



# **Manejo de Solos com a Cultura da Cana-de-açúcar**

**Prof. Dr. Jairo Antonio Mazza**

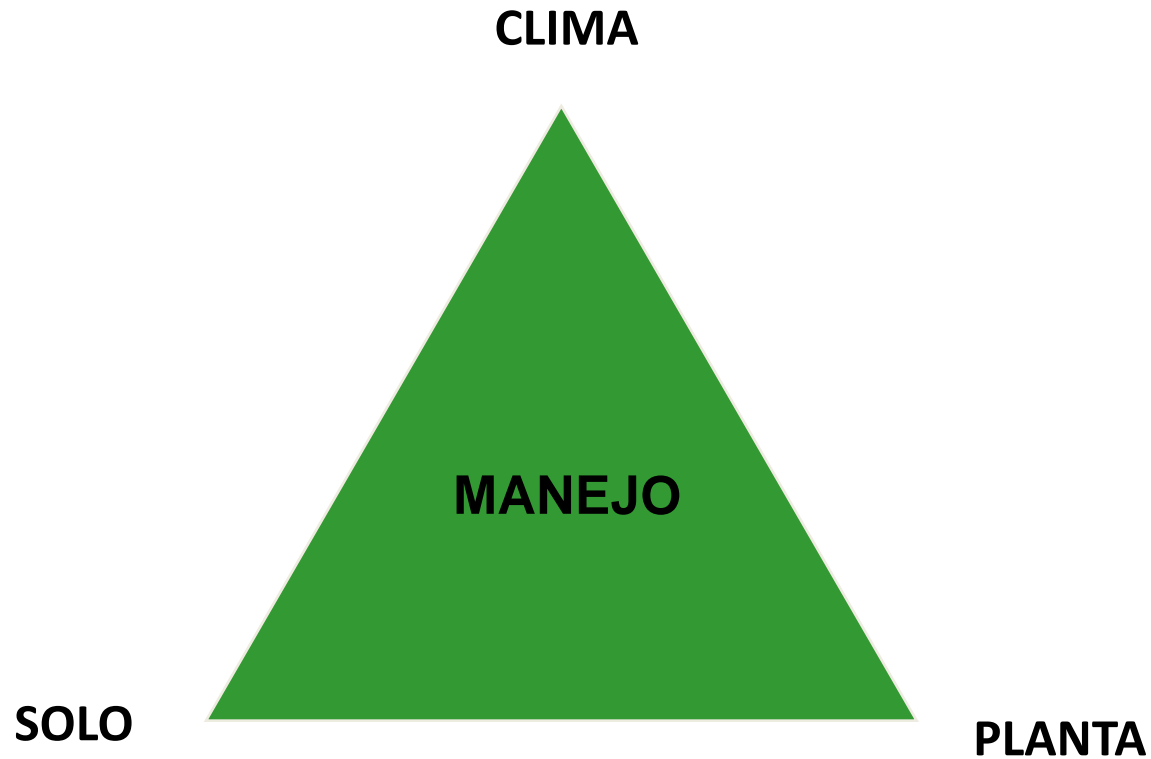
**Ribeirão Preto/SP – Dezembro / 2011**

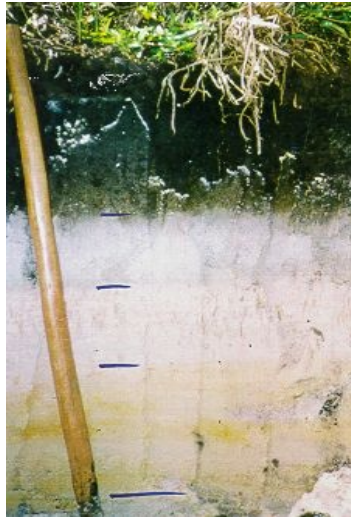
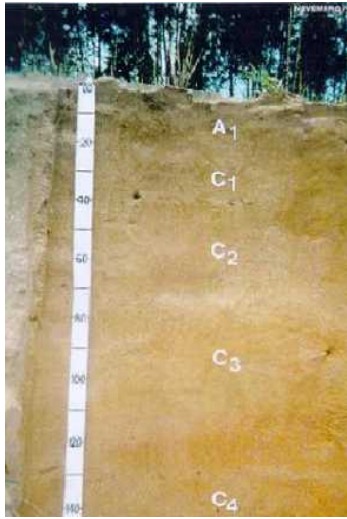
# **Etapas Envolvidas**

- **Conhecimento do Meio Físico**
- **Planejamento**
- **Sistema Conservacionista e Viário**
- **Reforma / Expansão**
- **Dessecação**
- **Sistematização**
- **Aplicação de Corretivos**
- **Opções de Preparo**
- **Cultura de Espera / Plantio**
- **Manejo das Soqueiras**



# AMBIENTES DE PRODUÇÃO: CONCEITUAÇÃO

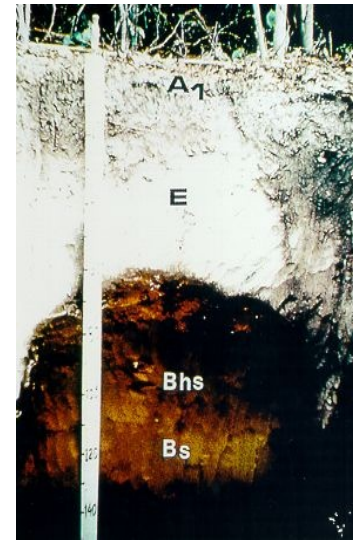




**HORIZONTES DIAGNÓSTICOS**

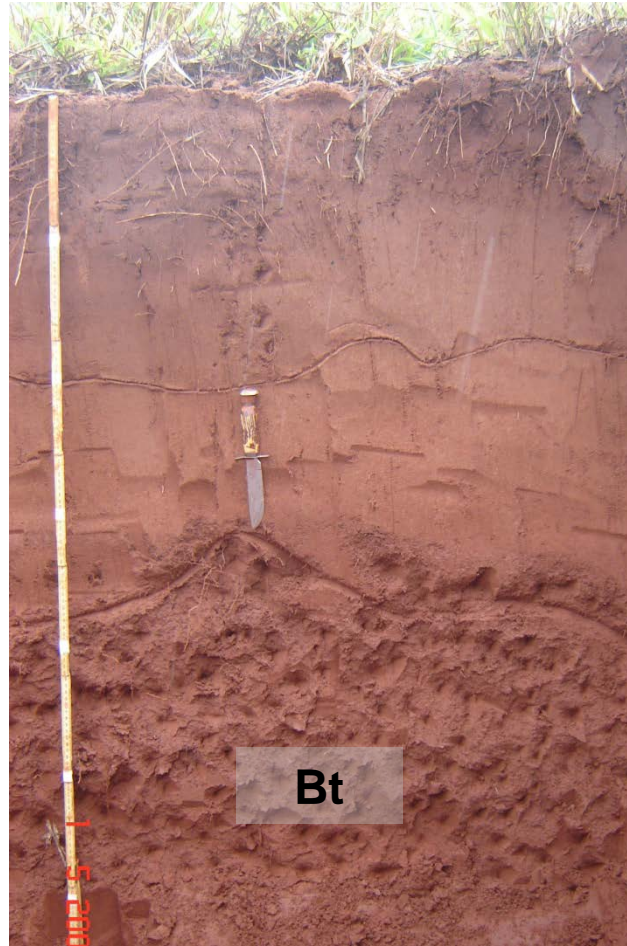


**CLASES DE SOLOS**



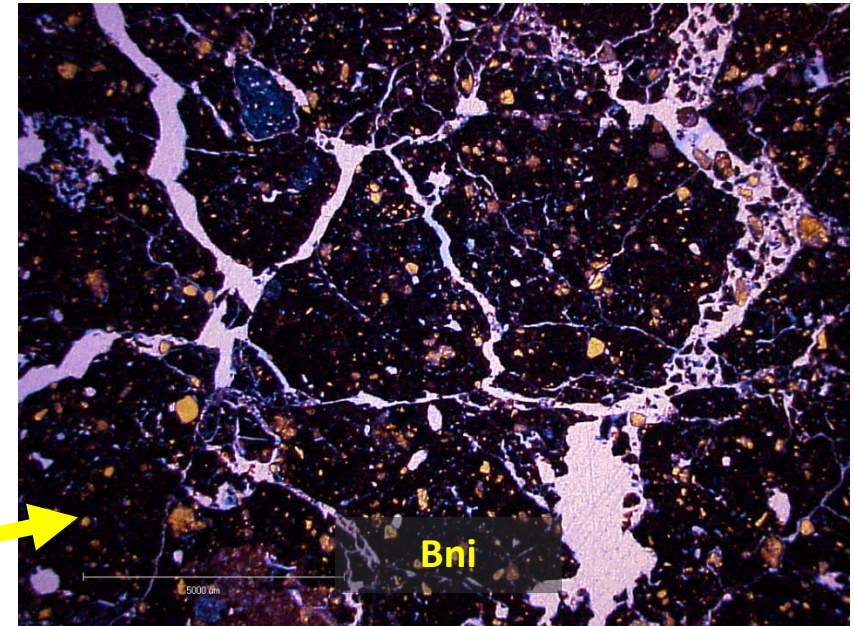
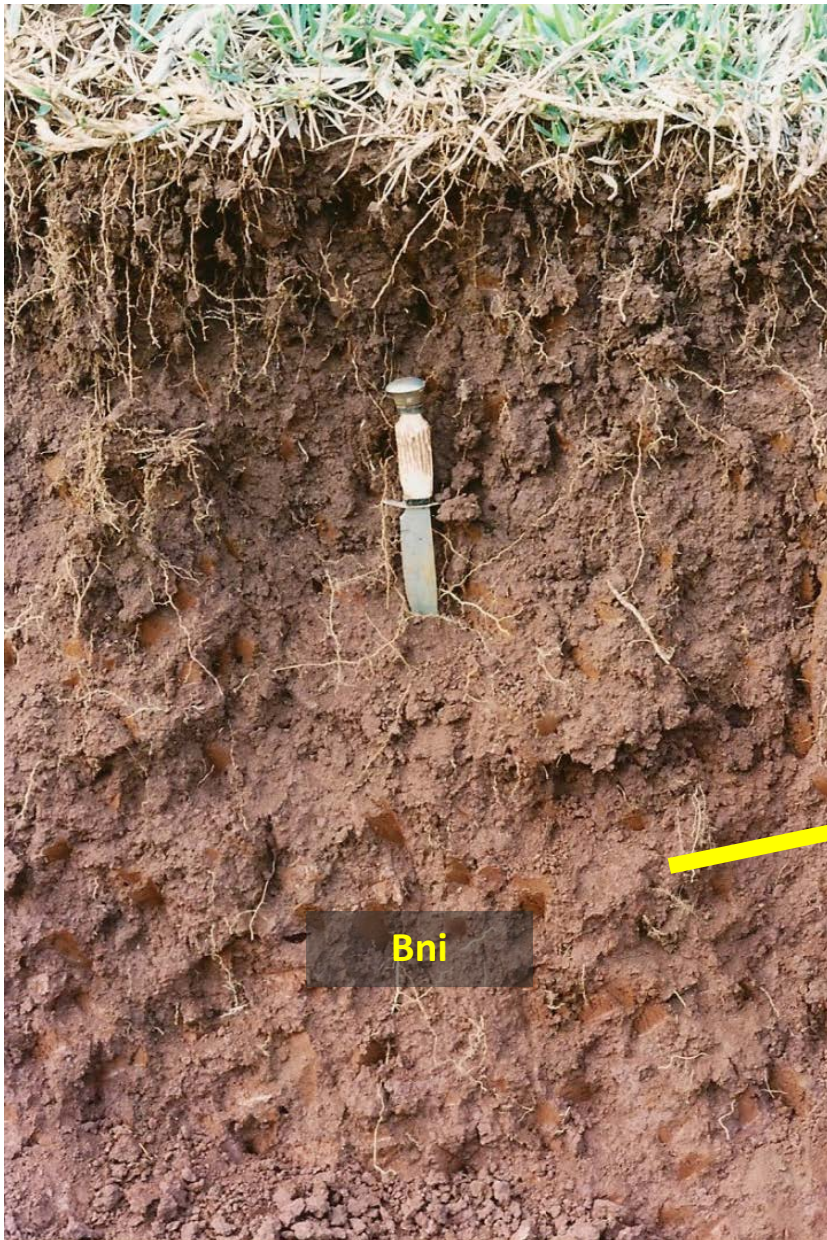


# CAD alta





# NVef

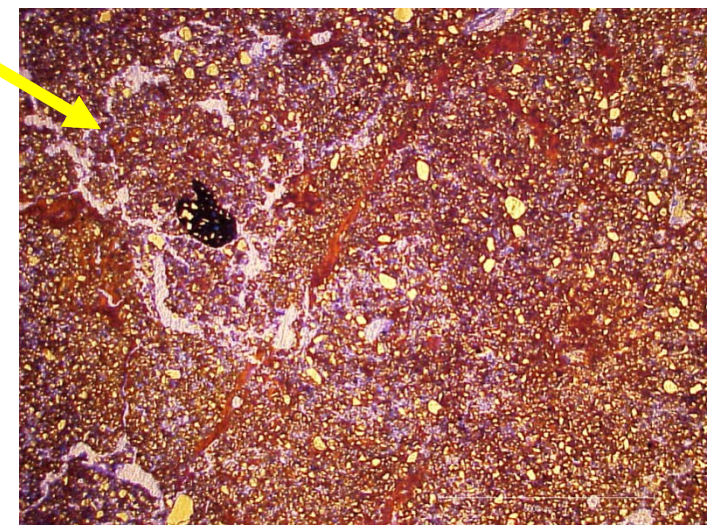
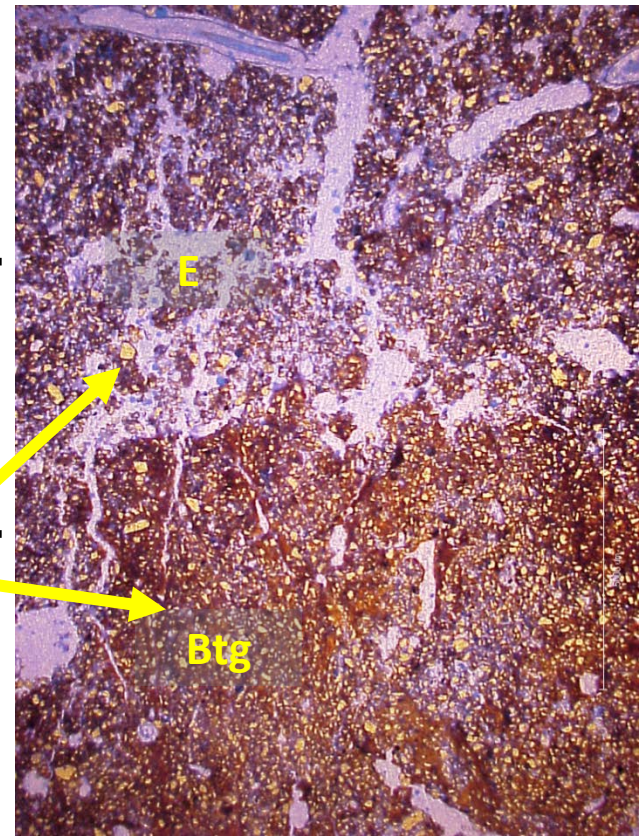
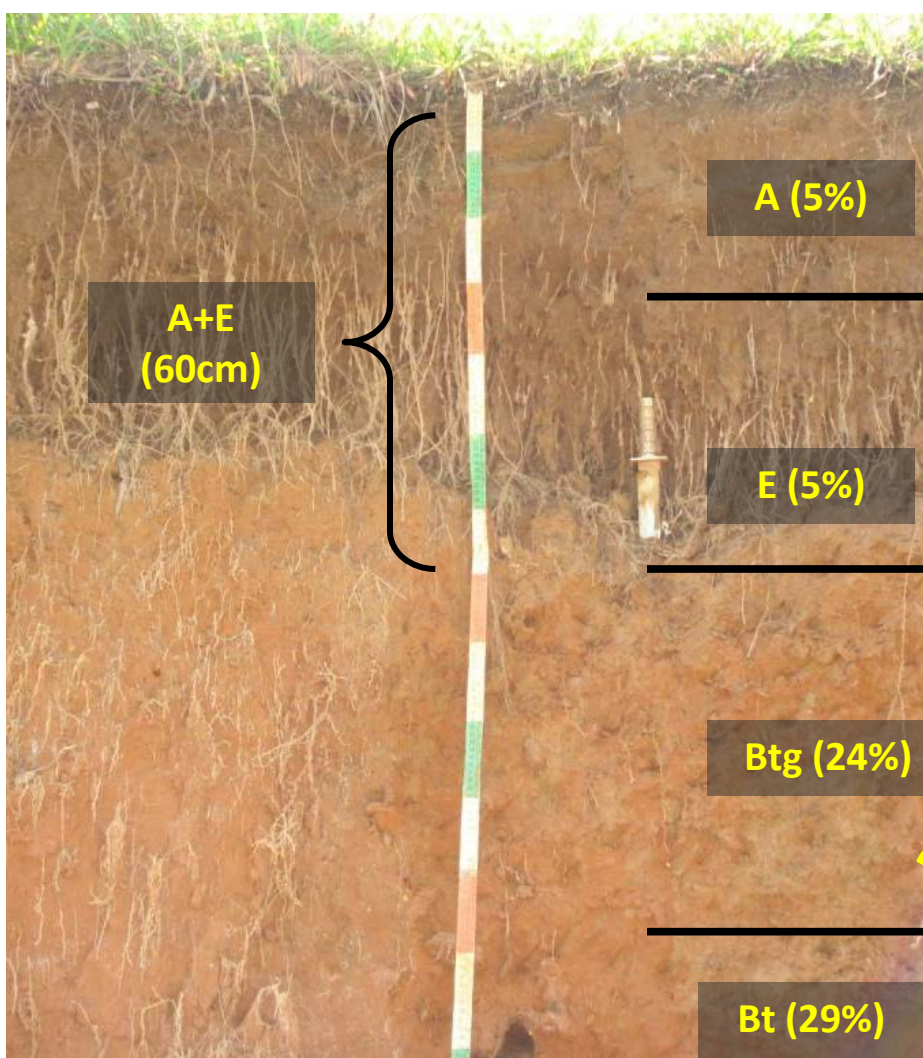


