

**SECRETARIA DE AGRICULTURA
E ABASTECIMENTO**



Manejo dos Solos e dos Ambientes de Produção para Alta Produtividade

André Cesar Vitti

APTA Regional - Pólo Centro Sul

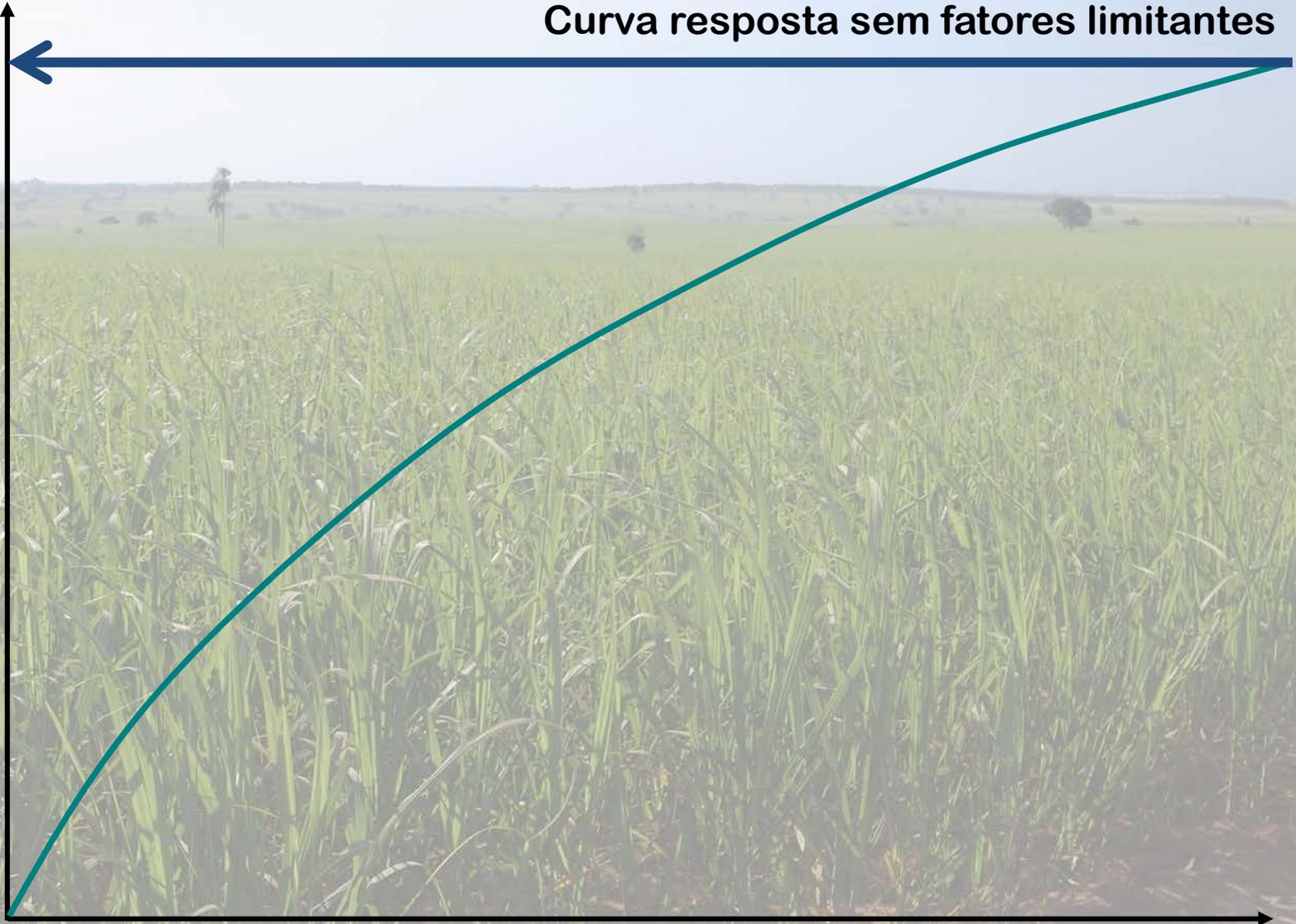
**PROJETO AMBICANA - APTA/IAC
IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL STAB SUL
26 e 27/02/2019**

