



VI Simpósio Regional • IPNI Brasil

## BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES

Dourados - MS • 15 e 16 de Abril de 2014

# BPUF Cana-de-açúcar

*Raffaella Rossetto*  
*APTA- Programa Cana de açúcar IAC*

**Cana no Brasil  
(2012/ 2013) Conab- 2013**

**Produção: 594 milhões t**  
**Área cultivada 10,5 milhões ha**

**Açúcar  
produção: 38.3  
milhões t**

**Ethanol produção:  
23,6 bilhões Litros**

**Bioeletricidade:  
1.000 megawatts**

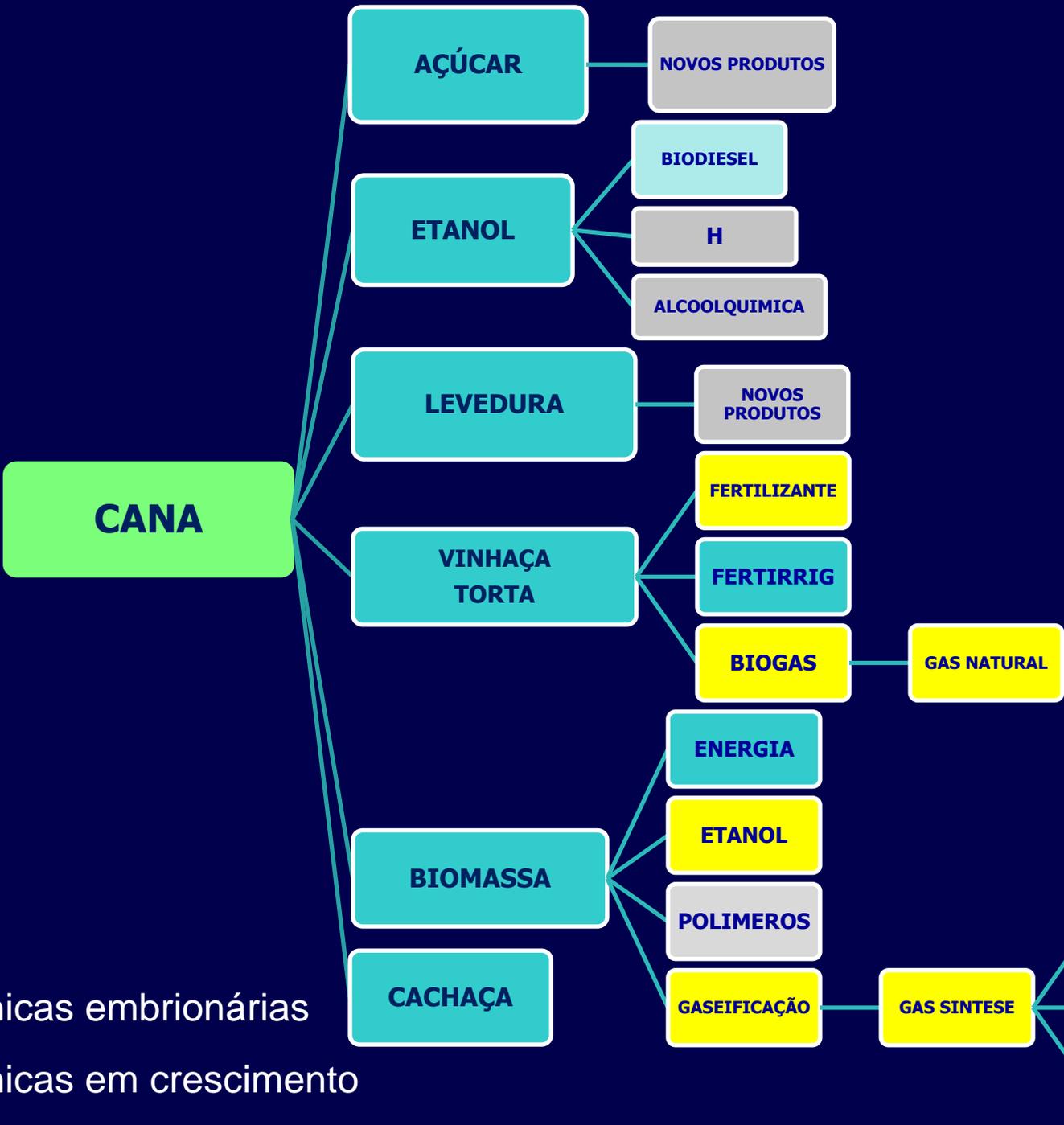
Consumo Interno:  
11,4 milhões t  
Exportações: 26,8  
milhões t

Consumo Interno:  
19,7 bilhões L  
Exportações: 3,5  
bilhões L

Equivalente a 3% de  
matriz energetica do Brasil



Açúcar  
Etanol  
Cachaça  
+  
Energia



■ Técnicas embrionárias

■ Técnicas em crescimento

# Cana-de-açúcar

Espécie: *Saccharum officinarum* L.

Gênero: *Saccharum*

Família: Poaceae

Ordem: Cyperales

Produtividade média em SP 79 t.ha<sup>-1</sup> colmos.5anos (-5%)

BR 73 t.ha<sup>-1</sup> colmos.5anos

MS 72 t.ha<sup>-1</sup> colmos.5anos 586.000ha

Conab, 2013

Cultivada em 23 estados brasileiros

Produtividade biomassa – 30 t.ha<sup>-1</sup> mat. seca (folhas, bagaço e raízes)

Alta extração de nutrientes

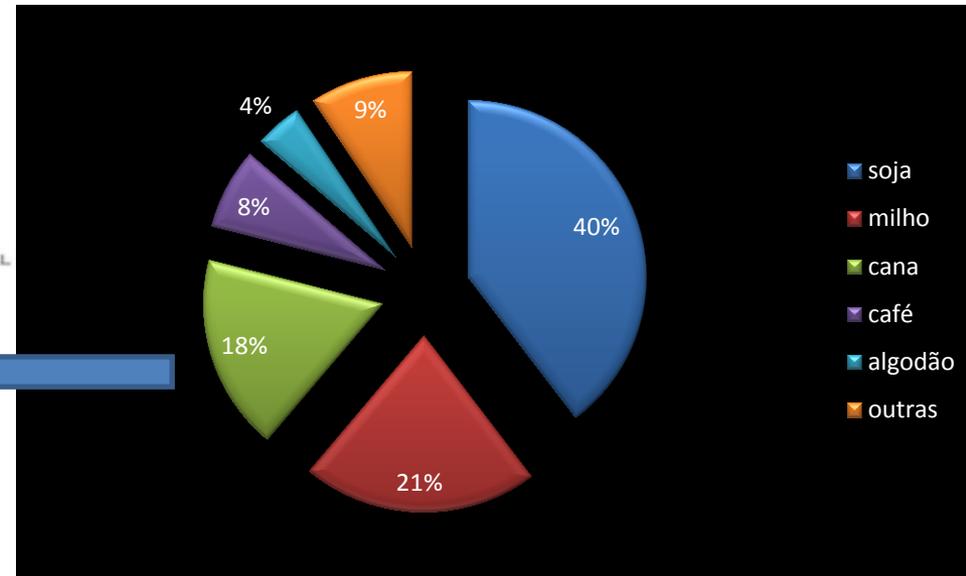
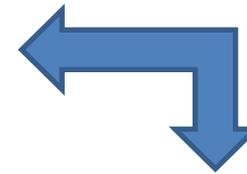
Açúcar e Etanol não exportam nutrientes -

Cadeia produção permite Alta reciclagem dos nutrientes

# Fertilizantes – a fatia da cana

Total fertilizer consumption (% basis) by some important crops in Brazil (1991 - 2012)

Crops	1991	1996	2001	2006	2011	2012
Soybean	17.2	22.8	32.6	33.9	35.2	39.7
Corn	17.6	20.6	17.3	17.4	19.6	21.4
Sugarcane	20.4	17.5	12.6	14.9	17.9	17.9
Coffee	6.3	6.8	6.8	7.6	7.4	7.4
Cotton	3.6	1.5	3.7	5.0	6.1	4.3



1,9 milhão t  
N + P2O5+ K2O



Source: ANDA.

# Fertilizantes – a fatia da cana

Ano	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	total
----- t -----				
2009	598,815	228,060	625,275	1,452,150
2010	689,921	234,368	758,034	1,682,323
2011	796,555	270,592	875,196	1,942,343
2012	797,309	270,848	876,024	1,944,181
<b>Total</b>	<b>2,882,600</b>	<b>1,003,868</b>	<b>3,134,529</b>	<b>7,020,997</b>

Ano	Área Plantada	Área Colhida	N+P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +K <sub>2</sub> O
----- ha -----			kg/ha
2009	9,676,824	8,598,440	150.1
2010	10,100,713	9,080,769	166.6
2011	10,692,263	9,535,194	181.7
2012	10,557,210	9,407,078	184.2
<b>Total</b>	<b>41,027,010</b>	<b>36,621,481</b>	<b>171.1</b>

Ano	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
----- kg/ha -----			
2009	61.88	23.57	64.62
2010	68.30	23.20	75.05
2011	74.50	25.31	81.85
2012	75.52	25.66	82.98

↓  
Para produzir 70 t/ha cana

# Exigência Nutricional da Cana-de-açúcar

- Extração e Exportação de Nutrientes (kg/100TCl): Franco et al. (2008)

## MACRONUTRIENTES

Compartimentos	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S
	----- kg/100TCl -----					
Colmo	60	16	250	30	19	14
Planta toda	138	33	390	84	43	26

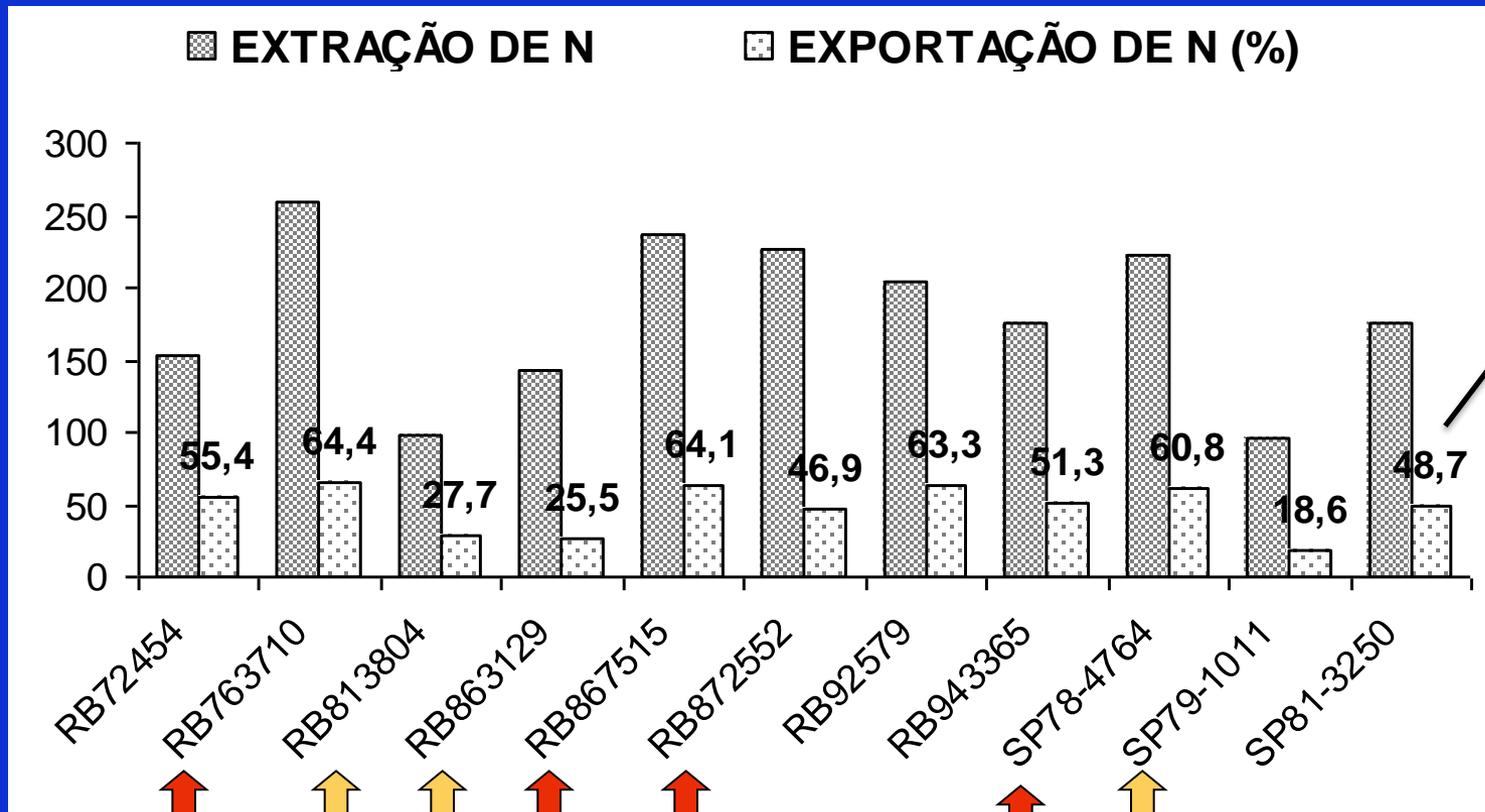
Aplicamos = 75 kg N para produzir 70 t/ha  
= 107 kg N para produzir 100 , mas extração é 138

83 kg K<sub>2</sub>O = 70 t/ha  
= 118 kg para produzir 100 , mas extração é 390



Franco et al. (2008)