Estrutura

Mesoporos

**AD alta**

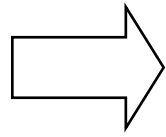




**Espessura do A+E  
+ Ilhas no Btg**

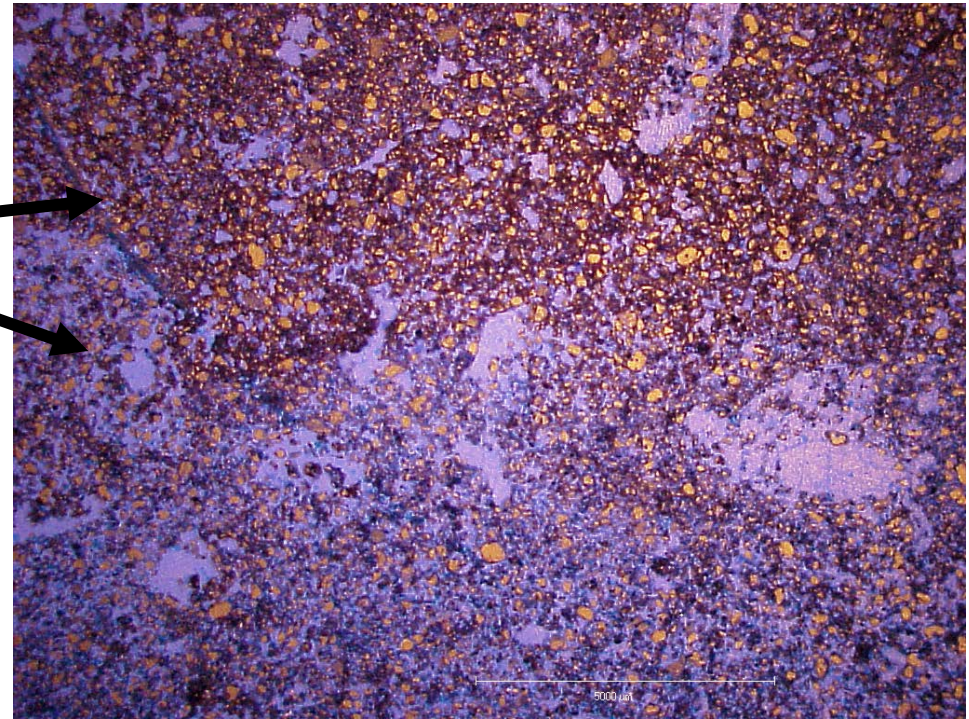
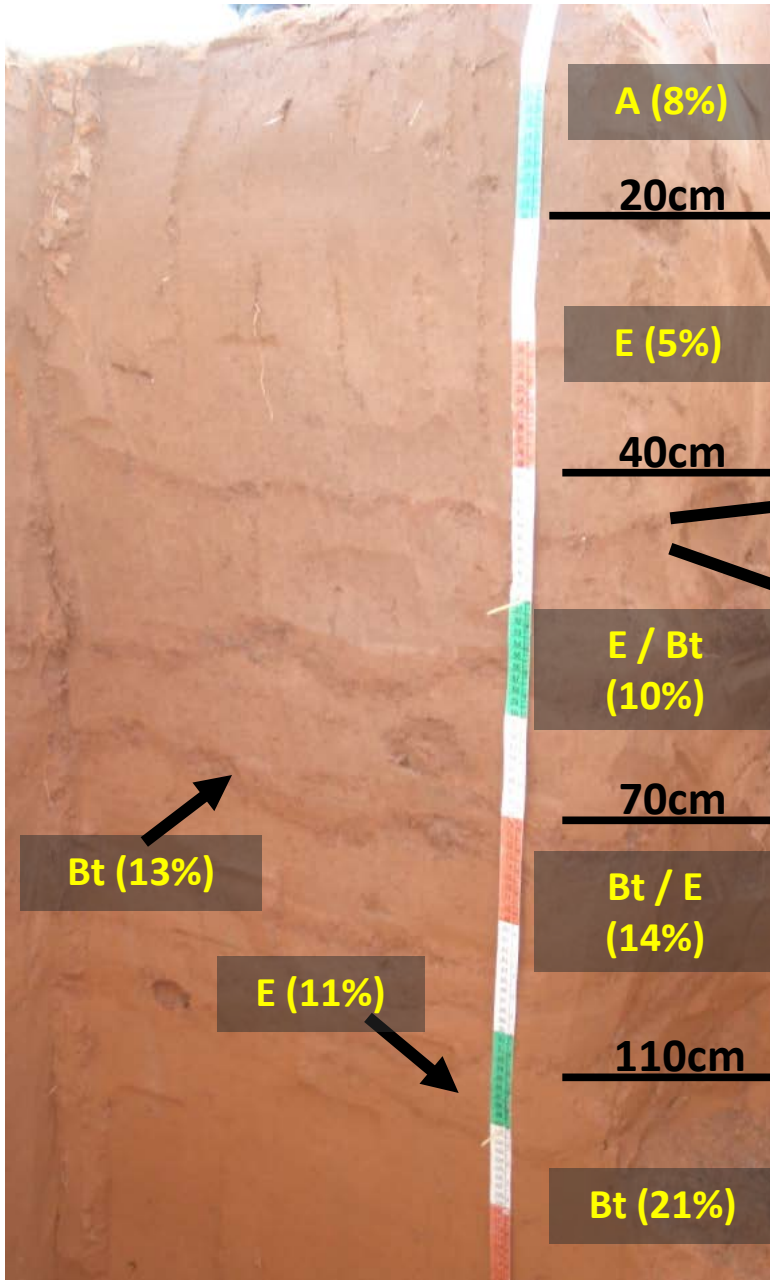
**AD alta**







# PVe espessarênico



*Usina Rio Vermelho (Junqueirópolis – SP)*

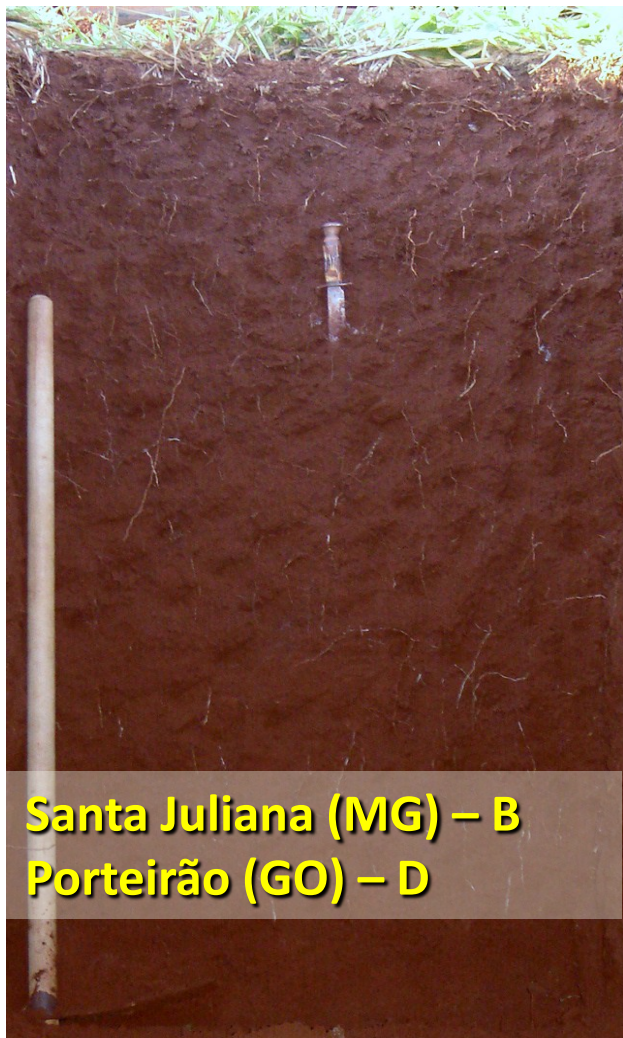


**SOLO x CLIMA x VARIEDADE x MANEJO**

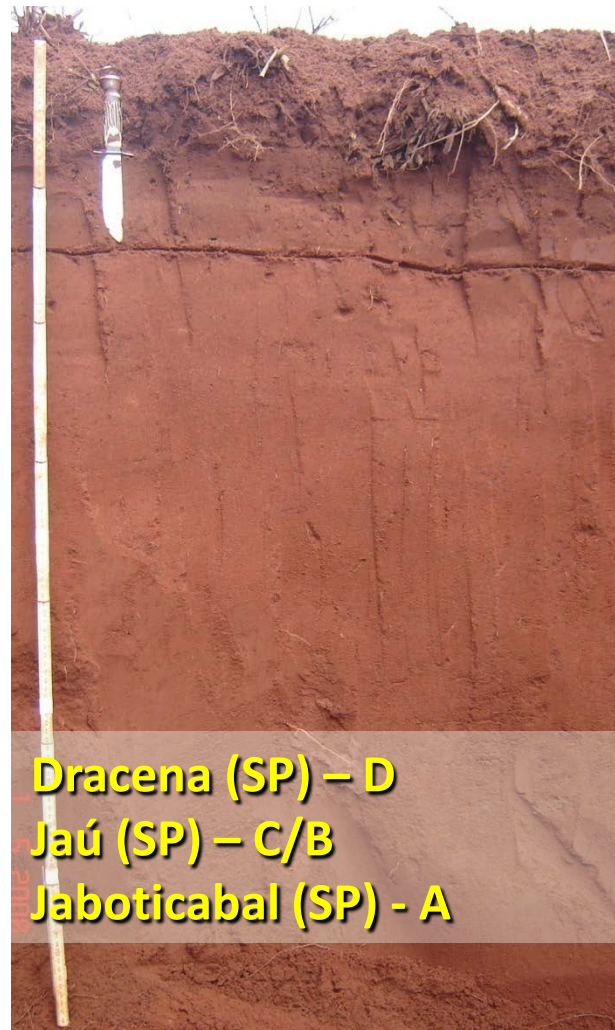


**AMBIENTE**

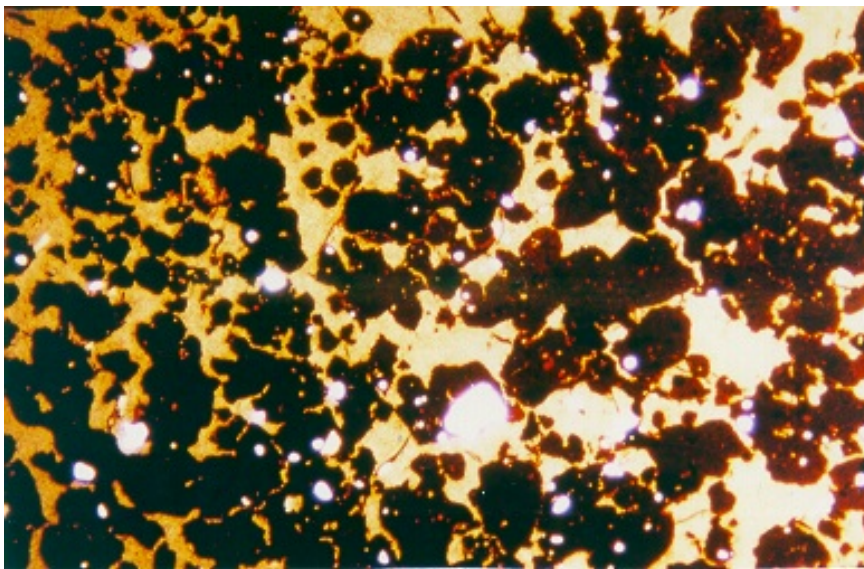
**LATOSSOLO VERMELHO  
acriférrico (muito argiloso)**



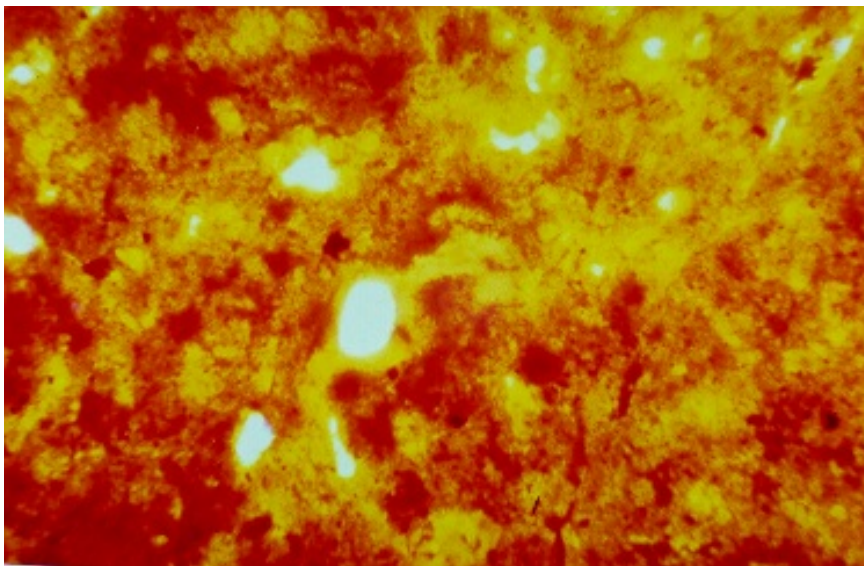
**LATOSSOLO VERMELHO  
textura média**





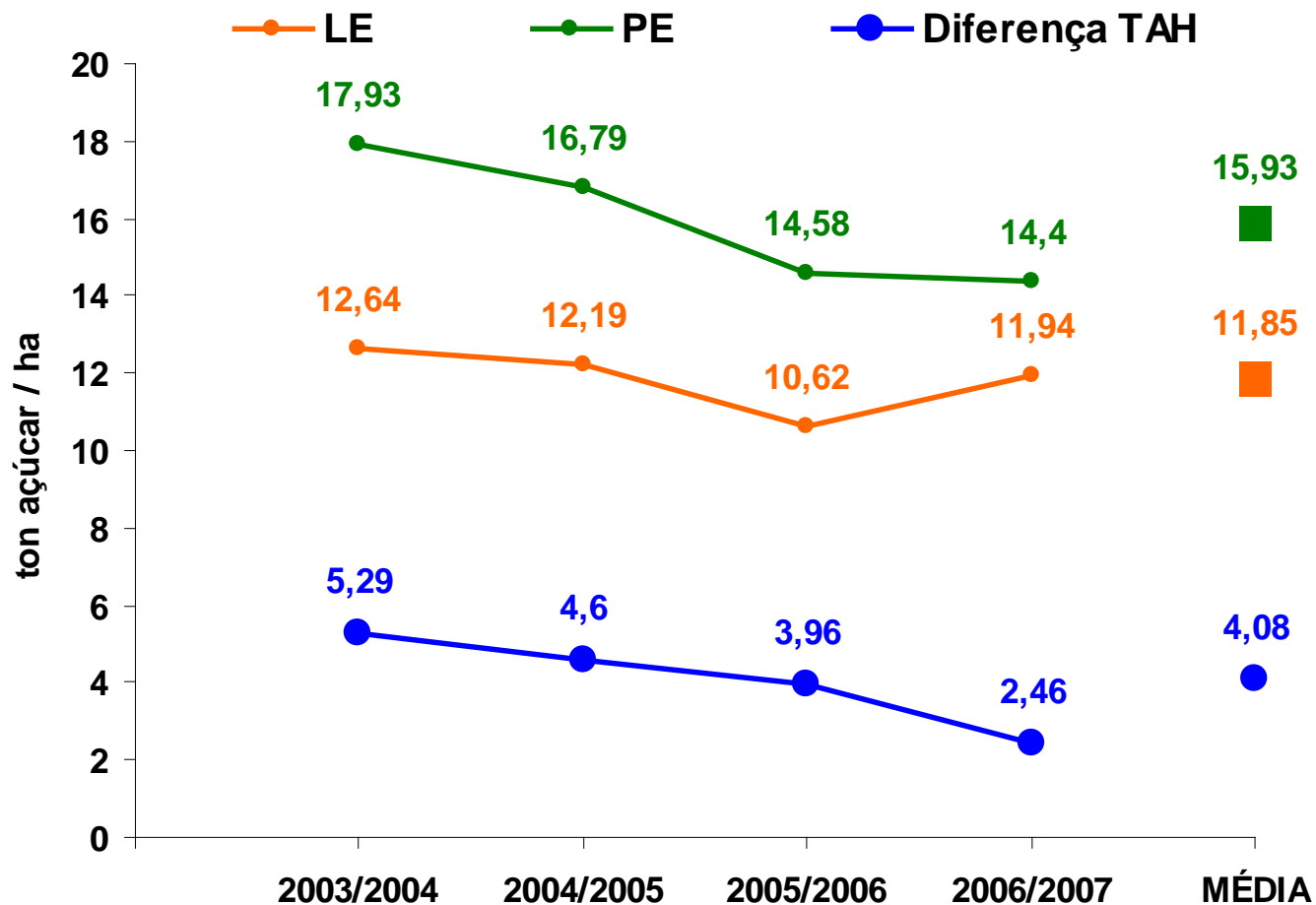


**Amostra indeformada de horizonte  
subsuperficial de latossolo argiloso (20-40 cm)  
sem compactação, evidenciando a  
macroporosidade homogeneamente distribuída**



**Amostra indeformada de horizonte Bt  
com fraca drenagem (PVa/m).  
(Aumento de aproximadamente 20 a 30x)**

Média de produção de açúcar (TAH – toneladas de açúcar/ha) para o PE (tolerante a déficit hídrico) e para o LE (baixa tolerância a déficits) da USALPA (Usina Alta Paulista – região de Dracena) para 4 safras.