Fatores de Produtividade

Curva resposta sem fatores limitantes

AUMENTO DA PRODUTIVIDADE

AUMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO



Fatores de Produtividade

Curva resposta sem fatores limitantes

AUMENTO DA PRODUTIVIDADE

VARIEDADES

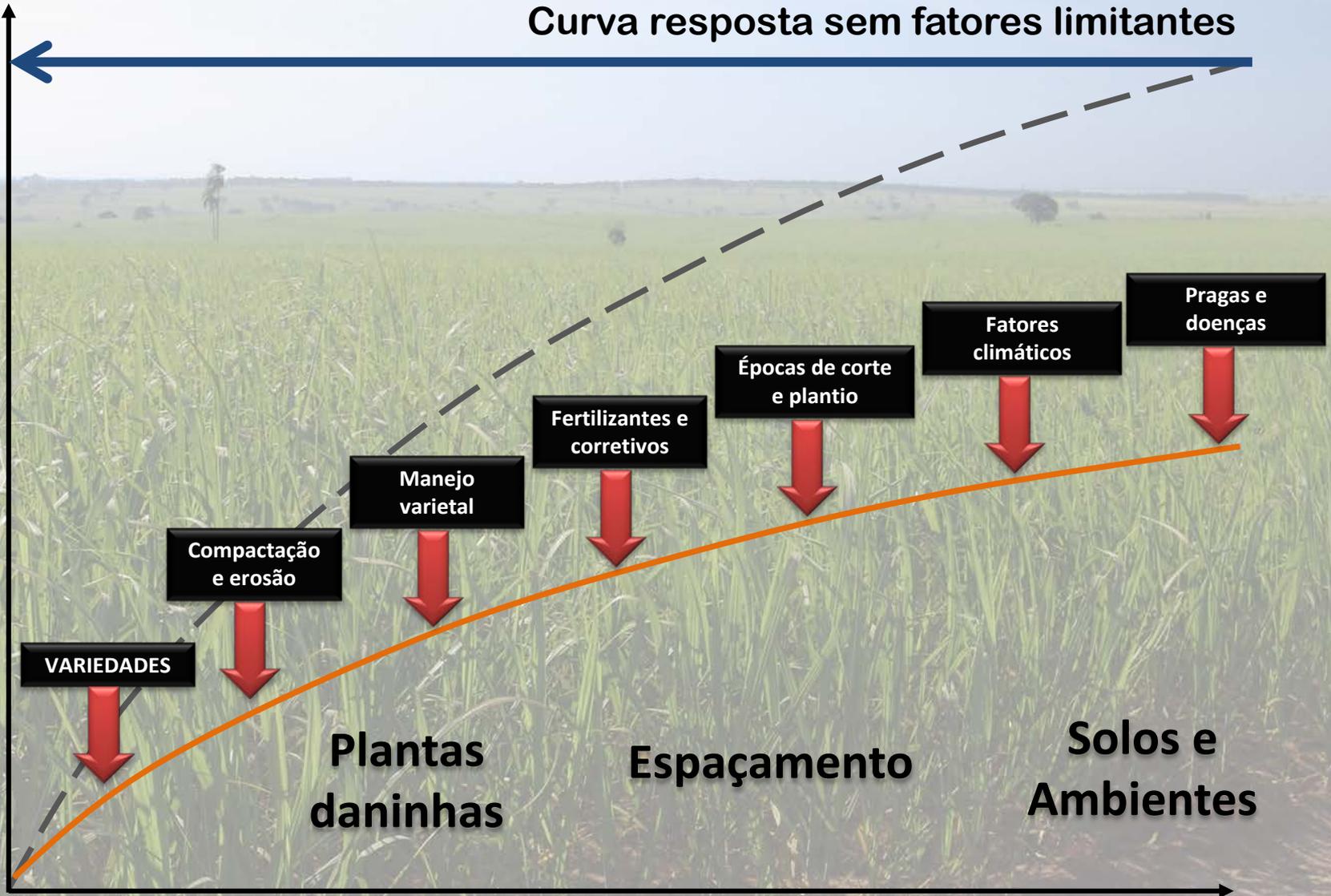


AUMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO

Fatores de Produtividade

Curva resposta sem fatores limitantes

AUMENTO DA PRODUTIVIDADE



AUMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO

Fatores de Produtividade

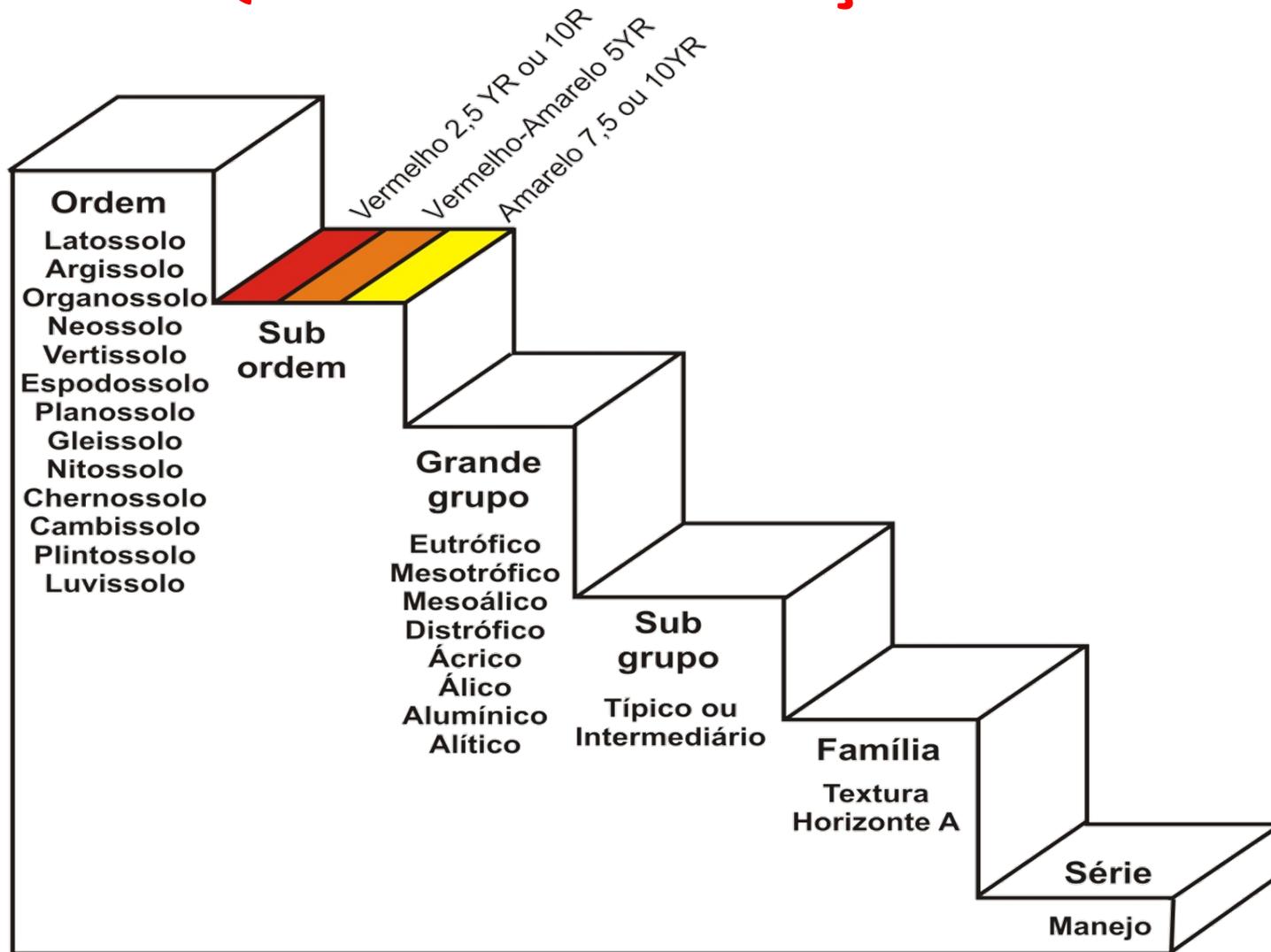
Curva resposta sem fatores limitantes

Curva resposta com fatores limitantes

AUMENTO DA PRODUTIVIDADE

AUMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO

HIERARQUIA DA CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS



COMPONENTES DOS AMBIENTES DE PRODUÇÃO

**AGUA
(CAD / ET)**

**TEXTURA
MORFOLOGIA**

FERTILIDADE

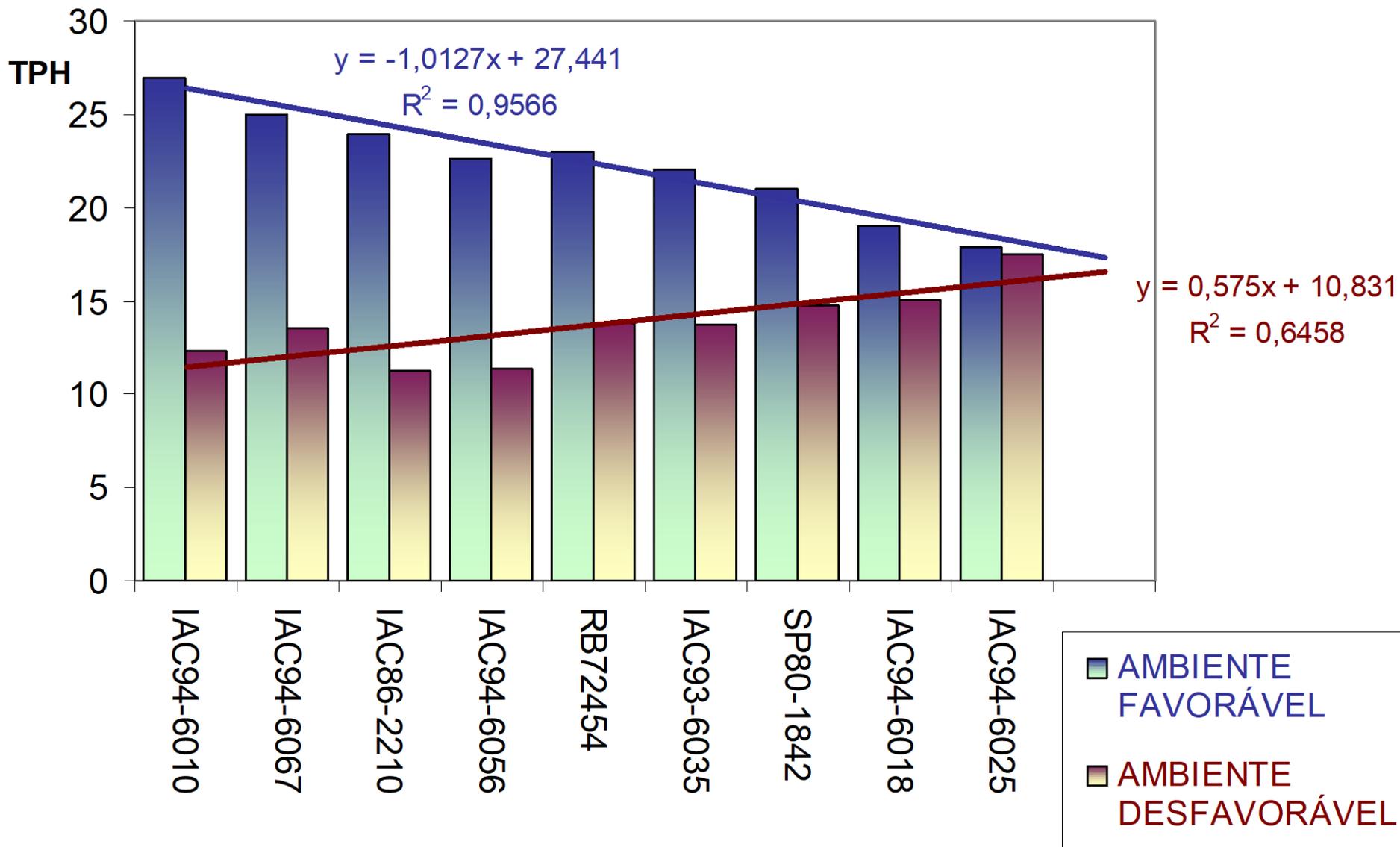
PROFUNDIDADE



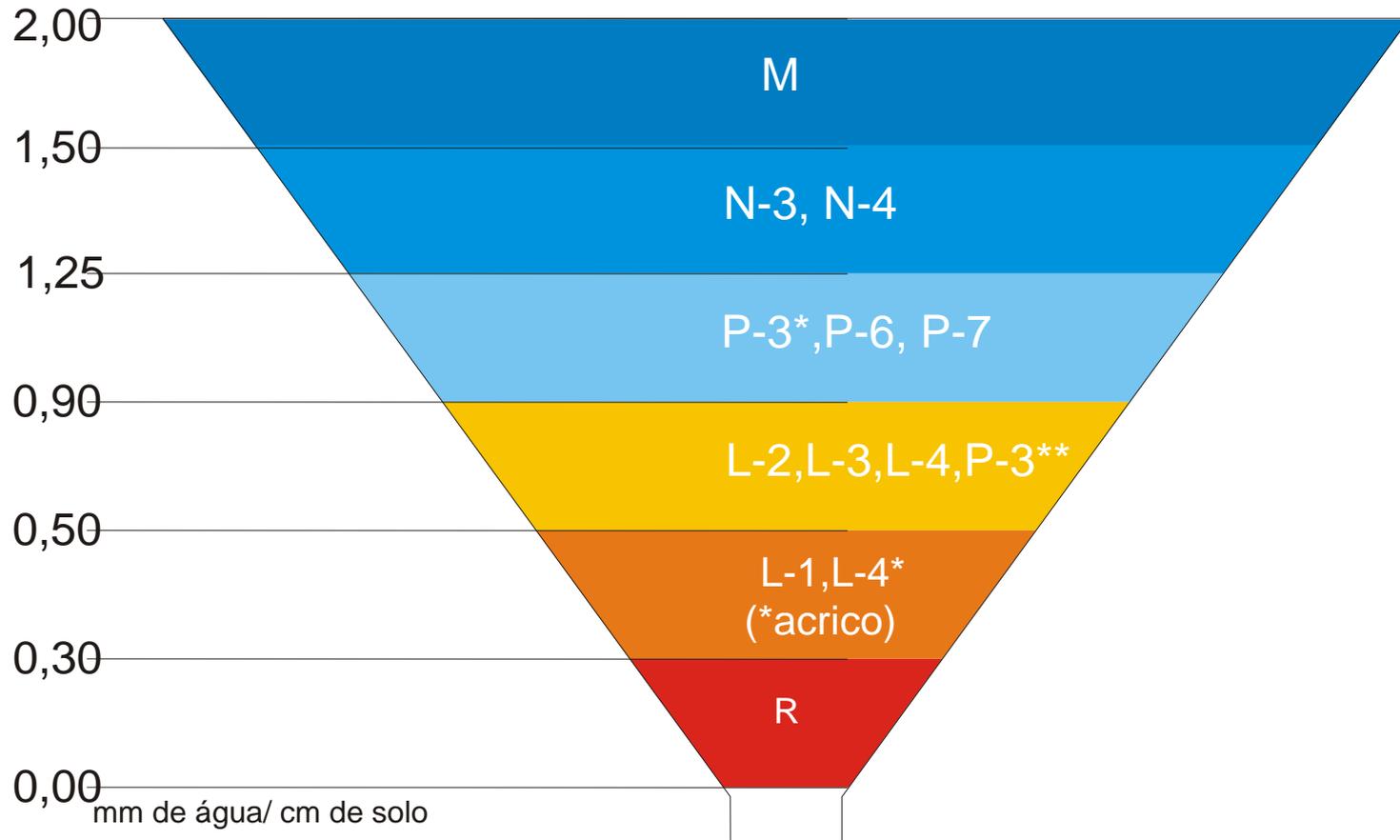
IMPORTANCIA EM CONHECER OS SOLOS E OS AMBIENTES DE PRODUÇÃO

- 1- Definir Épocas e os tipos de preparo do solo;
- 2- Definir Épocas de plantio e corte;
- 3- Alocação varietal;
- 4- Definir áreas de arrendamento e valores (potencial produtivo);
- 5- Manejar a fertilidade do solo pelo potencial produtivo;
- 6- Frequência de épocas de amostragem e correção do solo;
- 7- Entre outros...tipos de rotação, conservação do solo...

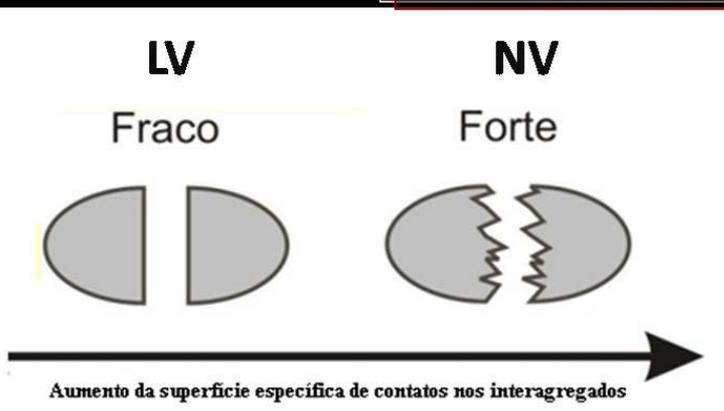
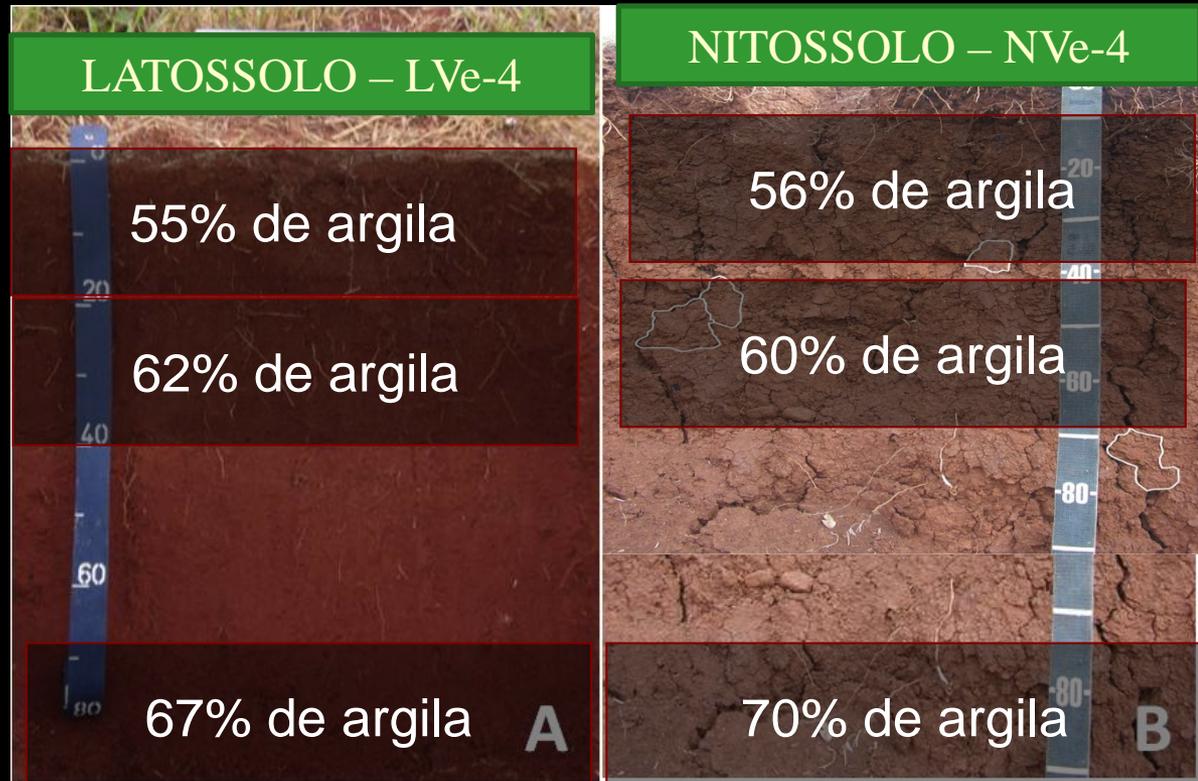
TPH ambiente favorável X TPH ambiente desfavorável



