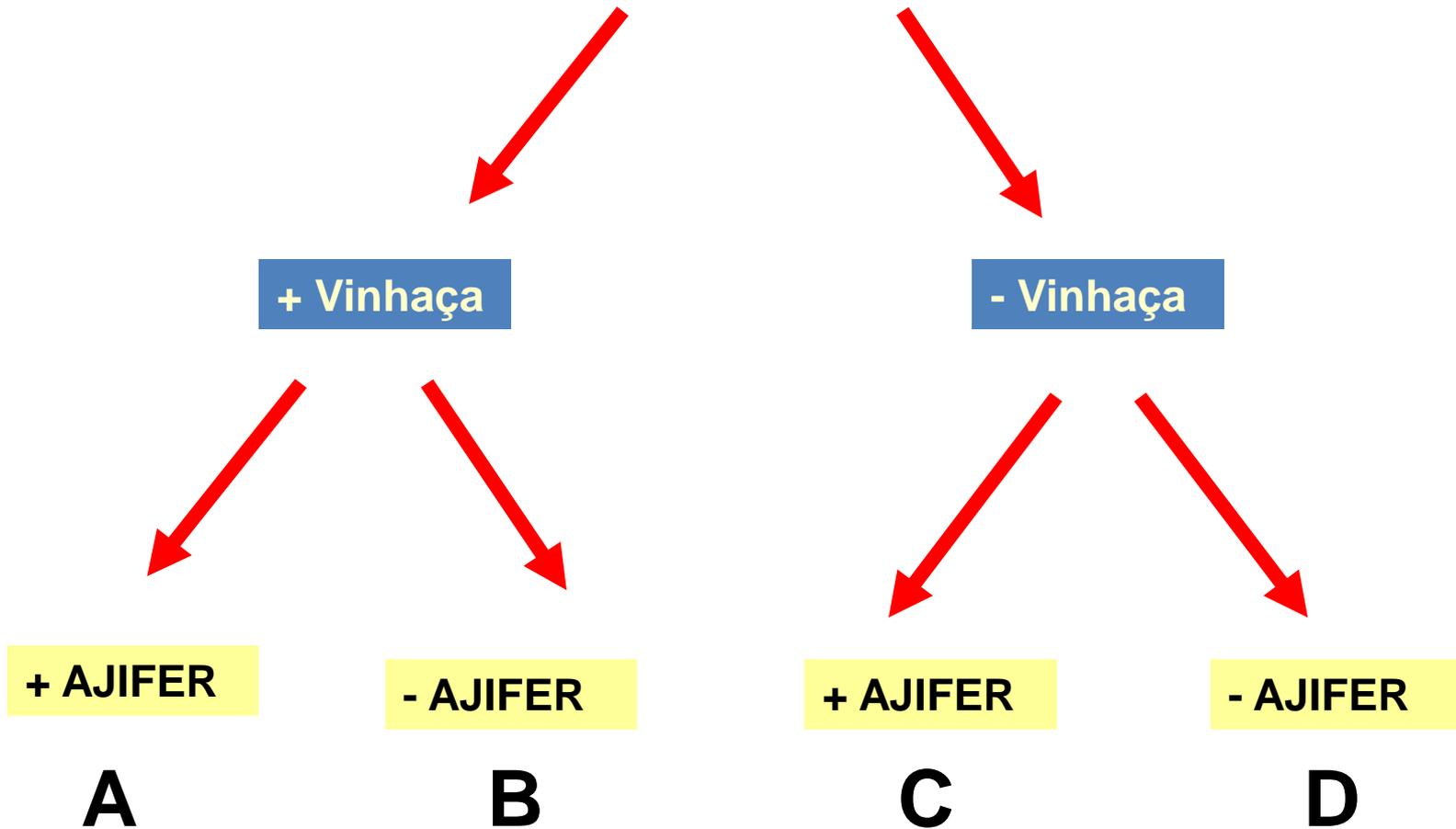
Necessidade de N: 1,0 kg/t de colmos = **100 kg/ha**

Necessidade de  $K_2O$  = 1,3 a 1,5 kg/t de colmos = **130 a 150 kg/ha**

Não há o fornecimento de N pela vinhaça e nem de  $K_2O$  pela vinhaça e mineralização da palhada

**Adubação: 100 kg/ha de N e 130 a 150 kg/ha  $K_2O$  =  
500 kg/ha da formulação 20 – 00 – 30**

# Cana-soca



# A ) Cana-soca: + Vinhaça + AJIFER

Dose de Vinhaça	Teor de N	Teor de K <sub>2</sub> O	N	K <sub>2</sub> O
m <sup>3</sup> /ha	Kg/m <sup>3</sup>		Kg/ha	
150	0,45	3,00	50 <sup>1</sup>	450

Vinhaça

<sup>1</sup> Dose de N considerando eficiência da aplicação = 75%

Produção	Quantidade		N	K <sub>2</sub> O
t/ha	Kg/ha	l/ha	kg/ha	
< 70	260	200	19,5	1,3
70-90	550	450	41,25	2,75
> 90	650	500	48,75	3,25

AJIFER 8

A ) Cana-soca: + Vinhaça + AJIFER

**Fornecimento de nutrientes: Vinhaça + Ajifer**

Produção	Vinhaça		Ajifer 8		Total		Dose de AJIFER 8
	N	K <sub>2</sub> O	N	K <sub>2</sub> O	N	K <sub>2</sub> O	
T/ha	Kg/ha						
< 70	50,0	450	19,5	1,3	<b>69,5</b>	<b>451,3</b>	260
70 - 90	50,0	450	41,25	2,75	<b>91,25</b>	<b>452,75</b>	550
> 90	50,0	450	48,75	3,25	<b>98,75</b>	<b>453,25</b>	650

## B) Cana-soca: + Vinhaça - AJIFER

### 1. Vinhaça

Dose de Vinhaça	Teor de N	Teor de K <sub>2</sub> O	N	K <sub>2</sub> O
m <sup>3</sup> /ha	Kg/m <sup>3</sup>		Kg/ha	
150	0,45	3,00	50 <sup>1</sup>	450

<sup>1</sup> Dose de N considerando eficiência da aplicação = 75%

### 2. Uréia

→ **Cana Queimada: 100 Kg/ha de Uréia = 45 Kg/ha de N**

→ **Cana Crua: 130 Kg/ha de Uréia = 60 Kg/ha de N**

## C) Cana-soca: - Vinhaça + AJIFER

Necessidade de Nutrientes:

Cana Soca	Colheita	N	K <sub>2</sub> O
	Crua	120 Kg/ha	100 Kg/ha
	Queimada	100 Kg/ha	130 Kg/ha

1. AJIFER 8:

		Quantidade Kg/ha	Quantidade l/ha	N (Kg/ha)
Cana Crua	Dose de Ajifer	1600	1250	120
Cana Queimada	Dose de Ajifer	1350	1050	101

2. KCl

→ Cana Crua = 170 Kg/ha de KCl (102 Kg/ha de K<sub>2</sub>O)

→ Cana Queimada = 220 Kg/ha de KCl (132 Kg/ha de K<sub>2</sub>O)

## D) Cana-soca: - Vinhaça - AJIFER

→ Cana Crua: 480 kg/ha da Formulação 25-00-20 + 0,2 % de Boro

=

120 Kg de N, 100 Kg de K<sub>2</sub>O e 1 Kg de B

→ Cana Queimada: 550 Kg/ha da Formulação 18-00-24 + 0,18 % de Boro

=

100 Kg de N, 130 Kg de K<sub>2</sub>O e 1 Kg de B

**Para produção estimada de 100 t/ha**



## APLICAÇÃO SUPERFICIAL EM LINHA EM CANA “CRUA”



# FATORES PARA O SUCESSO DA APLICACAO



**PARALELISMO DA SULCACAO**

**SISTEMATIZACAO DOS TALHOES = “TIROS DE APLICACAO”**

**MINIMIZAR AS VIRADAS DE CABECEIRA**

**LOGISTICA DO ABASTECIMENTO DO APLICADOR**

**PLANEJAMENTO DE VARIEDADES E COLHEITA**

## Três opções para o manejo da palhada nos canaviais:

1. Palhada em área total, sem que haja algum tipo de manejo após a colheita mecânica.



## Três opções para o manejo da palhada nos canaviais:

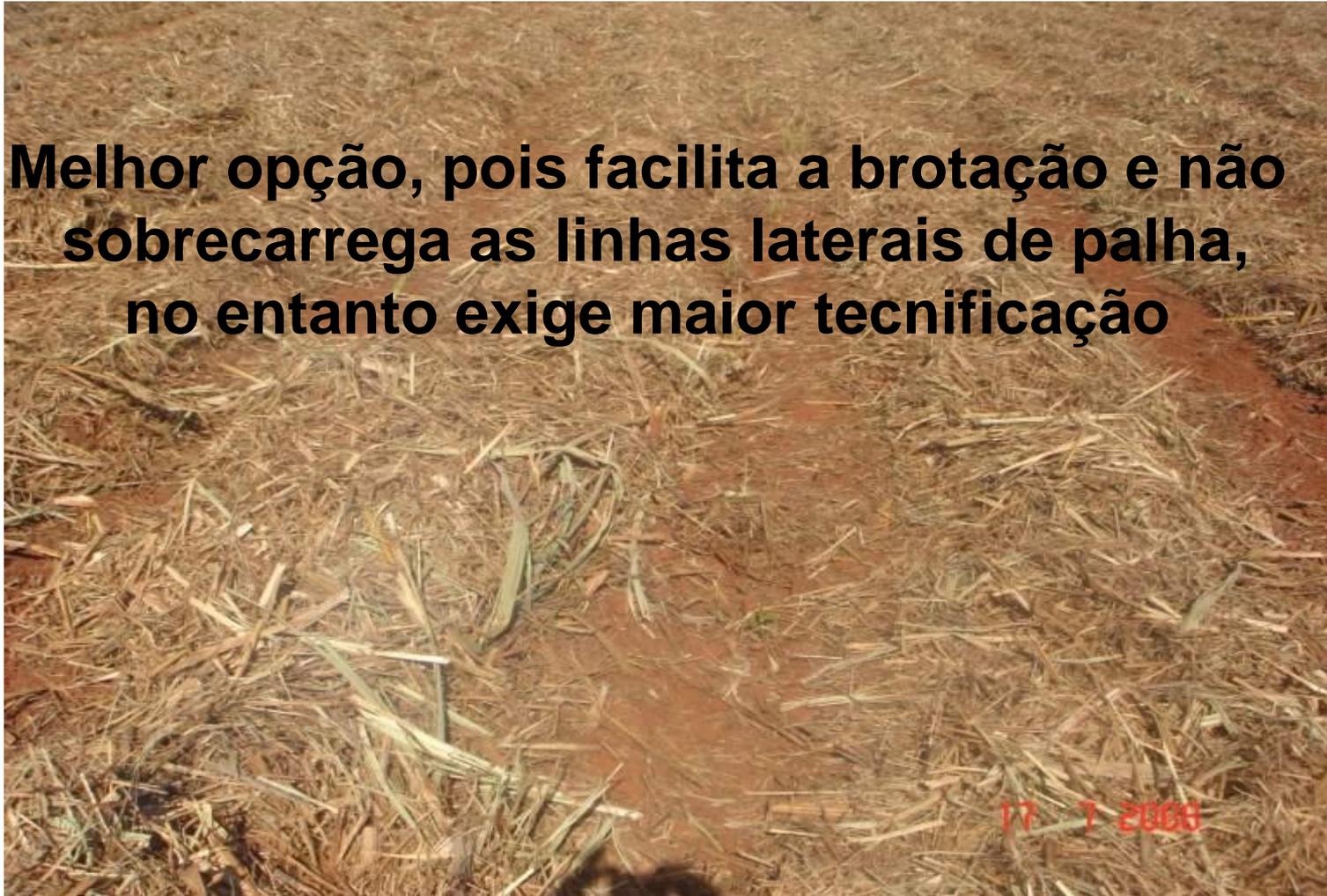
### 2. Enleiramento da palhada 2:1.