# Extração (kg/ha) e exportação (%) de N por diferentes variedades de cana-de-açúcar (Oliveira, E.C. 2007).

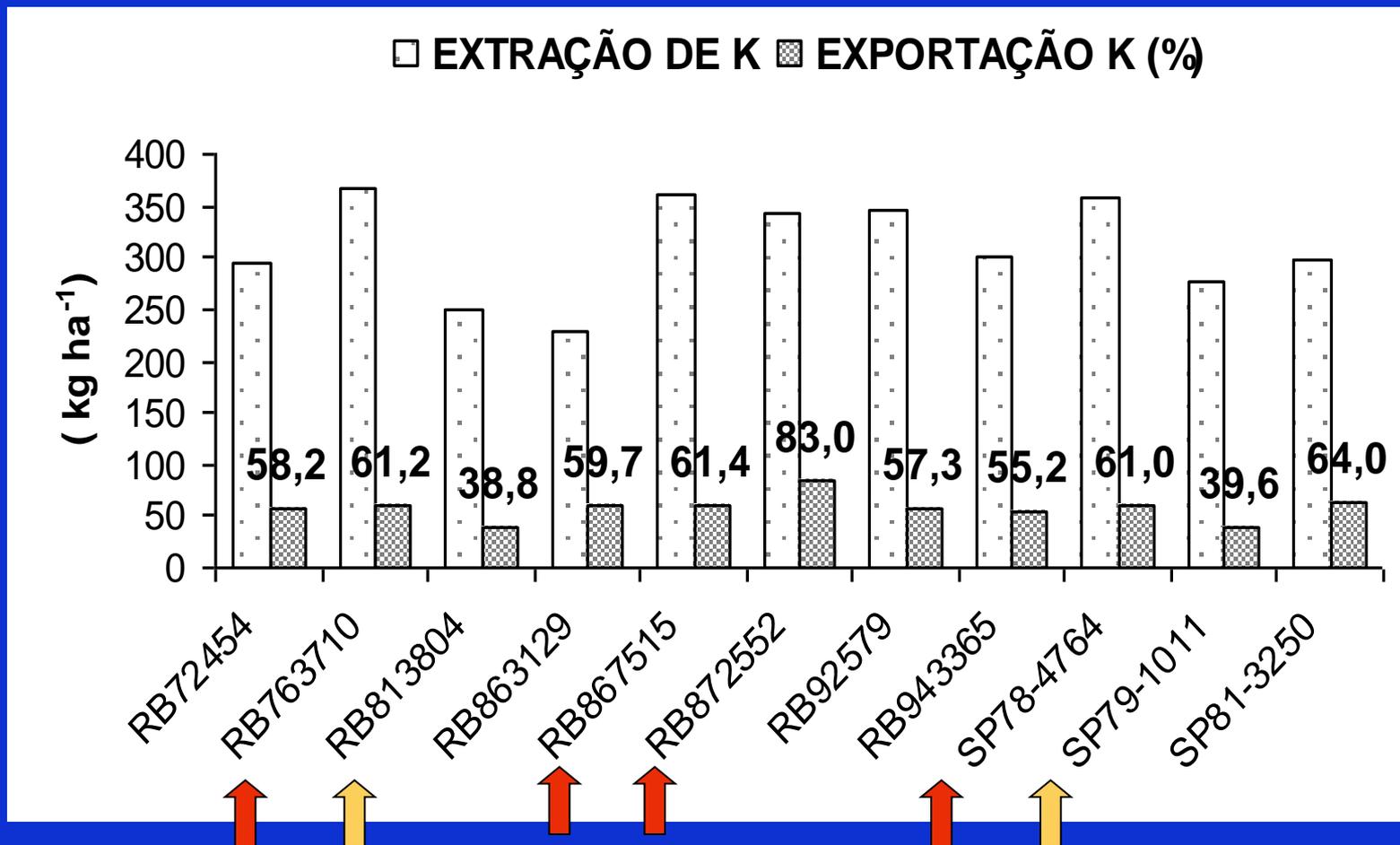


Fica estoque solo

Menos extratoras  
Mais extratoras

Exportação de 18 a 64% do N absorvido - estoque

# Extração (kg/ha) e exportação (%) de K por diferentes variedades de cana-de-açúcar (Oliveira, E.C. 2007).



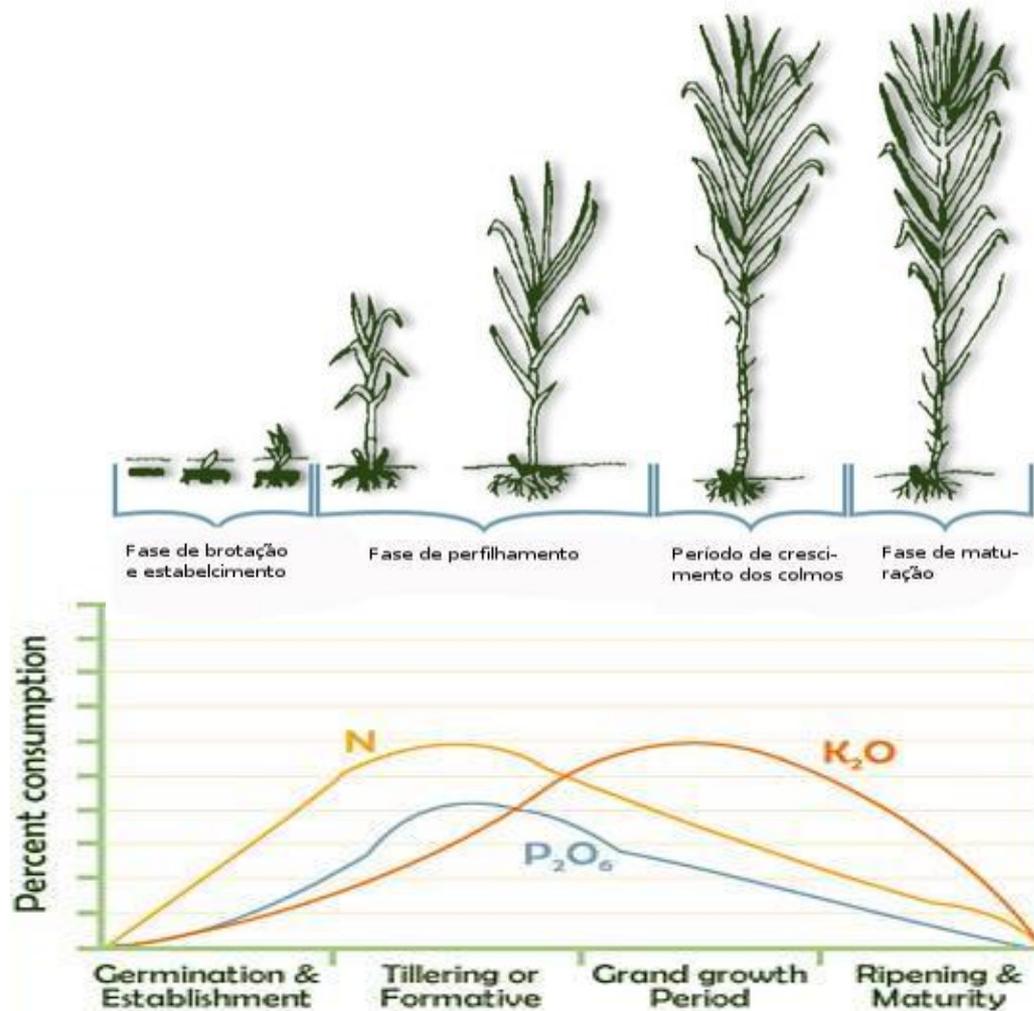
**Exportação de 38 a 83% do K absorvido**

Menos extratoras

Mais extratoras

P exportação de 40 a 70% é exportado – estoque menor

# Período de maior requerimento dos nutrientes para cana





Momento atual



**Proibição Queima – Mecanização Colheita**  
**Mais 80% áreas SP colhidas**  
**sem queima**

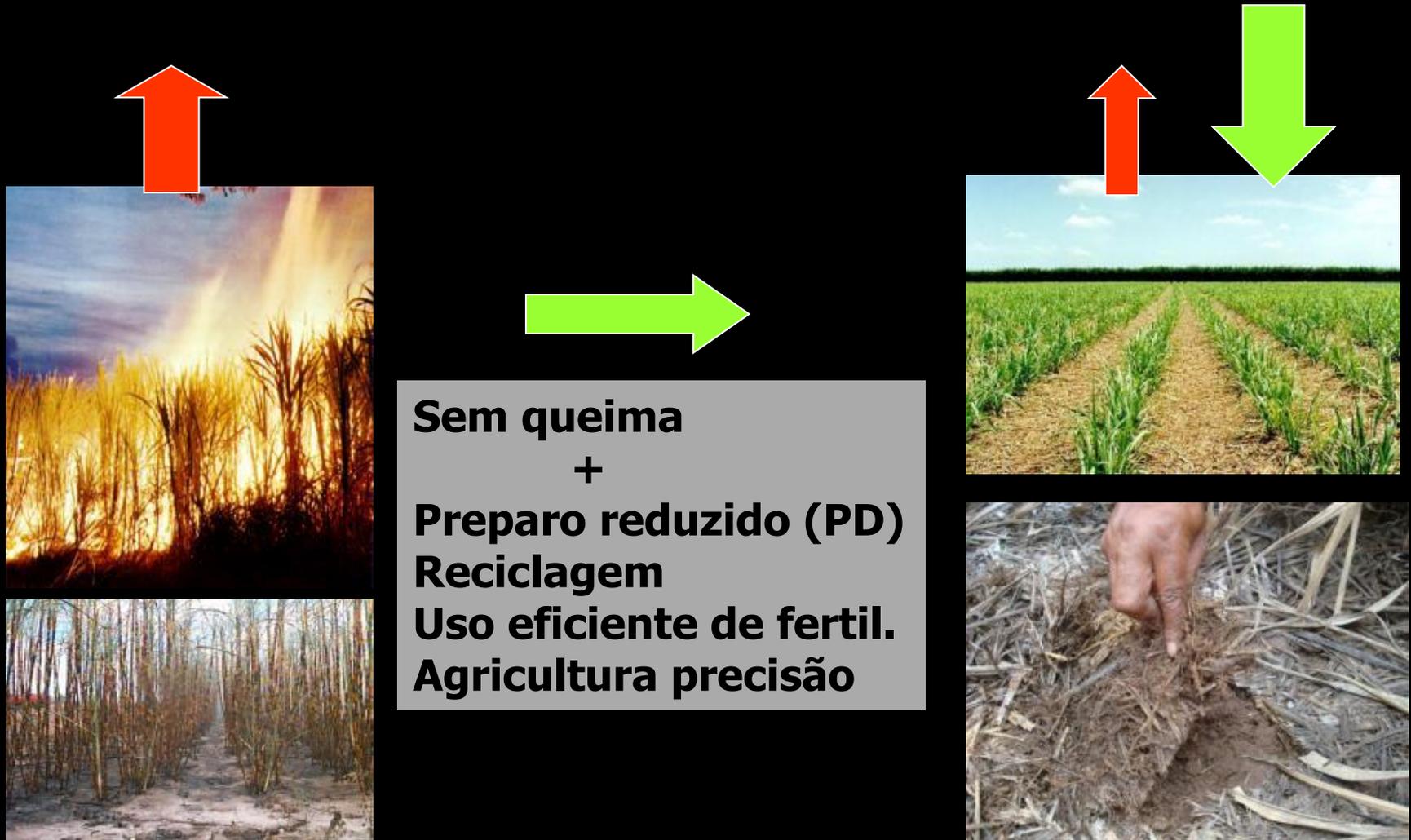


# Mudanças no sistema produção

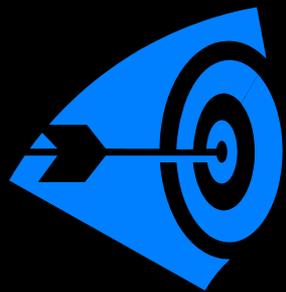


Investimentos de mais 30 bilhões US\$ nos últimos 4 anos em mecanização de colheita

# Aumento de C (matéria orgânica) do solo



**Sequestro de C no solo e na biomassa**



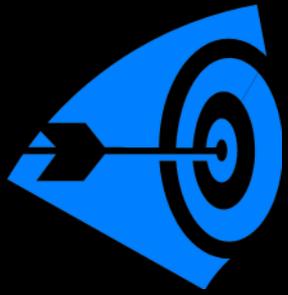
# BPUF começam com sistematização terreno, conservação solo, preparo solo



Foto. J.C. Dalben

Foto: J.C. Dalben

Foto: Mafres



# Rotação Culturas Meiose



Foto: G. Vitti



# VARIOS FATORES INTERAGEM NO MANEJO CULTURAL :

- **OS AMBIENTES DE PRODUÇÃO: Solo (textura e estrutura) + CAD e ET + Fertilidade + Profundidade**
- **Compactação: Adaptação de áreas de plantio e colheita mecanizada;**
- **Água disponível as plantas (fator solo x ambiente/distribuição de chuvas);**
- **Variedade - Exigência nutricional**
- **Correção e adubação cana-planta e cana-soca. Adição de corretivo e incorporação, principalmente em solos álicos e distróficos**
- **Épocas de plantio e colheita;**
- **Matocompetição;**
- **Pragas (principalmente as de solo) e doenças;**
- **fatores fisiológicos (TEMPERATURA/GEADAS);**
- ...