SOLOS COM MAIOR OU MENOR CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL

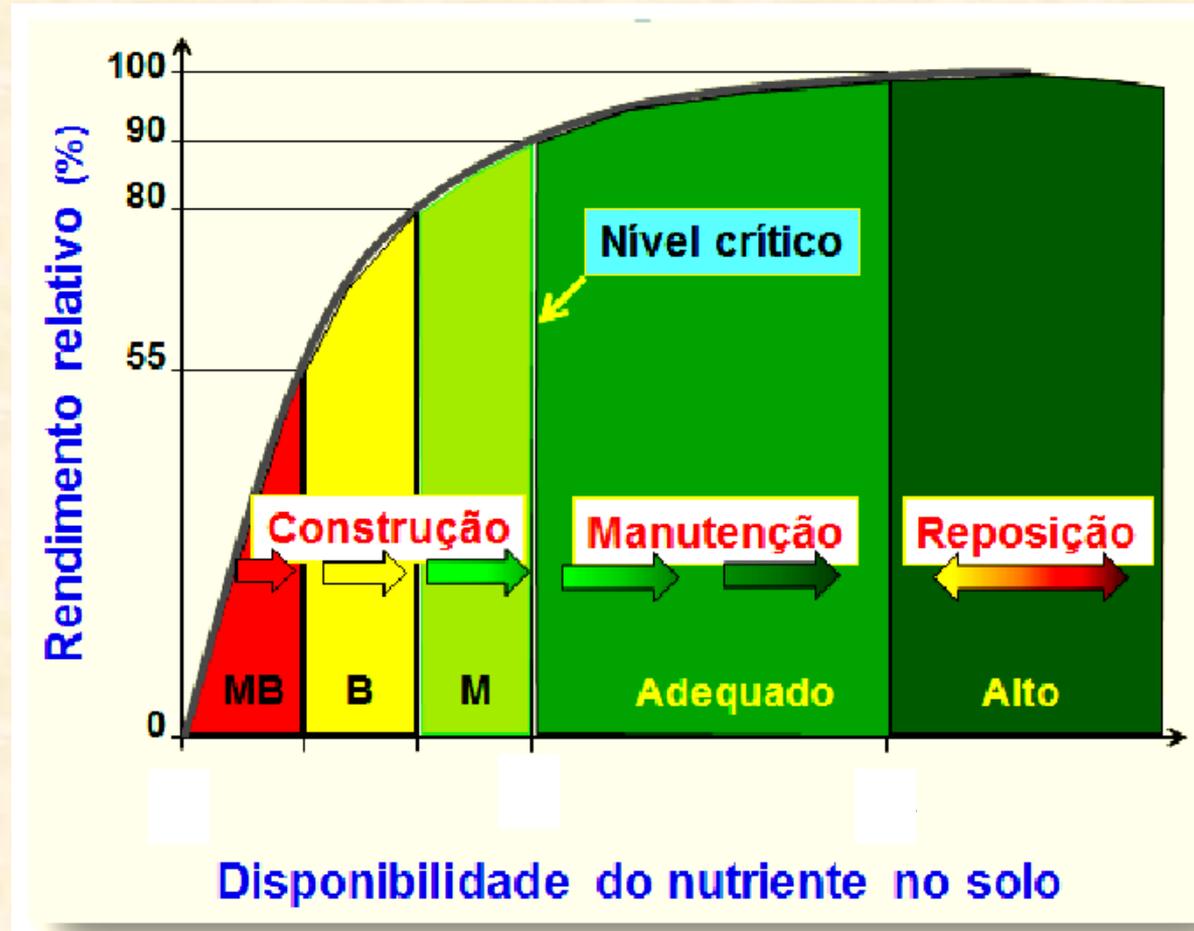


Ambiente de produção influenciando na produtividade

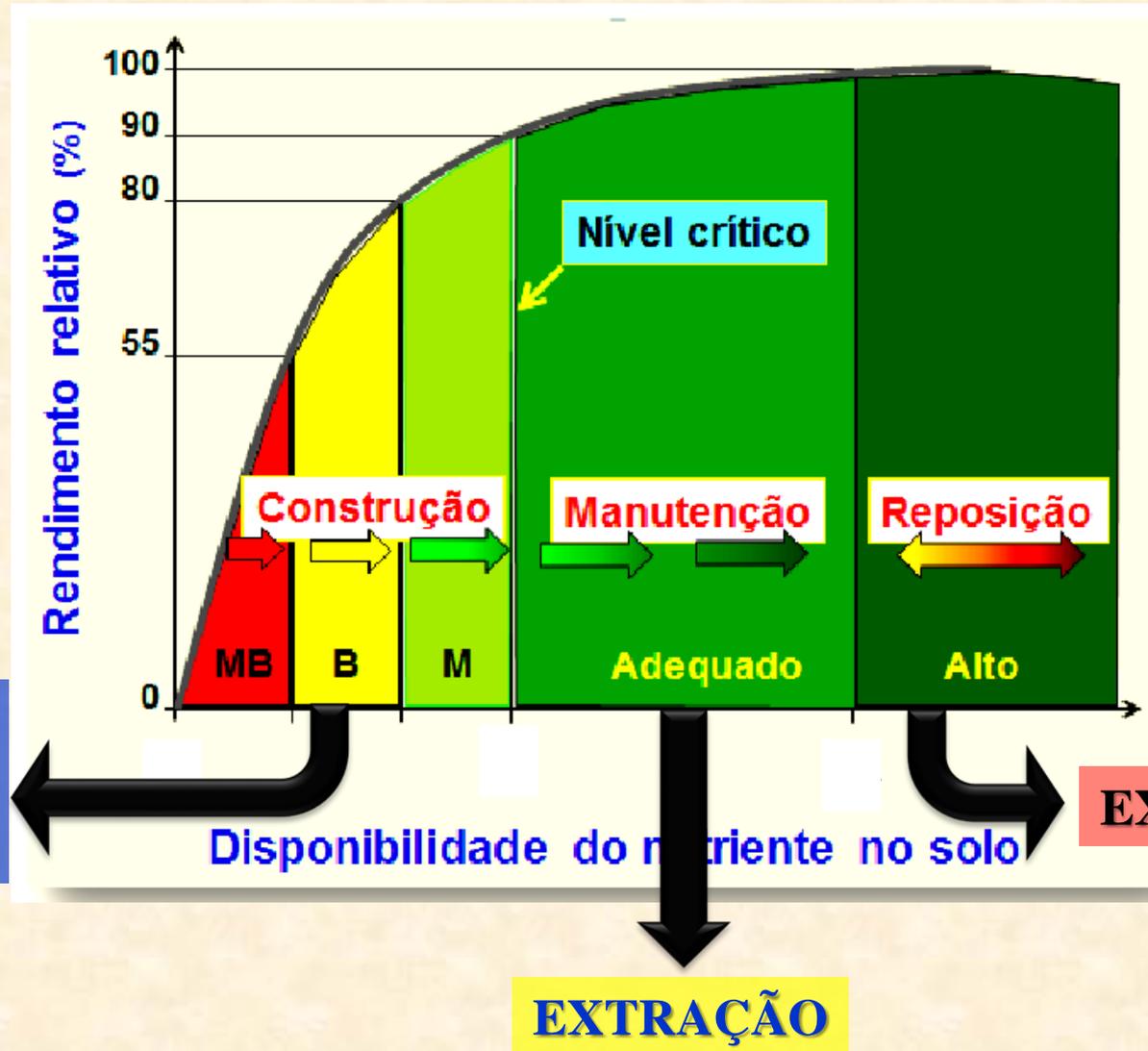


Solos	LVe-4	NVe-4
Produtividade (t/ha)	137	152
CAD (litros/m ³)	75	140
AD (dias) - 5mm/dia	15	28

PRODUTIVIDADE EM FUNÇÃO DOS NUTRIENTES DISPONÍVEIS NO SOLO



PRODUTIVIDADE EM FUNÇÃO DOS NUTRIENTES DISPONÍVEIS NO SOLO



Acumulo de nutrientes na parte aérea em função da produtividade de colmos

Cultivares	Colmo (t/ha)	N	K	P	Ca	Mg	S
SP80-1842	119	189	112	14	96	71	48
SP80-3280	139	169	188	12	120	83	58
IAC87-3396	142	178	179	26	138	109	52
RB867515	126	190	177	15	105	86	50
RB855453	128	193	175	22	112	96	55
SP81-3250	137	172	167	34	136	90	47
IAC92-1099	132	172	188	24	116	90	45
IAC93-3046	139	163	136	20	119	80	58
Média	133	178	165	21	118	88	52