## Três opções para o manejo da palhada nos canaviais:

### 3. Retirada da palha da linha do canavial

**Melhor opção, pois facilita a brotação e não sobrecarrega as linhas laterais de palha, no entanto exige maior tecnificação**





# MICRONUTRIENTES

≈ Fluxo de massa (Lixiviação)



≈ Difusão (Fixação no solo)

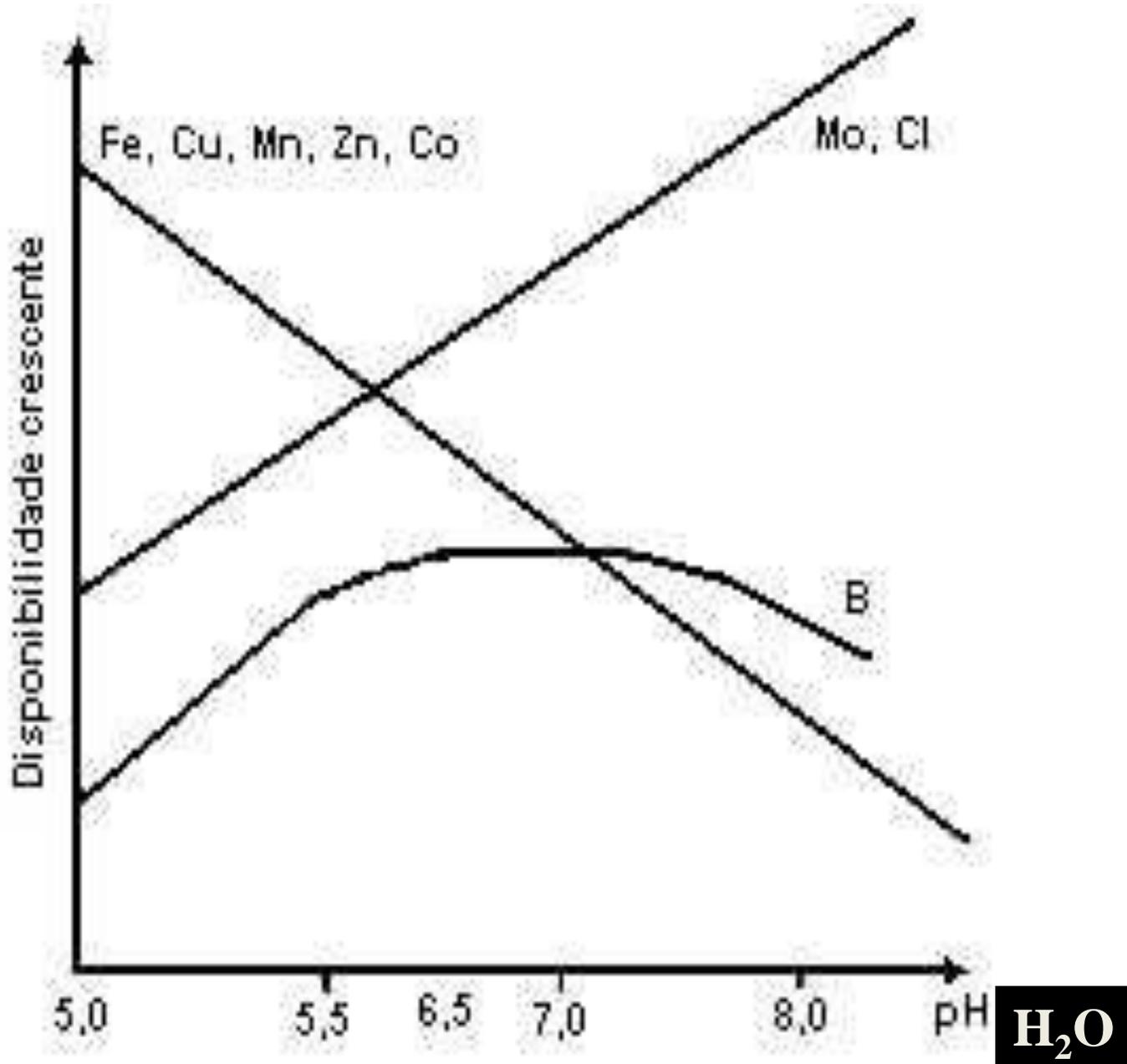


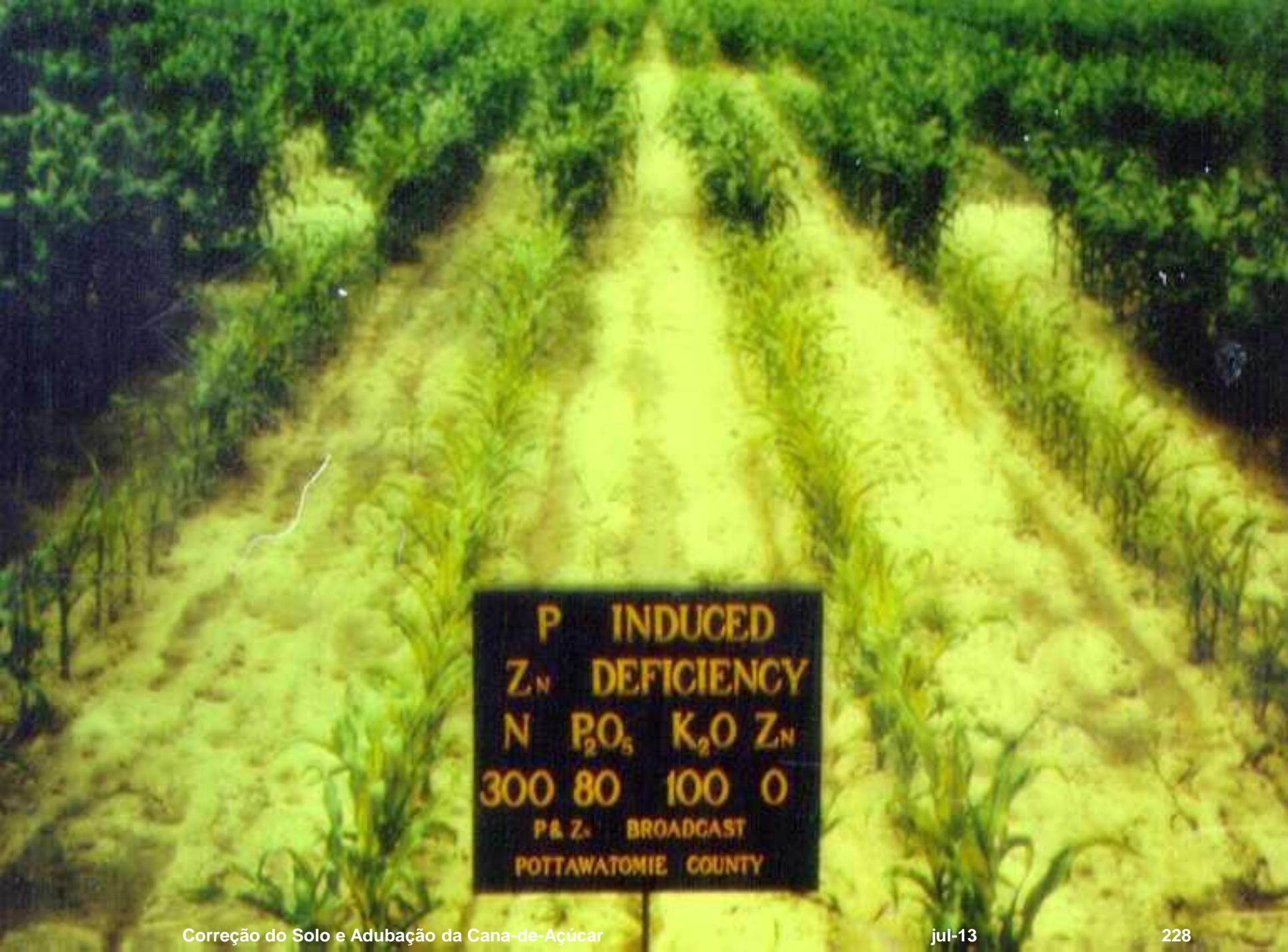
## Comportamento dos micronutrientes elementos no solo

Processo de contato				
Elem.	Interceptação	Fluxo de massa	Difusão	Aplicação de adubos
-----(% 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

\* Aplicação Foliar/Aplicação em Mudanças/Via Semente

Malavolta et al, 1997.