# Tráfego controlado e sistematização

Entrelinhas - Tráfego

Linha de cana



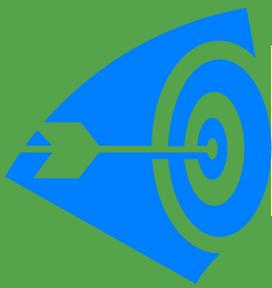
# Compactação

Relacionada ao espaçamento/tráfego/solo/umidade/aeração

## DIAGNÓSTICO DE COMPACTAÇÃO



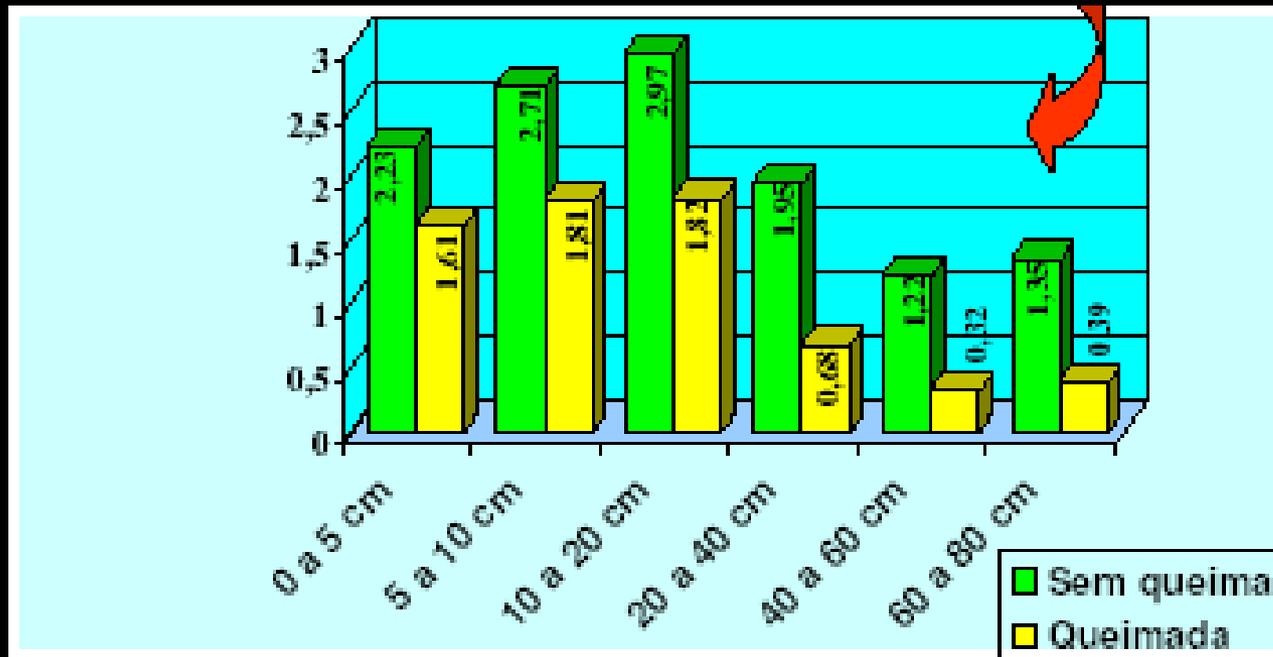
**Camada Compactada  
0 a 35 cm**



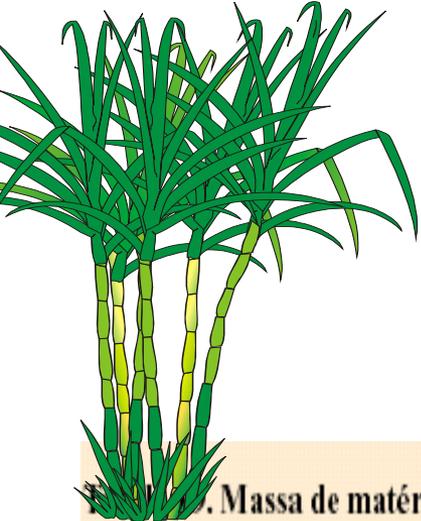
# Manutenção do Colchão de palha



# Estoque de carbono



Aumento de 1,5 t/ha em 5 anos no estoque de Carbono (solo + palhada). (Interface CENA-ESALQ/CTC)



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 (OLIVEIRA et al., 1999).

Ano	MS	N	P	K	Ca	Mg	S	C
	t.ha <sup>-1</sup>	-----			kg.ha <sup>-1</sup> -----			
1996	13,9 a	64 a	6,6 a	66 a	25 a	13 a	9 a	6.255 a
1997	10,8 b	53 a	6,6 a	10 b	14 b	8 b	8 a	3.642 b
Ano	Hemicelulose	Celulose	Lignina	Conteúdo celular	C/N	C/S	C/P	
	----- kg.ha <sup>-1</sup> -----							
1996	3.747 a	5.376 a	1.043 a	3.227 a	97 a	695	947	
1997	943 b	5.619 a	1.053 a	2.961 b	68 b	455	552	

# Mineralização da Palha

Reciclagem de Nutrientes	N	P	K	Ca	Mg	S
Palha (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	54,7	4,4	76	54,9	25,5	15
Taxa anual mineralização (%)	20	60	85	50	50	60
Total por ano (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	10,9	2,6	64,6	27,5	12,8	9



**Alto retorno de K anualmente**



## **Cana Planta**

**Verão chuvoso  
Inverno com irrigação**

**Preparo movimentado o solo  
Alta mineralização**

**Nitrogênio - Baixa resposta  
Fósforo – próximo raízes  
Potássio – alta resposta**

## **Cana Soca**

**Presença da palhada  
Inverno seco  
Fertirrigação**

**Baixa mineralização**

**N - Alta resposta  
Fósforo – ? é possível  
Potássio – alta resposta**

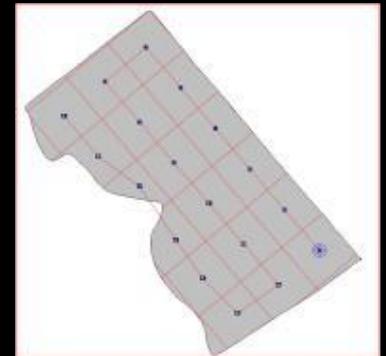
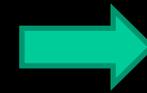
# Cana-de-açúcar

## Recomendação de corretivos e adubação

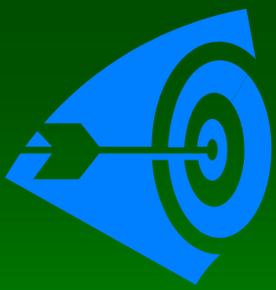
- Base na análise do solo
- N – expectativa de produtividade
- Histórico,
- Diagnose visual



# Amostragem de solo - tradicional ou georeferenciadas



- Grid de amostras
- Um ponto a cada 2 ha (áreas de plantio)
- Um ponto a cada 4 ha (áreas de soca)
- 12 sub-amostras por ponto



# Calagem

## Método da Saturação por bases ( Boletim 100, IAC)

0-20cm

$$NC = \frac{CTC (V2 - V1)}{PRNT}$$

NC = Necessidade de Calagem (t.ha<sup>-1</sup>)

CTC = Capacidade de Troca de Cátions (cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>)

V1 = Saturação de bases atual do solo (%)

V2 = 60%

$$NC \text{ (t/ha)} = (V2-V1)T1 + (V2-V1)T2 / PRNT \quad (\text{Vitti \& Mazza, 1998})$$

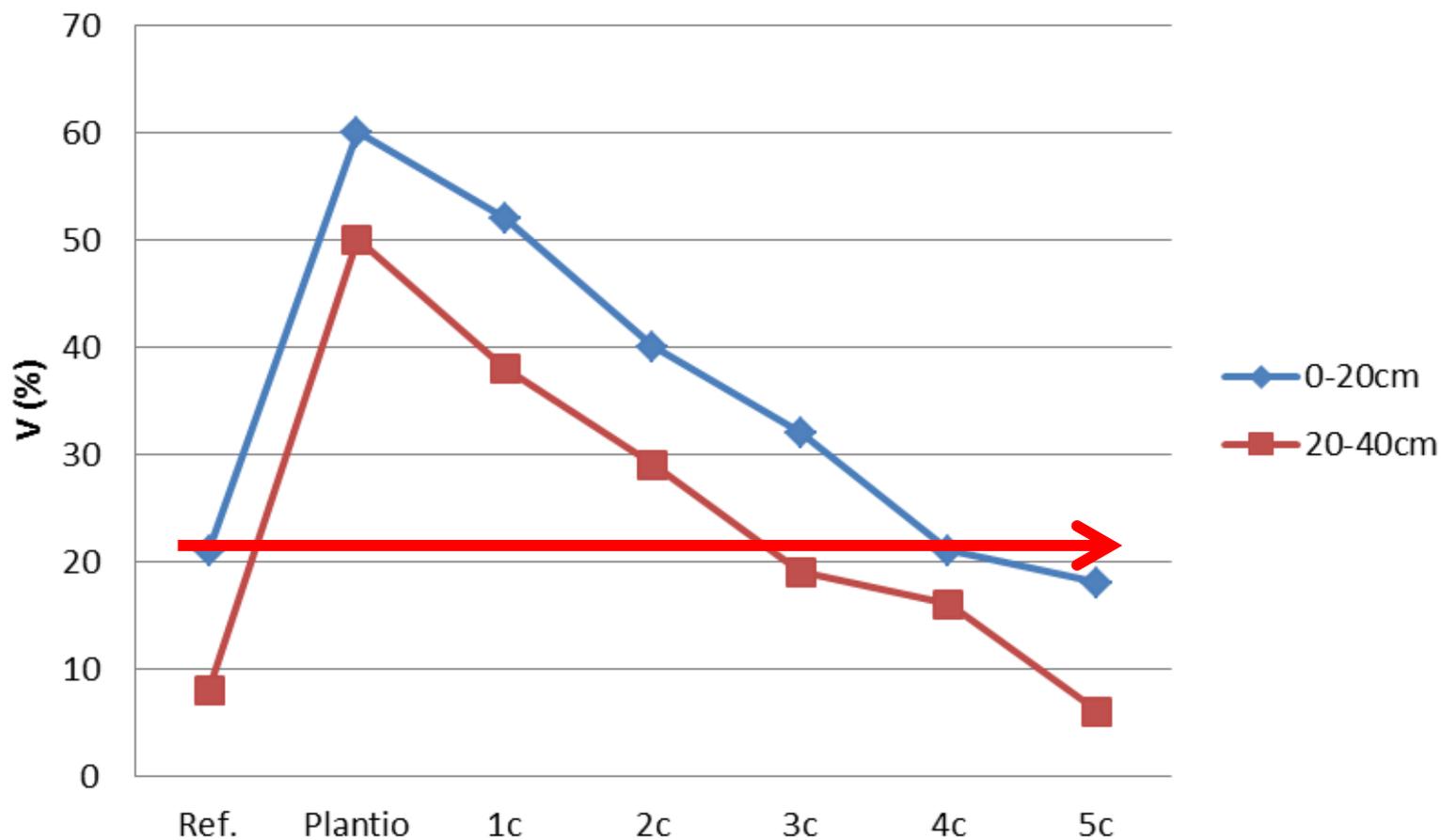
# No Estado do Espírito Santo e Goiás se usa Neutralização do $\text{Al}^{3+}$ e suprimento de $\text{Ca}^{2+}$ e $\text{Mg}^{2+}$

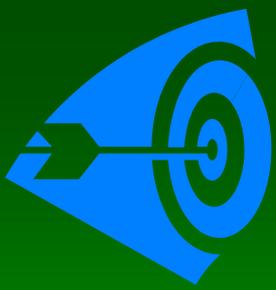
$$\text{N.C. (t/ha)} = \text{Al}^{3+} \times 2 + [2 - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})]$$

No Estado de Goiás o valor 2 da fórmula é substituído pelo valor 1,2 em solos com teor de argila menor que 200 g/dm<sup>3</sup>.