## PVe espessarênico

**RB 855453**



**Exigente**



**Corte t/ha**

**1º = 127**

**2º = 98**

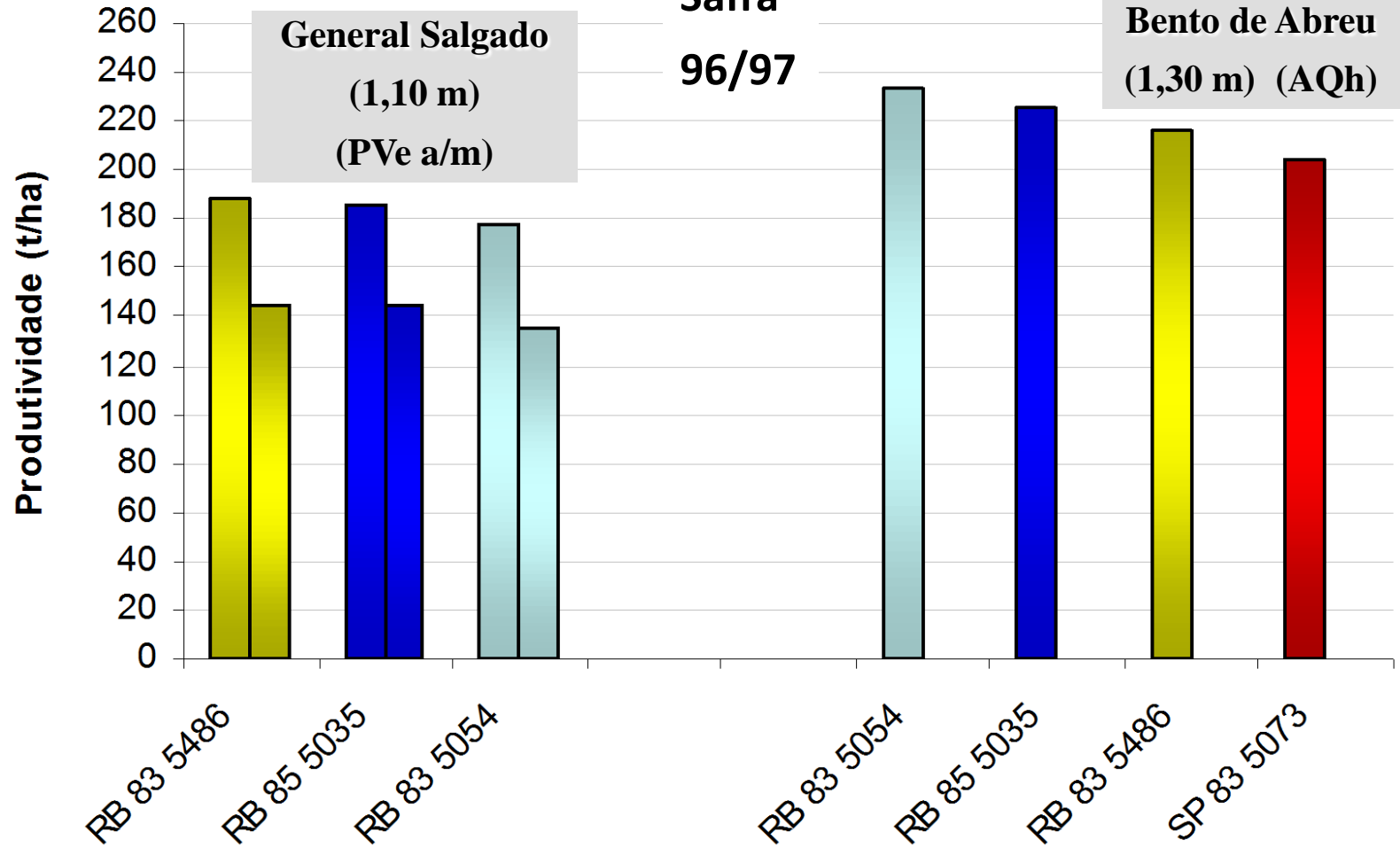
**3º = 117**

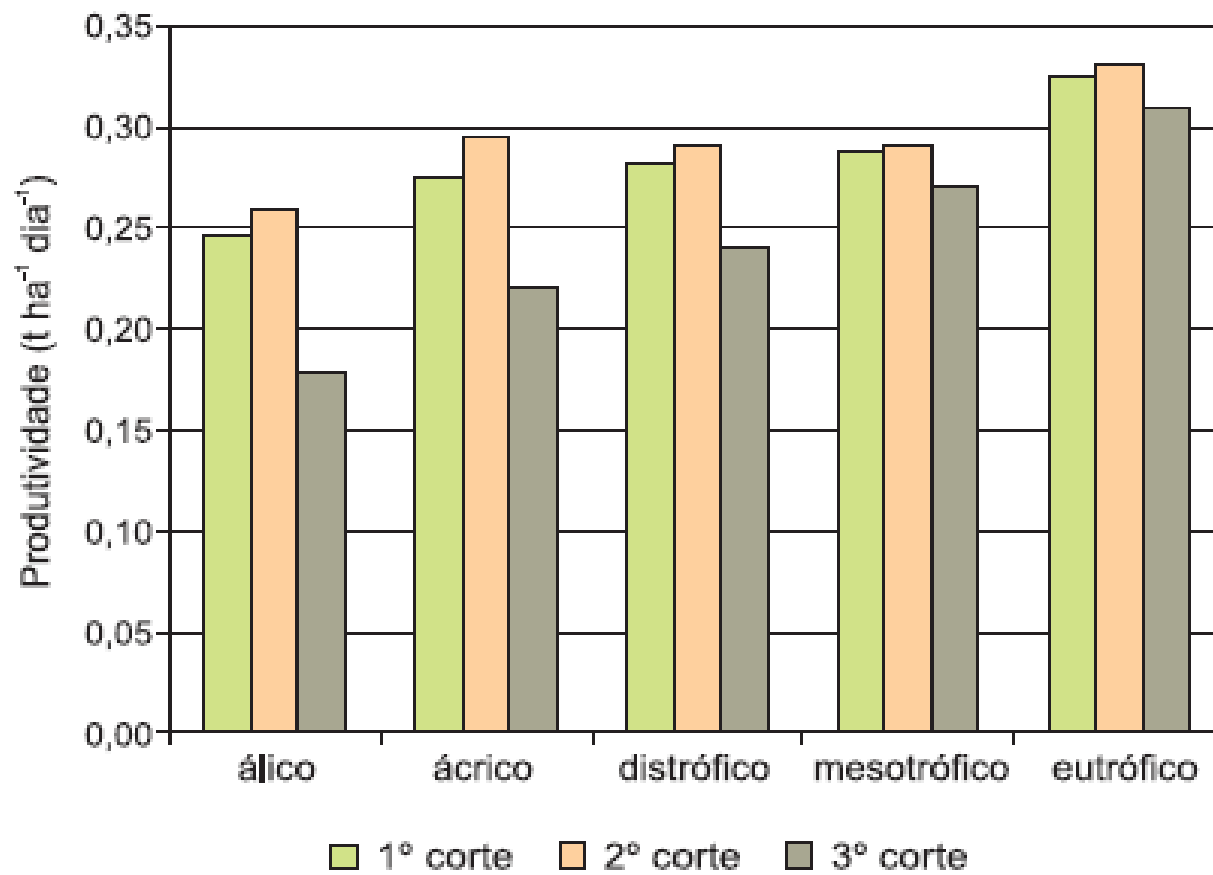
**4º = 86**

**Média = 107**

# SOLOS X PRODUTIVIDADE X VARIEDADES

Safra  
96/97





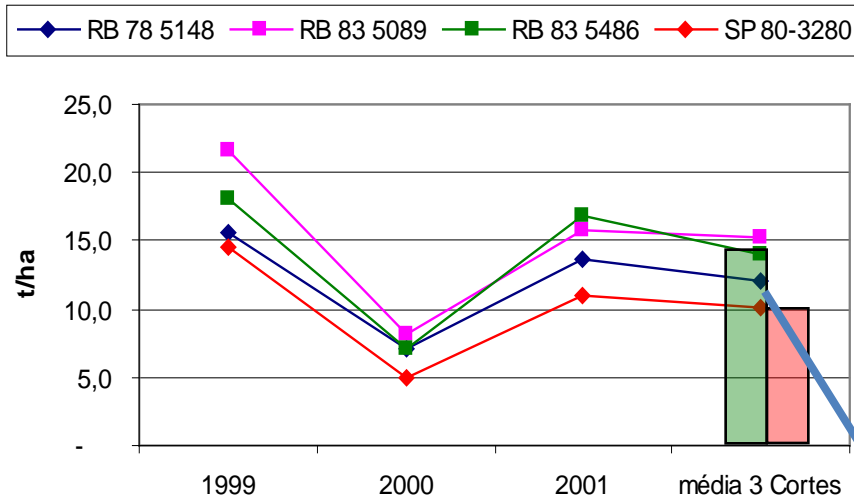
**Figura 10.** Produtividade da cana-de-açúcar ao longo dos cortes (LAND-DELL et al., 2003).

# VARIEDADE x SOLO



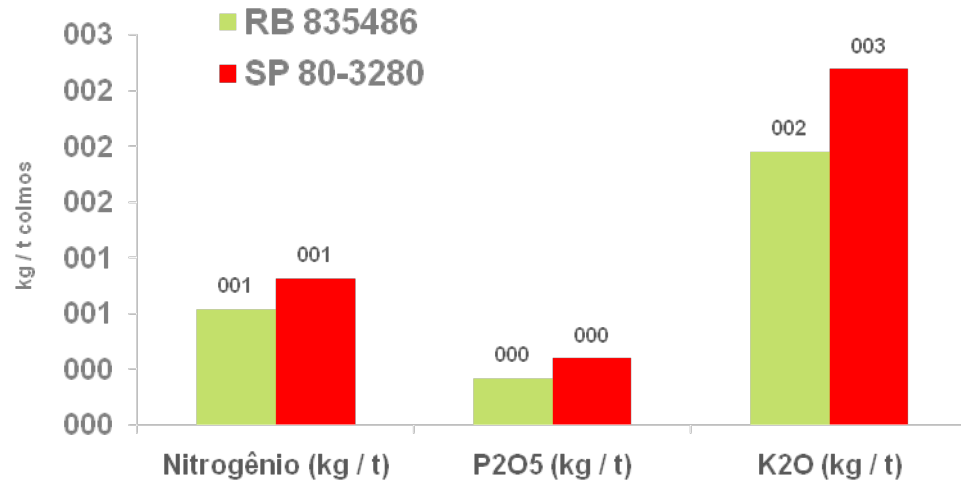
# AMBIENTE ??

### Produção de ATR LVA



Fonte: GOMES (2003) - COSAN / Rafard

### Exportação de nutrientes (média 3 cortes)



Diferença = 4,0 t ATR / ha / ano





5486

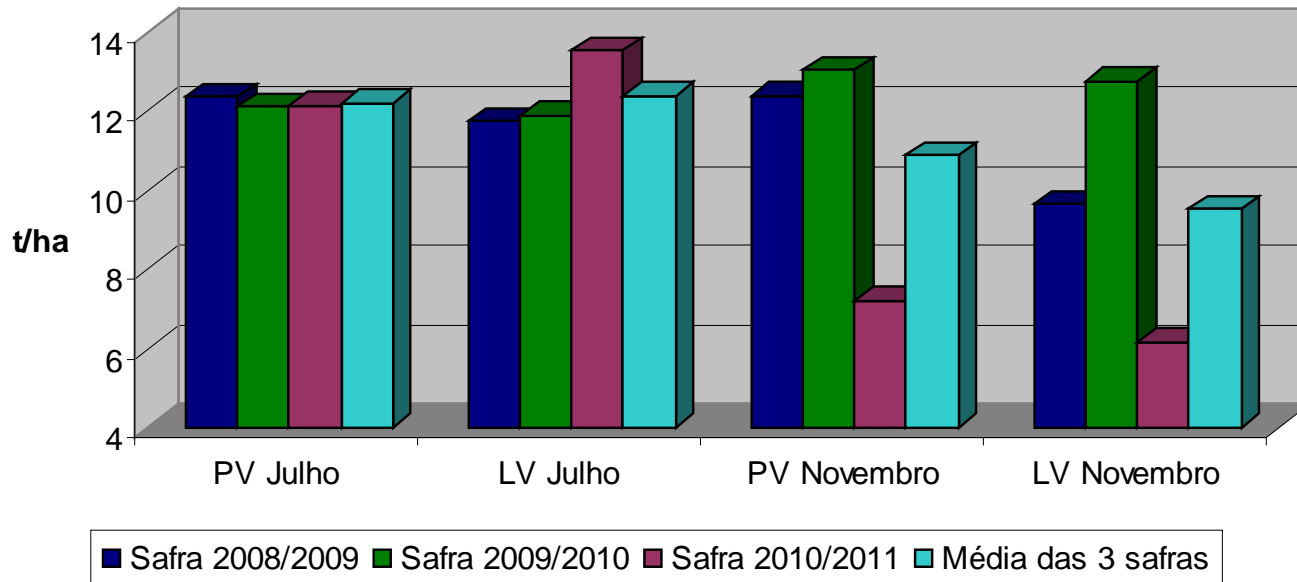


5453



3250

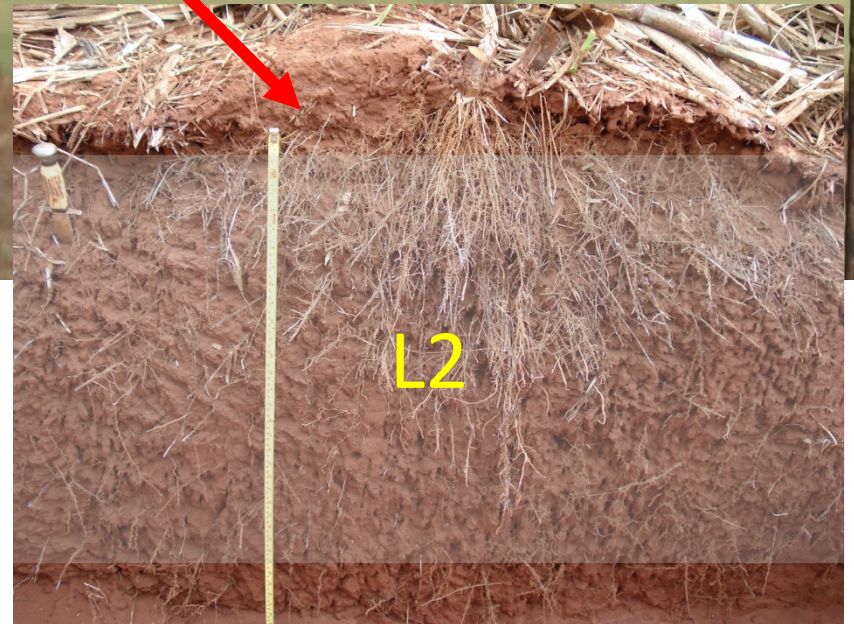
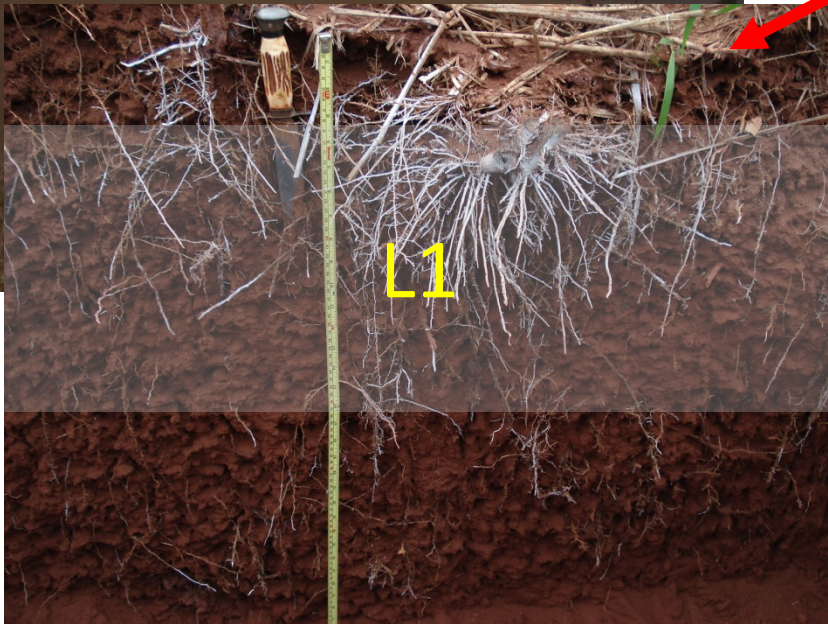
## TAH X SOLOS X ÉPOCAS X SAFRAS



**TAH relacionada a solos, épocas de colheita e safras**

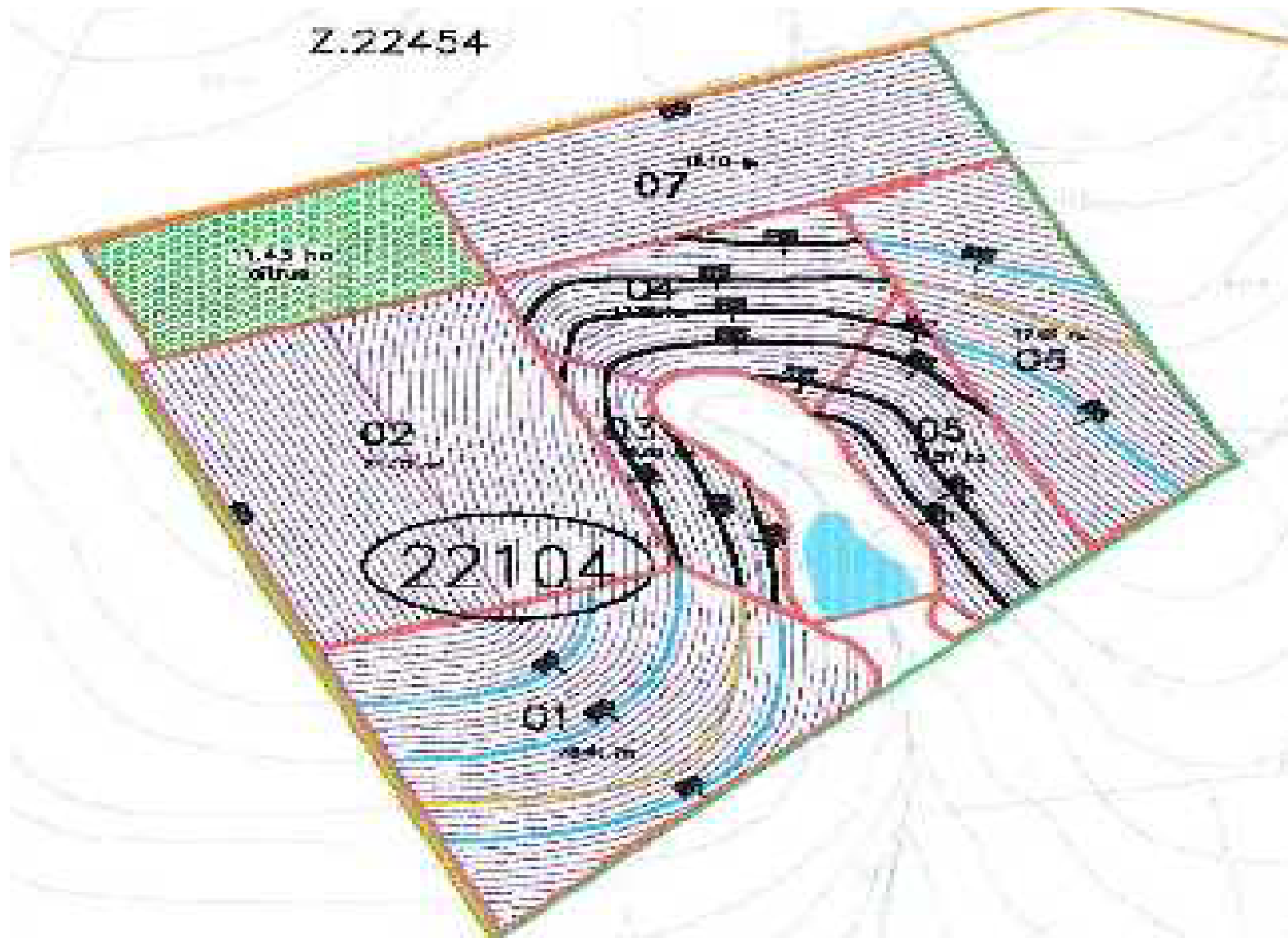


$$\text{CAD} = \text{AD} \times L$$



Usina Dracena - SP

# Adequação de Práticas (Sistema Misto)



# Terraceamento - Tipos de terraços utilizados



**Embutido**

**Embutido  
Invertido**



**Base Larga**





# AJUSTE DO CARREADOR



# IMPACTO DA GOTA D'ÁGUA



# PREPARO DO SOLO

**Como é o solo?**

**Como está o solo?**

**Como deve ficar o solo?**



Com restrições em grau  
reduzido ou ausentes!