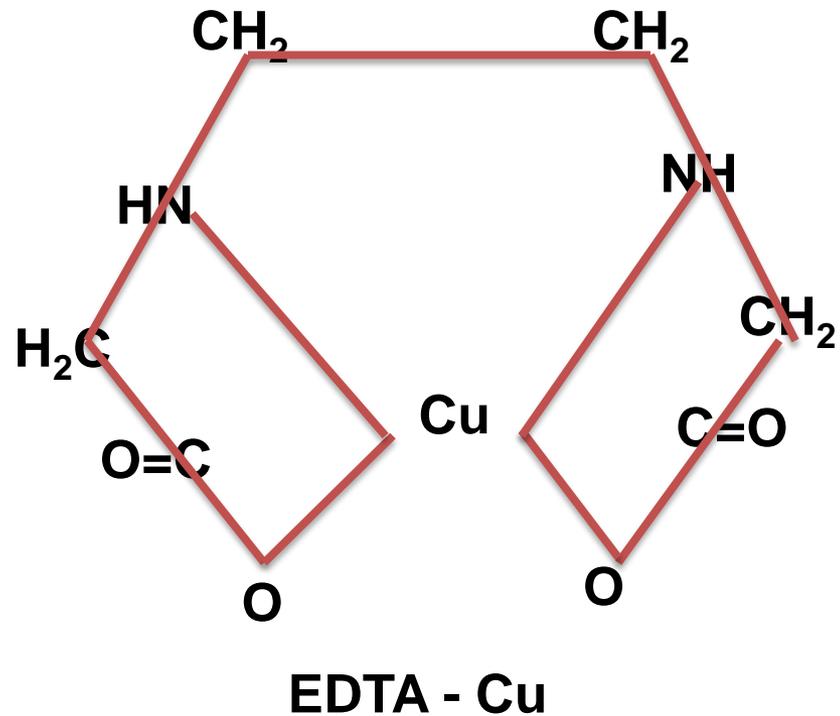
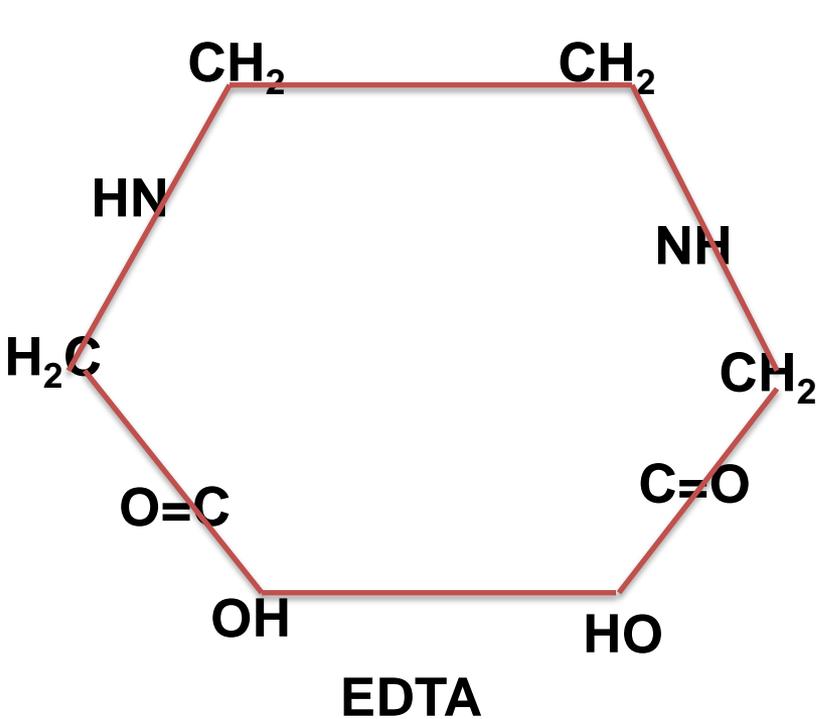




P INDUCED  
Z<sub>N</sub> DEFICIENCY  
N P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> K<sub>2</sub>O Z<sub>N</sub>  
300 80 100 0  
P & Z<sub>N</sub> BROADCAST  
POTTAWATOMIE COUNTY

## Plantio Direto

Formação de Quelados pelo aumento da matéria orgânica



## Inorgânicas (Minerais)

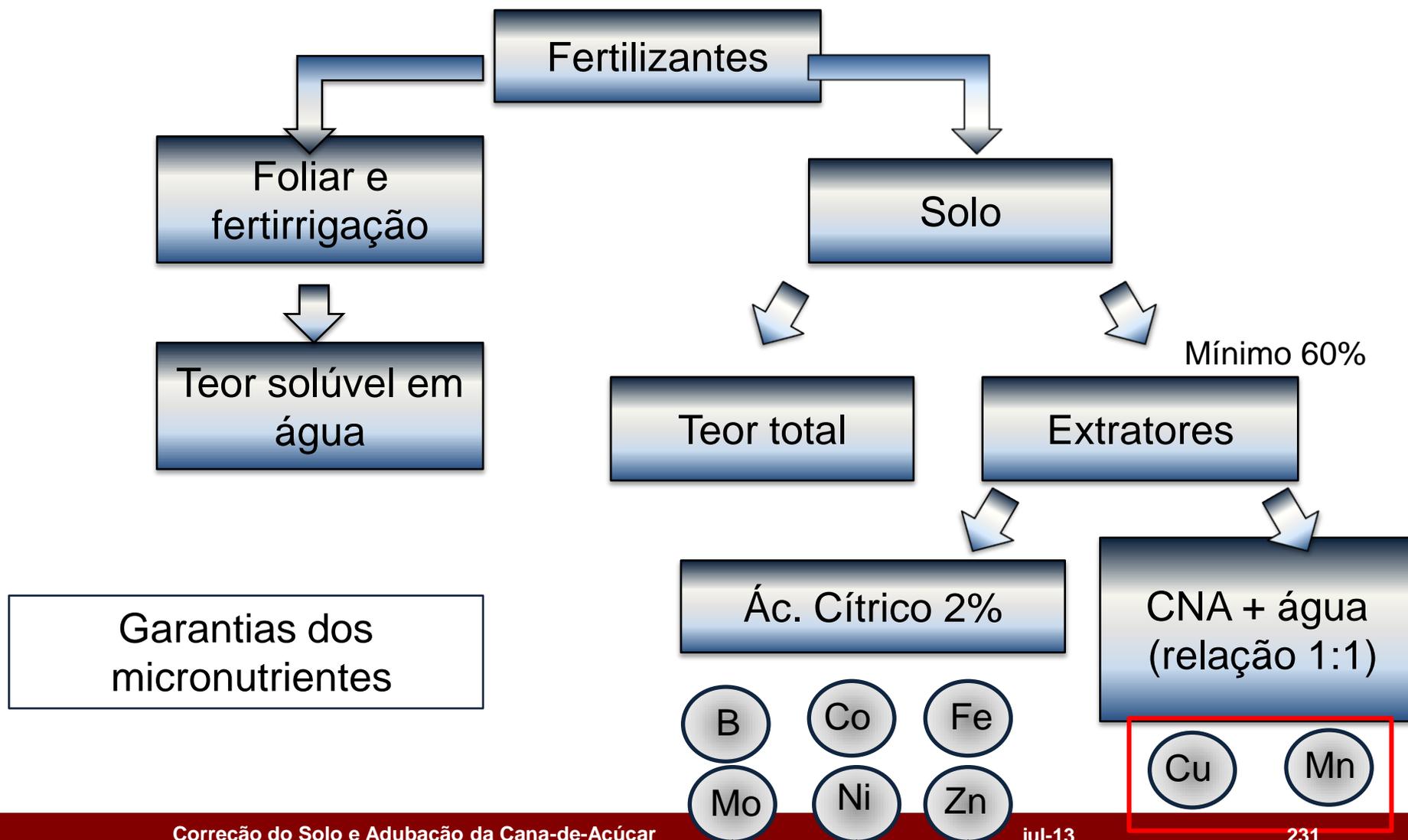
- ≈ Ácidos
- ≈ Sais
- ≈ Óxidos
- ≈ Oxisulfatos
- ≈ Silicatos (F.T.E.)
- ≈ Fosfitos



## Orgânicas

- ≈ Quelados
- ≈ Ác. Húmicos e Fúlvicos

## ANEXO II → Especificações dos fertilizantes



## Fertilizantes com Boro

Ácido Bórico:  $\text{H}_3\text{BO}_3$

17% B PS = 5,0

Octaborato de sódio:  $\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

PS = 10 20% B

Borato de Monoetanolamina

Adução  
Fluida

Bórax:  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Ulexita:  $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Colemanita:  $\text{CaB}_4\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Hidroboracita:  $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Adução  
sólida

10%B

## 1. Altas produtividades : MAIOR EXTRAÇÃO

## 2. Práticas corretivas



**Calagem:** ↓ Micros Metálicos (Zn, Cu e Mn) e  $\text{H}_2\text{BO}_3^-$  (↑Ca/B)

**Gessagem:** ↓  $\text{MoO}_4^-$

**Fosfatagem:** ↓ Micronutrientes Metálicos (Zn, Cu e Mn)

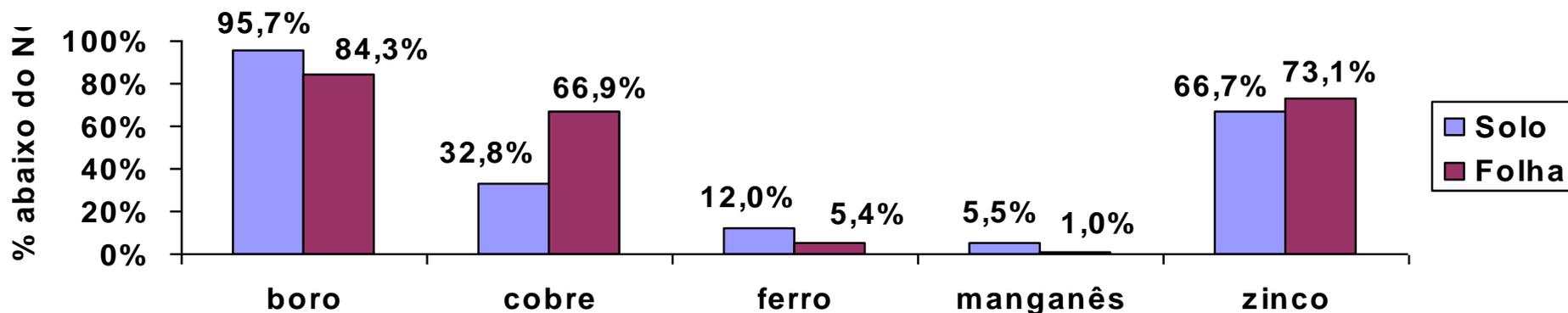
**Cultivo Mínimo / Colheita mecanizada:**

↑ M.O. → ↑ Complexação Cu

# MICRONUTRIENTES

	<b>Nível Crítico</b>				
	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>
<b>Solo (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>1,2</b>
<b>Planta (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>20</b>

# Relação entre os teores de boro, cobre, ferro, manganês e zinco abaixo do nível crítico presentes em amostras de solo e nas plantas de cana-de-açúcar



- ≈ **B → 95% nos solos e 85% nas plantas**

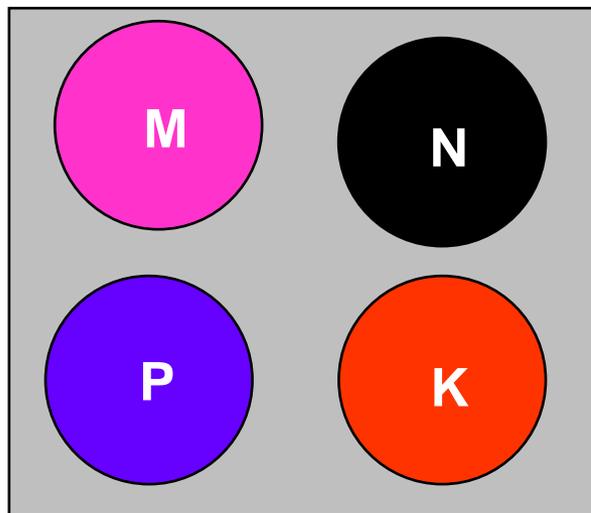
  - não utilização nos programas de adubação, associado a sua alta movimentação no perfil do solo (lixiviação)
  - Associado a isso, as práticas de queima do canavial devem ter contribuído para o aumento das perdas.
- ≈ **Zn → 67% nos solos e 73% nas plantas**

  - não aplicação do elemento e pobreza natural da maioria dos solos
- ≈ **Cu → 33% de áreas abaixo do NC em solos e 67% nas plantas**

  - apresentou a maior variabilidade entre teores encontrados nos solos e folhas, pode estar indicando falhas nos métodos de análises ou nas tabelas de interpretação apresentadas na literatura.
- ≈ **Fe e Mn apresentaram quantidade muito baixa de áreas com problemas**

  - possível alta concentração nos solos intemperizados da região, ricos em óxidos de Fe e Mn.
  - não se sugere a utilização dos mesmos em adubações.