# Diminuição da Saturação de Bases (V%)/Fertilidade X produtividade ao longo dos cortes

## Diminuição da saturação (V%) ao longo dos cortes



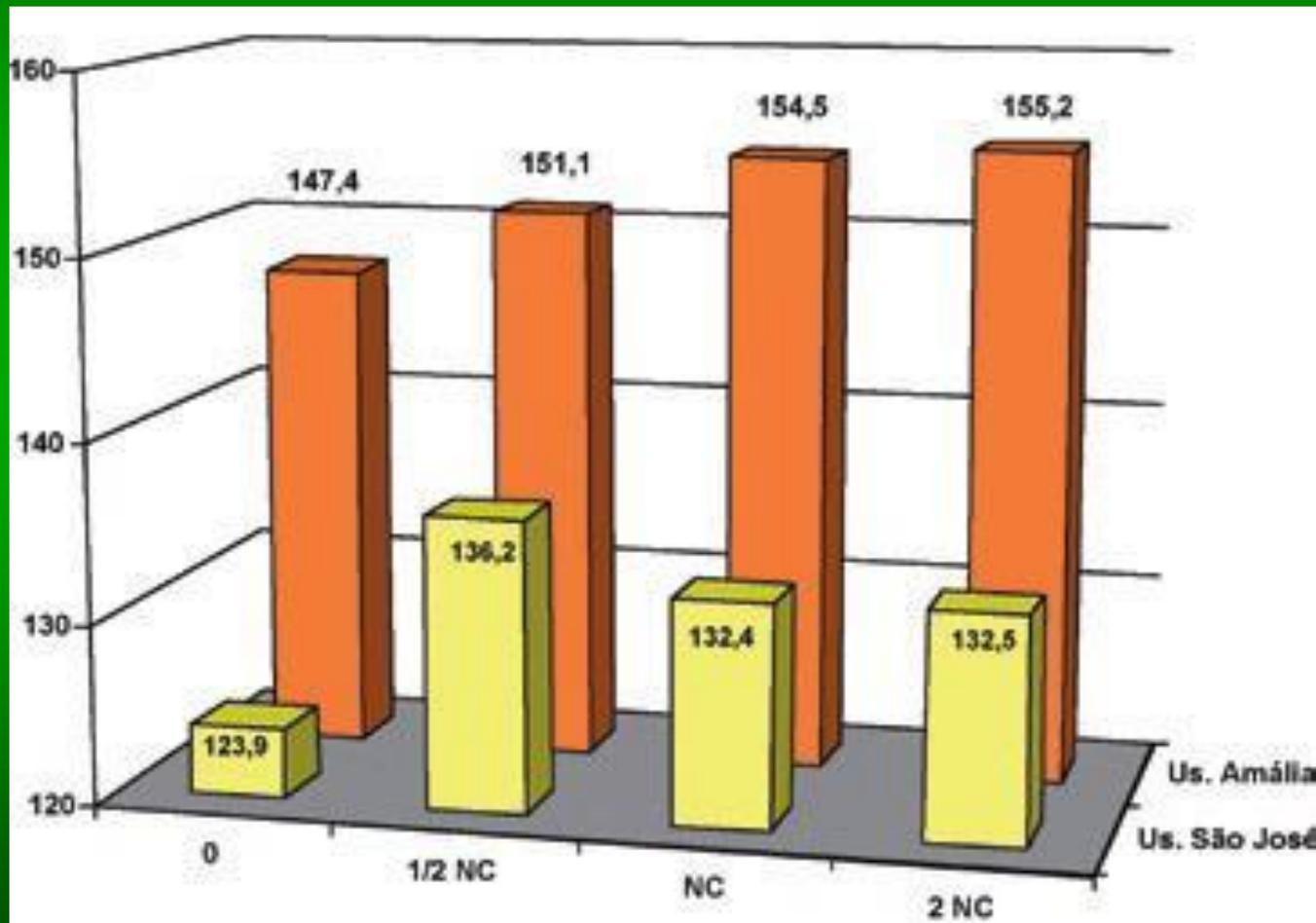


## Calagem - soqueiras

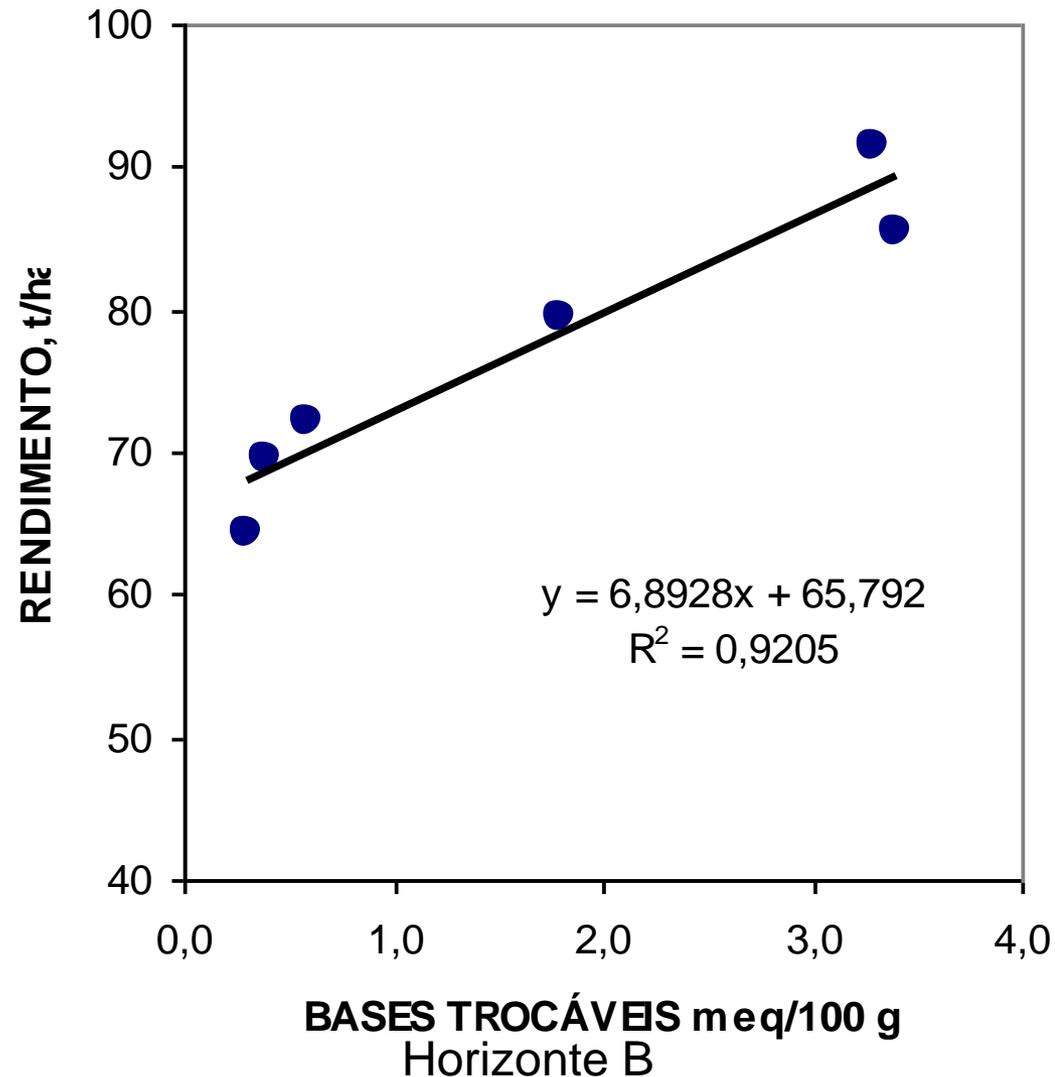
- monitorar as soqueiras - amostra na entre-linha
- aplicar área total, antes dos tratos culturais

<b>Ca (0-20cm) mmol<sub>c</sub>/100dm<sup>3</sup></b>	<b>T calc/ha</b>
<b>&lt;8</b>	<b>2</b>
<b>8 a 12</b>	<b>1,5</b>
<b>Ca&gt;12 e Mg&lt; 4</b>	<b>1,5 (dolomítico)</b>

# Resposta da cana à calagem

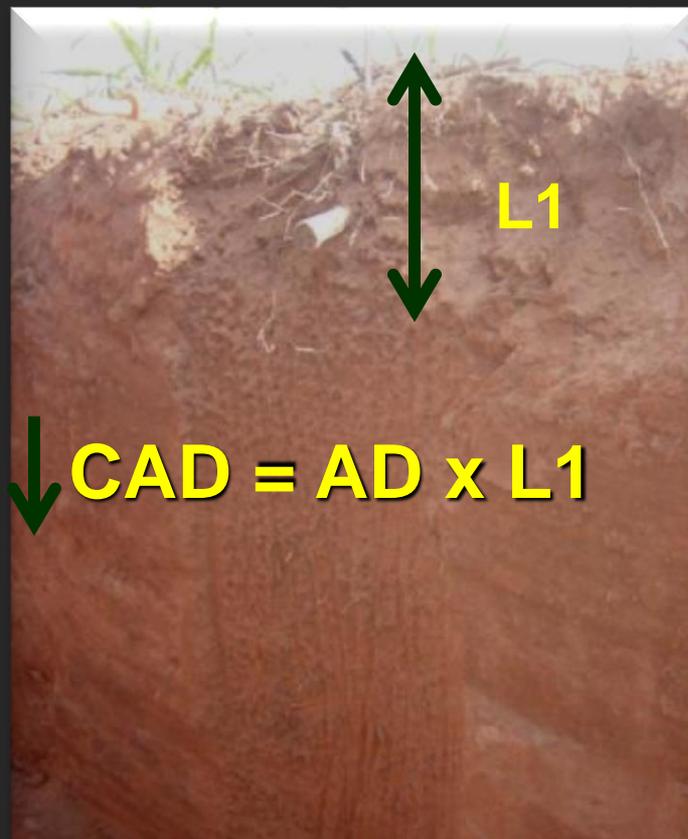


# RELAÇÃO ENTRE O RENDIMENTO DA CANA E A SOMA DE BASES (SB).

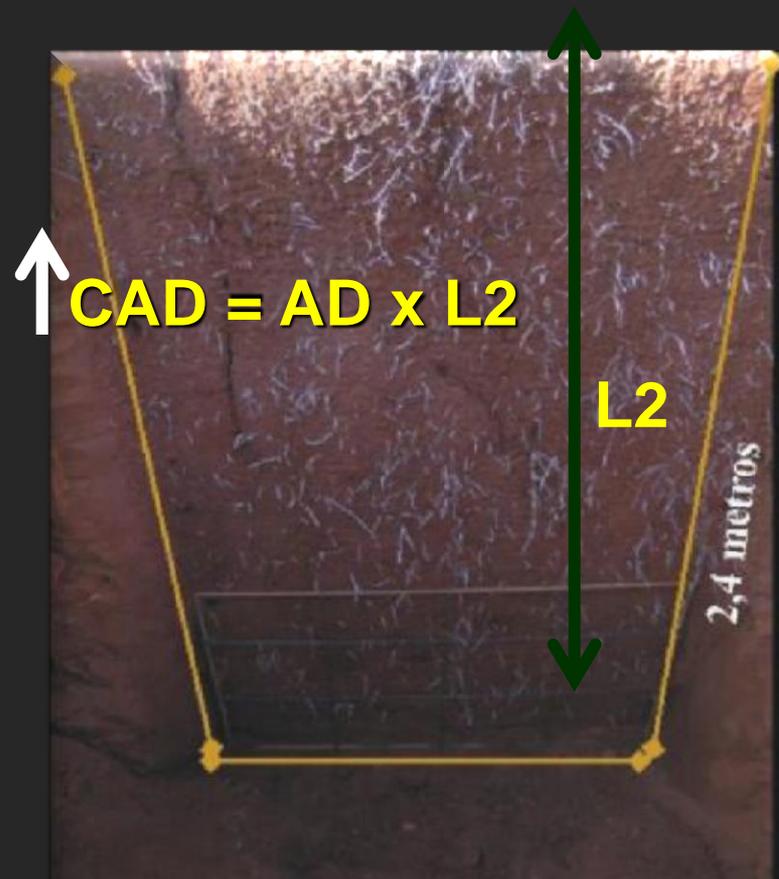


Fonte:  
Prado, H. et al.(2006)

# Manejo: PRÁTICAS CORRETIVAS x PREPARO DO SOLO



Teor elevado de Al no solo



Teor adequado de Ca no solo

Maior resistência a déficit hídrico, torna a adubação mais efetiva, provav. melhora a produtividade

# SISTEMA RADICULAR – SOCAS NOVAS – LV argiloso (60% argila)



Raizes  
ate  
1m prof.  
e na entre-  
linha

Efeito preparo  
Ainda se faz  
Presente nas  
Primeiras socas

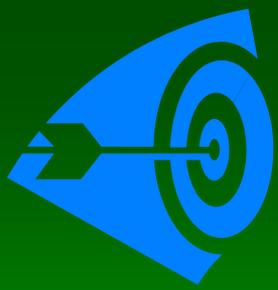
# Sistema radicular: socas novas x velhas: renovação/radicelas e confinamento



Socas Novas,  
Radicelas  
presentes

Socas velhas  
Raízes confinadas  
Na linha  
Falta de efeito  
Residual da calagem  
E saturação bases  
Já baixas.





# Recomendação gesso

BOLETIM 100 - IAC

Barreira: 20-40cm - Ca < 4 mmolc dm<sup>-3</sup> e saturação por alumínio (m) > 40%.

**Necessidade de gesso (NG) = 6 x argila (g kg<sup>-1</sup>)**

CTC (mmol dm <sup>-3</sup> )	V (%)	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

Fonte: DEMATTÊ (1986).

Amostra de 20-40cm

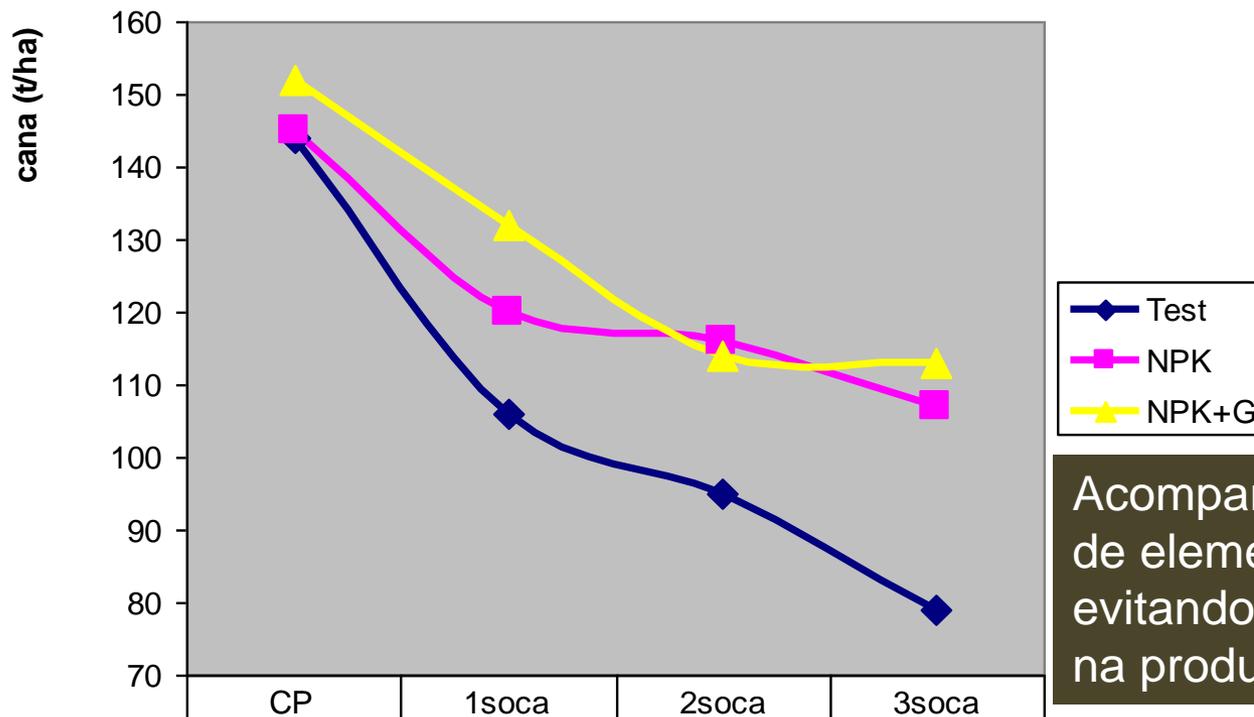
# Calcário x Gesso – soma 4 anos

Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, arenoso, CTC = 30 mmolc.dm<sup>-3</sup>.