# RESTRIÇÕES

→ **Físicas** – Compactação

→ **Químicas** – V%, pH, nutrientes

→ **Biológicas** { **Microorganismos x M.O**  
**Pragas**

# OPÇÕES DE PREPARO

➡ Sem Movimentação Mecânica (Plantio Direto)

➡ Subsolagem

➡ Gradagem + Aração (Plantio Convencional)

## MOVIMENTAÇÃO MECÂNICA

Plantio Direto



Plantio Convencional



## CORREÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E BIOLÓGICA





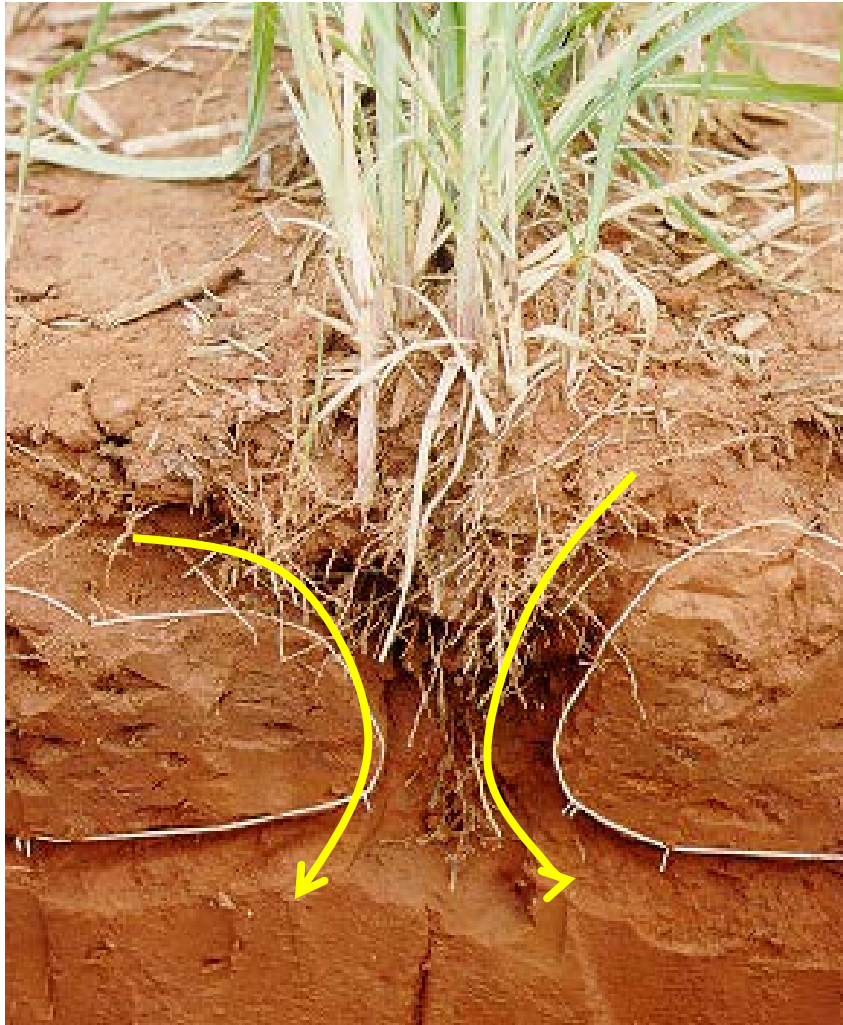






# As raízes das soqueiras no perfil do solo

## Raízes confinadas

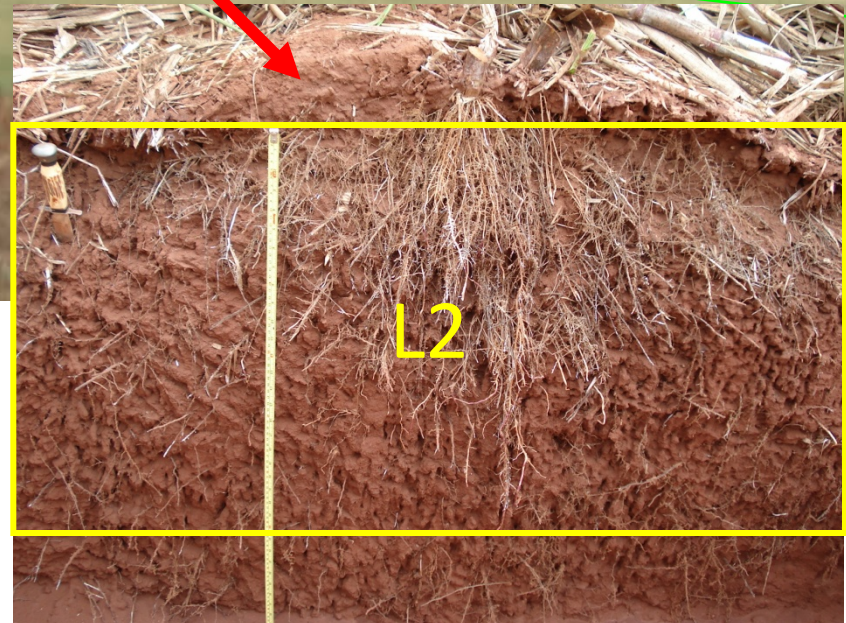
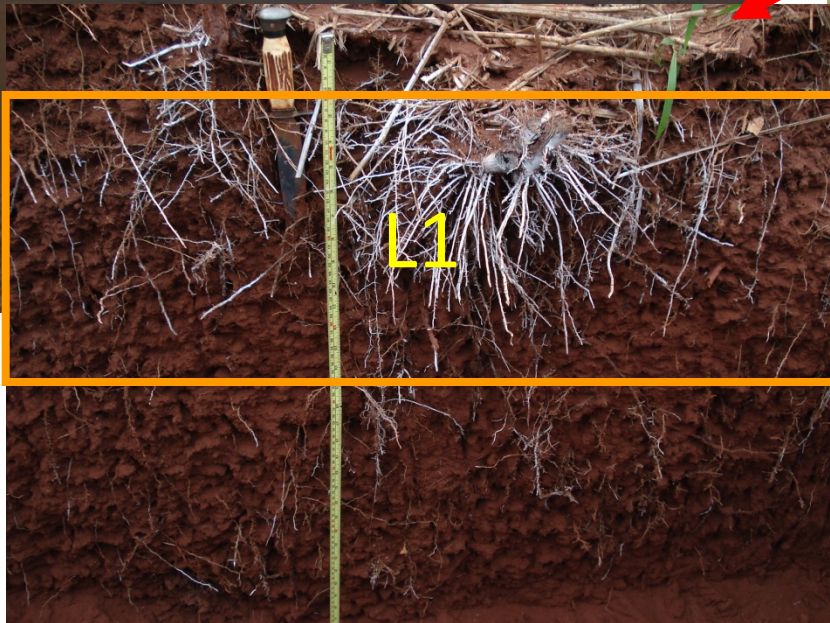
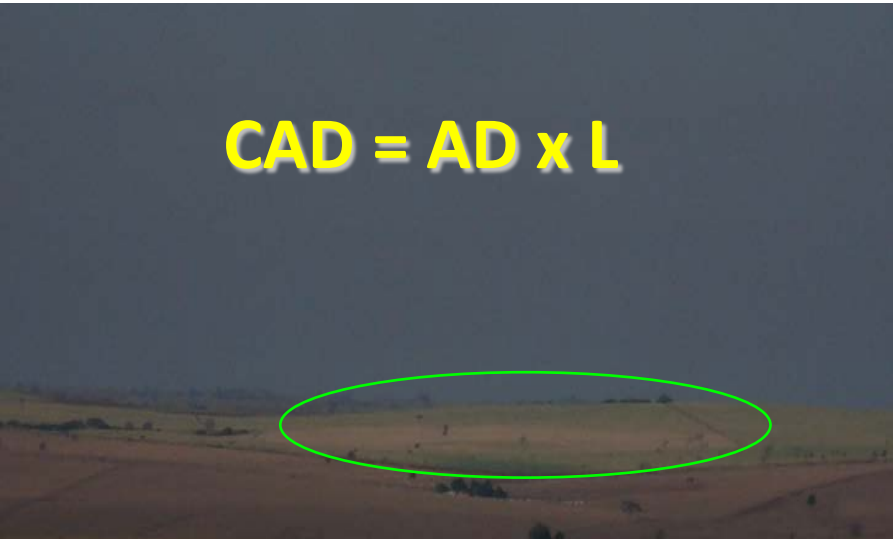


### CRESCIMENTO DE RAÍZES

Densidade do solo (g/cm <sup>3</sup> )	Crescimento das raízes (mm/dia)
1,04	20,0
1,12	17,3
1,20	16,5
1,28	13,5
1,36	7,5
1,44	1,7