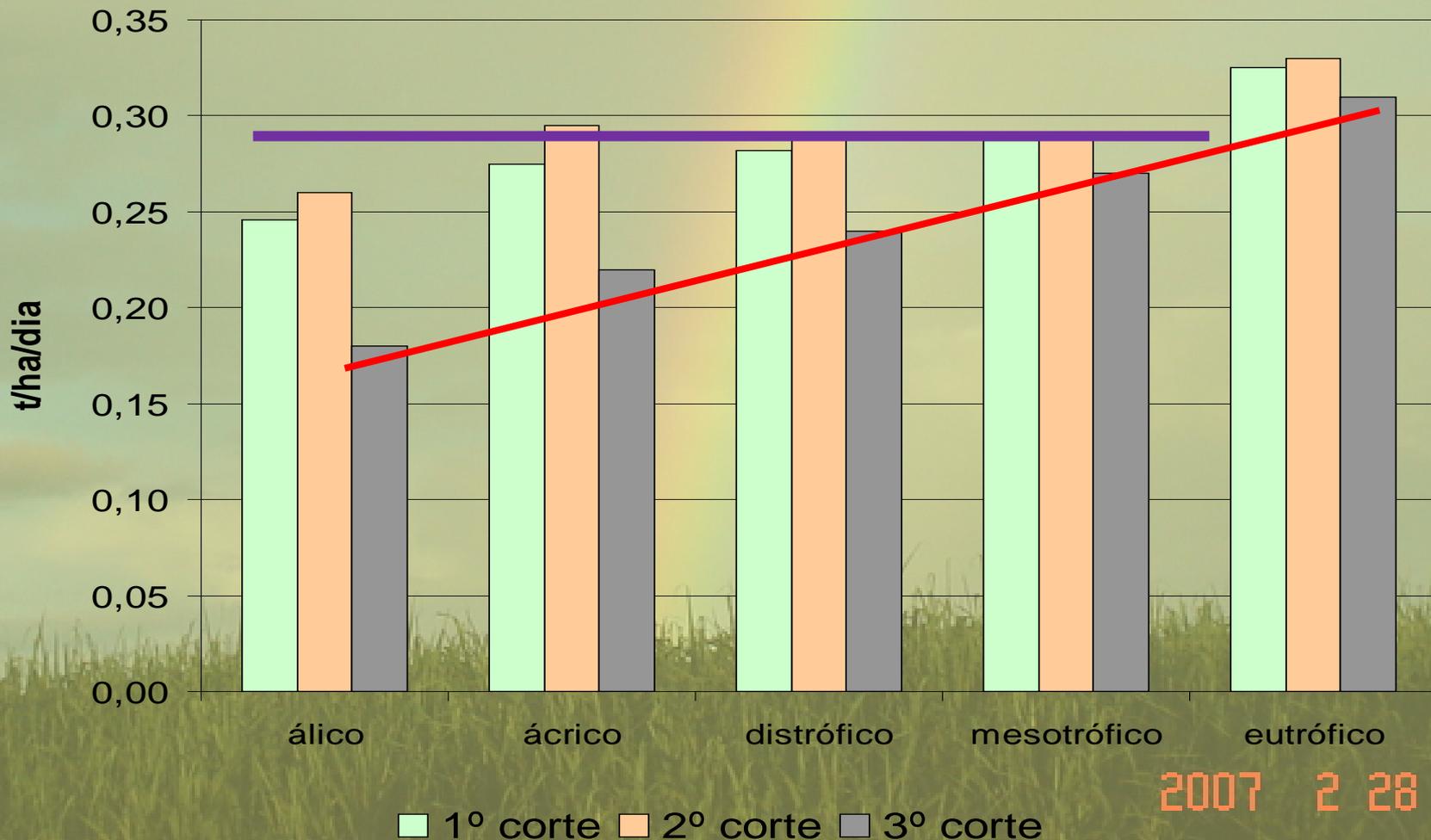
Ca **CaCO₃** **295**

Mg **MgCO₃** **308**

Níveis de nutrientes em função da química dos solos: Morro Agudo

Nutrientes	EUTRÓF.	DISTRÓF.	ÁCRICO
	0-20 CM		
Ca (mmol _c dm ⁻³)	43	32	26
Mg (mmol _c dm ⁻³)	13	9	7
V%	66	61	52
CTC (mmol _c dm ⁻³)	90	67	63
Nutrientes	EUTRÓF.	DISTRÓF.	ÁCRICO
	20-40 CM		
Ca (mmol _c dm ⁻³)	31	15	13
Mg (mmol _c dm ⁻³)	10	5	4
V%	63	43	37
CTC (mmol _c dm ⁻³)	67	44	44
Nutrientes	EUTRÓF.	DISTRÓF.	ÁCRICO
	80-100 CM		
Ca (mmol _c dm ⁻³)	22	7	4
Mg (mmol _c dm ⁻³)	7	3	2
V%	61	33	22
CTC (mmol _c dm ⁻³)	49	31	29

PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR AO LONGO DOS CORTES- LANDELL et al (2003)



VERTISSOLO: ELEVADA FERTILIDADE



V: 93%
SB: 43,0 cmol/kg
CTC: 46.0 cmol/kg
Ca: 35,0 cmol/kg
Mg: 7,5 cmol/kg

V:95%
SB: 23,0 cmol/kg
CTC: 25,0 cmol/kg
Ca: 17,0 cmol/kg
Mg: 5,0 cmol/kg
K: 0,17 cmol/kg



Fonte: Adaptado de H.PRADO - AMBICANA(2011)

VERTISSOLO: Constatação AMBICANA

- SOLO DE ELEVADA FERTILIDADE
- AMBIENTE **E2** EM JUAZEIRO
- (BA): (0t/ha)
- **AMBIENTE E2 NO MÉXICO (55t/ha).**

- **CONCLUSÃO: TCH5 DO VERTISSOLO NO MÉXICO; JUAZEIRO E BAHIA SIMILAR TCH5 DO NEOSSOLO QUARTZARÊNICO DE SÃO PAULO!**

**CANA AOS 4 MESES NO VERTISSOLO DO MÉXICO:
SOLO DE ELEVADA FERTILIDADE ONDE CHOVE
3.000 mm/ano: TCH5:55t/ha-E2**

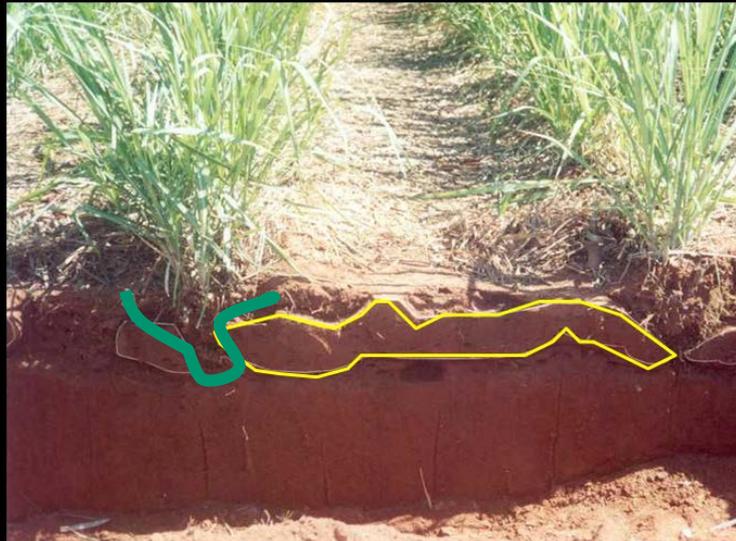


FENDAS DE 0,5M DE PROFUNDIDADE

Compactação X Nutrição

Relacionada ao espaçamento/tráfego/solo/umidade/aeração

DIAGNÓSTICO DE COMPACTAÇÃO

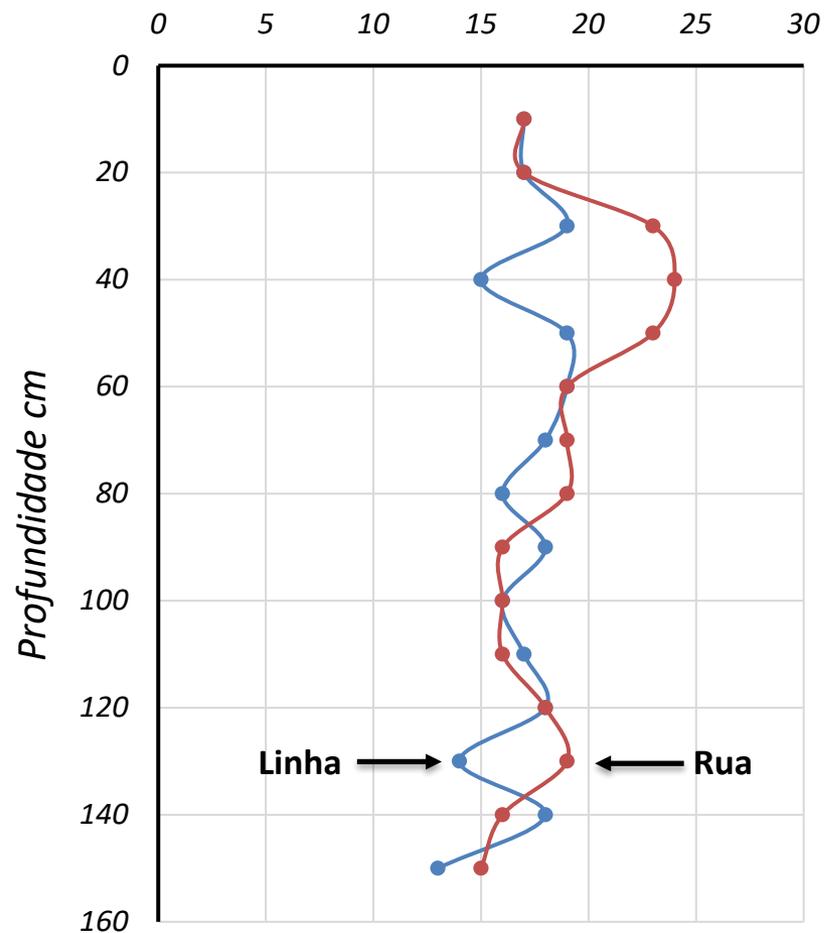


Fotos: Vitti & Prado (2013)

Controle de Tráfego na Lavoura



RSPR Kg cm⁻²





(a)

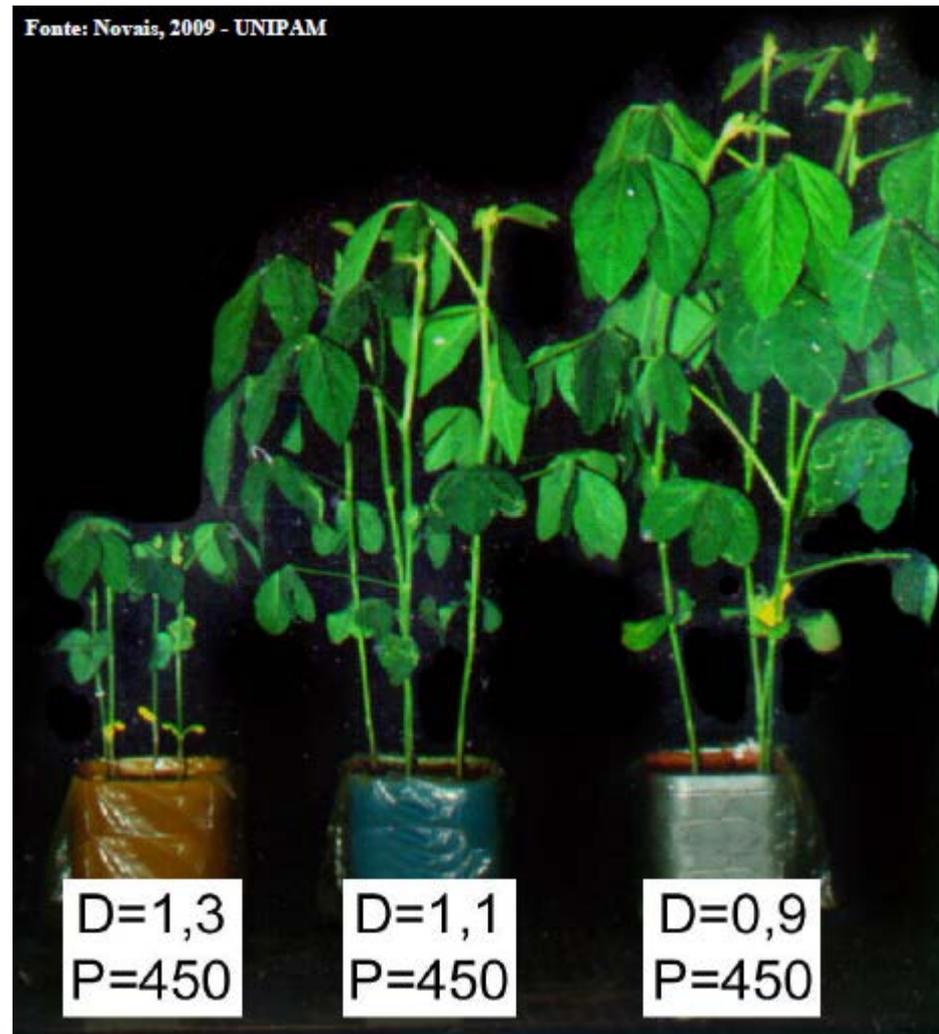
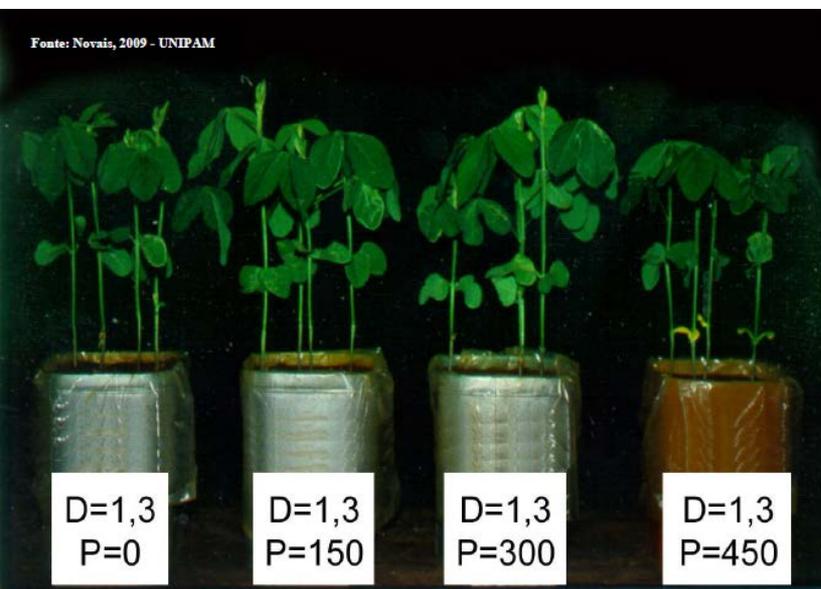
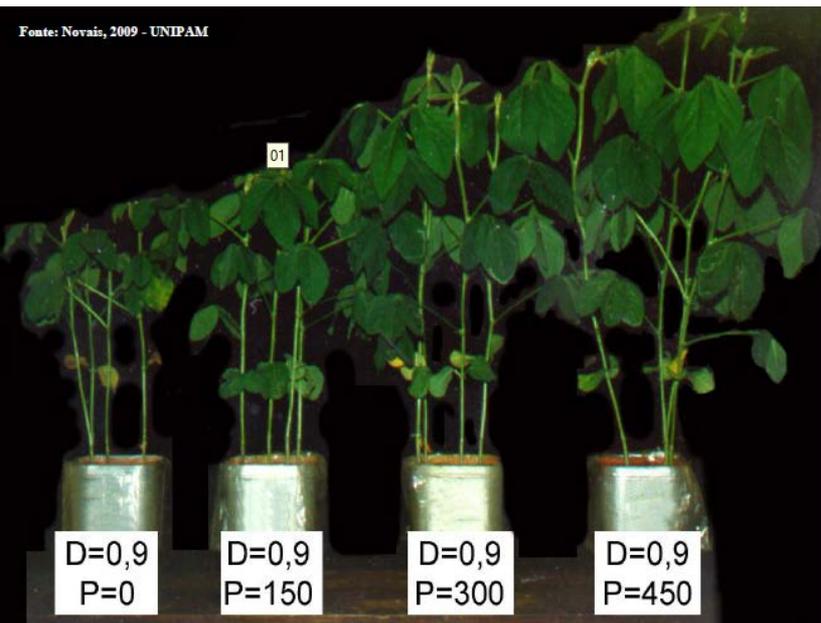
(a) linha de cana
Lima, 2016