Tratamentos		TCH	
Calcário	Gesso	Soma	Diferença
0	0	395	--
0	2	424	29
0	4	444	49
0	6	446	51
2	0	439	44
2	2	454	59
2	4	467	72
2	6	456	61
4	0	449	56
4	2	482	87
4	4	469	73
4	6	471	76
6	0	439	44
6	2	467	72
6	4	452	57
6	6	472	77

Fonte: Adaptado Morelli et al 1992

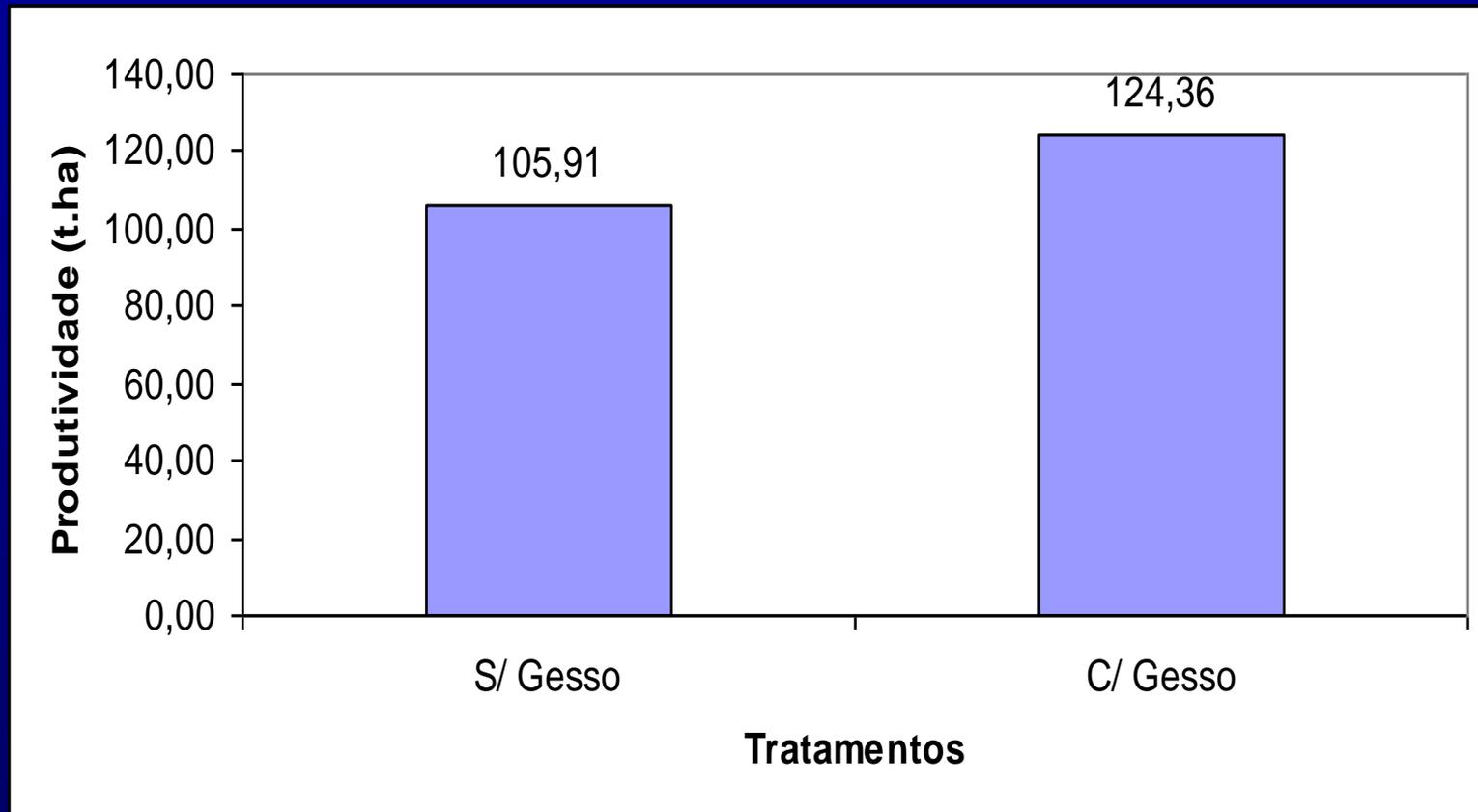
# No de cortes X Queda Produtividade



Acompanhar os níveis de elementos no solo evitando queda acentuada na produtividade

Varição da produtividade da cana variedade SP70-1143 (t/ha) nos diversos ciclos da cultura nos tratamentos adubados e não adubado (adaptado de Orlando Filho et al. 1993). Obs. NPK cana planta (CP)= 41-180-200 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O; socas= 80-00-200kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O; gesso (G)= 65 kg/ha de S

# Aplicação de Gesso/Calcário em Soqueira

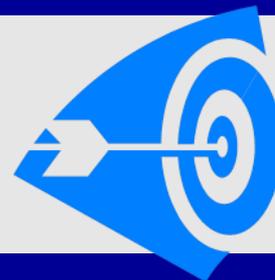


Predominam solos ácricos, alto deficit hídrico

Fonte: Jalles Machado, 2007

# Fosfatagem

Fonte: VITTI & MAZZA, 2000



**Solos arenosos com:**

**CTC < 60 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>**

**ou teor argila < 30%**

- **P resina < 15 mg.dm<sup>-3</sup> ou**
- **P Mehlich Muito baixo ( 1,0 a 6,0 mg.dm<sup>-3</sup> )**  
**Baixo ( 2,0 a 12,0 mg.dm<sup>-3</sup> )**

**Quanto:**

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

**100 a 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / ha**

# Fosfatagem

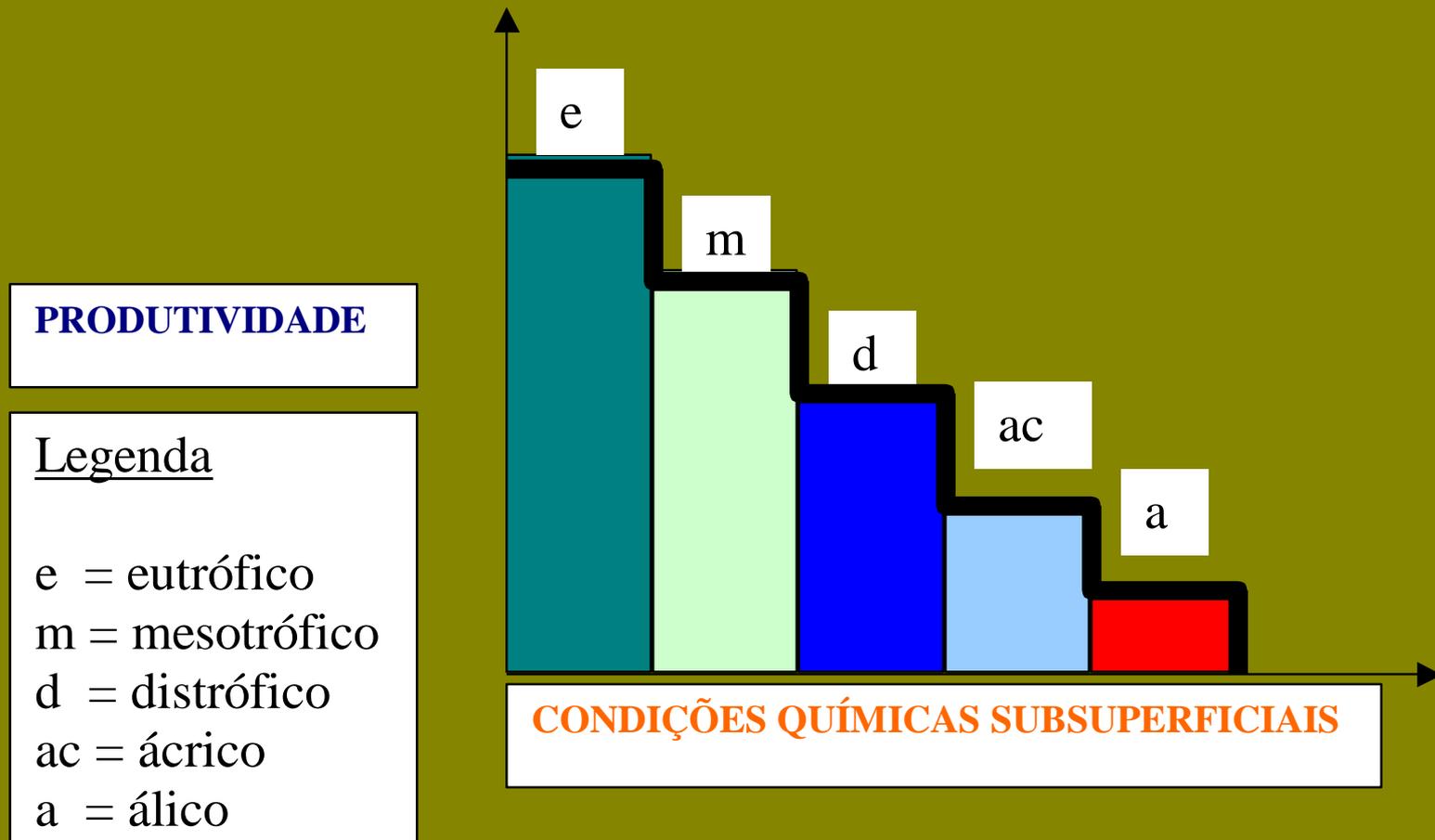
Fonte: VITTI & MAZZA, 2000

## Fontes para fosfatagem:

- Superfosfato Simples (12%S)
- Superfosfato Triplo
- Hiperfosfatos (Fosfatos Reativos - 30%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total)
- Termofosfato Magnesiano (Mg/S/SiO<sub>2</sub>)
- Multifosfato Magnesiano (Mg/S)
- FH 550 ( 24% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total/ 4% S)
  
- Forma: Pó ou microagregado

# PRÁTICAS CORRETIVAS/ADUBAÇÃO MELHORA OS AMBIENTES DE PRODUÇÃO?

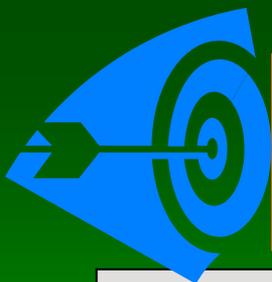
## INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES QUÍMICAS DE SUBSUPERFICIAIS NA PRODUTIVIDADE DOS CANAVIAIS



# Aplicação de Corretivos

- Calcários
- Fosfatos em area total
- Stara Brutus 6000
- Controlador Verion
- Aplicação Uniforme
- Possível redução de custos diretos

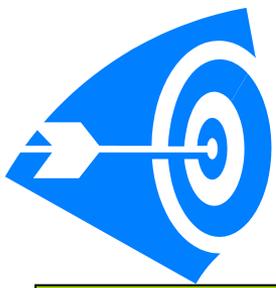




# Adubação N e P para a cana planta (IAC-boletim 100)

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm <sup>3</sup>			
		0 - 6	7 - 15	16 - 40	>40
t/ha	N, kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , kg/ha			
<100	30	180	100	60	40
100 - 150	30	180	120	80	60
>150	30	*	140	100	80

30 a 60 kg de N/ha além da dosagem indicada na tabela, em cobertura, 30 a 60 dias após o plantio ou após o final das chuvas.

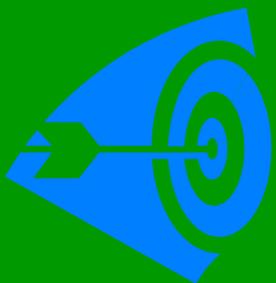


# P cana planta

**Dose é aplicada no sulco tendo em vista CP + 5 socas**

**Doses: 40 a 180 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha dependendo análise solo**

**FONTES: FERTILIZANTES FOSFATADOS  
TORTA DE FILTRO**



# Potássio

---

## Produtividade

esperada  
(t/ha)

K (mmolc/dm<sup>3</sup>)

0-0,7

0,8-1,5

1,6-3,0

3,1-6,0

-----K<sub>2</sub>O kg/ha-----

<100

100

80

40

40

100-150

150

120

80

60

>150

200

160

120

80

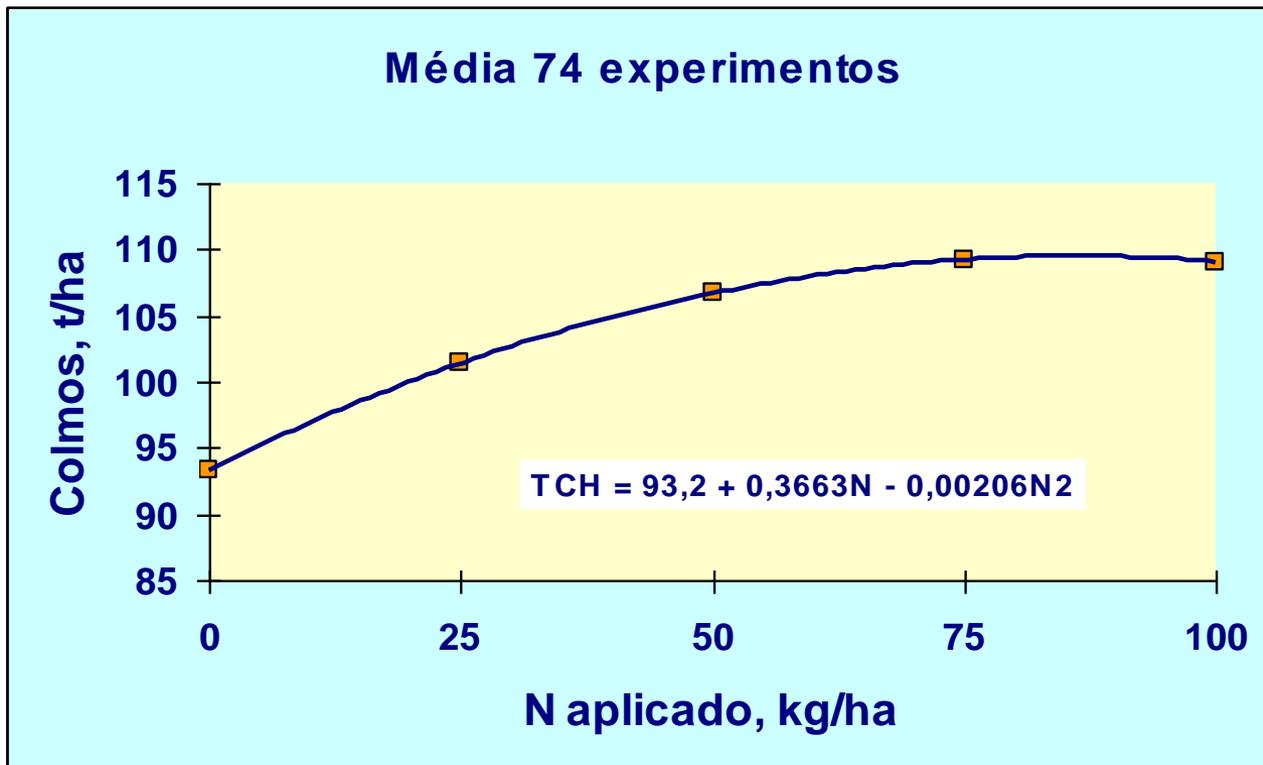
---

# Baixa resposta N em cana-planta: razões

- Grande **mineralização** N solo – época chuva
- **Fixação biológica** de N
- Maior **vigor do sistema radicular** da planta (comparado à soca)
- **Melhoria da fertilidade**
  - Calagem e adubação P
  - Preparo mecânico/incorporação de resíduos
- N no **tolete**