# HISTÓRICO DA ÁREA

$$CAD = AD \times L$$





# OPÇÕES DE PREPARO





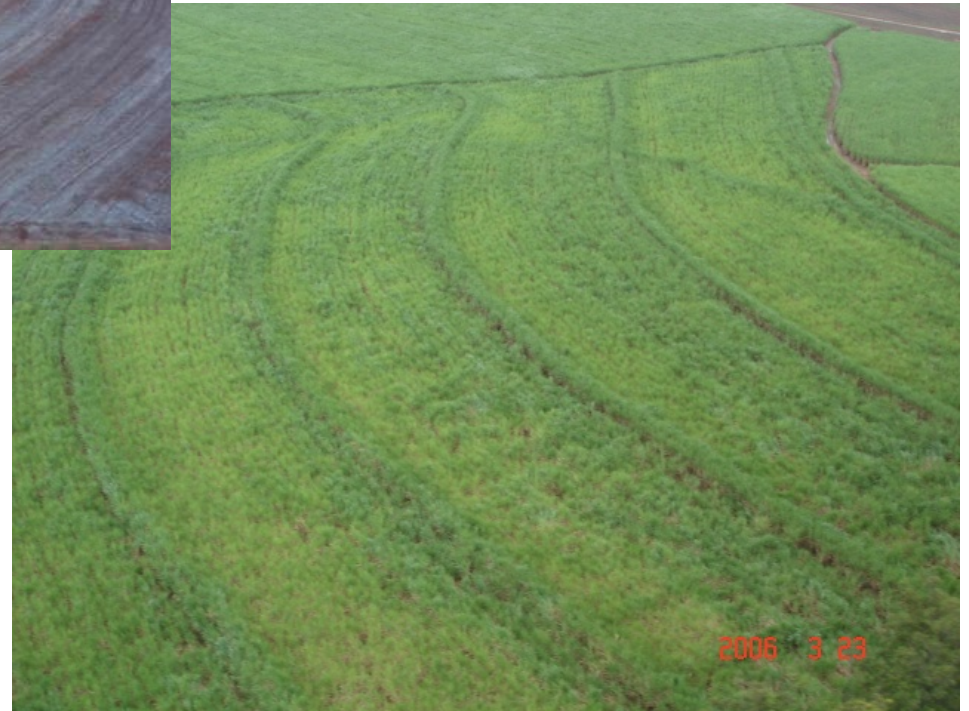


# Boa uniformidade de Aplicação





# Aplicação Irregular = Alto Custo











# Preparo de solo (Compactação em solo arenoso)





# Incorporação do Calcário



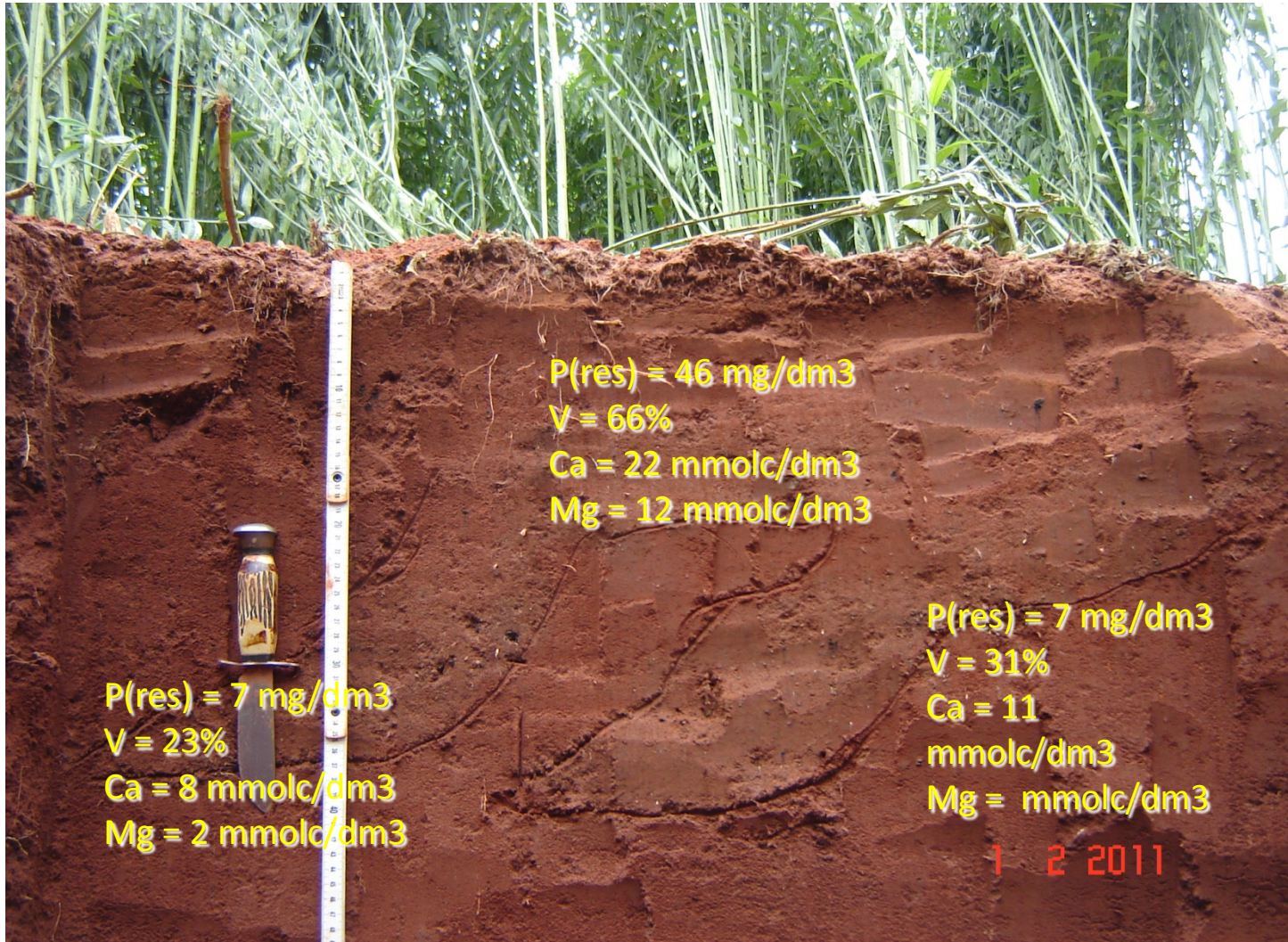
**Sem Aração**



**Com Aração**



# ASPECTOS QUÍMICOS DO SOLO PÓS-ARAÇÃO (Angélica Agroenergia – MS)







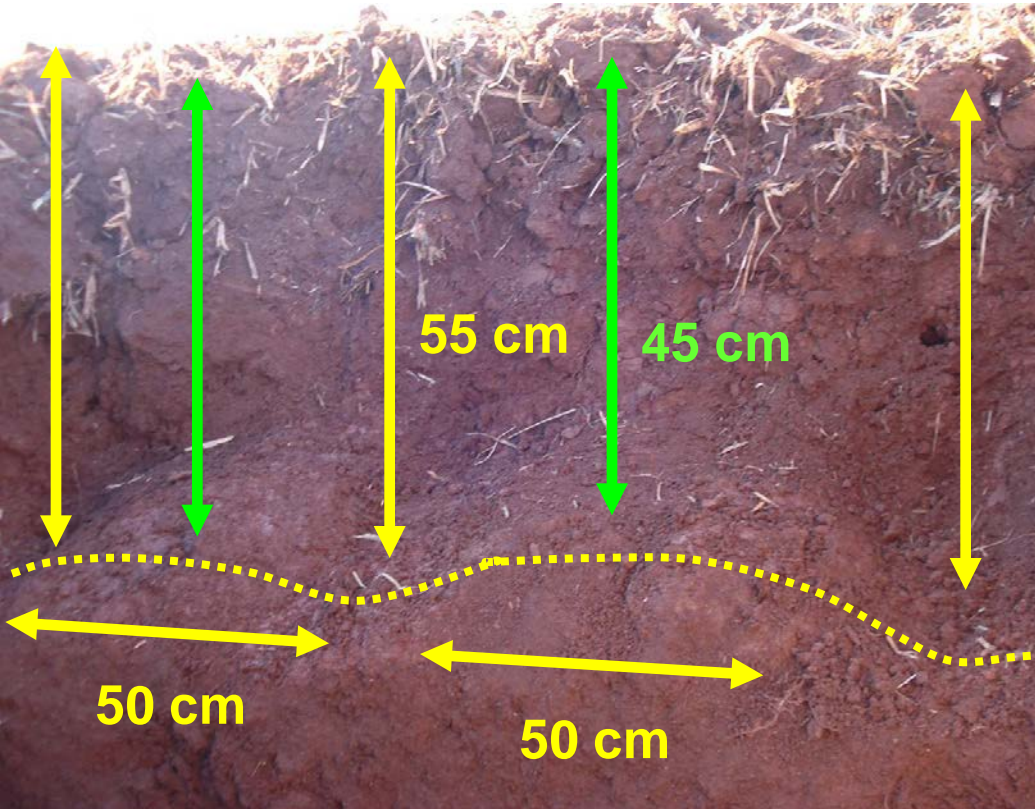


# Profundidade do Preparo





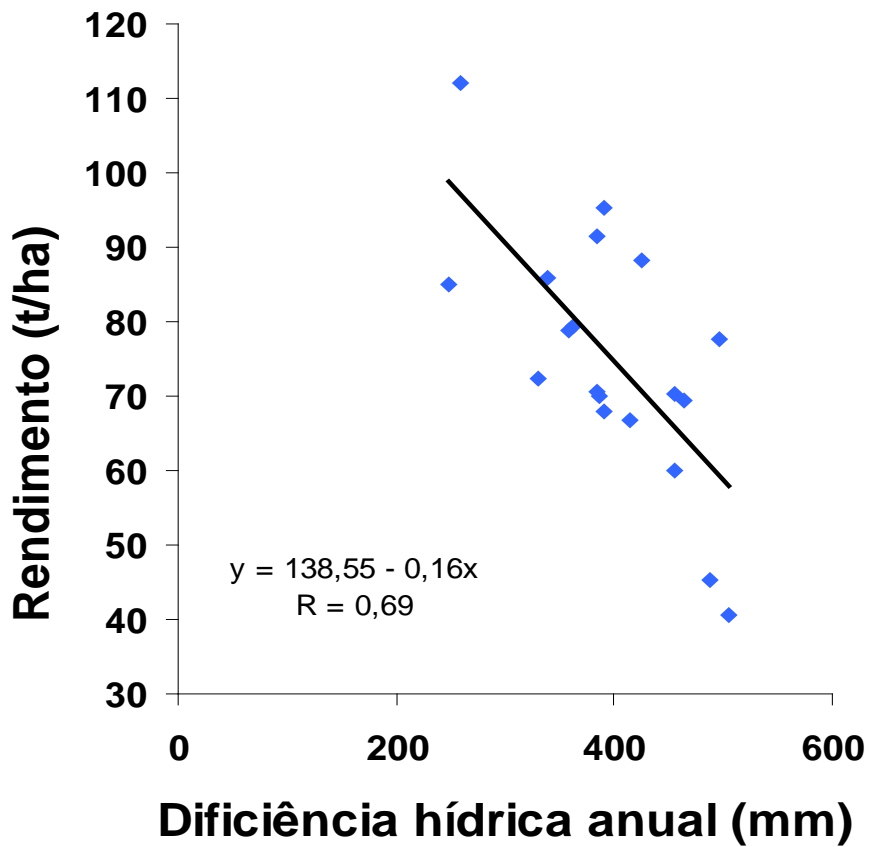
# Sistema Radicular da Cana



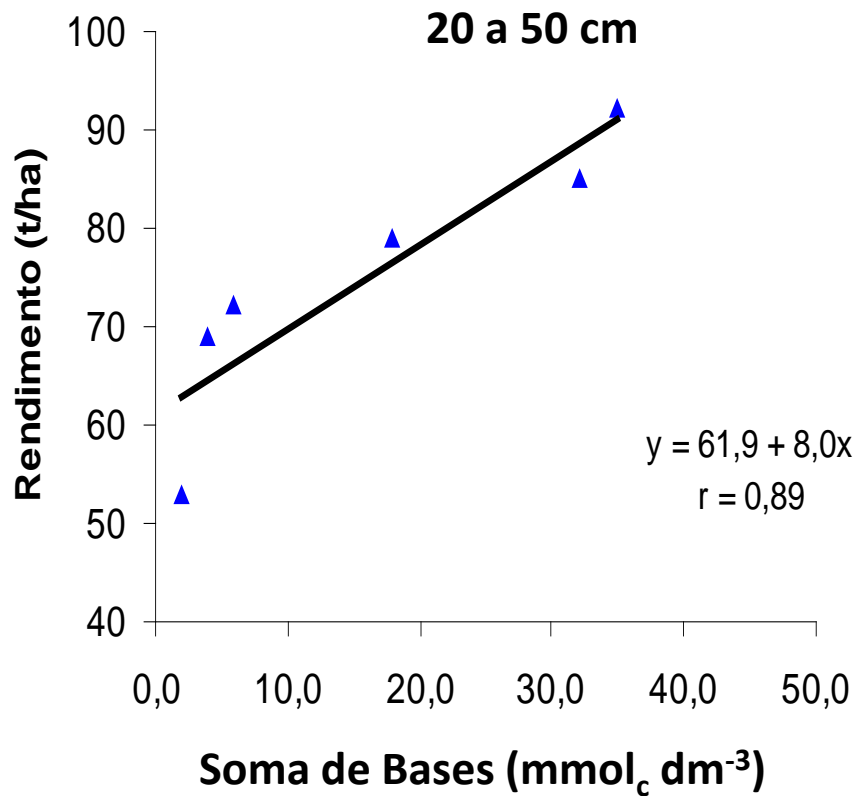
**Distância entre as hastes do  
subsolador**



Foto: A C Vasconcelos

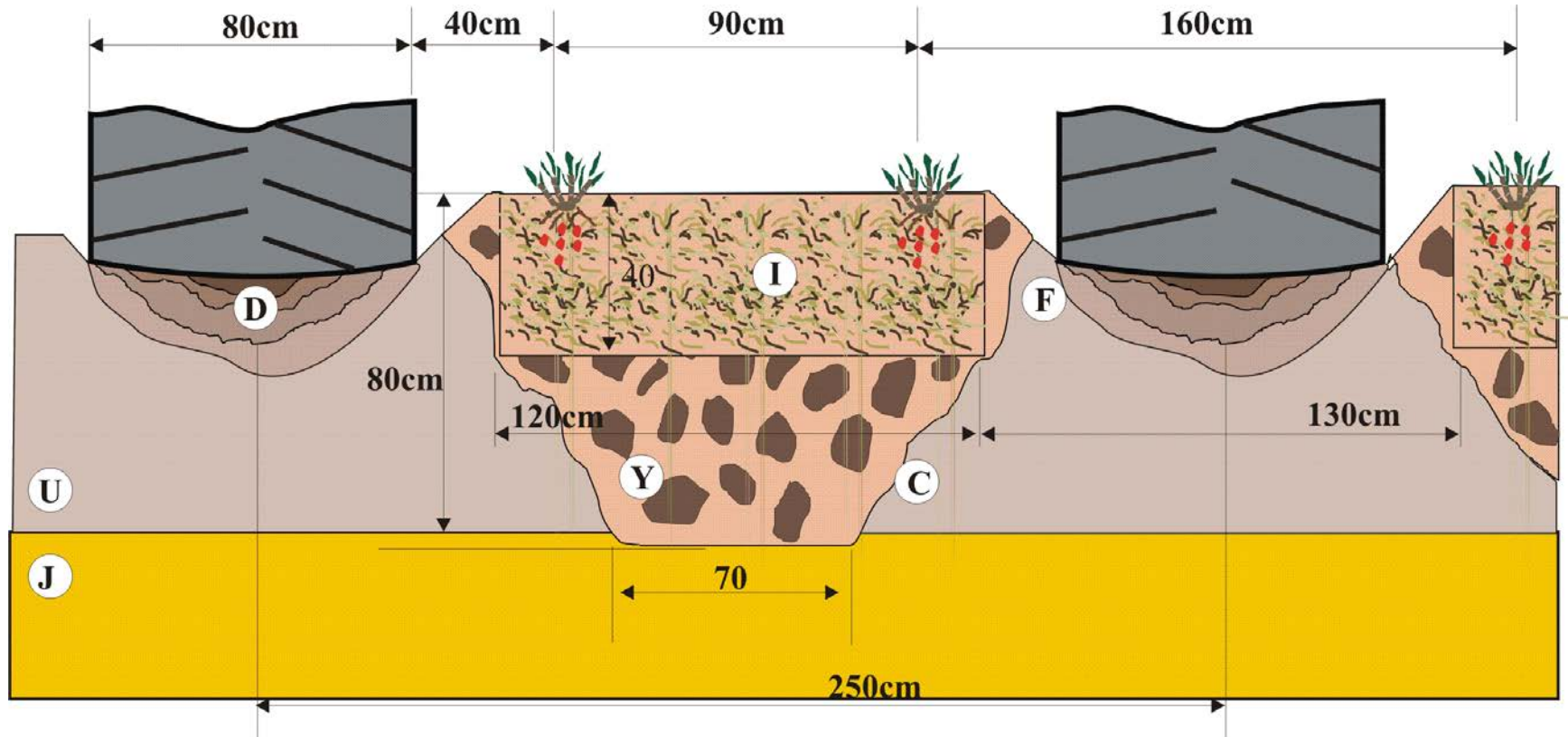


Fonte: RIBEIRO et al. (1984)



# FUTURAS OPÇÕES DE PREPARO

# PREPARO VERTICAL EM ÁREAS DE PLANTIO



**Obs.: Piloto automático é fundamental**







**DRENO**  
subsolador

**Zafes**  
MOGI DAS CRUZES - SP. FONE: (11)4790-3904

**Zafes**









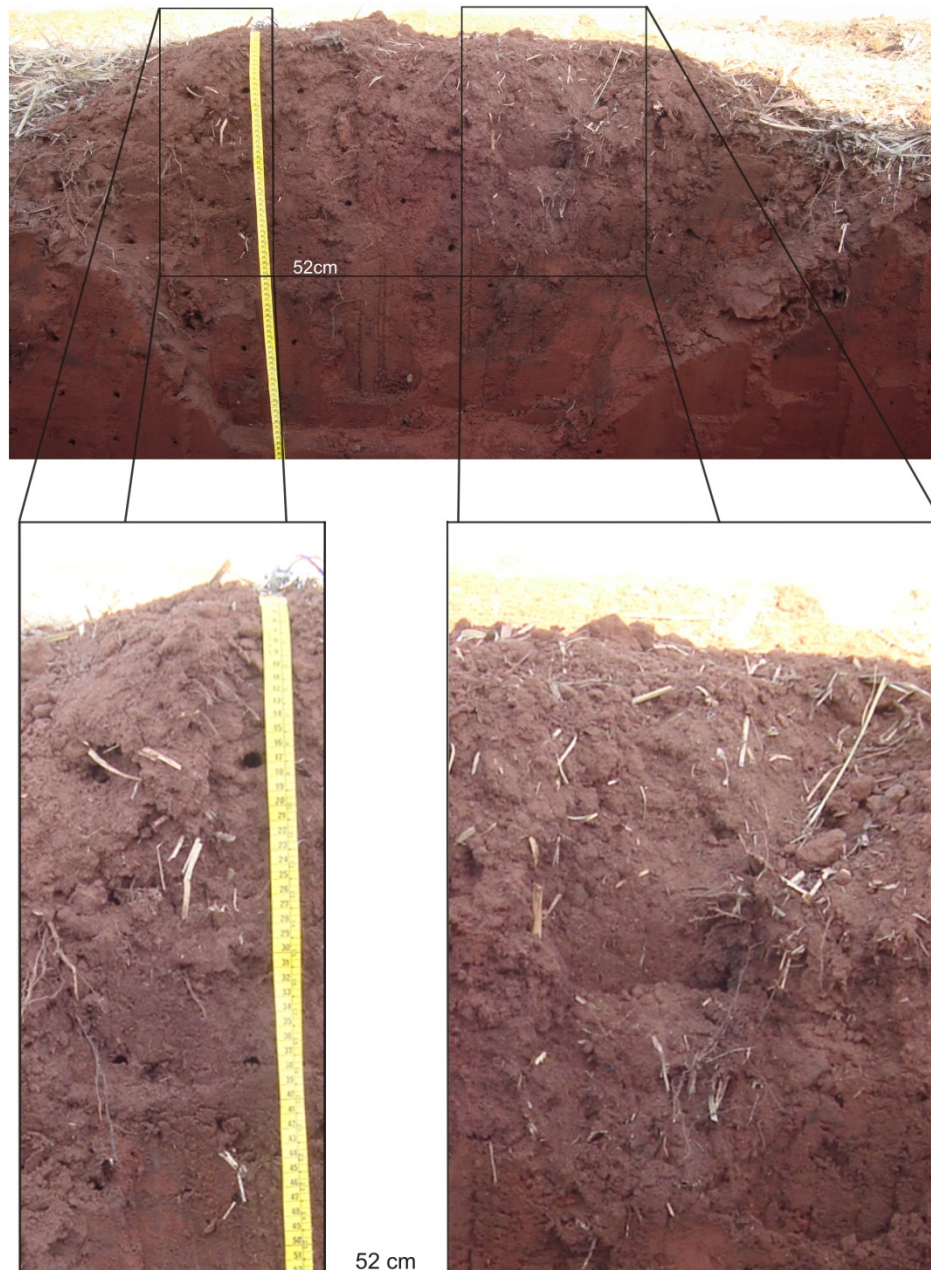








# PROFUNDIDADE E MISTURA DA PALHA PELO BIGMIX





# COBERTURA VEGETAL

## Crotalária





# OPÇÕES PARA ADUBAÇÃO VERDE

*Crotalaria juncea*



*Crotalaria spectabilis*



*Soja*



*Amendoim*





# MANEJO DA CROTALARIA

Rolo faca



Sulcação direta



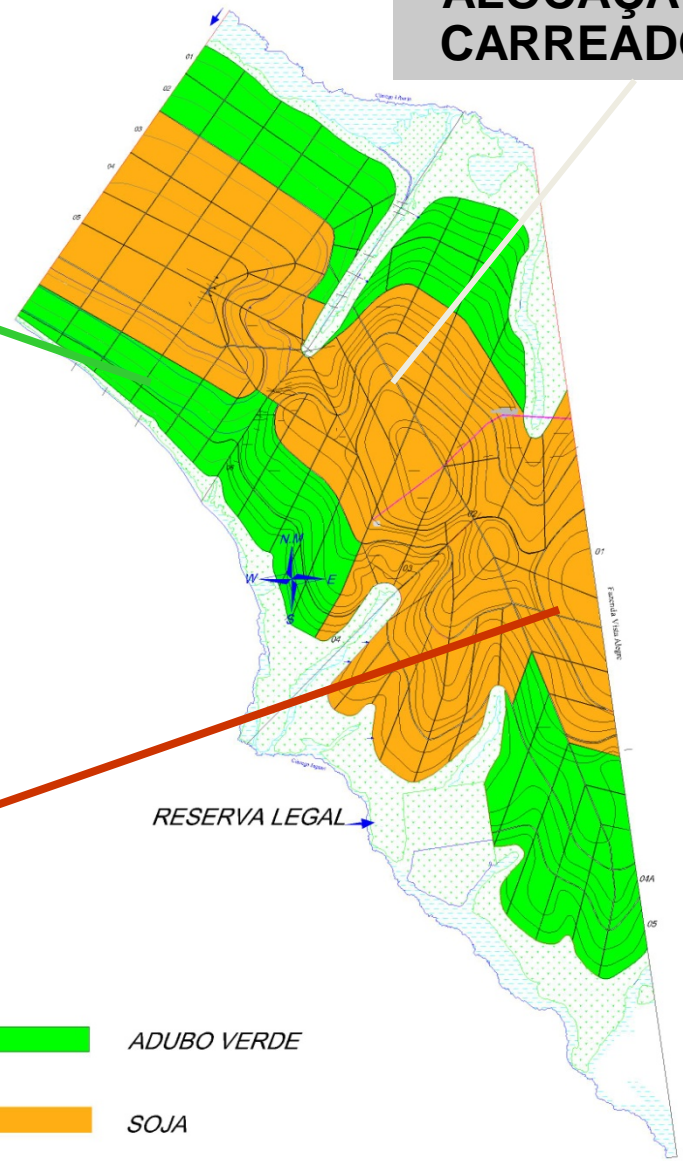
R. Otto (2011)