(b)

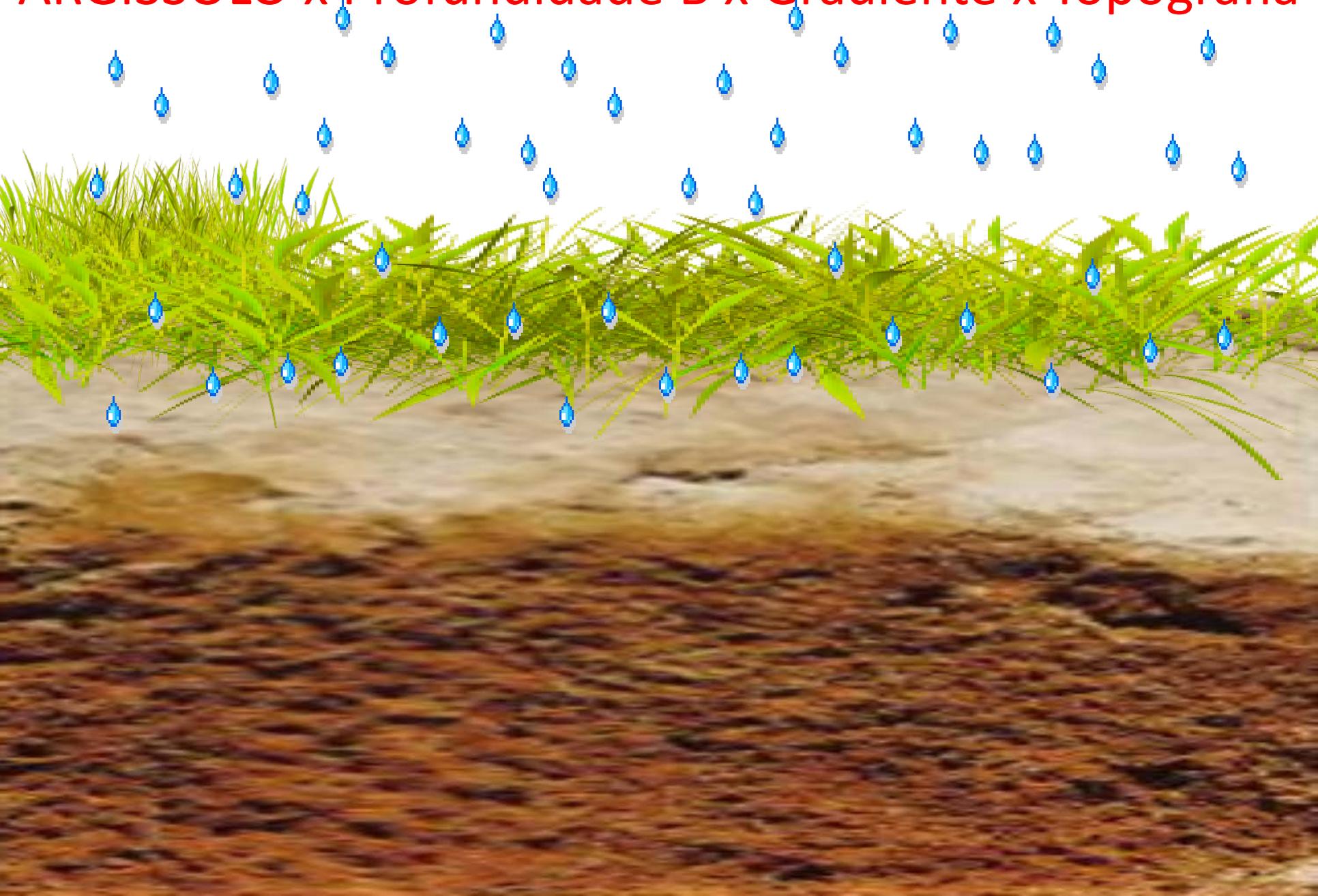
(b) região do tráfego –
agregados compactados

Camada cm	Argila %	Silte %	Areia %	DS g/cm ³	↑	CAD mm	↓
0-20	55	13	32	1,24		16,2	
20-40	57	14	28	1,28		14,3	
40-60	70	6	25	1,19		19,6	
80-100	65	9	26	1,09		24,0	
				TOTAL		74,1	