### Mistura de grânulos



#### Vantagens:

- ✓ Facilidade industrial
- ✓ Maior flexibilidade nas formulações
- ✓ Mais barata

#### Desvantagens:

- ✓ Maior segregação na distribuição
- ✓ Óxidos insolúveis



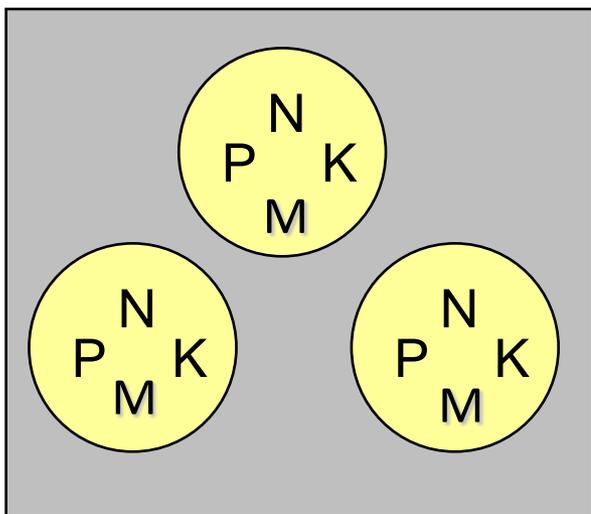
Formulação:

03-20-20 + 30 kg/ t óxidos

### Micronutrientes Incorporados – Mistura Granulada

#### Vantagens:

- ✓ Maior solubilidade em HCl, CNA ou água
- ✓ Em todos os grânulos contem a mesma quantidade do micronutriente
- ✓ Maior eficiência na distribuição

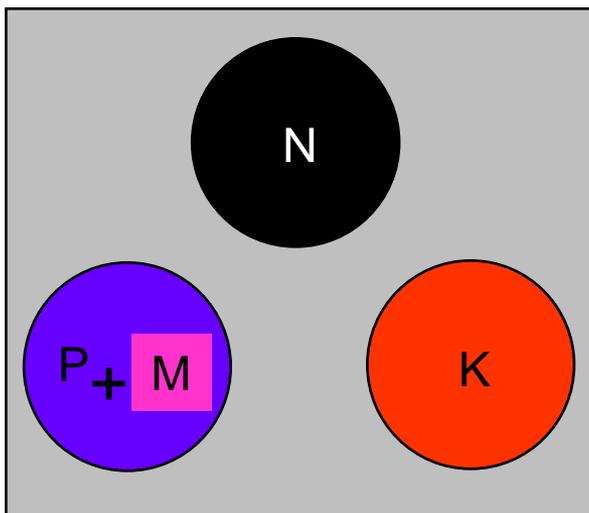


#### Desvantagens:

- ✓ Dificuldade na estrutura fabril – mais cara
- ✓ Inflexibilidade na formulação NPK

➔ Formulação: 03-20-20 + micronutriente na mesma proporção em todos os grânulos

### Micronutrientes agregado ao Superfosfato Simples



#### Vantagens:

- ✓ Facilidade de formulação NPK
- ✓ Obtenção de formulas específicas

#### Desvantagens:

- ✓ Apenas em formulações com fonte de  $P_2O_5$  com SPS

➔ Formulação: 03-20-20 + micronutrientes em parte dos grânulos  
(300 – 400 kg/t)

### Micronutrientes revestidos

Agentes agregantes → Água, óleos, ceras, soluções de polifosfatos de amônio ou UAN

Vantagens:

- ✓ Flexibilidade nas formulações
- ✓ Menor segregação
- ✓ Maior eficiência
- ✓ Micronutriente na mesma proporção em todos os grânulos de macros

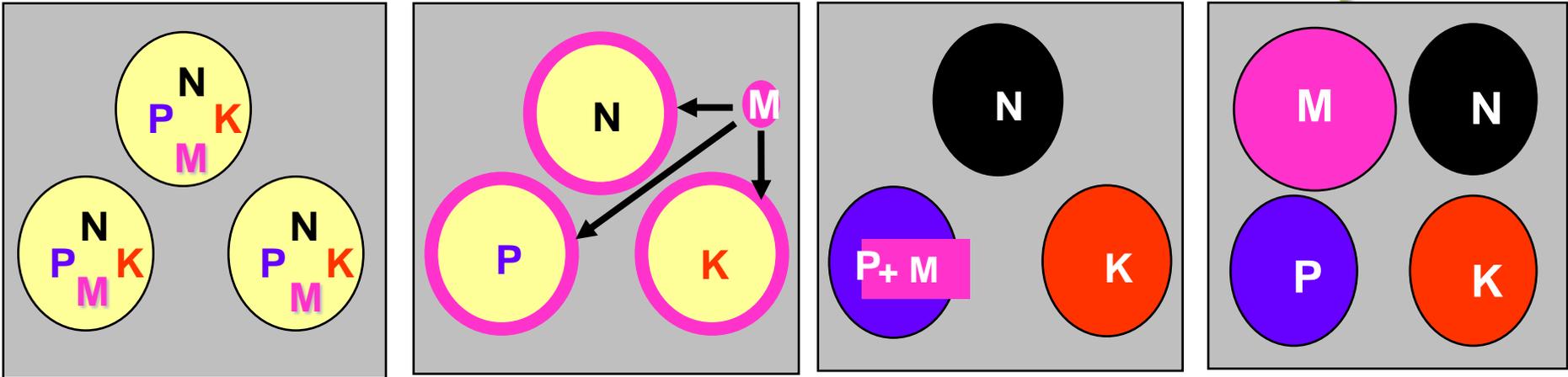
Ex: Recobrimento por agregação física na ureia  
→ Cu e B – Menor volatilização.

Desvantagens:

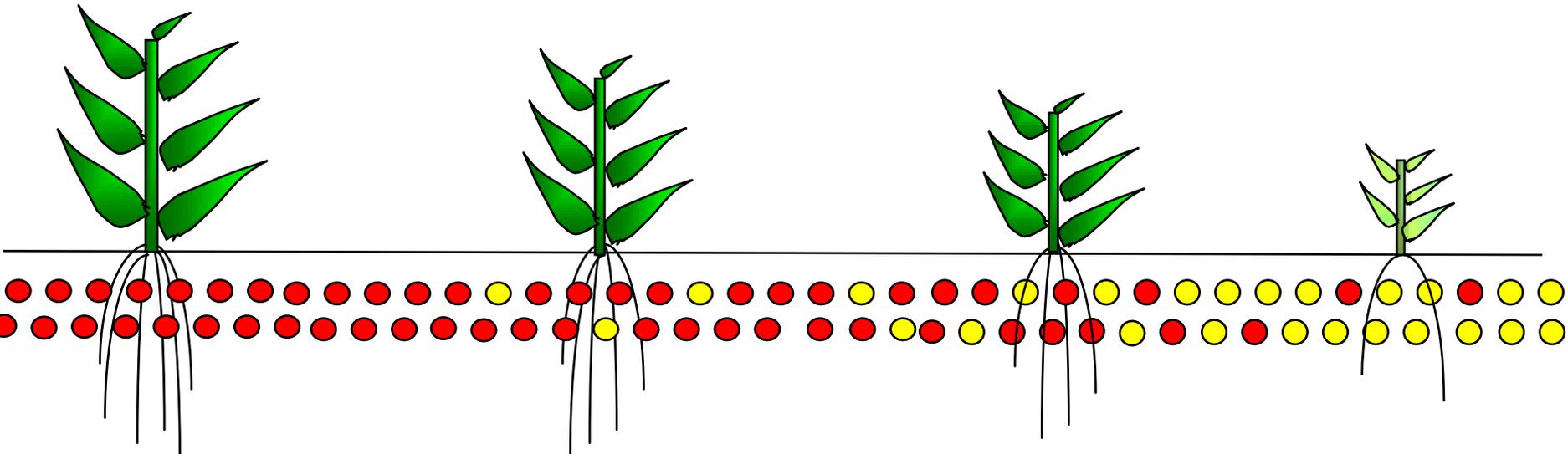
- ✓ Qualidade do agente agregante e da fonte de macronutriente primário

➡ Formulação: 03-20-20 + 30 kg/t óxidos (micropulverizados)

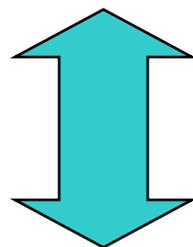
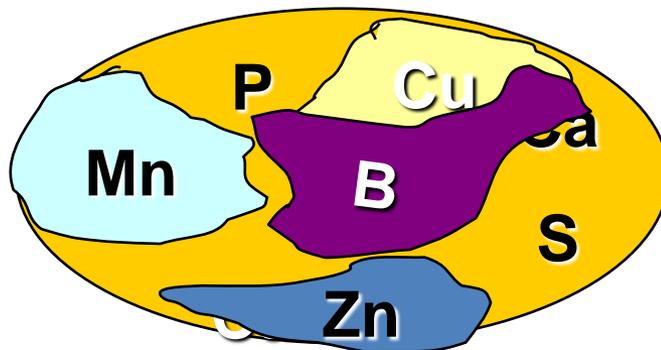
**SEGREGAÇÃO**