# FAZENDA SAPÁLIO

## ALOCAÇÃO DE CARREADORES





## Milheto



## Soja sobre Milheto



Soja



2008/1/24



Amendoim

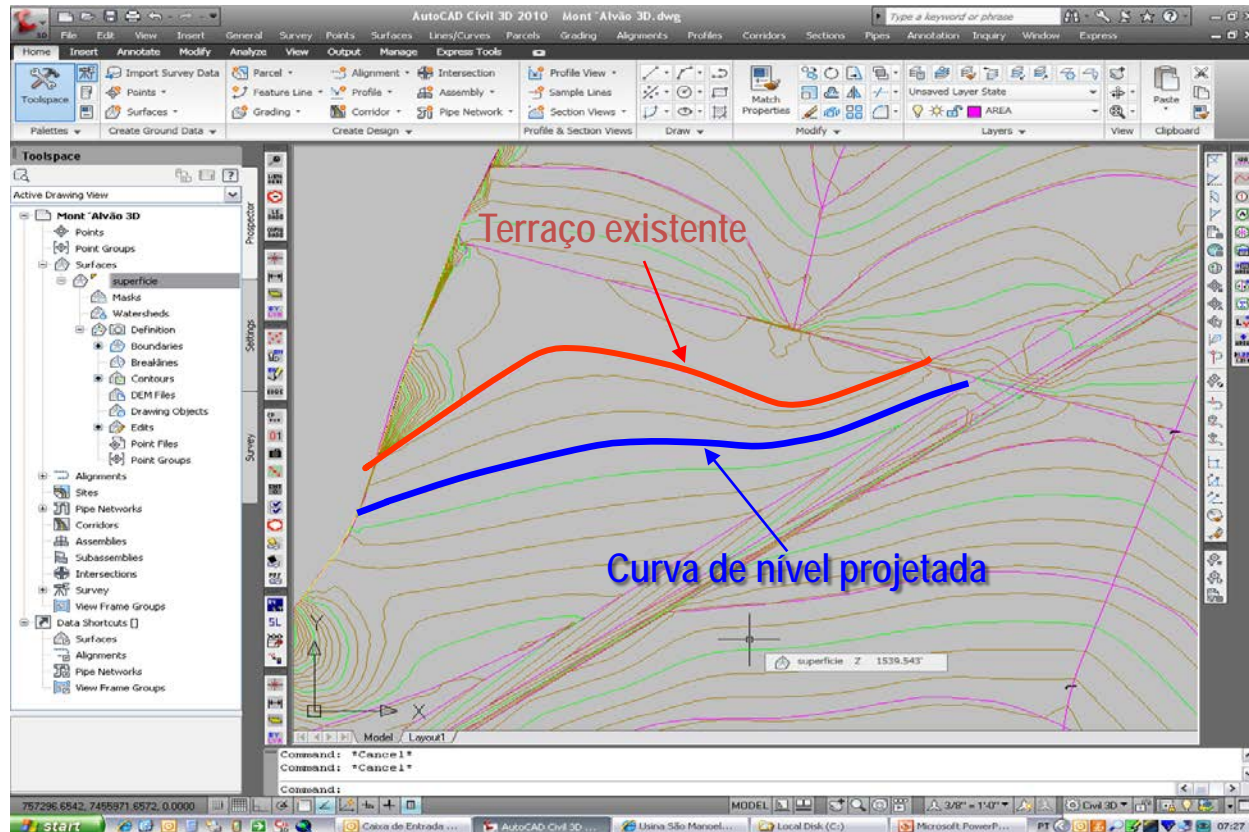






## Estudo 1 – FAZENDA TESTE

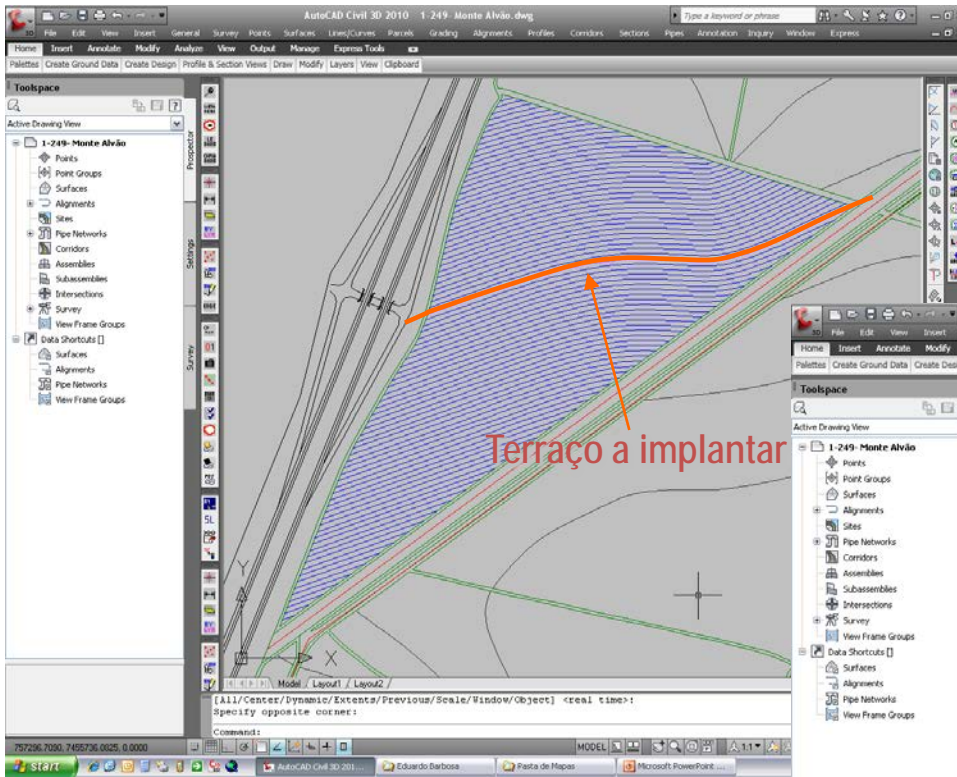
Curva ideal para construção de novo terraço



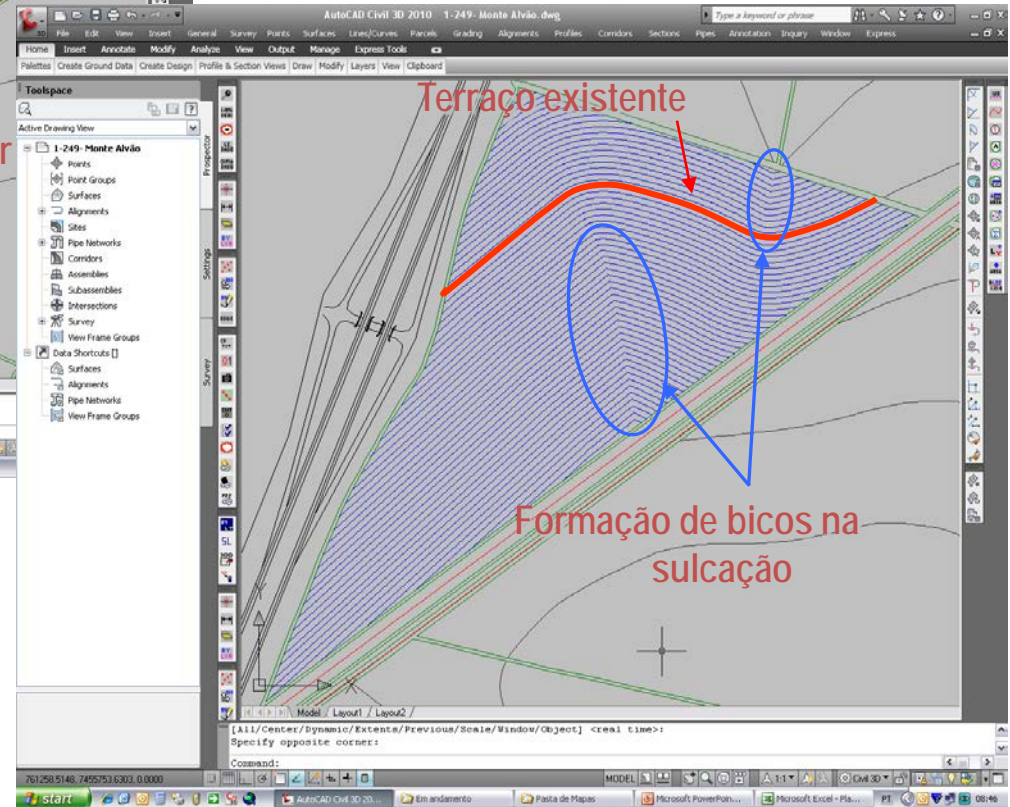


# Estudo 1 – FAZENDA TESTE

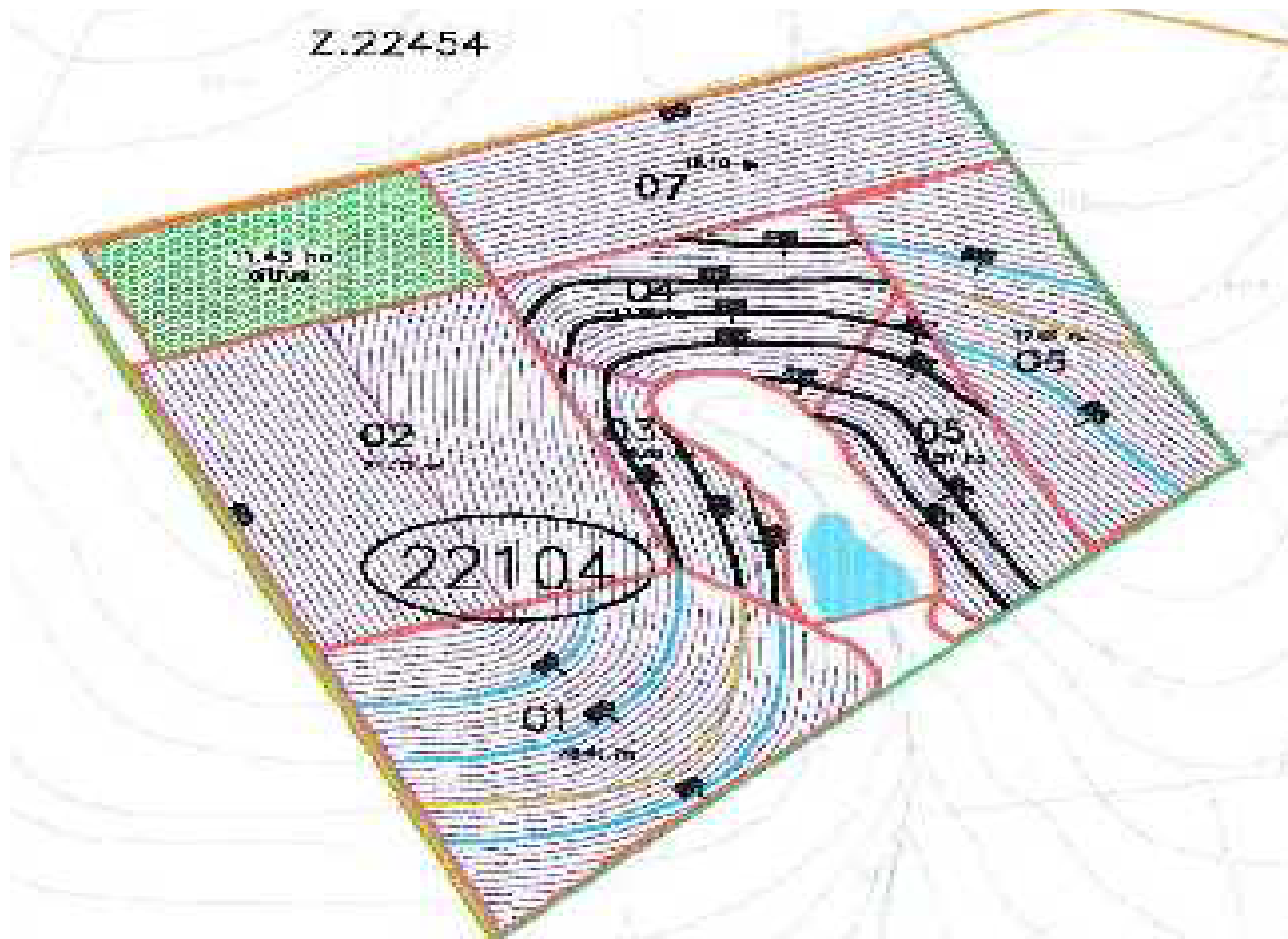
Simulação da sulcação com base no terraço atual



Simulação da sulcação com base na curva de nível projetada



# Adequação de Práticas (Sistema Misto)











# PLANTIO MEIOSI









Novo sistema de colheita  
modifica o sistema de produção





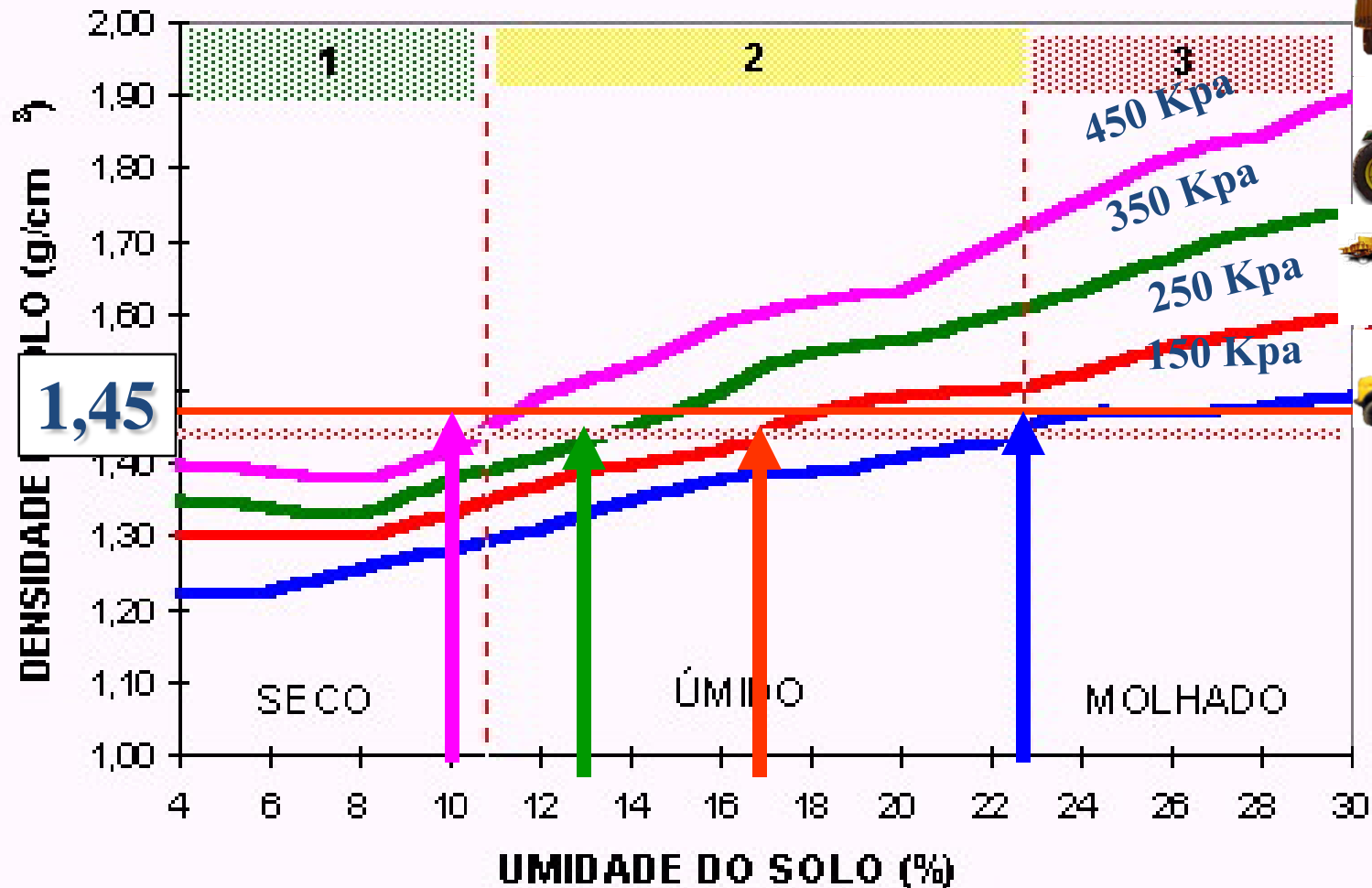






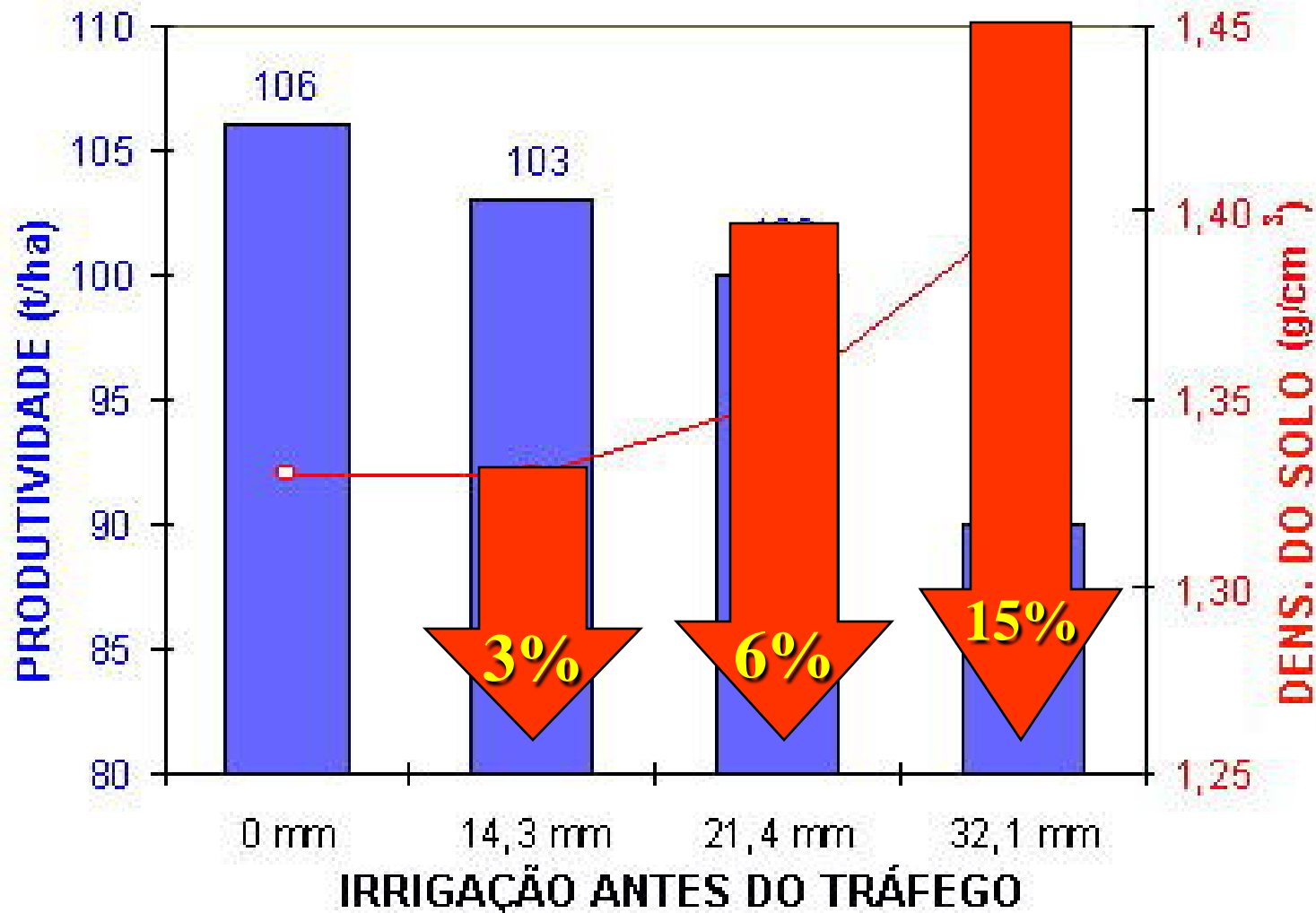
# Efeito da umidade na compactação do solo