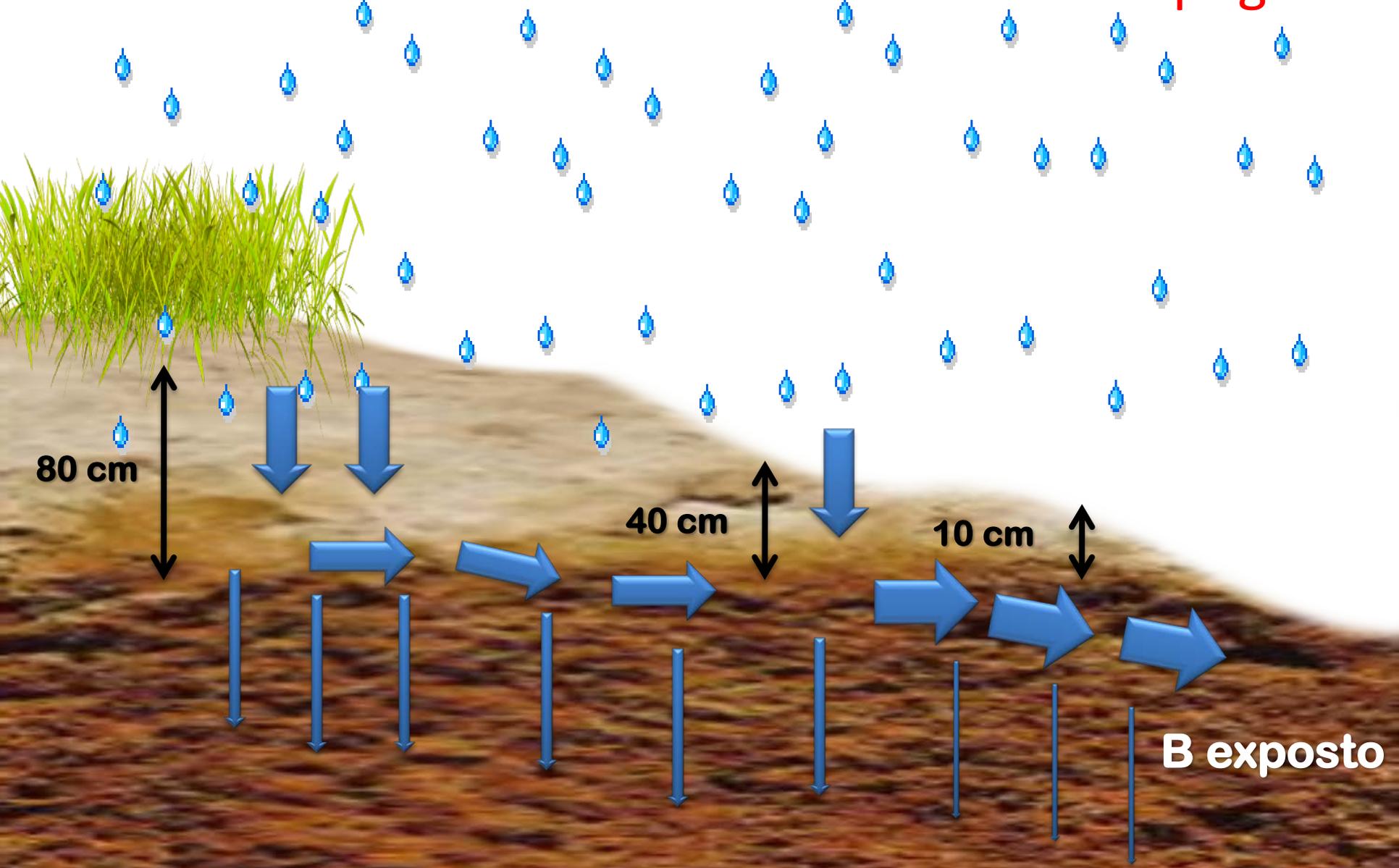


SOLOS E OS AMBIENTES DE PRODUÇÃO
INFLUENCIANDO AS ÉPOCAS DE
PREPARO/CONSERVAÇÃO DO SOLO

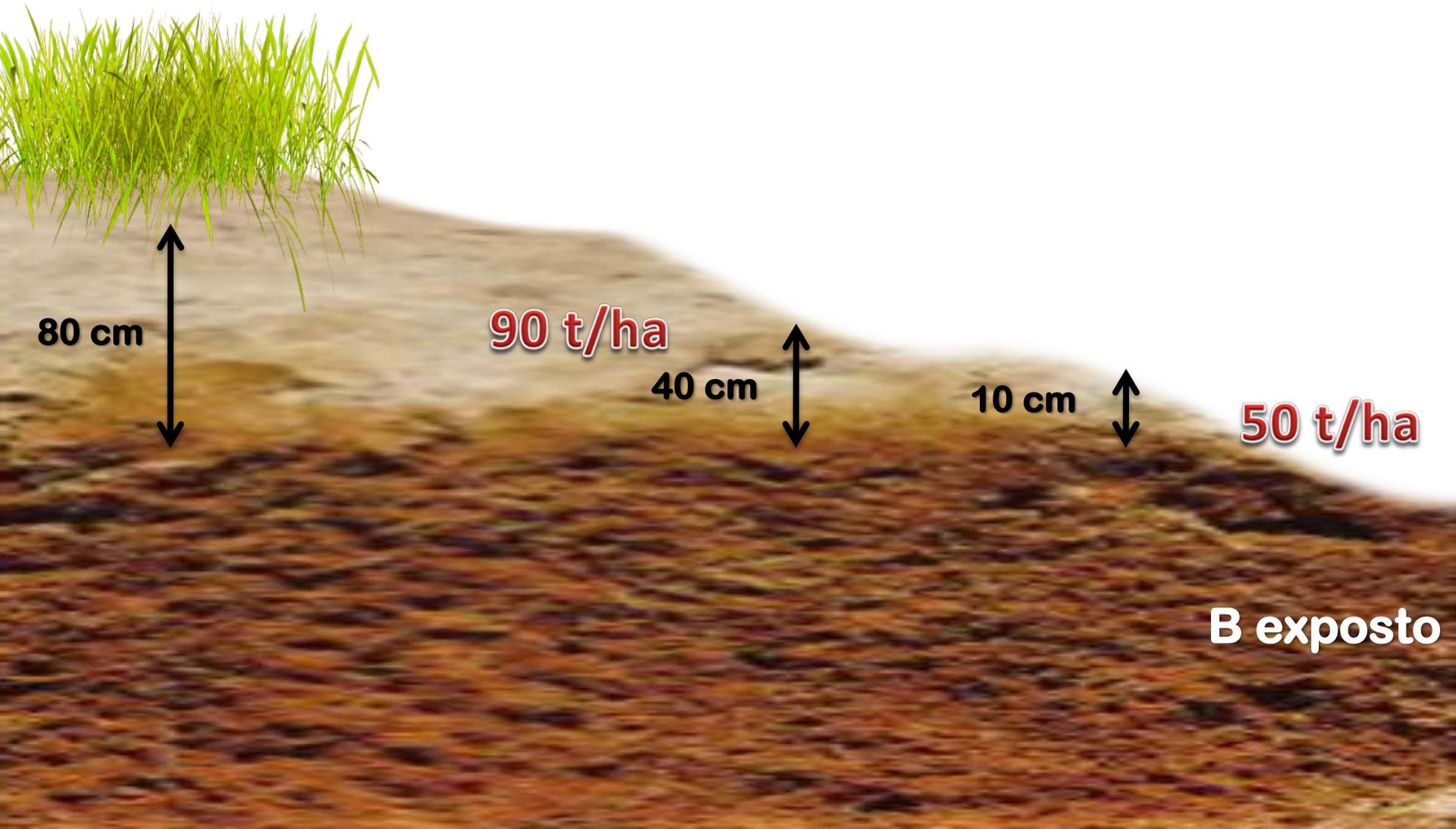
ARGISSOLO x Profundidade B x Gradiente x Topografia



ARGISSOLO x Profundidade B x Gradiente x Topografia



ARGISSOLO x Profundidade B x Gradiente x Topografia



80 cm

90 t/ha

40 cm

10 cm

50 t/ha

B exposto

NVef-4 (horizonte A preservado)



Legenda:

Horizonte A

Horizonte B

NVef-4 (horizonte A erodido)

Riacho

* NVef-4 - Nitossolo Vermelho eutroférrico típico A chermozêmico textura muito argilosa

Nitossolo

99,8 t/ha



72 t/ha



Argissolo

90 t/ha

50 t/ha

Foto ACVITTI

MANEJO DOS SOLOS E AMBIENTES DE PRODUÇÃO
INFLUENCIANDO AS ÉPOCAS DE PLANTIO

ÉPOCAS - TIPOS DE PLANTIO

	EPOCAS DE PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR											
	2V	CAM			CI				CA			2V
Ítems: Solos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1- Le-3; Le-4; Ne-3; Ne-4	Período chuvoso	Época de plantio favorável	Época de plantio favorável	Época de plantio favorável	Atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar	Atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar	Muita atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar	Muita atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar	Início do período das águas - Plantio de ano principalmente para os Nitossolos e Latossolos de textura argilosa	Início do período das águas - Plantio de ano principalmente para os Nitossolos e Latossolos de textura argilosa	Início do período das águas - Plantio de ano principalmente para os Nitossolos e Latossolos de textura argilosa	Período chuvoso
2- L-4; L-3		Época de plantio favorável	Época de plantio favorável	Época de plantio favorável	Atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar	Atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar	Muita atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar	Muita atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar	Início do período das águas - Plantio de ano principalmente para os Nitossolos e Latossolos de textura argilosa	Início do período das águas - Plantio de ano principalmente para os Nitossolos e Latossolos de textura argilosa		
3- L2; L1			Maior risco com erosão devido a chuvas intensas que finalizam no período das aguas	Época de plantio favorável	Época de plantio favorável	Atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar	Atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar					
4- P			Maior risco com erosão devido a chuvas intensas que finalizam no período das aguas	Época de plantio favorável	Época de plantio favorável	Atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar	Atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar	Atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar	Riscos com erosão devido a chuvas intensas iniciam no período chuvoso			
5- RQ; RL				Época de plantio favorável	Época de plantio favorável	Atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar						

-  Época de plantio favorável
-  Atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar
-  Início do período das águas - Plantio de ano principalmente para os Nitossolos e Latossolos de textura argilosa
-  Período chuvoso
-  Maior risco com erosão devido a chuvas intensas que finalizam no período das aguas
-  Riscos com erosão devido a chuvas intensas iniciam no período chuvoso
-  Muita atenção com o plantio, principalmente quanto a umidade do solo e brotação da cana-de-açúcar

Produtividade de cana de ano e meio – Média de três regiões de São Paulo.

Plantio: dez, 2000 a abril 2001. Corte em junho, 2002.

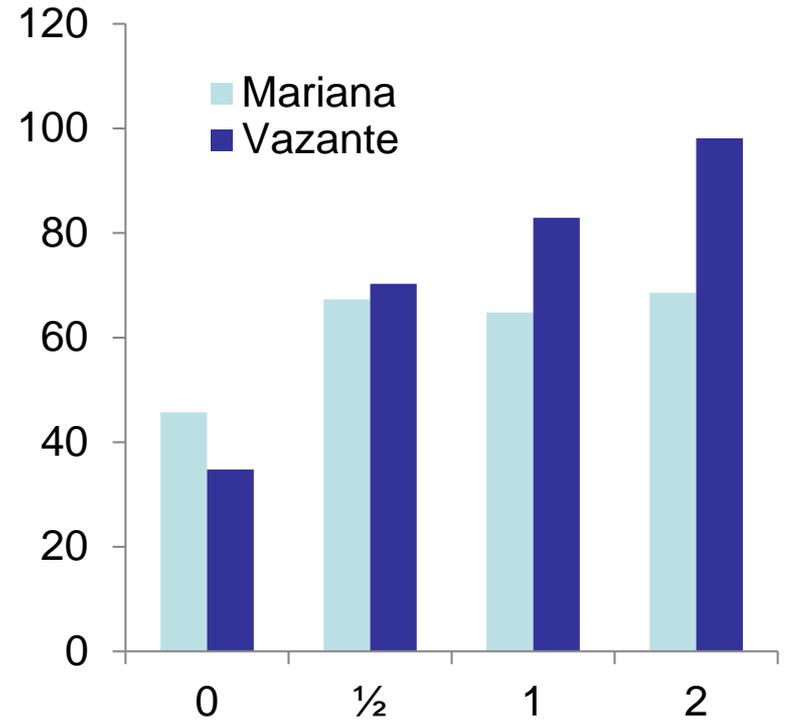
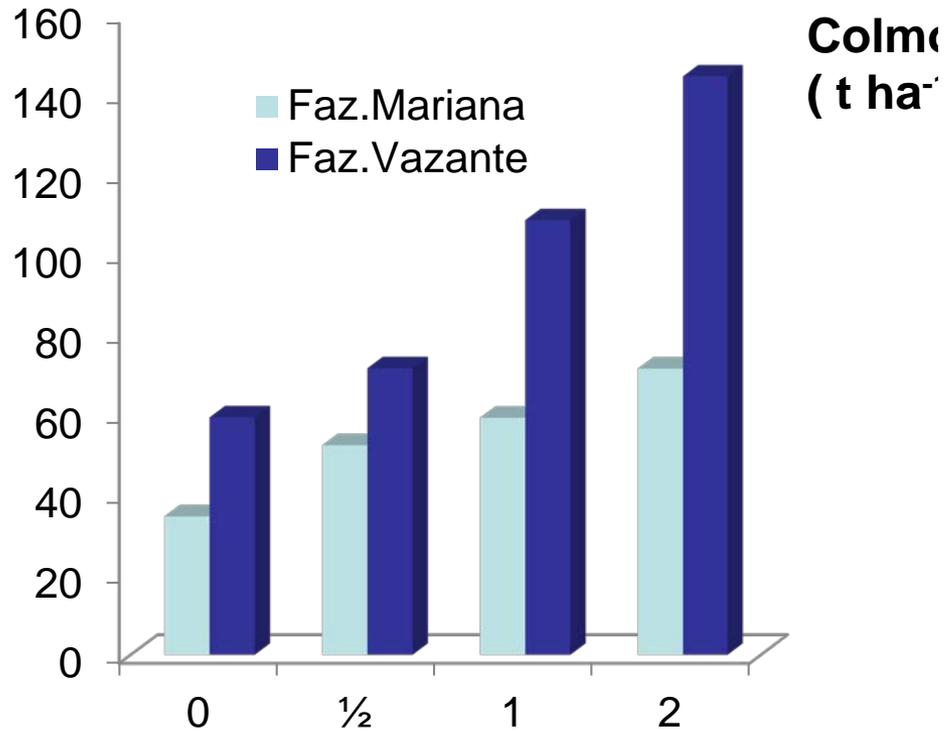
Período Plantio	Região Central ET = 3 a 5 mm/dia	Região Oeste 1 5 a 7 mm/dia	Região Oeste 2 5 a 7 mm/dia
Dez	98	87	nd
Jan	107	94	85
Fev	116	98	90
Mar	125	115	102
Abril	117	121	112

Regiões Oeste 1: solos podzolizados. Oeste 2: LV textura média arenosa.

PRODUTIVIDADE EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE PLANTIO X SOLOS (AMBIENTES) X COM E SEM APLICAÇÃO DE VINHAÇA

SOLO	ABR/MAI		JUN/JUL		SET/OUT	
	CV	SV	CV	SV	CV	SV
Ne	115	100	100	90	90	85
L3 e L4	115	100	95	85	80	70
L1 e RQ	90	80	80	70	70	60
GX	95	90	85	80	80	75
Pe 3b e "6	115	100	95	90	90	85
Pd/a-3a	90	80	80	70	70	60

APLICAÇÃO DE VINHAÇA EM ANOS CONSECUTIVOS EM SOLOS DE TEXTURA MÉDIA-ARENOSA



Safra 2008/2009

Safra 2009/2010



- Plantio em Janeiro

72,6 t.ha



- Plantio em Julho

100,0 t.ha

Classes de água disponível (AD) em função da evapotranspiração potencial (ETP) na camada de 0-100 cm (PRADO et al, 2003).