**Dificuldade industrial/ Inflexibilidade Formulação**



# Micronutrientes no Grão

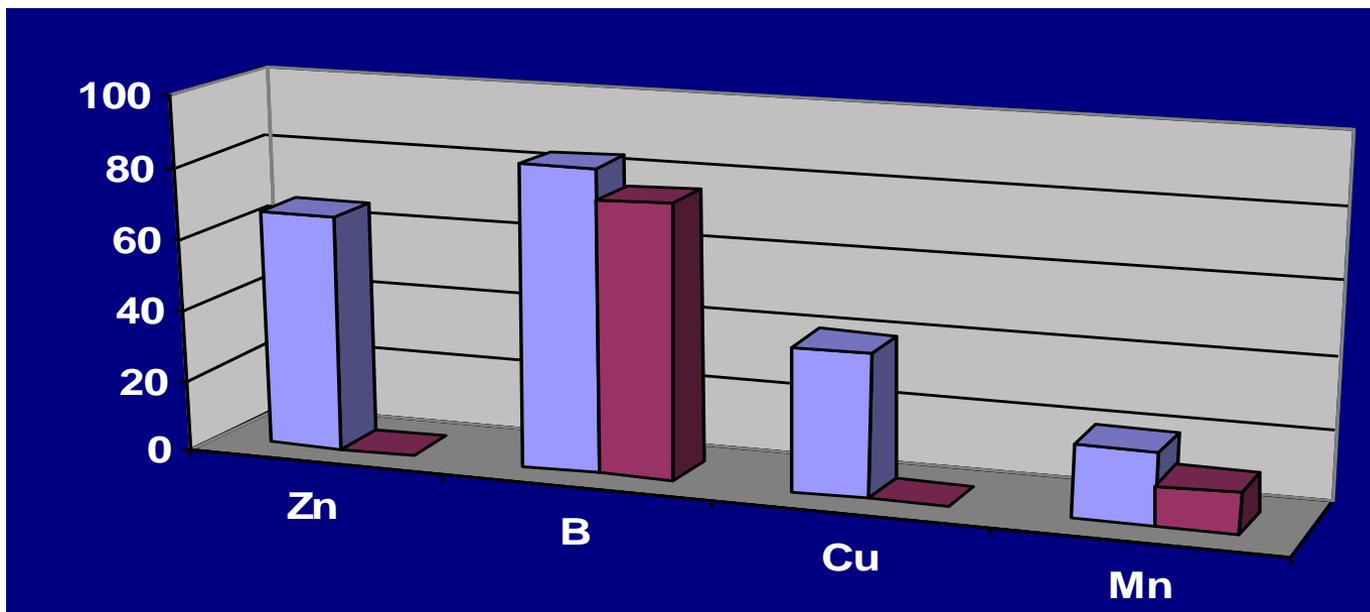


Fósforo + Zn + B + Cu + Mn

# Solubilidade dos micronutrientes

IN n.º 5 (MAPA): 23/02/07, artigo 5º

60% teor total { CNA + H<sub>2</sub>O (1:1): Cu e Mn  
 HCl a 2,0%: B, Co, Fe, Ni, Zn



- Sol H<sub>2</sub>O Micro Grão de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- Sol H<sub>2</sub>O Micro **Óxido em mistura física**

## a) Via Solo – ADUBAÇÃO SÓLIDA

Doses e fontes de micronutrientes para a adubação em função do teor de nutrientes no solo

Micronutrientes	Dose recomendada (kg/ha)	Extração (g/100t)	g/5 cortes	Fontes
Zn	3,0 a 5,0	592	2960	Oxisulfatos
Cu	2,0 a 3,0	339	1695	Oxisulfatos
B	1,0 a 2,0	235	1175	Ulexita
Mn*	3,0 a 5,0	2472	12360	Oxisulfatos

\* (solos do Nordeste)

Dose menor: Solos arenosos

Dose maior: Solos argilosos

# Adubação com micronutrientes

## a) Via Solo – ADUBAÇÃO FLUIDA

**FONTES:**      **BORO:**    Ácido Bórico    ou    Octaborato de Sódio

<b>Ácido Bórico</b>	$H_3BO_3$	17,5% B	PS = 5,0
<b>Octaborato de Sódio</b>	$Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$	20,0% B	PS = 10

**Cu, Fe, Mn, Zn :**    Sais (sulfato)    ou    (Quelativados ( $SO_4^{=}$ ,  $NO_3^-$ ,  $Cl^-$ ))



<b>DOSES</b>	<b>B</b>	<b>0,5 - 1,0 kg/ha<sup>1</sup></b>	<b>(f= 2,0 a 4,0)</b>
	<b>Zn</b>	<b>1,0 - 1,5 kg/ha<sup>1</sup></b>	<b>(f=1,5 a 2,0)</b>
	<b>Cu</b>	<b>0,5 - 1,0 kg/ha<sup>1</sup></b>	<b>(f= 1,5 a 2,0)</b>

**Doses menores = quelativados e fosfitos**

**Doses maiores = sais**

**a) Via Solo – a3) Boro via herbicida – 0,75kg B/ha = 4,5 kg/ha ácido bórico**

# APLICAÇÃO VIA HERBICIDA

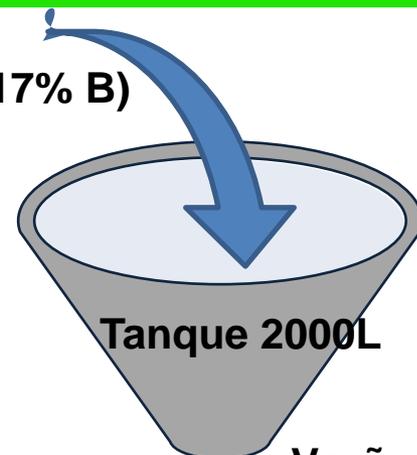
## Exemplo: BORO

a. Fonte: Ácido Bórico (17%B)

PS= 5,0

Dose: 0,75 kg/ha B

$H_3BO_3$  (17% B)



Vazão: 150 L/ha

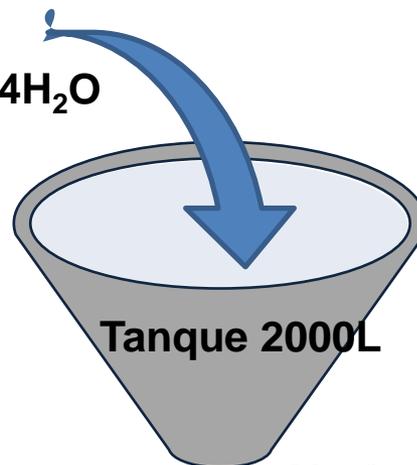
4,5 kg/ha ácido bórico

b. Fonte: Octaborato de sódio (20%B)

PS= 10,0

Dose: 0,75 kg/ha B

$Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$   
(20% B)



Vazão: 150 L/ha

3,75 kg/ha octaborato de sódio

**OBS : nem todo octaborato é compatível com herbicidas.**

## b) Via Tolete (com defensivo na cobertura da muda)

### VERIFICAR COMPATIBILIDADE COM OS DEFENSIVOS

**FONTES:**

- BORO:** Ácido Bórico ou Octaborato de Sódio
- Cu, Fe, Mn, Zn :** Sais (sulfato) ou Quelatizados
- Mo:** Molibdato de Na ou  $\text{NH}_4$
- Fosfitos
- Ácidos Húmicos e Fúlvicos + micros

**DOSES: BORO: 300 - 350 g/ha**

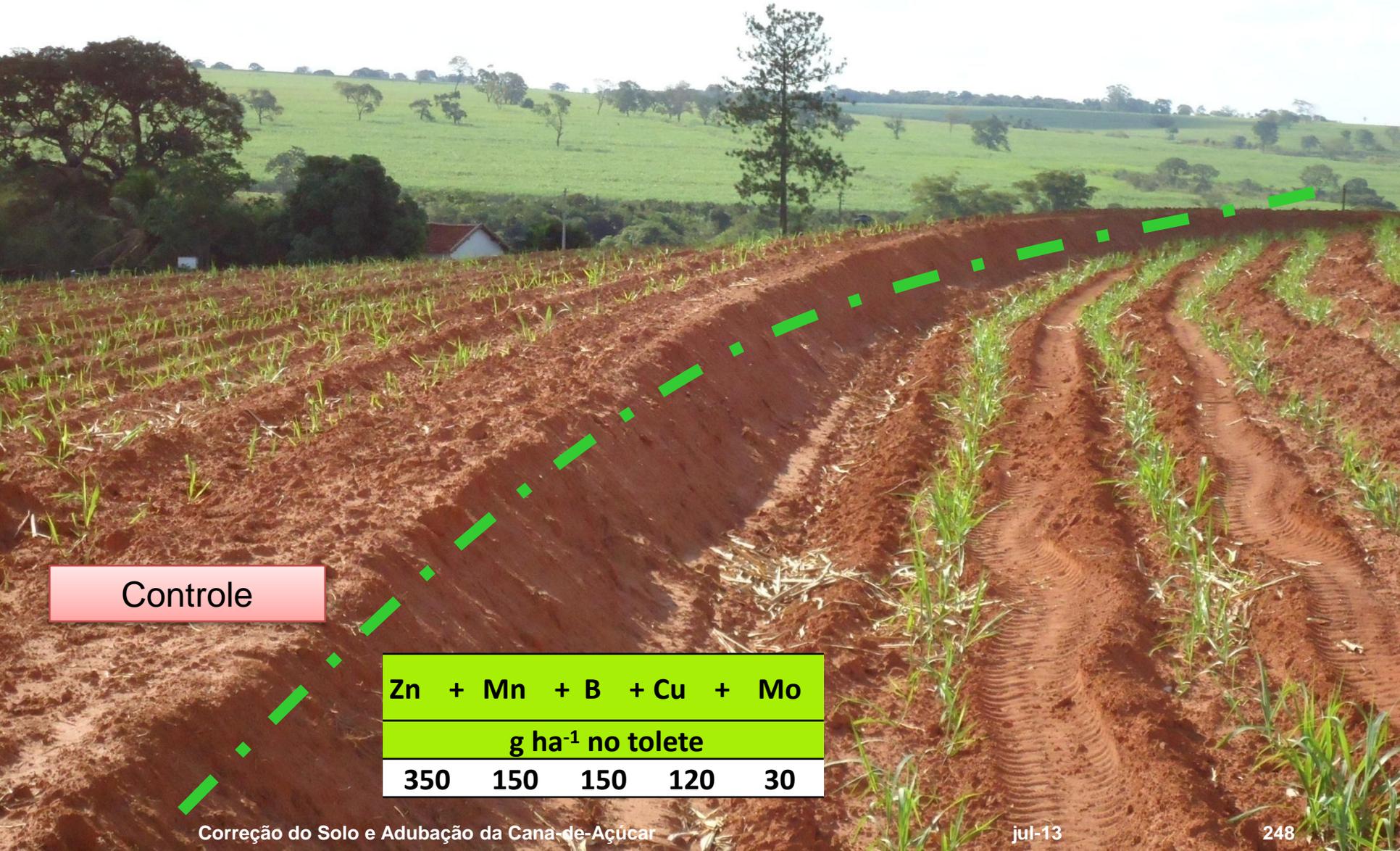
**Zn e Cu :** Extração x f (750 e 400 g/ha, respectivamente)