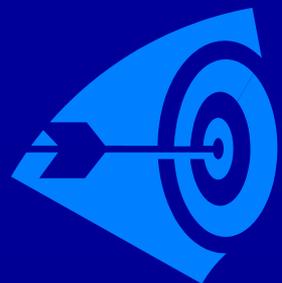


# Resposta de cana-planta a N: 74 experim. (Copersucar e IAC)



**Maior retorno econômico: 75 kg/ha N**

**Fonte: Penatti & Cantarella**



# Adubação N, P, K soca - IAC

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm <sup>3</sup>		K <sup>+</sup> trocável, mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>		
		0-15	> 15	0,15	1,5-3,0	> 3,0
t/ha	N, kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , kg/ha		K <sub>2</sub> O, kg/ha		
< 60	60	30	0	90	60	30
60 - 80	80	30	0	110	80	50
80 - 100	100	30	0	130	100	70
> 100	120	30	0	150	120	90

Cana queimada: K<sub>2</sub>O/N = 1,3 a 1,5/1,0      1,0 kg N/ 1t colmos

Cana sem queimar: K<sub>2</sub>O/N = 0,8 a 1,0/1,0      1,3 kg N /t colmos

# SOCAS

## EFEITO DAS DOSES DE N

Local:  
- Pirassununga  
- Usina São Luiz

Produção:  
- 1º ano: 93 t/ha  
- 2º ano: 73 t/ha

Cultivar:  
- SP 81- 3250

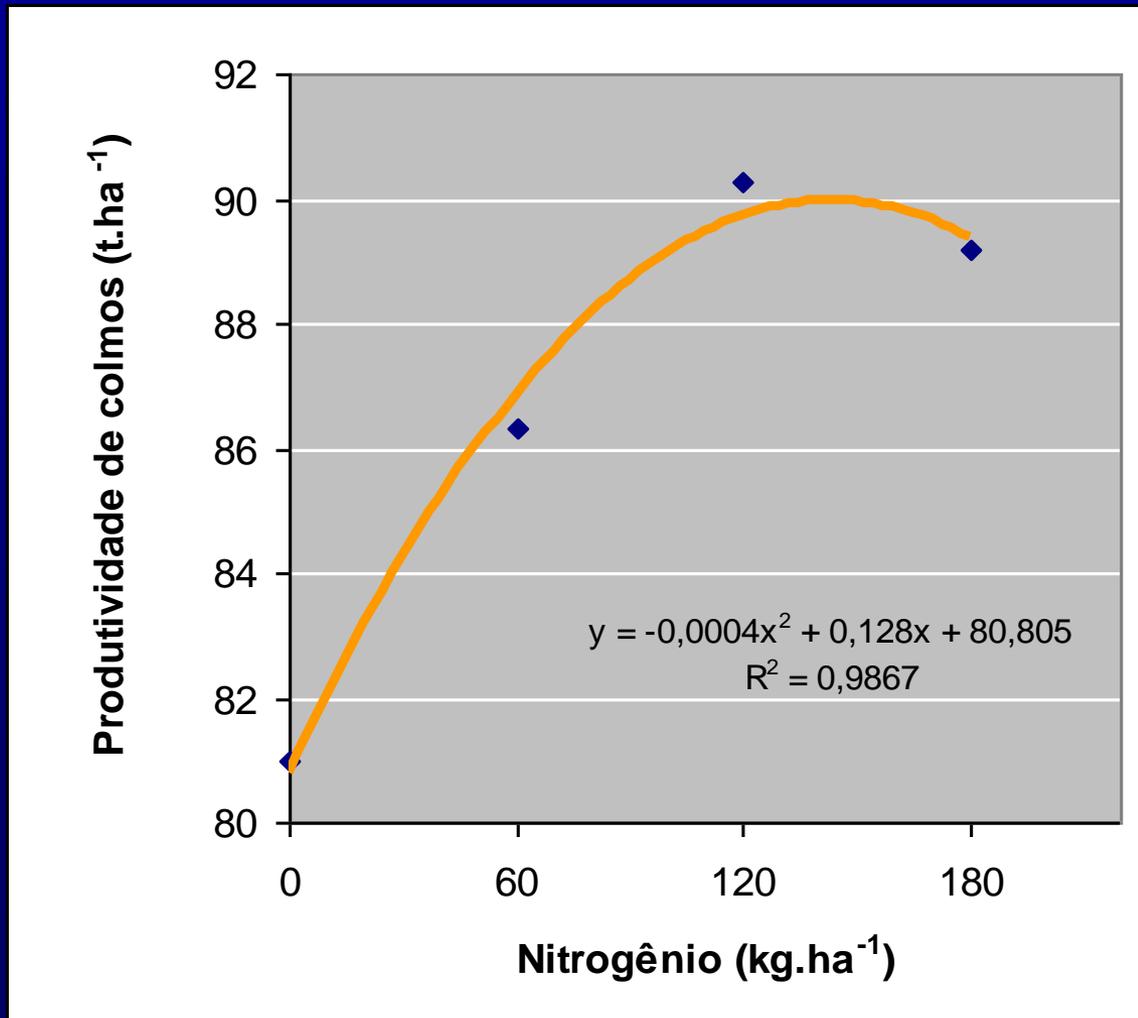
Solo:  
- AQ

140 kg/ha

0 kg/ha

# Adubação nitrogenada sobre palha

Média de 15 experimentos, Rossetto et al. 2008



# Adubação Nitrogenada x palhada

- **Uréia principal adubo – PERDAS VOLATILIZ**  
- pode chegar a 70%, média 30%
- **Palha tem alta C/N – Imobilização**
- **Palha tem urease**

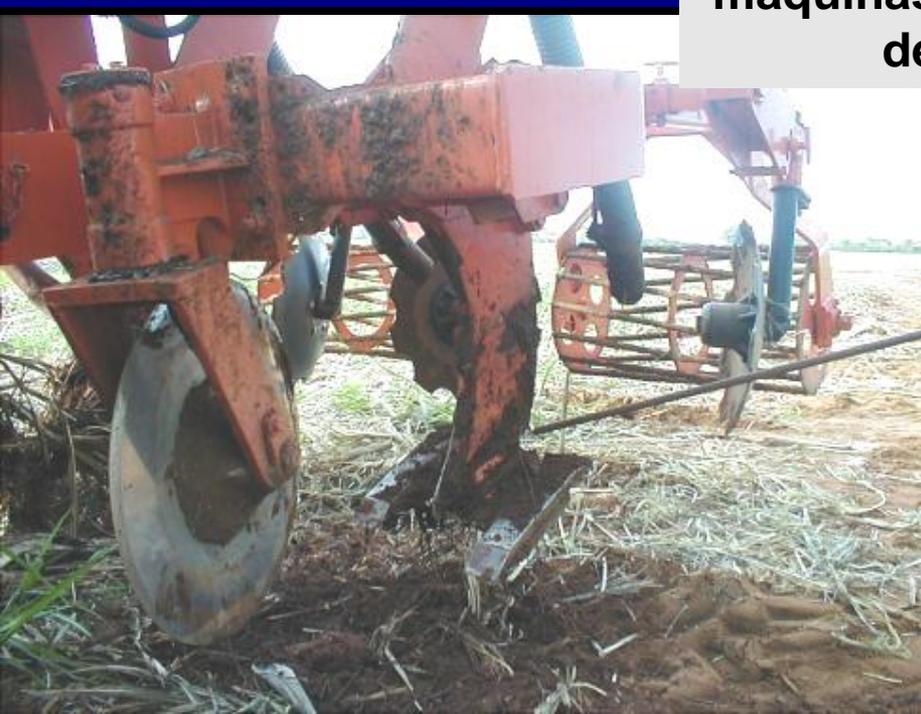


**Incorporação x economicidade – escolha fonte**





**A operação de incorporação requer máquinas com maior potência e é mais demorada = maior custo**

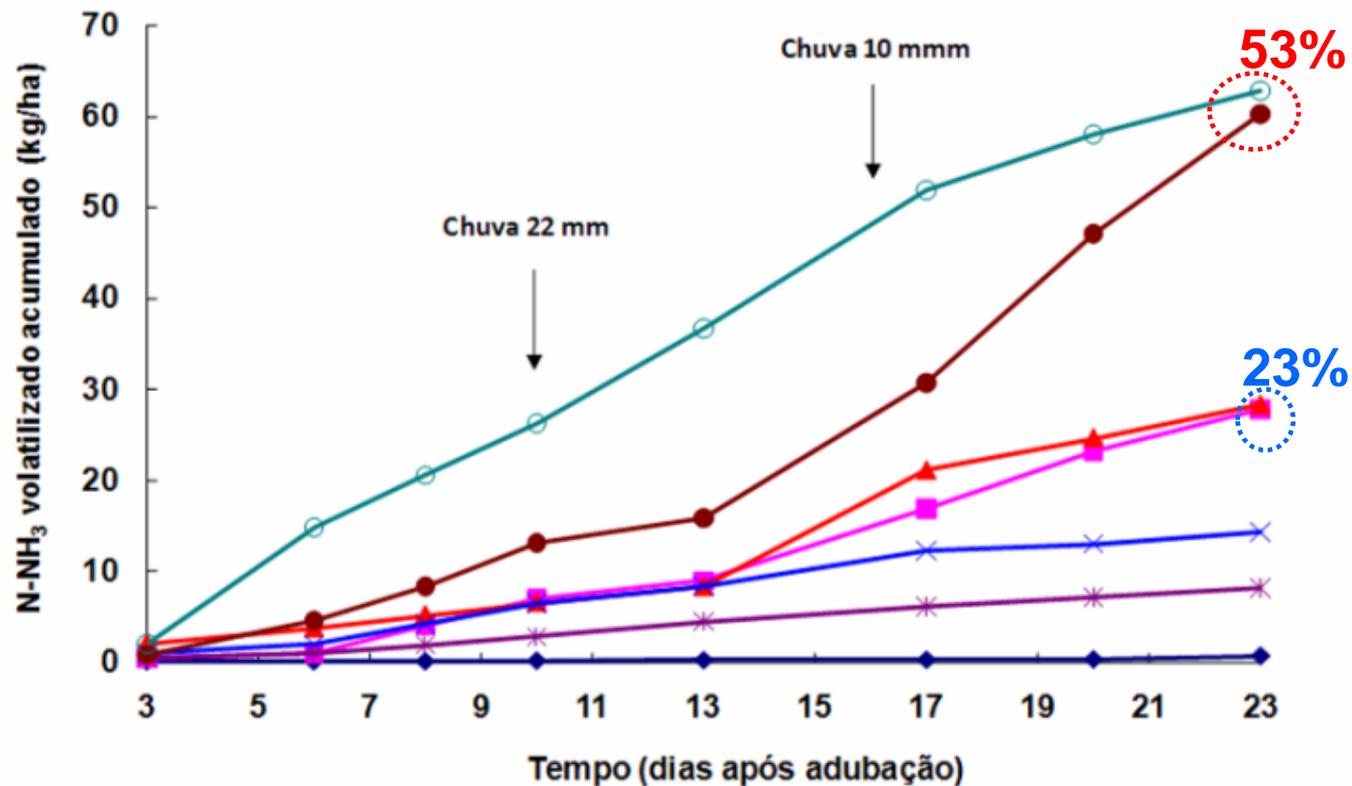




**Foto e depoimento:  
V. Barbosa, US. SantaelisaVale**

A capacidade de aplicação em cana alta viabiliza a complementação nitrogenada após as aplicações de vinhaça e reaplicações de fertirrigação. É uma adubação nitrogenada parcelada

# Pierdas de N-urea x Formas de aplicación



◆ T2: Vinhaça (V)

■ T3: Ureia enterrada (UE)

▲ T4: Uréia jateada (UJL)

× T5: UE + V

✱ T6: UJL + V

● T7: Uréia área total (UAT)

○ T8: UAT + V

?