ÁGUA DISPONÍVEL X EVAPOTRANSPIRAÇÃO

AD (dias/mês)	CAD	Evapotranspiração potencial (mm/dia)		
		3	5	7
> 25	Água disponível muito alta	> 75	> 125	> 175
20 a 25	Água disponível alta	60 a 75	100 a 125	140 a 175
15 a 20	Água disponível média	45 a 60	75 a 100	105 a 140
10 a 15	Água disponível baixa	30 a 45	50 a 75	70 a 100
5 a 10	Água disponível muito baixa	15 a 30	25 a 50	35 a 70
< 5	Água disponível extremamente baixa	< 15	< 25	< 35

MANEJO DOS SOLOS E AMBIENTES DE PRODUÇÃO
INFLUENCIANDO AS ÉPOCAS DE CORTE

ÉPOCA DE COLHEITA

EXEMPLO DE APLICAÇÃO DA MATRIZ PARA DADOS DO CAIANA/ PROCANA IAC (TCH/HA NO 3º CORTE)

	Início de Safra OUTONO (+1) (01/abr – 21/jun)	Meio de Safra INVERNO (0) (22/jun – 21/set)	Final de Safra PRIMAVERA (-1) (22/set – 30/nov)
Eutrófico (+2)	109	93,5	90,4
Mesotrófico(+1)	100	102	91,3
Distrófico (0)	84,1	82,6	71,9
Ácrico (-2)	86,3	67,3	60,9

Nº de dados observados: 6.948 (Fonte CAIANA IAC)

QUANDO AS DEFICIÊNCIAS HÍDRICAS SÃO MUITO ELEVADAS EXISTEM CASOS QUE PRATICAMENTE AS PERDAS SÃO TOTAIS – DESTACA CANA DE FINAL DE SAFRA

ÉPOCA DE COLHEITA

EXEMPLO DE APLICAÇÃO DA MATRIZ PARA DADOS DO CAIANA/ PROCANA IAC (TCH/HA NO 3º CORTE)

	Início de Safra OUTONO (+1) (01/abr – 21/jun)	Meio de Safra INVERNO (0) (22/jun – 21/set)	Final de Safra PRIMAVERA (-1) (22/set – 30/nov)
Eutrófico (+2)	109	 ~15%	90,4
Mesotrófico(+1)	100	102	91,3
Distrófico (0)	84,1	82,6	71,9
Ácrico (-2)	86,3	 ~30%	60,9

Nº de dados observados: 6.948 (Fonte CAIANA IAC)

QUANDO AS DEFICIÊNCIAS HÍDRICAS SÃO MUITO ELEVADAS EXISTEM CASOS QUE PRATICAMENTE AS PERDAS SÃO TOTAIS – DESTACA CANA DE FINAL DE SAFRA

ÍNDICE DA QUANTIDADE DE FERTILIZANTE POR TONELADA DE COLMO EM FUNÇÃO DA EPOCA DE CORTE E OS AMBIENTES DE PRODUÇÃO (TCH/HA NO 3º CORTE): Considerar aplicação de 500 kg/ha do formulado 20-05-25

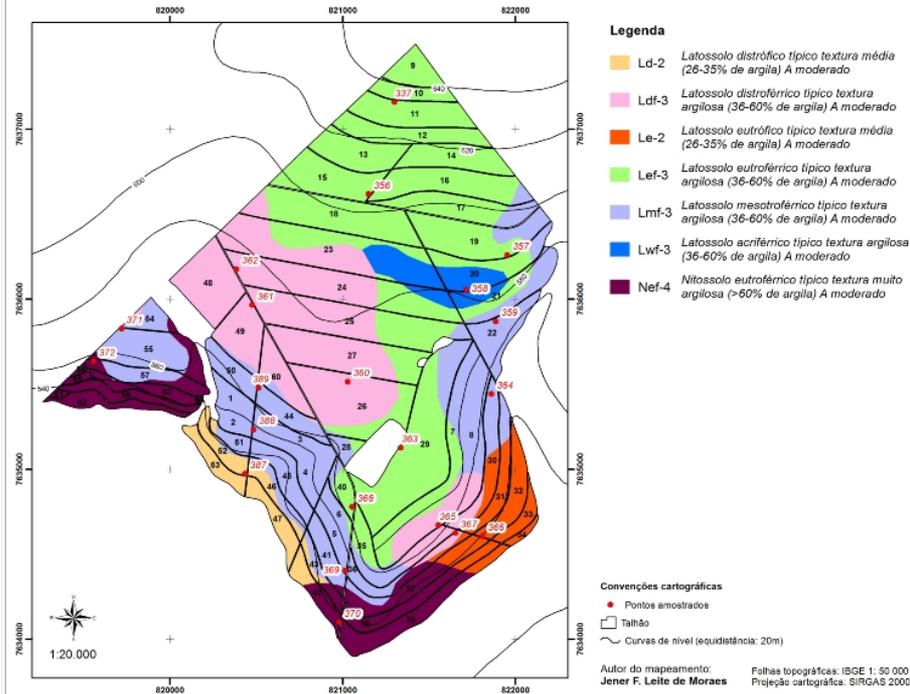
	CICLO OUTONO (+1) (01/abr – 21/jun)	CICLO INVERNO (0) (22/jun – 21/set)	CICLO PRIMAVERA (-1) (22/set – 30/nov)
Eutróf./Mesot.	105	98	91
Índice - Kg fert./t	4,8	5,1	5,5
< indic(4,8) x prod	500	470	437
% redução do total	0	6	13
Dist./Acrico	85	70	65
Índice - Kg fert./t	5,9	7,1	7,7
< indic(4,8) x prod	408	336	312
% redução do total	18	33	38

Nº de dados observados: 6.948 (Fonte CAIANA IAC)⁴⁰

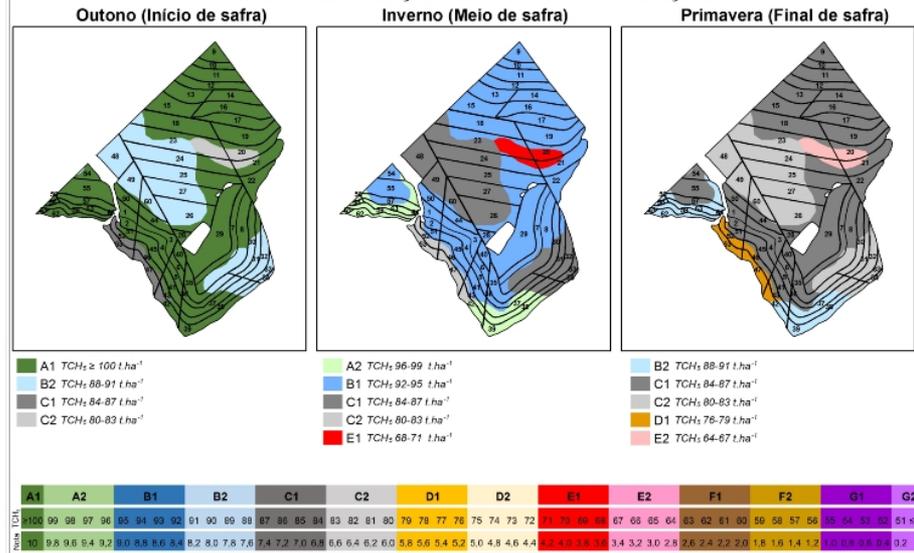
ÉPOCA DE COLHEITA X AMBIENTE DE PRODUÇÃO

Ambientes	Média TCH5			I/M (%)	M/F (%)	I/F (%)
	Início	Meio	Final			
B1	93,5			9	14	21
B2	89,5			9	15	22
C1	85,5	85,5		8	17	23
C2	81,6	81,5		10	16	25
D1	77,5	78,6		10	17	26
D2	73,6	73,5	73,5	11	18	27
E1	69,5	69,5	69,5	12	17	27
E2		65,6	65,5			
F1		61,5	61,5			
F2			57,6			
G1			53,5			
G2			51			