# Plantio Manual



# Avaliação 35 DAP

*Grupo Virgolino de Oliveira*



Controle

Zn	Mn	B	Cu	Mo
g ha <sup>-1</sup> no tolete				
350	150	150	120	30



Zn + Mn + B + Cu + Mo  
g ha<sup>-1</sup> no tolete

350 150 150 120 30

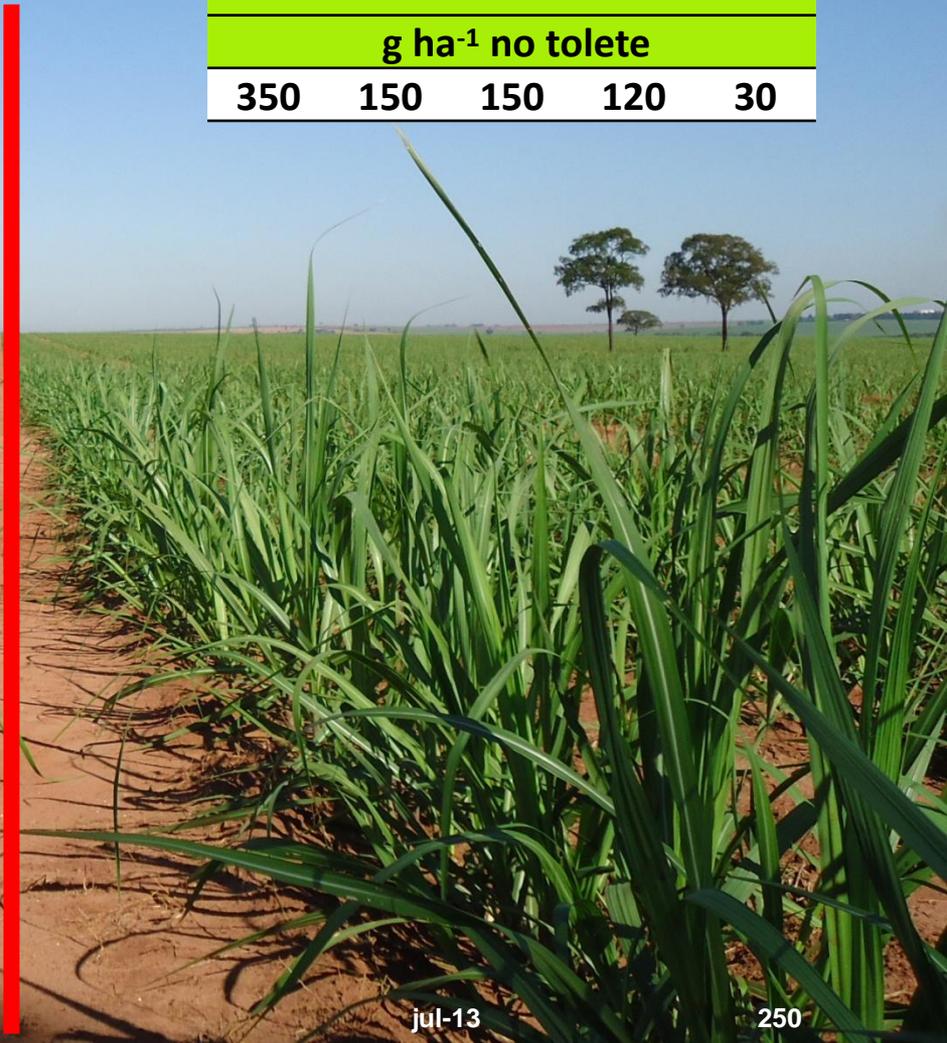


Controle

# Comparativo 65 DAP

Controle

Zn	Mn	B	Cu	Mo
g ha <sup>-1</sup> no tolete				
350	150	150	120	30

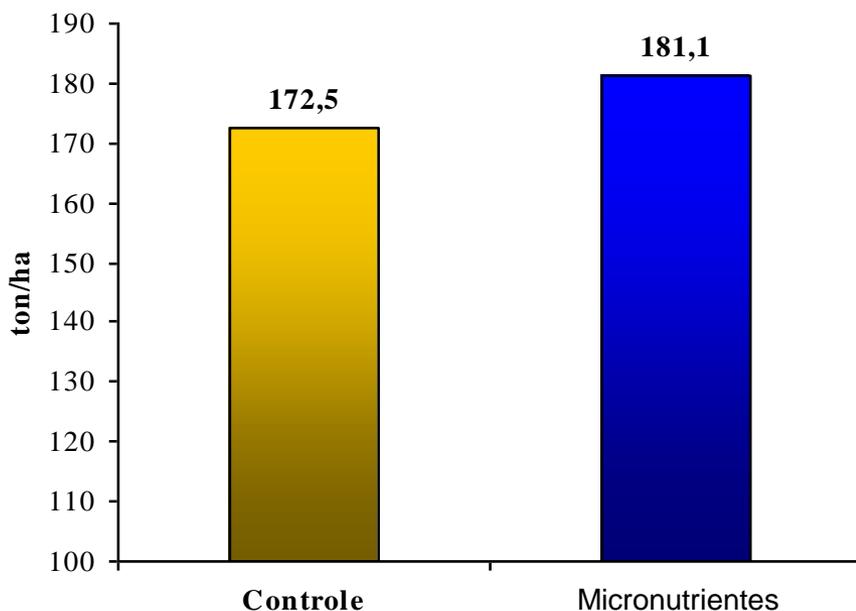


# Via Tolete - resultados de aplicação

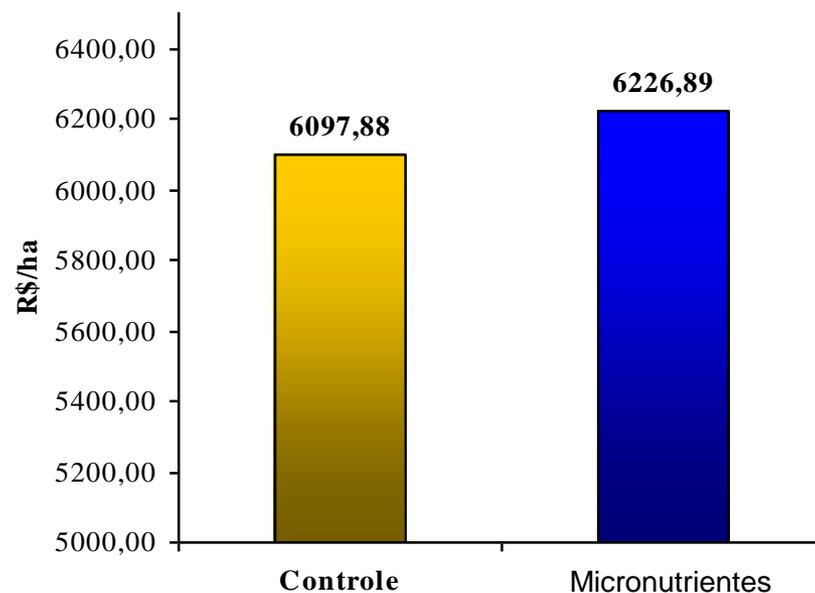
Região de Piracicaba

	B	Mo	Zn	Cu	S
<b>Tratamentos</b>	..... (Kg/ha).....				
<b>Controle</b>	-	-	-	-	-
<b>Sal + Ag. quelatizante</b>	0,35	0,14	0,77	0,32	0,7

**Tonelade de Cana/ha**



**Receita Líquida R\$/ha**

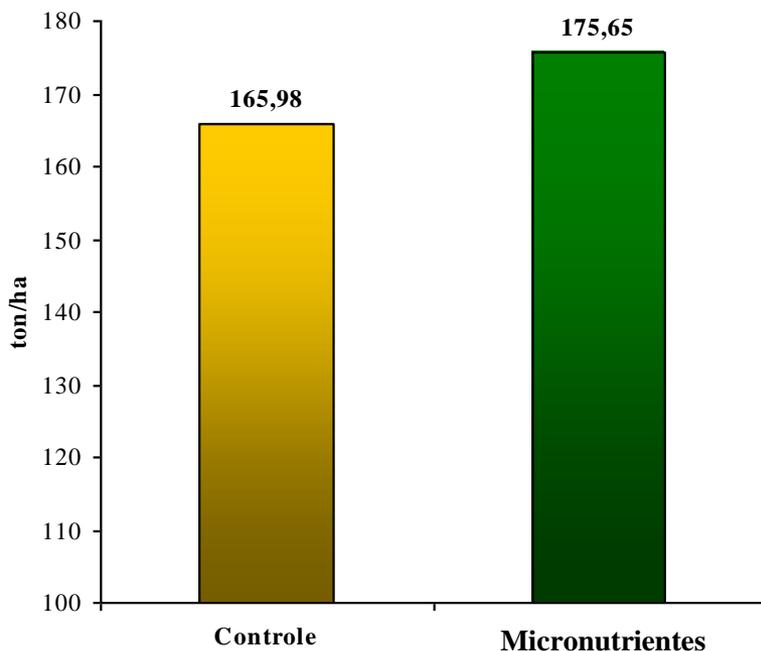


# Via Tolete - resultados de aplicação

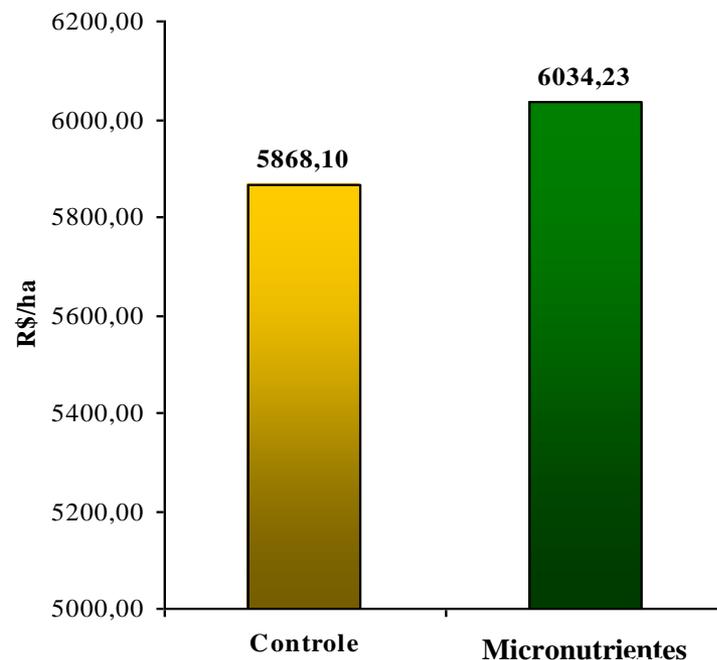
Região de Catanduva

	B	Mo	Zn	Cu	S
<b>Tratamentos</b>	..... (Kg/ha).....				
<b>Controle</b>	-	-	-	-	-
<b>Sal + Ag. quelatizante</b>	0,35	0,14	0,77	0,32	0,7