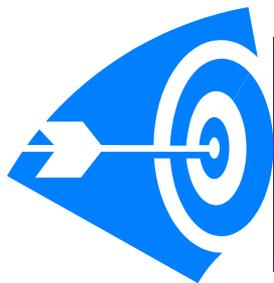
X



# Perdas de NH<sub>3</sub> em cana crua

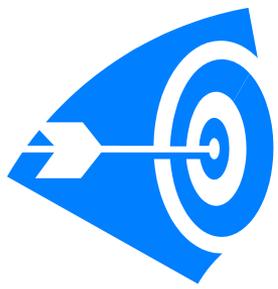
## 7 experimentos

Location	Month	Prevalent weather condition	NH <sub>3</sub> losses from			% reduction by NBPT
			NA or SA	UR	UR-NBPT	
			----- % of applied N -----			%
Rib. Preto	Jun	dry	0.3	15.2	11.2	26
Araras II	Ago	dry	0.4	16.4	13.4	18
Iracemapolis	Set	dry	0.2	25.4	15.2	40
Araraquara	Out	dry	0.2	25.1	21.3	15
Araras	Nov	Rainy	0.1	11.2	7.2	36
Jaboticabal	Nov	Very rainy	0.1	1.1	0.8	-
Pirassununga	Dez	Rainy	0.1	7.2	1.6	78
Average 6 locations			0.2	16.8	11.7	30



## OPÇÕES PARA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO SOBRE PALHA

- **Fontes que não volatilizam N: Nitrato de amônio, sulfato de amônio, etc.**
- **Uran (metade do N é uréia)**
- **Inibidores (NBPT)**
- **Misturar aquamônia à vinhaça (pH <7)**
- **Utilizar uréia misturada com sulfato de amônio, por exemplo, a formulação 32-00-00-12, resultante da mistura eqüitativa dessas duas fontes (Vitti, G.C.)**
- **Incorporar uréia superficialmente**
- **Uréias recobertas**



# Eficiência da adubação N

## 1. Parcelamento

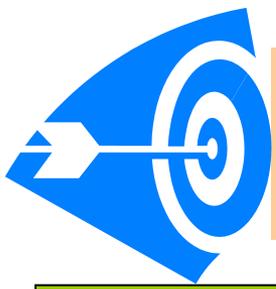
- Dose N é alta SOCA (>100 kg N/ha)
- Parcelamento, em solos arenosos, ou arg. Baixa CTC,
- Épocas de chuva intensa
- Sob irrigação

## 2. Melhoria fertilidade em superf. e subsuperfície

- Calagem, gessagem, fosfatagem
- > CTC efetiva, > raiz

## 3. Redução perdas

- Melhor fonte, melhor época
- Incorporar adubo
- Uso de fertilizantes especiais

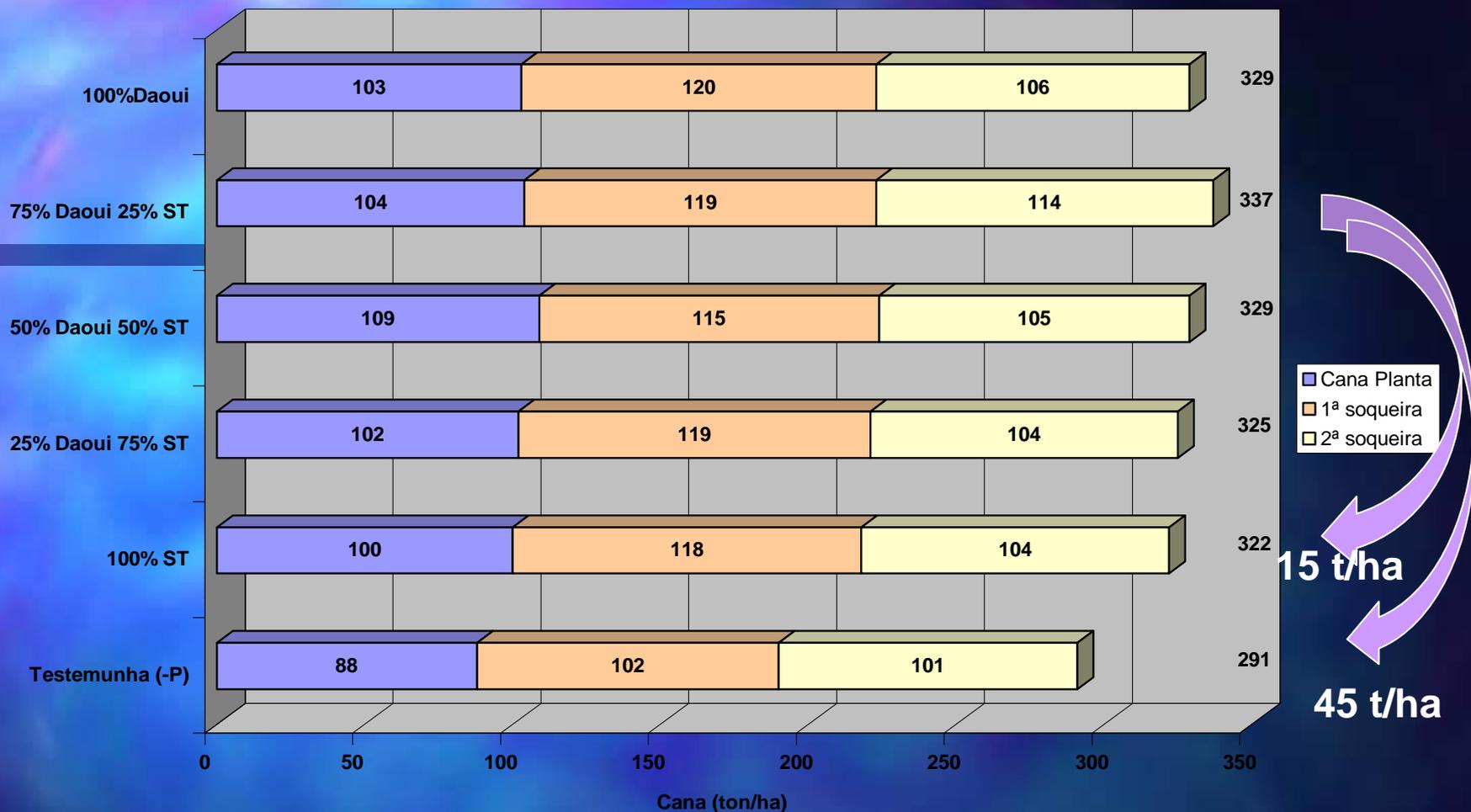


# P em soqueira

Pouca resposta.

Acidez e baixa saturação por bases concorrem pela Baixa eficiência de absorção do P.

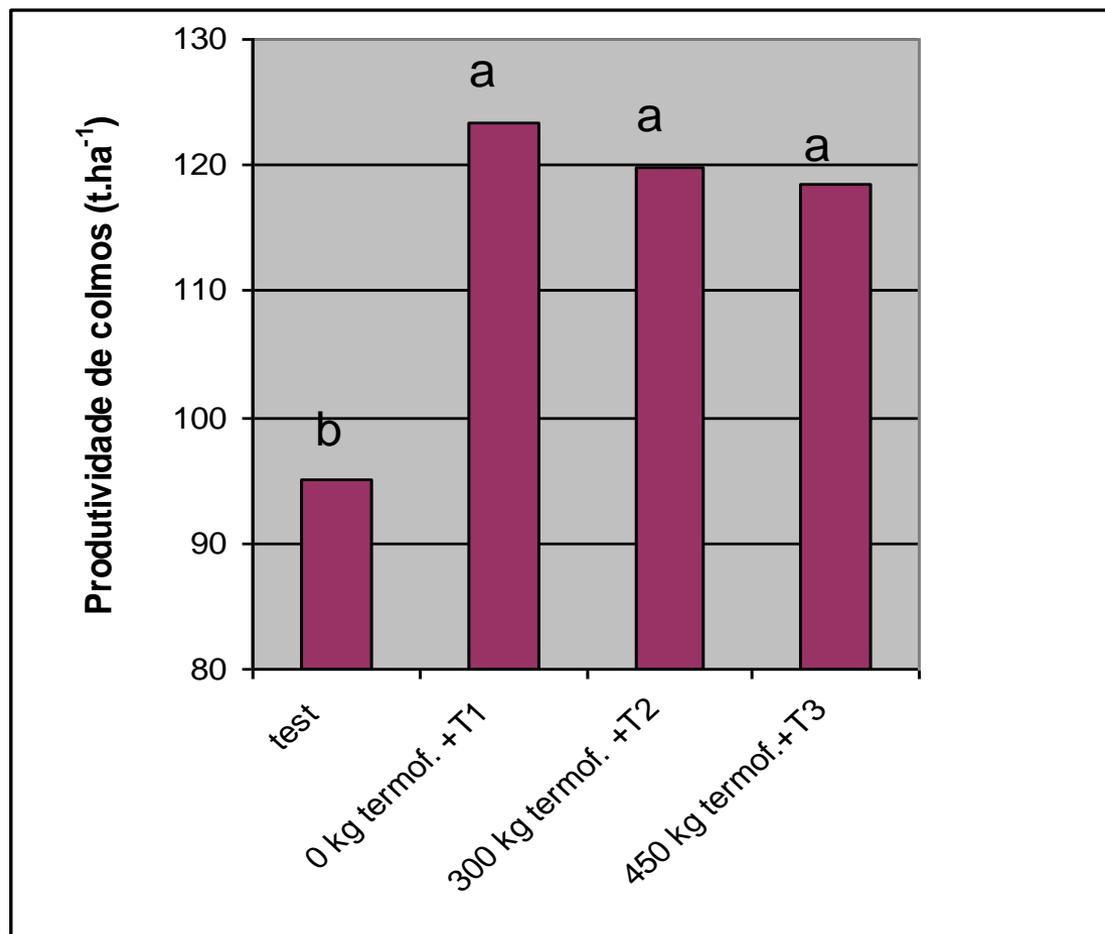
**Condições de resposta:  $V \geq 50\%$  (solo corrigido)**  
**Presina  $< 10 \text{ mg/dm}^3$  (teor baixo)**



**Efeito da mistura de fontes com diferentes solubilidades na produtividade de três ciclos da cana-de-açúcar (Cantarella et al. 2002).**

**120 kg/ha de  $P_2O_5$  aplicado no plantio da variedade IAC89-3396 em Neossolo quartzarênico, em Assis, SP**

# Produtividade de colmos em diferentes doses de termofosfato e torta de filtro



T1= 14,3 tha torta seca;

T2=10 t/ha torta seca

T3=7,7 t/ha torta seca



# Fontes de P

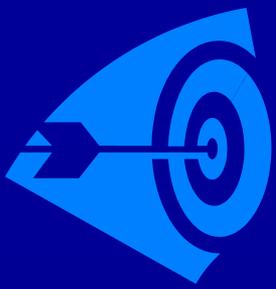


Foto: Bittencourt et al. 2006



## Análise química da torta de filtro

	Base seca (110°C)
<b>Determinações</b>	
<b>pH (CaCl<sub>2</sub> 0,01M)</b>	6,6
<b>Densidade (g.cm<sup>3</sup>)</b>	0,25
<b>Matéria orgânica total</b>	58,33
<b>Matéria orgânica compostável</b>	55,38
<b>C total (%)</b>	32,40
<b>C orgânico (%)</b>	30,77
<b>Resíduo mineral total (%)</b>	41,67
<b>N total (%)</b>	1,35
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%)</b>	1,17
<b>K<sub>2</sub>O (%)</b>	0,17
<b>Ca (%)</b>	2,51
<b>Mg (%)</b>	0,45
<b>S (%)</b>	0,23
<b>C/N (total/total)</b>	24/1
<b>C/N (org/total)</b>	23/1



# Compostagem torta (Copersucar)



- Estercos
- SS, SA
- FNR
- Gesso

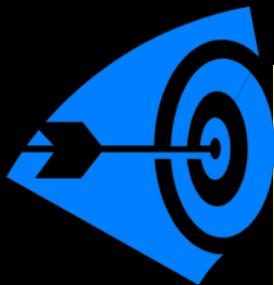


# Torta e adubação no sulco de cana



# Torta na soqueira





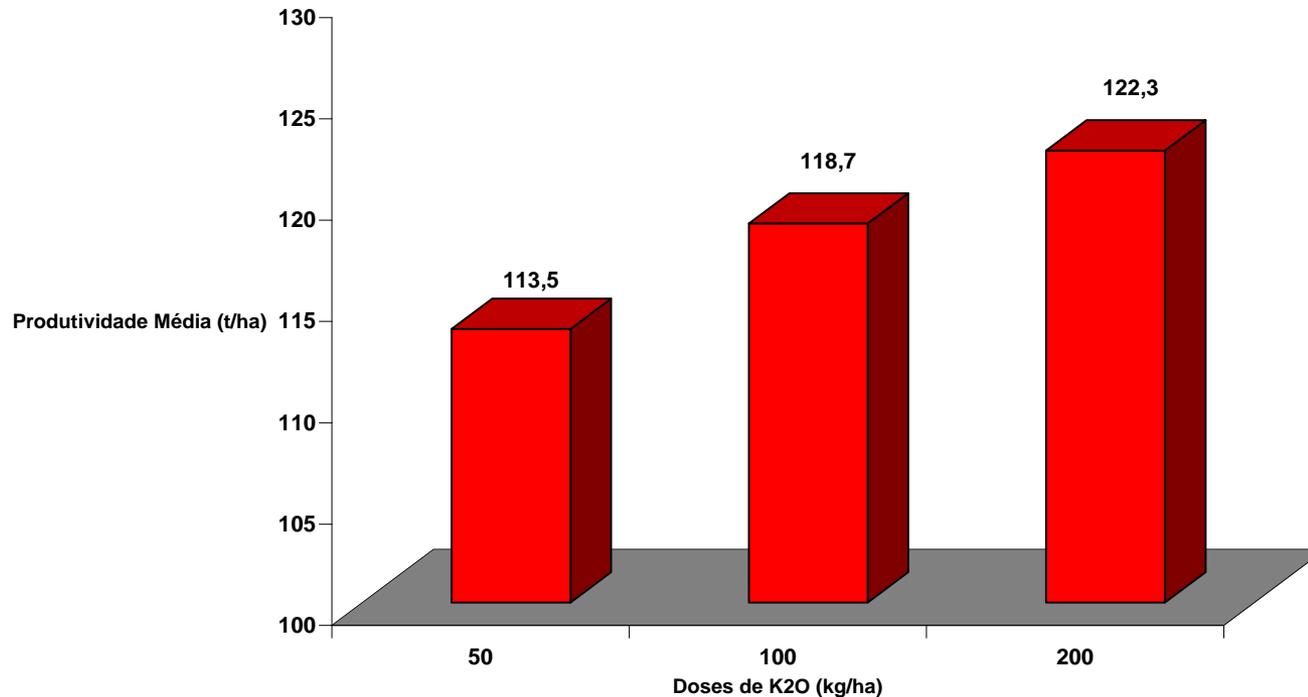
# Fontes e modo de aplicação adubação potássica