Tráfego após 24 horas





# Efeito da umidade na compactação do solo e na produtividade da soqueira

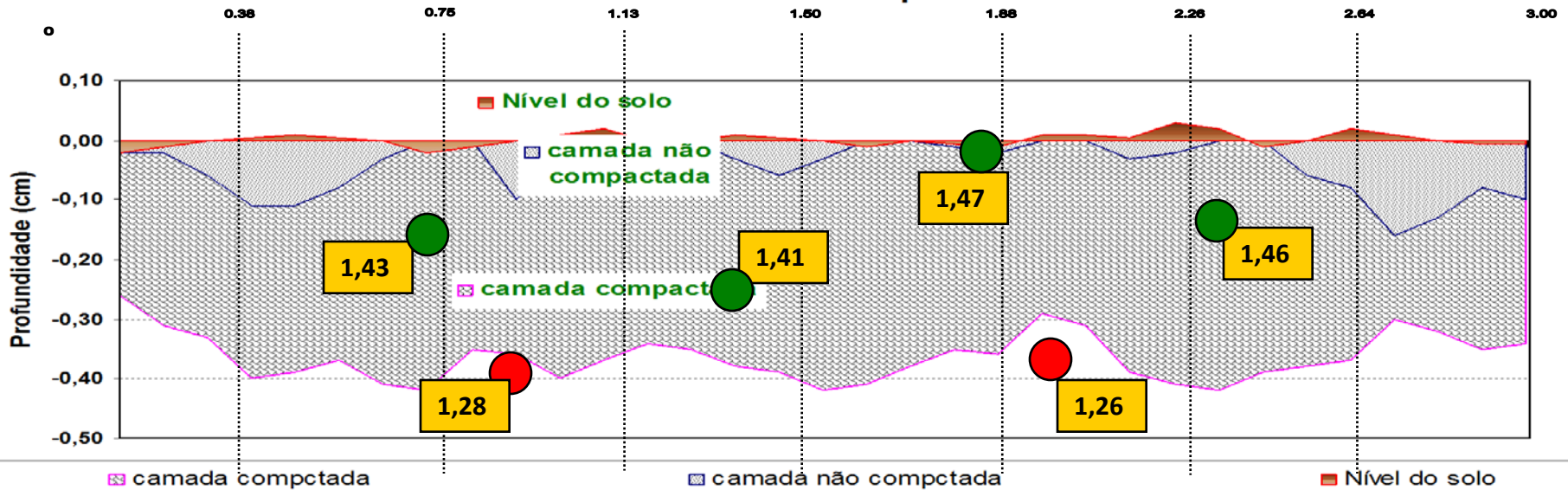


# MEDIDAS DE DIAGNÓSTICO



LVA 6

Perfil do solo - Área Compactada

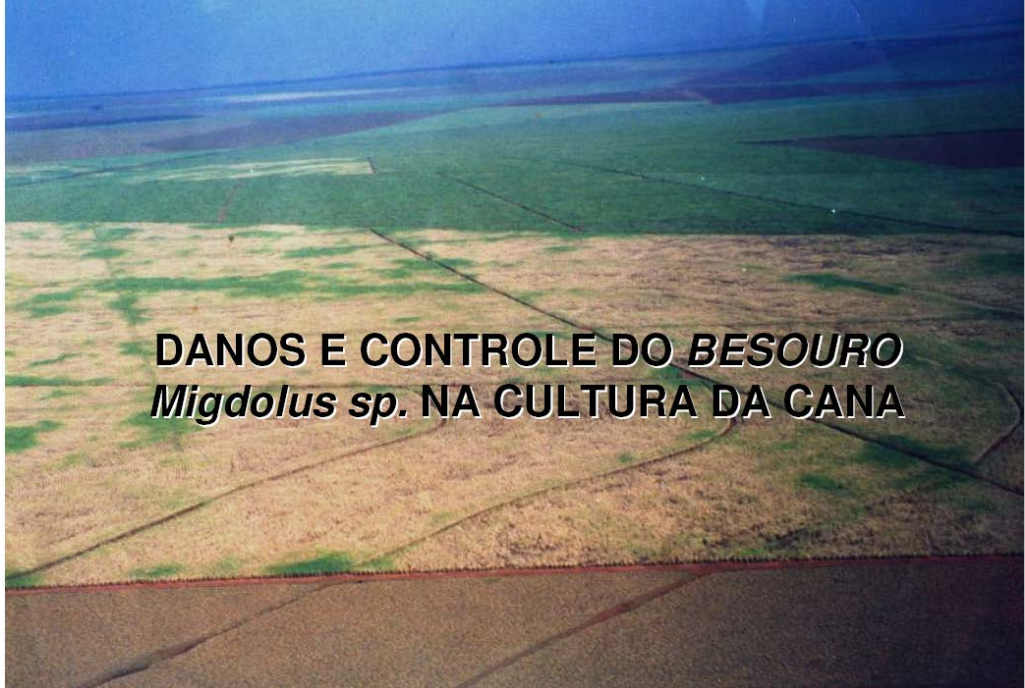




# Leitura de Trincheiras









# Cupins





# Cigarrinha da raiz





# “PREPARO” em Soqueiras



Longevidade  
Produtividade

5ª opção: Pré-preparo













**Calagem e Fosfatagem  
sobre a palha**



**Sem incorporação ???**

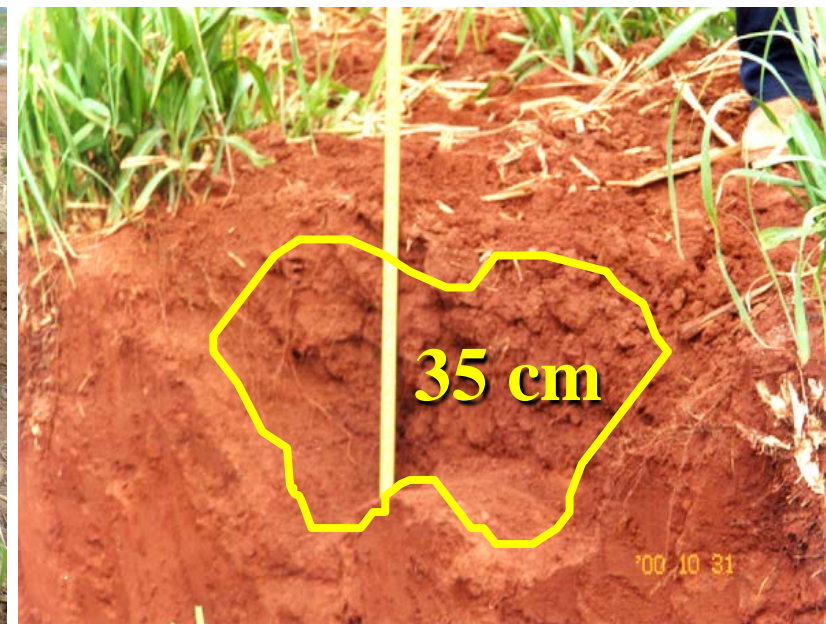






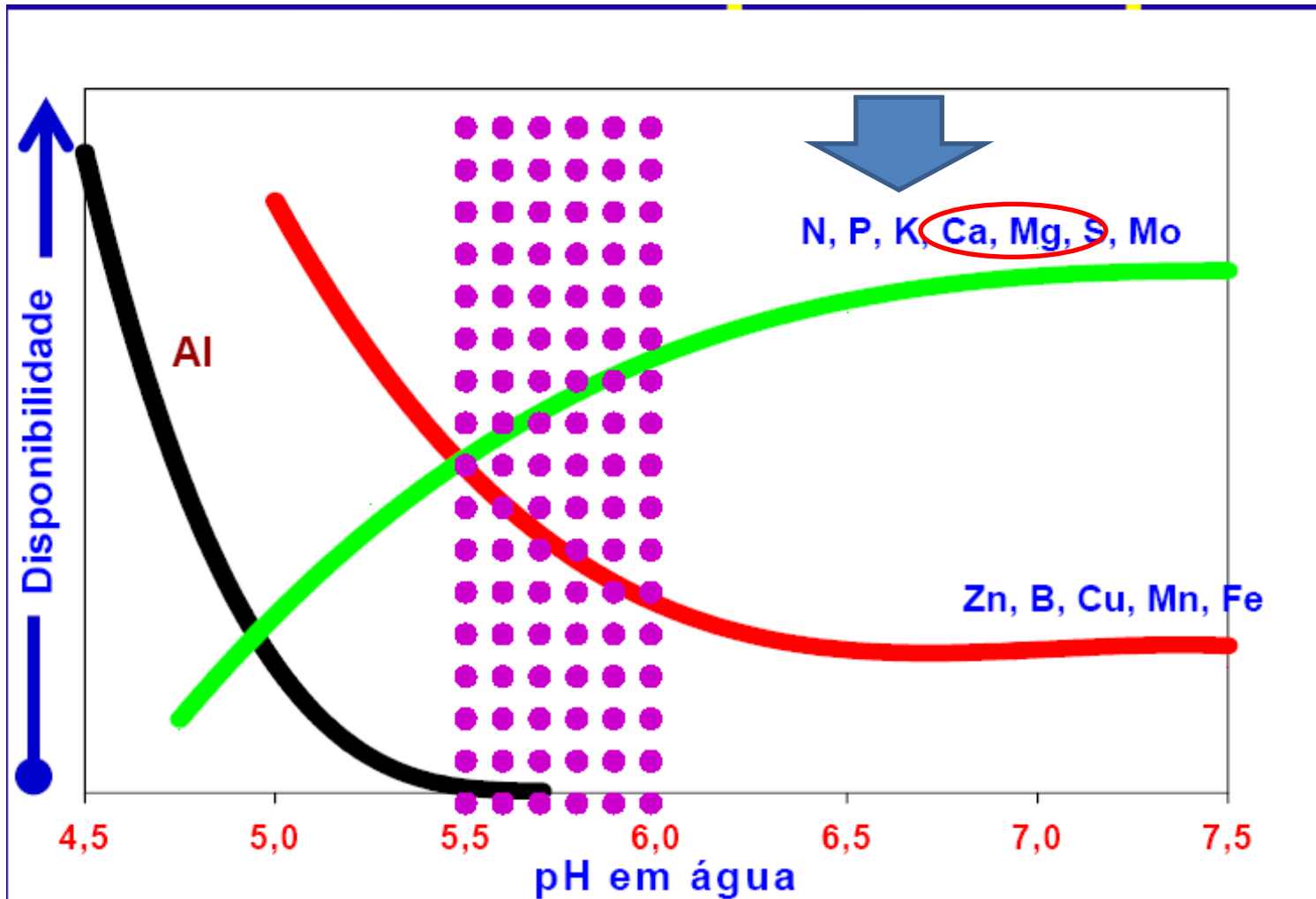








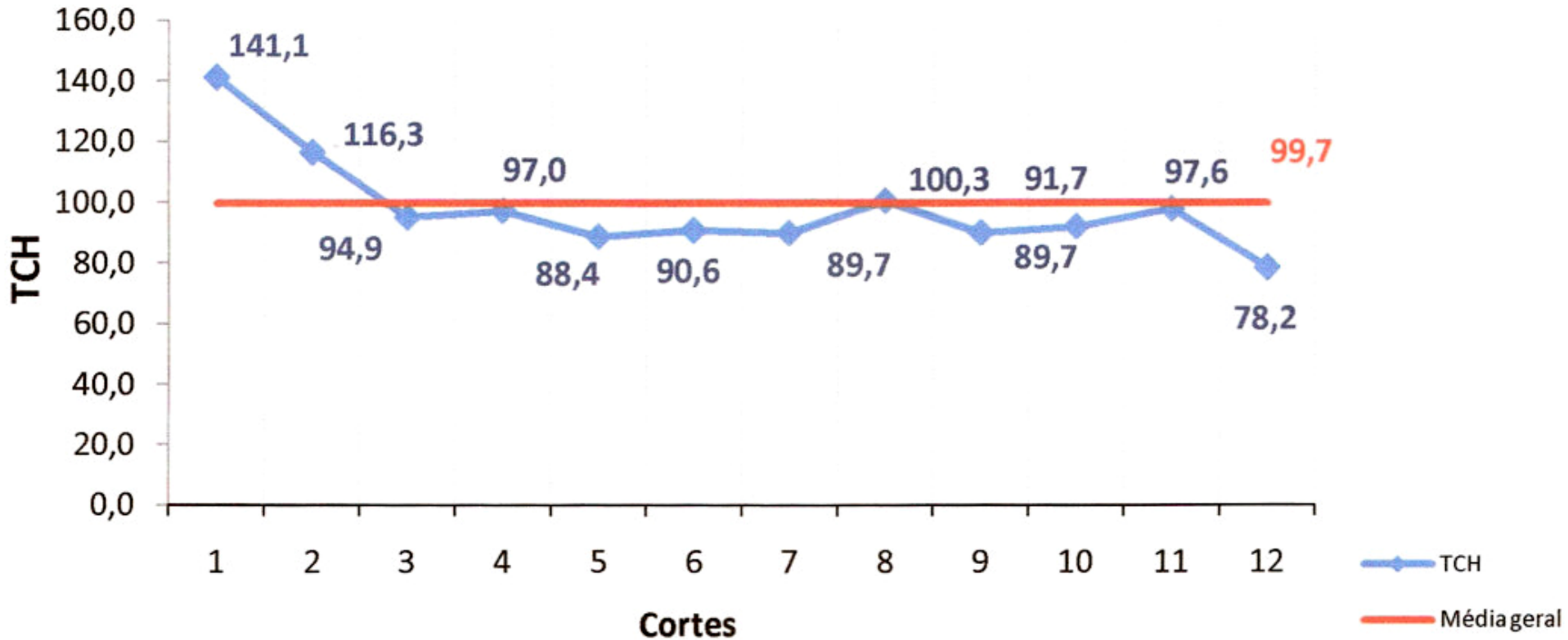
# Variação na disponibilidade dos nutrientes em função do pH da solução do solo





# Produtividade (t/ha) x cortes

## Jaboticabal - Fechamento Safra 09/10



# 1. CALAGEM





# CÁLCULO DA NECESSIDADE DE CALAGEM

## CANA PLANTA

### SATURAÇÃO POR BASES

$$NC = \frac{(70 - V_1) CTC^{(1)} + (70 - V_1) CTC^{(2)}}{10 \text{ PRNT}}$$

NC = t/ha de calcário (0 – 40 cm)

(1) CTC = 0 a 20 cm ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )

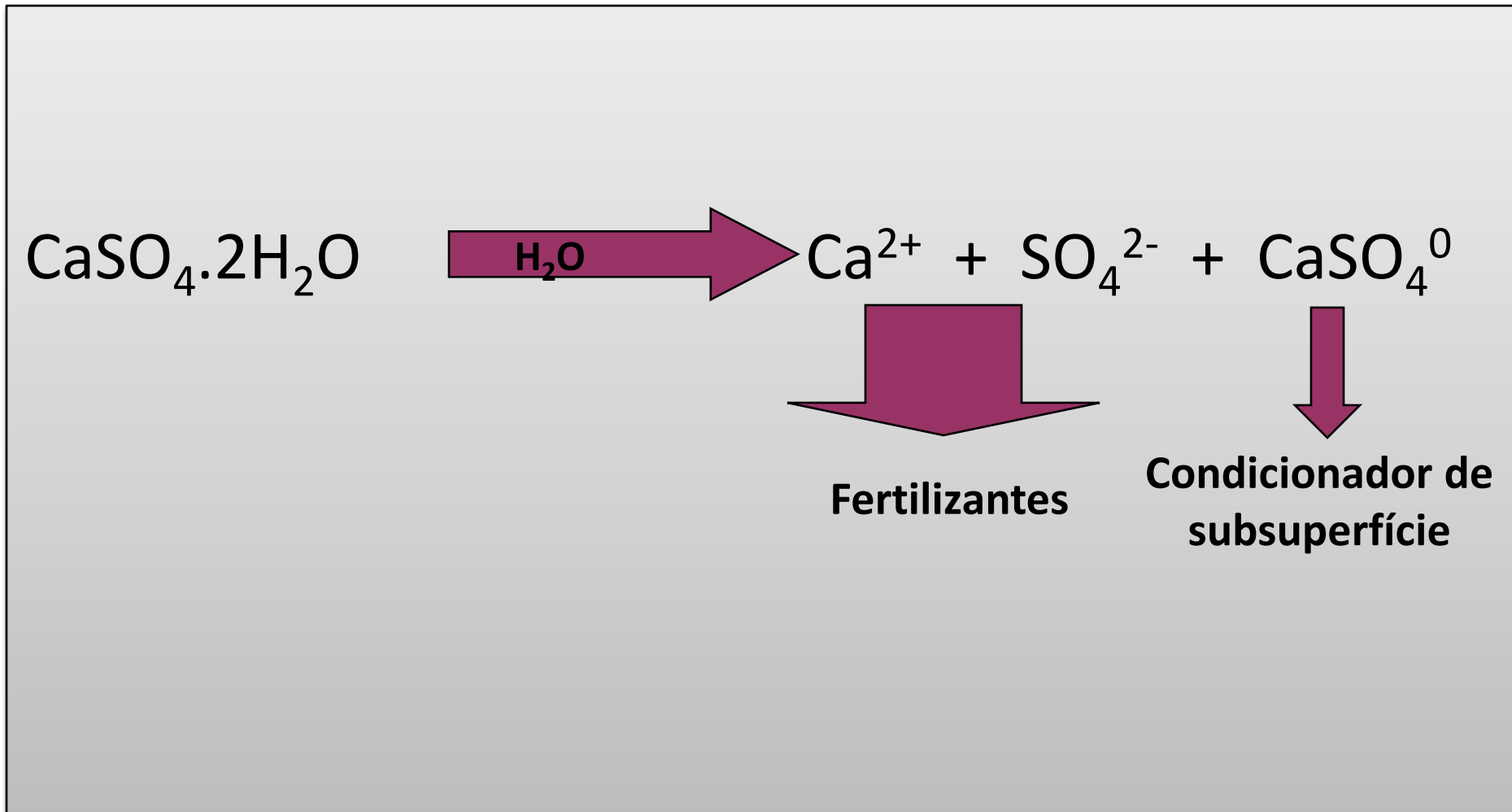
(2) CTC = 20 a 40 cm ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )

## 2. GESSAGEM



# GESO AGRÍCOLA (FOSFOGESSO)

Comportamento do gesso no solo (Dissociação):



# CRITÉRIOS PARA GESSAGEM

CTC mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Saturação por Bases (V%)	
	< 20	20 a 35
≤ 30	1,5	1,0
31 a 50	2,0	1,5
51 a 75	2,5	2,0
> 75	3,0	2,5

- Profundidade de solo a ser considerada: 20 a 40 cm.
- Caso a Saturação por bases for maior que 35%, utilizar o gesso na dose de 1 t/ha quando o teor de enxofre no solo for menor que 8 mg/dm<sup>3</sup> (considerando-se a média das camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm).