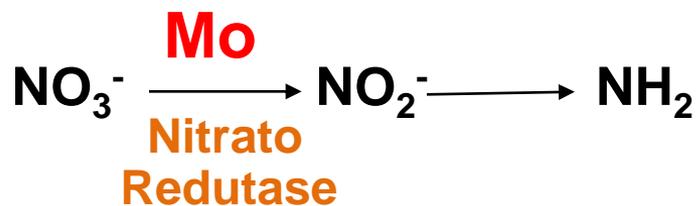
Tonelada de Cana/ha



Receita Líquida em R\$/ha



# N x Mo



**Dose:**

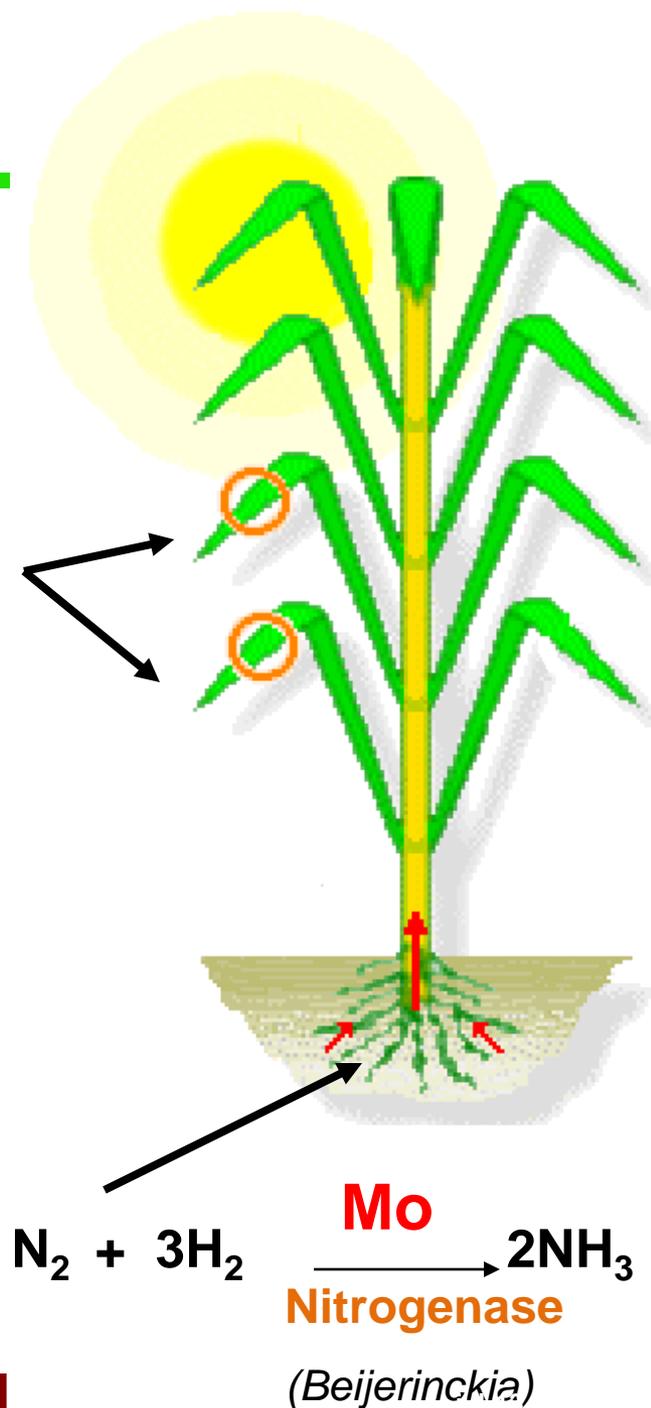
**N = 15 – 20 kg/ha**

**Mo= 150-200 g/ha**

Aplicação foliar

26-00-00 + 0,26% Mo

d = 1,26



## ≈ Época de Aplicação

Novembro a Janeiro (anteceder o período de máximo crescimento vegetativo)

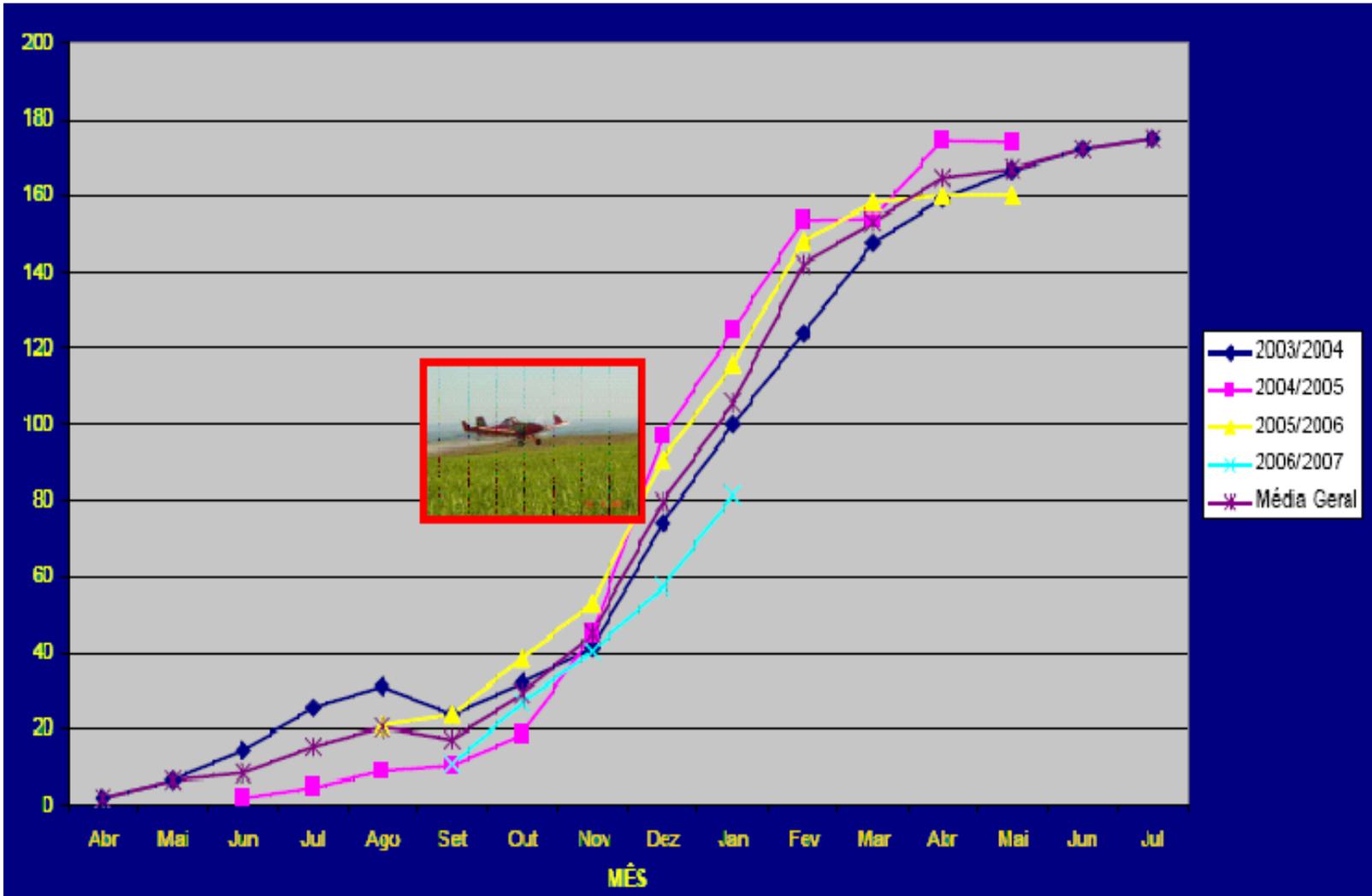
## ≈ Sequência de Aplicação

- A) Canas para mudas
- B) Canas Precoces
- C) Canas Médias



# Curva de Crescimento – 18 m – Us. Candida

TCH



FONTE: CRISÓSTOMO, 2007

Fórmula 23-00-00 + 0,38% Mo  
Dose: 55 kg/ha  
Fonte: Molibdato de sódio



<b>N</b>	<b>Mo</b>
	kg/ha
13	0,2

## DINÂMICA DO MO

JUNHO A SETEMBRO POUCA CHUVA

STRESS < VOLUME RADICULAR

+ N NO INÍCIO DAS ÁGUAS (FOLIAR)

ABSORÇÃO RÁPIDA DO NITROGÊNIO

N INDUZ FORMAÇÃO RADICULAR

MAIOR VOLUME DE RAÍZ

PRESENÇA DE MO

MAIOR ABSORÇÃO DE NITROGÊNIO DO SOLO TAMBÉM

10/10/2006

jul-13

257

**50% do N-uréia aplicado é absorvido após 1 hora da aplicação e 70% é absorvido após 5 dias da adubação**

**TRIVELLIN**

CRISÓSTOMO, 2007

Correção do Solo e Adubação da Cana-de-Açúcar

10/10/2006

jul-13

258

## Valores TCH - média 8 locais

Tratamento	SP81-1763	SP79-1011	SP81-1763	RB72-454	Média
Controle	107,5 b	153,7 b	93,6 b	116,3 b	117,8 b
N + Mo	116,4 a	161,8 a	102,9 a	128,7 a	127,5 a
N	110,0 ab	146,0 c	103,6 a	124,4 a	121,3 b

**DMS 5% = 5,93 TCH**

**DMS 1% = 7,90 TCH**

Crisóstomo, 2007



# Valores TCH - média 8 locais Cana Soca RB 72-454

Tratamento	Média
Controle	121 b
N + Mo	132 a
N	123 b

**DMS 5% = 5,83 TCH**  
**DMS 1% = 7,76 TCH**

Crisóstomo, 2007



## Cobre

- Resistência a doenças
- Forma insolúvel (  $\text{Cu}^+$  ) em solos de baixada, sujeitos à inundação
- Forte complexação pela matéria orgânica

## Zinco

- Desdobramento do triptofano em ácido indol acético (AIA)
- Crescimento de internódios
- Resistência a falsas ferrugens

## Boro

- Formação de zonas meristemáticas (gema apical e radículas)
- Transporte de carboidratos das folhas para o colmo
- Resistência a doenças e deficiência hídrica
- Algumas variedades são mais susceptíveis à deficiência, como a RB86 7515, CTC 9 e CTC 20



≈ **23-00-00 + 0,22% Mo**

50 L/ha fornece:

N	Mo
kg/ha	
12	0,115

≈ **20-00-00 + 0,19% Mo + 1% Zn, d = 1,21**

50 L/ha fornece:

N	Mo	Zn
kg/ha		
10	0,110	0,605

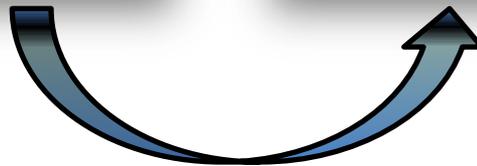
# Zinco (Zn)