**Fontes: KCl, vinhaça, palha**

**Podem ser aplicadas sobre a palhada**

# Resposta da cana-de-açúcar ao K

Rossetto et al. 2004

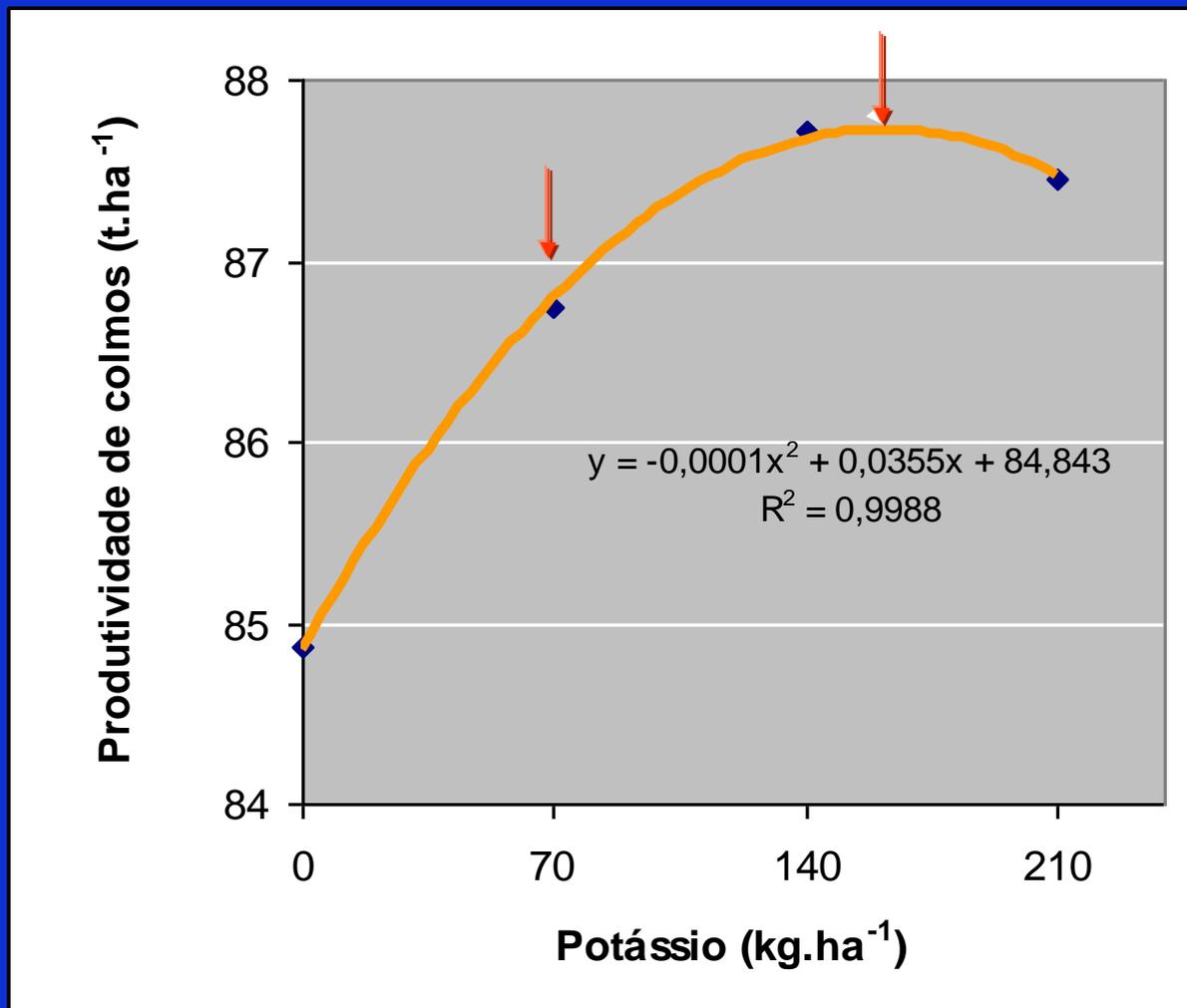


Dez experimentos: 6 cana planta, 4 socas  
Variedades: SP70 1143; SP71 6163; SP72 1406

Resposta linear ao K em 7 dos 10 exp., 120 a 150 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>

# Adubação potássica sobre palha

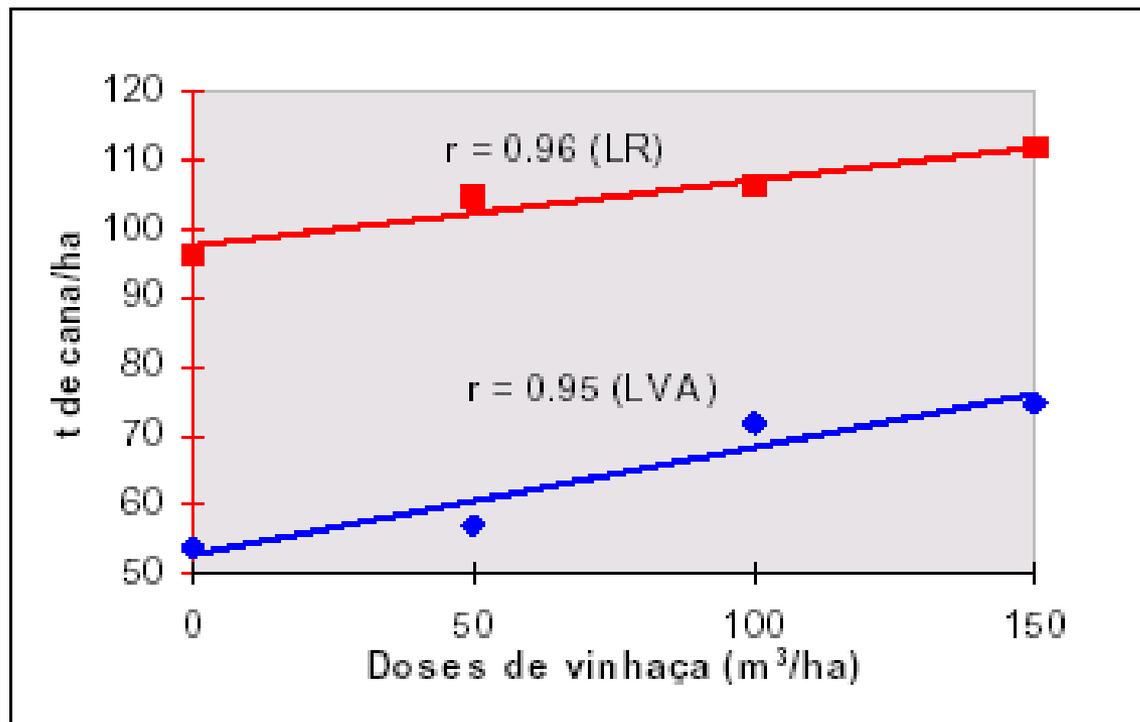
Média de 15 experimentos, Rossetto et al. 2008



# vinhaça

Elementos/Unidades		Mosto		
		Melaço	Misto	Caldo
N	kg m <sup>3</sup> /vinhaça	0,75 - 0,79	0,33 - 0,48	0,26 - 0,35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg m <sup>3</sup> /vinhaça	0,10 - 0,35	0,09 - 0,61	0,09 - 0,50
K <sub>2</sub> O	kg m <sup>3</sup> /vinhaça	3,50 - 7,60	2,10 - 3,40	1,01 - 2,00
CaO	kg m <sup>3</sup> /vinhaça	1,80 - 2,40	0,57 - 1,46	0,13 - 0,76
MgO	kg m <sup>3</sup> /vinhaça	0,84 - 1,40	0,33 - 0,58	0,21 - 0,41
SO <sub>4</sub>	kg m <sup>3</sup> /vinhaça	1,50	1,60	2,03
*MO	kg m <sup>3</sup> /vinhaça	37 - 57	19 - 45	15 - 35
Mn	mg/dm <sup>3</sup>	6 - 11	5 - 6	5 - 10
Fe	mg/dm <sup>3</sup>	52 - 120	47 - 130	45 - 110
Cu	mg/dm <sup>3</sup>	3 - 9	2 - 57	1 - 18
Zn	mg/dm <sup>3</sup>	3 - 4	3 - 50	2 - 3
PH		4,0 - 4,5	3,5 - 4,5	3,5 - 4,0





**Produtividade de cana (t/ha) em função da aplicação de vinhaça em solos argiloso (LR) e arenoso (LVA). Penatti et al. (1988).**



sem vinhaça,



120 m<sup>3</sup>/ha vinhaça (aplicação dose  
Cetesb)

Faz. Mariana, Serrana, SP. Maio, 2009,

# Faz. Vazante



# Ambientes de Produção x Vinhaça

**A**

**97 t/ha**  
(5anos)

**B**

**87 t/ha**  
(5anos)

**C**

**75 t/ha**  
(5anos)

**D**

**70 t/ha**  
(5anos)

**E**

**65 t/ha**  
(5anos)



# Aplicação de vinhaça concentrada Vale Cauca (Gnecco, 2005)



# ECONOMIA EM KCl PELO USO DA VINHAÇA - 2013

Utilizada em soqueiras ou irrigação de salvamento para plantio inverno

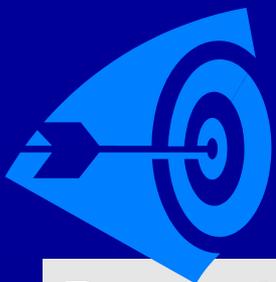
Áreas com vinhaça – redução de 100 % K da adubação

Resíduos	Nutrientes			Volume de Resíduos	Nutrientes retornados (t/ano)		
	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
	---- g/m <sup>3</sup> vinhaça----						
<b>Vinhaça***</b>	375	60	2035	299 bilhões L/ano	112.000	17.940	608.465

\*\*\*Supondo produção de 21 bilhões L etanol e geração vinhaça de 13L/L etanol

1014.108 t / 10 milhões ha = 102 kg KCl/ha  
61,2 kg K<sub>2</sub>O/ha

1.014.108 t KCl

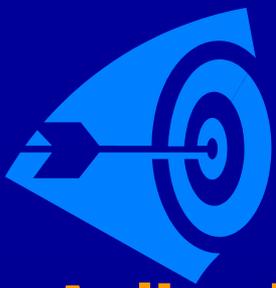


## **Adubação com enxofre**

**Respostas:** Solos arenosos, Baixo teor Mat.Orgânica  
sem uso de resíduos, sem aplicação gesso  
Fórmulas concentradas  
Altas produtividades

**Fontes:** Gesso Agrícola (750 a 1000 kg/ha)  
Fonte de N ( Sulfato de Amônio - 24% S)  
Fonte de  $P_2O_5$  (SPS = 12% S)

**Dose de Enxofre:** Mínimo 40 kg / ha (Vitti, G.C.)

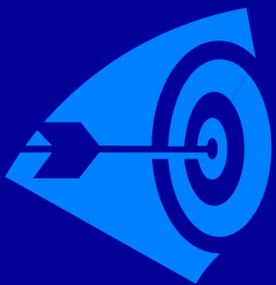


# Micronutrientes

**Aplicados - Plantio :Solo ou sobre o tolete,  
soca: via foliar**

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

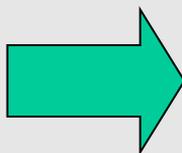
<b>Teor no solo</b>	<b>Dose recomendada (kg.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Fontes</b>
<b>Zn (DTPA &lt; 0.6 mg.dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>3,0 a 5,0</b>	<b>Oxi-sulfatos</b>
<b>Cu (DTPA &lt; 0.3 mg.dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>2,0 a 3,0</b>	<b>Oxi-sulfatos</b>
<b>B (água quente &lt; 0.2 mg.dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>1,0 a 2,0</b>	<b>Ulexita</b>



## **Adubação com Molibdênio (Vitti, G.C.)**

### **Soca - Via Foliar**

**(Avião) Cana de ano**



**15 a 20 kg.ha<sup>-1</sup> de Nitrogênio**

**200 a 260 g.ha<sup>-1</sup> de Molibdênio**

## Perspectivas para Adubação e Agricultura de Precisão

- Adubação em taxas variadas
- N – teledeteção - geração de mapas
  - ❖ K – análise do solo em grid para gerar mapas
- N – sensores NVDI – green seecker – razão de duas bandas da imagem V e NIR
-

# Sulcador taxa variável para dois produtos



- FMX no controle
  - Taxa Fósforo
  - Taxa de potássio
  - Piloto automático
  - Monitoramento da queda do adubo



# Adubação - Uniport 3000 NPK



- FERTILIZA 10 linhas (15 metros)
- Capacidade de carga de 3 toneladas
- Alto rendimento operacional (aprox. 10 ha/hora)
- Utilização do reboque 14 ton (transf. de 1,25 ton/min)
- Piloto automático – adubação mesmo antes de los brotes
- Taxa Variável
- Menor custo de aplicação
- Maior qualidade de aplicação

# Projeto Green Seeker





# Adubação e Impactos Ambientais

- ❖ Perdas gasosas – GEE  
Fertilizante nitrogenados -  $N_2O$   
Volatilização amônia



- ❖ Vinhaça -  $CO_2$ , metano – Tanques, canais



- ❖ Vinhaça - Perdas por lixiviação  
 $NO_3$ ,  $SO_4$ , Cl, K

- ❖ Decomposição torta filtro – GEE, POPs



# Conclusões - ADUBAÇÃO CANA visando BPUF e sustentabilidade

**1. RESTITUIR E MANTER A FERTILIDADE DO SOLO – CORRIGIR – CALAGEM, GESSAGEM, FOSFATAGEM**

**2. ADIÇÕES DE MATÉRIA ORGÂNICA - alta reciclagem**

**3. MANUTENÇÃO DA PALHADA**

**4. ADUBAÇÃO MINERAL - FONTES, ÉPOCAS E MODO DE APLICAÇÃO MAIS EFICIENTES**

**5. EVITAR PERDAS - DE SOLO, DE ÁGUA, DE NUTRIENTES DE INSUMOS**

**6. NOVAS TÉCNICAS - AGRICULTURA PRECISÃO,**

**7. ATENÇÃO AOS PROBLEMAS AMBIENTAIS,**





# Cana-de-açúcar

Potencial biológico ~ 400t/ha

Potencial realizado ~100 t/ha

**Obrigada**

Jardim Varietal, Centro Cana IAC