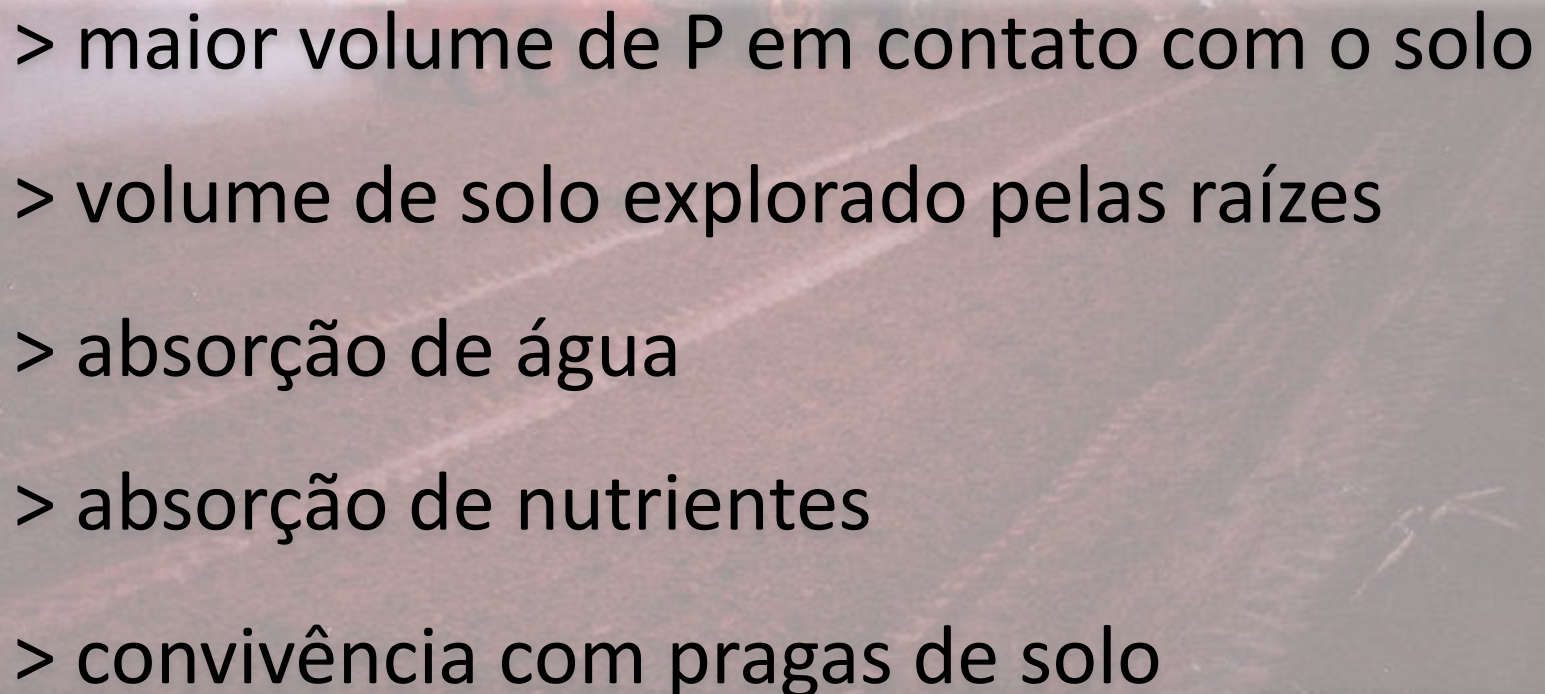
# 3. FOSFATAGEM





# BENEFÍCIOS DA FOSFATAGEM

**Critérios: 120 kg/ha quando o teor de P no solo for menor que 15 mg/dm<sup>3</sup> (média de 0-20 e 20-40 cm)**

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



# RESPOSTA À FOSFATAGEM

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	108	121	134
50					123	134
100	79	115	124	115	124	133
150				98	127	135
200	96	118	126	112	121	131

Fonte: Reis e Cabala-Rosand, 1986

$$\Delta = 25 \text{ t/ha}$$

# ADUBAÇÃO ORGÂNICA

## FORNECEDOR

- Cama de Frango
- Esterco de poedeira
- Esterco de confinamento
- Dejeito de suínos

25 10 2006



# ADUBAÇÃO ORGÂNICA

## Nutrientes fornecidos pela cama de frango

### APLICAÇÃO EM SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇUCAR (kg ha<sup>-1</sup>)

DOSAGEM t/ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S
3,0	79	67	77	185	16	10
3,5	92	78	90	216	18	12
<b>4,0</b>	<b>105</b>	<b>89</b>	<b>103</b>	<b>247</b>	<b>21</b>	<b>14</b>
4,5	119	101	116	278	24	15
5,0	132	112	129	309	26	17

# 6. ADUBAÇÃO DE PLANTIO





# Adubação de plantio

<b>Níveis de K (mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>)</b>	<b>Dose K<sub>2</sub>O</b>
0,0 - 0,7	180
0,8 - 1,5	150
1,6 - 2,2	120
2,3 - 3,0	90
3,0 - 4,0	60
> 4,0	0

# Adubação de plantio

<b>Níveis de P (mg/dm<sup>3</sup>)</b>	<b>Dose P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>
< 25	120
25 - 40	100
> 40	80





# 7.CORREÇÃO E ADUBAÇÃO DE SOQUEIRA

# CALAGEM - CANA SOCA

*Doses de Calcário em soqueiras recomendadas em função da CTC, níveis de Cálcio e/ou Magnésio e Saturação por bases no solo.*

CTC	Ca	Mg	Ca+Mg	V%	Calagem (t/ha)
----- mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----					
	≥ 10	≥ 5	-	≥ 50	0
≤ 30	< 10	< 5	-	30 a 49	1,0
	-	-	< 8	< 30	1,5
31 a 50	≥ 15	≥ 5	-	≥ 50	0
	8 a 14	3 a 5	-	30 a 49	1,5
	-	-	< 8	< 30	2,0
51 a 75	≥ 20	≥ 6	-	≥ 45	0
	14 a 19	3 a 5	-	30 a 44	2,0
	-	-	< 17	< 30	2,5
> 75	≥ 27	≥ 7	-	≥ 40	0
	17 a 26	4 a 6	-	25 a 39	2,5
	-	-	< 21	< 25	3,0

Obs.: Profundidade de solo a ser considerada: 0 a 20 cm;



# CRITÉRIOS PARA GESSAGEM

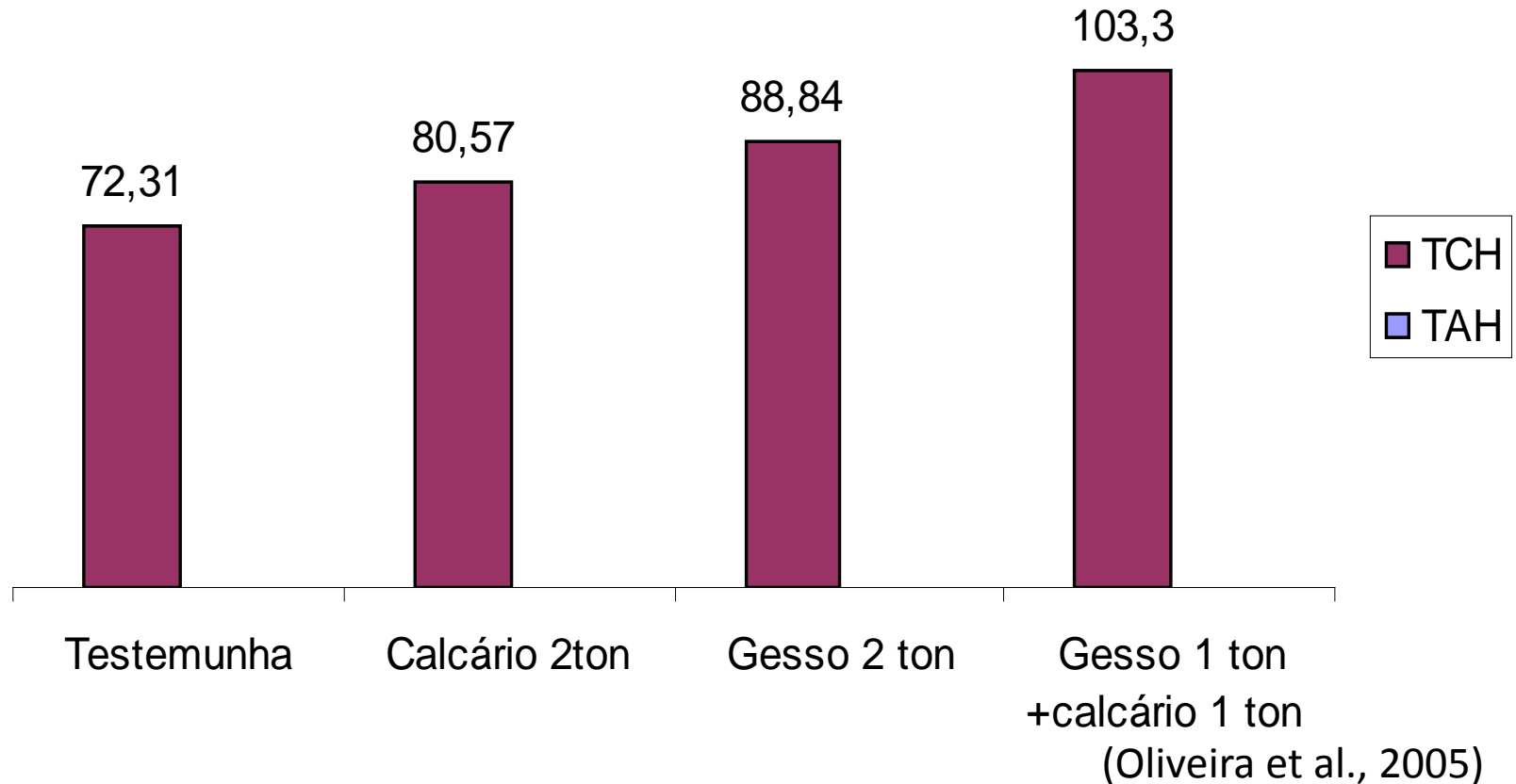
CTC mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Saturação por Bases (V%)	
	< 20	20 a 35
≤ 30	1,5	1,0
31 a 50	2,0	1,5
51 a 75	2,5	2,0
> 75	3,0	2,5

- Profundidade de solo a ser considerada: 20 a 40 cm.
- Caso a Saturação por bases for maior que 35%, utilizar o gesso na dose de 1 t/ha quando o teor de enxofre no solo for menor que 8 mg/dm<sup>3</sup> (considerando-se a média das camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm).

# RESPOSTA AO GESSO

Efeito Residual, Produção (TCH) na 1ª soca

## Colheita 2 - Trapiche





# Cana soca: manutenção da produtividade

a) CALAGEM: reaplicar após 2º e 4º corte quando

V% < 50 (máximo 3 t/ha)

b) GESSAGEM: reaplicar após 2º e 4º corte como fonte de S quando < 15 mg/dm<sup>3</sup> S  
na subsuperfície

c) FÓSFORO: resposta em solos corrigidos (V% > 50%)

# ADUBAÇÃO NITROGENADA

Produtividade (t/ha)	Tipo de Colheita	
	Crua Mecanizada	Queimada ou com Palha Enleirada
> 100	140	110
80 – 100	115	90
60 – 79	95	75
< 60	75	60



# Fertilização com uréia - Volatilização

$\text{NH}_3$  SOLO

Aplicação Superficial

Até 60%



Necessário incorporação – dificuldade pela palha



# ADUBAÇÃO POTÁSSICA

* Níveis de K (mmol/dm <sup>3</sup> )	Produtividade Esperada (t/ha)							
	> 100		100 - 80		79 - 60		< 60	
	Crua	Queimada	Crua	Queimada	Crua	Queimada	Crua	Queimada
0,0 - 0,7	120	180	90	150	60	120	45	90
0,8 - 1,5	90	150	60	120	60	90	45	60
1,6 - 2,2	45	105	45	90	0	60	0	0
2,3 - 3,0	0	60	0	60	0	0	0	0
> 3,0	0	0	0	0	0	0	0	0

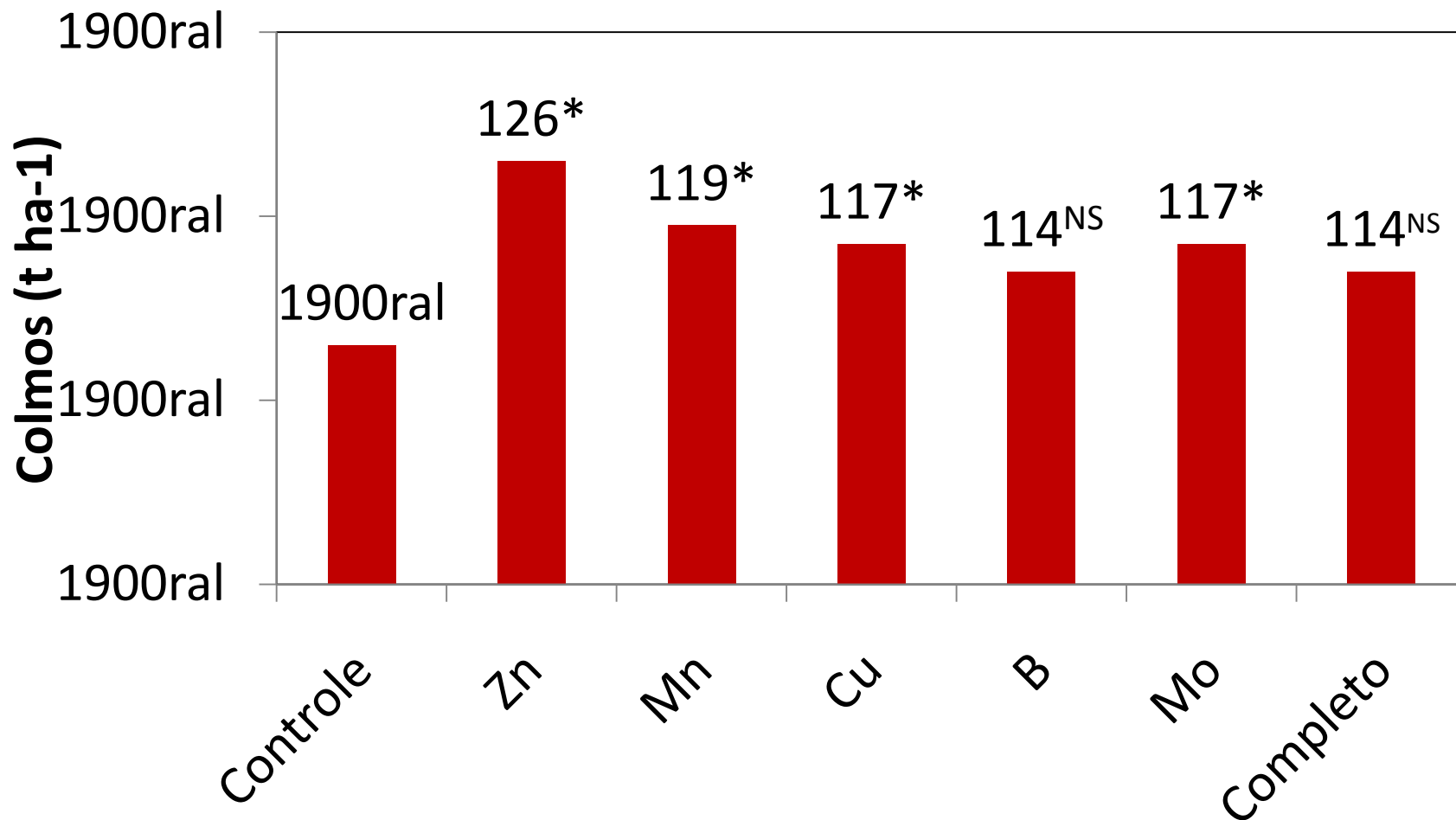
\* Média dos valores obtidos para as camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm



# Micronutrientes

# Resposta a micronutrientes

Média de 8 locais do Estado de São Paulo





# Micronutrientes na cobertura



# CONCLUSÃO: RECOMENDAÇÃO DE CORREÇÃO E ADUBAÇÃO