**Deficiência de Zinco**



**Falsa Ferrugem**



≈ **23-00-00 + 0,22% Mo + 1,2% Zn + 0,6% B**  
**(RB 86 7515)**

50 L/ha fornece:

N	B	Mo	Zn
Kg/ha			
12	0,350	0,115	0,600

≈ **23-00-00 + 0,22% Mo + 1,2% Zn + 0,4% Cu**  
**(solos alagados)**

50 L/ha fornece:

N	Cu	Mo	Zn
kg/ha			
12	0,200	0,115	0,600



# Boro (B)



# Boro (B)



**Brasil Sobr.**

# Boro (B)

---



## Cana-de-açúcar – Via sólida

44 – 00 – 00 + 0,4%Mo + 2,0%Zn + 1%B



50 kg/ha

N	Mo	Zn	B
Kg/ha			
13	0,012	0,60	0,30

Vitti, 2012



# Sintomas de deficiência nutricional na Cana-de-açúcar

Mn



Vitti & Mazza

Zn



Vitti & Mazza

Fe



Potafós

# Aplicação Foliar

## 10/10/2012 - Usina Coruripe

### Iturama – MG



### Limeira do Oeste - MG



# Variedade – CTC9



Controle



Aplicação Foliar N + Micros

# Biometria Pós-Colheita



Controle

Aplicação Foliar N + Micros

## Cana-Planta

- ≈ Calagem
- ≈ Gessagem
- ≈ Fosfatagem - solos arenosos (Pres < 15 mg/dm<sup>3</sup>, teor de argila < 30%; P Mehlich < 1,1 a 12 P em ppm)
- ≈ Adubação Verde
- ≈ Adubação Orgânica
- ≈ Adubação Mineral no sulco de plantio (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O)
- ≈ Adubação de micronutrientes - via solo (micro no grânulo) ou via tolete

# RESULTADOS OBTIDOS





# Variedade SP81-3250 aos 7 meses após a data de plantio



## Cana-Soca

- ≈ **Calagem** - reaplicar quando V% < 50 e no máximo 3 t/ha
- ≈ **Gessagem** - principalmente como fonte de S, quando em sub-superfície < 15 mg/dm<sup>3</sup> e aplicar dose de reposição de 0,7 a 1,0 t/ha ou S elementar
- ≈ **N e K<sub>2</sub>O**
- ≈ **Adubação de micronutrientes** - reaplicar B via solo na adubação N-K<sub>2</sub>O ou via herbicida

12 meses – 150 t/ha

Juara - MT



Precipitações pluviiais de aproximadamente 2500 mm (o dobro da exigência da cultura) aliado a altas temperaturas, resulta excelente desenvolvimento vegetativo, com a cana chegando a 3,5 m de altura.

Produtividade das variedades por época de colheita, em toneladas de colmos/ha (TCH).

VARIETADE	Abril	Mai	Junho	Julho	Ago.	Set.	Out.	MÉDIA
RB855453	134,10	151,92	153,17	-	-	-	-	146,40
SP83-5073	127,34	147,17	136,22	-	-	-	-	136,91
IACSP93-3046	-	149,39	163,25	174,63	-	-	-	162,42
IACSP94-2094	-	153,52	161,31	180,27	-	-	-	165,03
SP81-3250	-	136,72	187,69	158,51	-	-	-	160,97
PO88-62	-	141,47	142,51	163,67	-	-	-	149,21
RB925211	-	138,00	147,78	166,67	-	-	-	150,81
RB867515	-	-	171,25	190,92	199,27	-	-	187,15
RB835486	-	-	179,03	162,21	147,03	-	-	162,76
SP80-3280	-	-	174,89	166,12	175,43	-	-	172,15
RB855536	-	-	-	157,26	151,88	125,58	-	144,90
RB855113	-	-	-	137,38	187,32	138,92	-	154,54
SP79-1011	-	-	-	139,77	158,53	126,42	-	141,57
SP71-1406	-	-	-	-	200,13	157,06	192,17	183,12
RB928064	-	-	-	-	203,32	168,06	180,98	184,12
RB935744	-	-	-	-	207,33	126,77	164,10	166,07
SP86-42	-	-	-	-	212,40	151,25	149,25	170,97
RB72454	-	-	-	-	167,30	125,34	162,49	151,71
<b>MÉDIA</b>	130,72	145,45	161,71	163,40	182,72	139,92	169,80	<b>160,60</b>

## Produção de ATR (t/ha) escolhendo-se somente as 12 variedades mais produtivas

Variedade	MÊS							MÉDIA Ton/ha
	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	
<b>RB855453</b>	15,01	17,85	18,99	-	-	-	-	17,28
<b>RB83-5073</b>	14,65	18,54	18,09	-	-	-	-	17,09
<b>SP81-3250</b>	-	17,87	25,53	24,25	-	-	-	22,55
<b>RB925211</b>	-	17,28	18,94	23,90	-	-	-	20,04
<b>RB867515</b>	-	-	21,48	25,57	30,53	-	-	25,86
<b>RB835486</b>	-	-	23,17	23,59	22,92	-	-	23,23
<b>SP80-3280</b>	-	-	19,70	24,57	26,78	-	-	23,68
<b>SP79-1011</b>	-	-		19,82	23,79	19,88	-	21,17
<b>SP71-1406</b>	-	-	-	-	27,16	23,99	27,29	26,15
<b>RB928064</b>	-	-	-	-	27,94	23,59	22,46	24,66
<b>RB935744</b>	-	-	-	-	30,02	18,17	23,24	23,81
<b>SP86-42</b>	-	-	-	-	31,47	23,34	21,55	25,45
<b>Média</b>	14,83	17,88	20,84	23,62	27,58	21,80	23,64	<b>22,58</b>

**22.580 kg x R\$ 1,14\* = R\$ 25.741,20**

**\* CEPEA/ ESALQ – 01/10/2009**

USP/ ESALQ/ FEALQ - 2009

# Produção de Álcool por hectare

Produção de álcool L/ha com base nas variedades mais produtivas.

LITROS DE ÁLCOOL POR HECTARE								
VARIEDADE	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	MÉDIA
<b>RB855453</b>	9.353	11.121	11.773					10.749
<b>RB83-5073</b>	9.087	11.520	11.338					10.648
<b>SP81-3250</b>		11.132	15.680	14.999,70				13.937
<b>RB925211</b>		10.829	11.873	14.974,95				12.559
<b>RB835486</b>			13.769	14.196,79	18813,74			15.593
<b>SP80-3280</b>			11.323	14.497,05	17291,99			14.371
<b>RB867515</b>			12.385	15.179,32	18940,65			15.502
<b>SP79-1011</b>				11.673,67	14243,73	12459,13		12.792
<b>SP71-1406</b>					17505,78	15032,70	17103,13	16.547
<b>RB928064</b>					16784,04	14783,16	14076,22	15.214
<b>RB935744</b>					16737,60	11387,07	14562,05	14.229
<b>SP86-42</b>					15190,39	14628,68	13503,60	14.441
<b>MÉDIA</b>	9.220	11.151	12.591	14.254	16.938	13.658	14.811	<b>13.882</b>

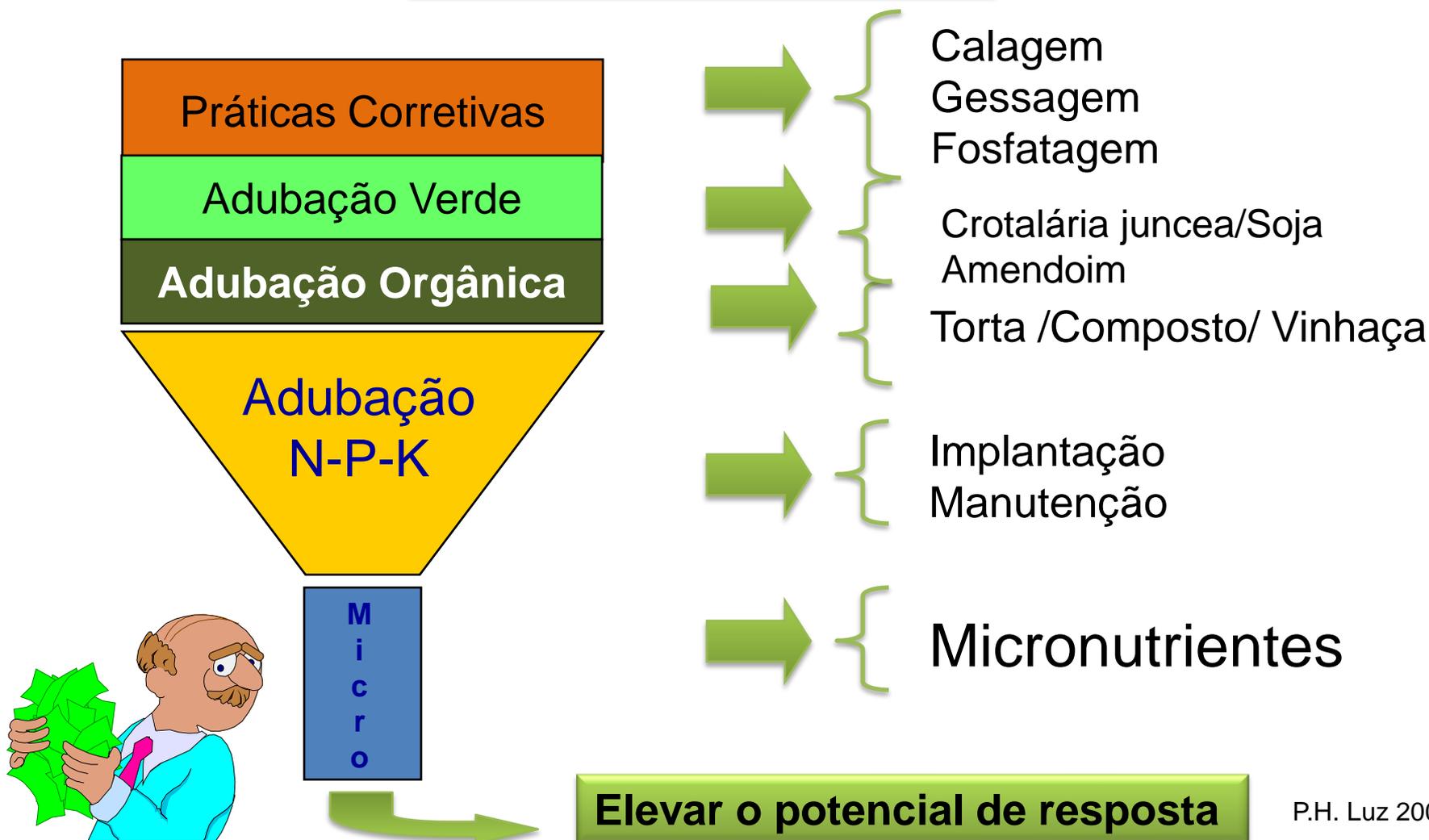
**13.882 litros x R\$ 0,8059\* = R\$ 11.187,50**

**\*CEPEA/ ESALQ - 25/09/2009**

Rendimento de 86 litros de álcool anidro por tonelada de cana-de-açúcar.

# RECOMENDAÇÃO DE CORREÇÃO E ADUBAÇÃO

## “ESQUEMA DO FUNIL”





Obrigado!

[gcvitti@usp.br](mailto:gcvitti@usp.br)

[gape@usp.br](mailto:gape@usp.br)

19-34172138