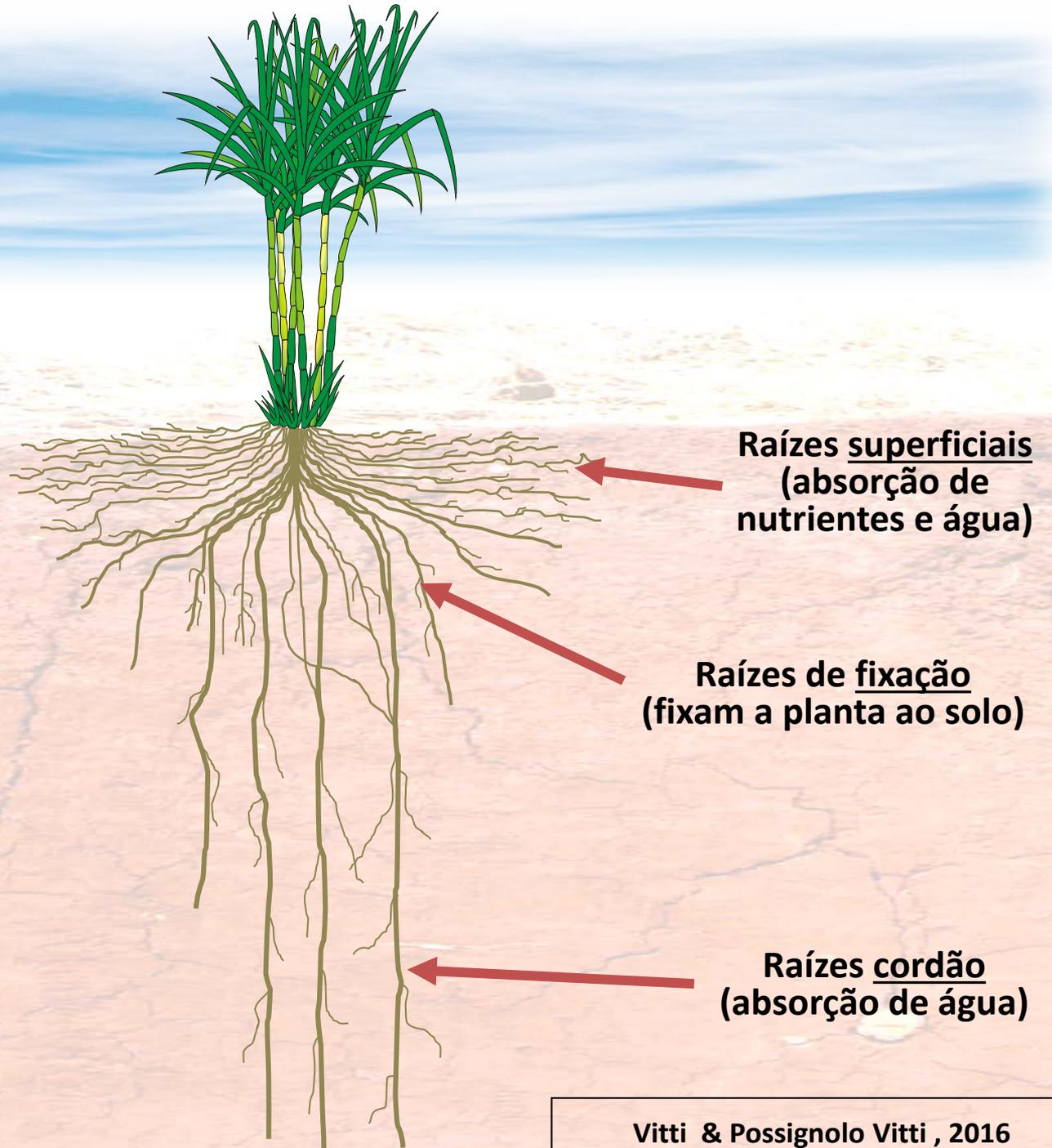
Mapa Pedológico

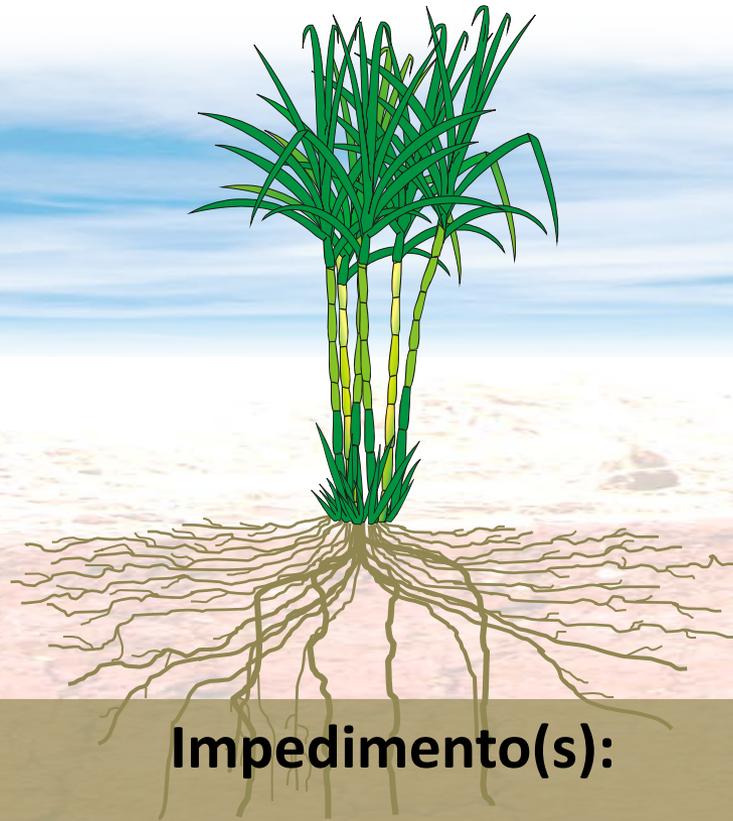


Ambientes de Produção Dinâmicos de Cana-de-Açúcar

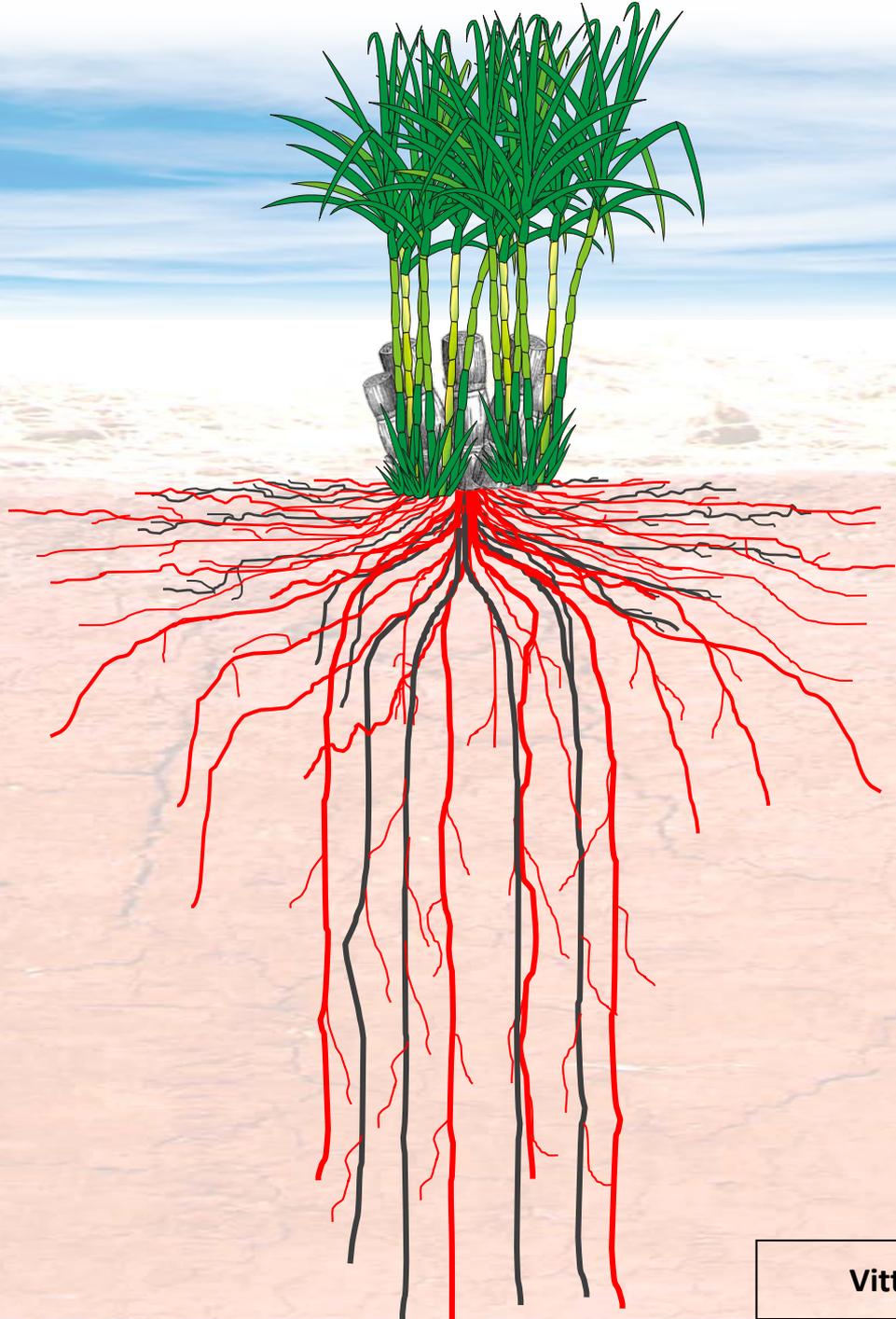


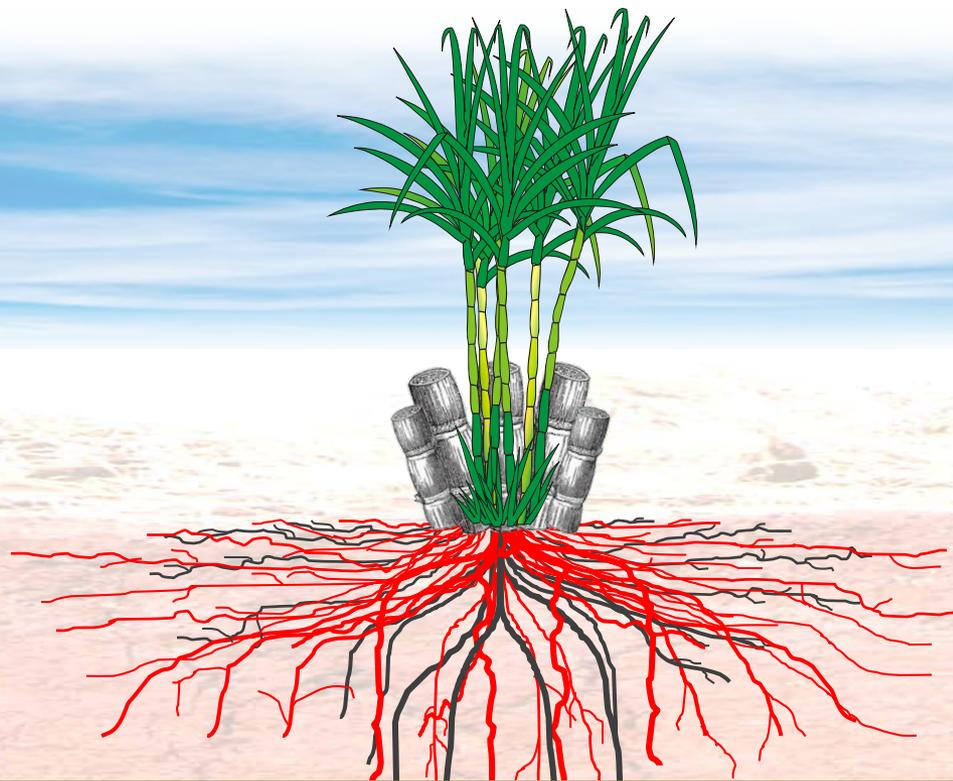
SOLOS E AMBIENTES DE PRODUÇÃO INFLUENCIANDO
NO DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR





**Impedimento(s):
Químico; Físico; Biológico**

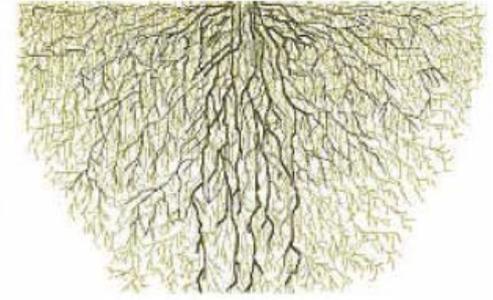




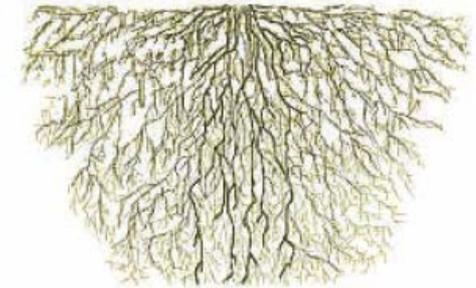
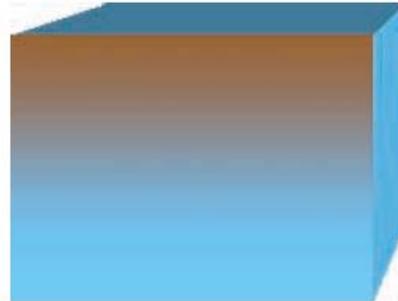
**Impedimento(s):
Químico; Físico; Biológico**

**Desenvolvimento
radicular**

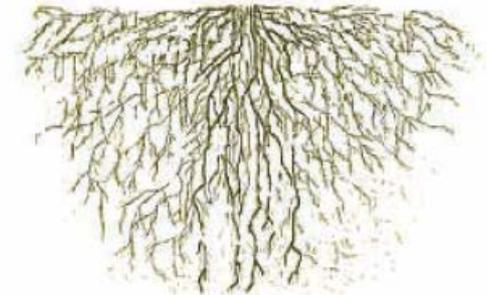
Solo úmido



Solo
secando



Solo seco



Variação nos valores de Ca+Mg ($\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) - Doses de calcário X Aplicação na Superfície ou Incorporação do Corretivo

Doses de Calcário	Profundidade (cm)					
	0 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 20	20 a 30	30 a 40
t ha^{-1}	Calcário aplicado na superfície					
2	51,6	2,3	2,2	3,3	3,0	2,1
4	96,6	3,3	2,0	2,4	2,4	1,7
	Calcário incorporado na profundidade de 0 a 5 cm					
2	46,8	6,0	3,4	4,0	4,8	4,9
4	78,1	7,4	3,8	4,2	4,6	4,1
	Calcário incorporado na profundidade de 0 a 10 cm					
2	25,7	26,4	6,1	4,6	5,1	4,7
4	33,7	44,8	6,4	4,4	5,4	4,5
	Calcário incorporado na profundidade de 0 a 20 cm					
2	18,7	13,3	16,2	16,5	5,9	6,2
4	14,0	22,1	27,4	30,2	9,5	7,2

Trincheira 1: Argissolo Vermelho Amarelo Álico: PVAa

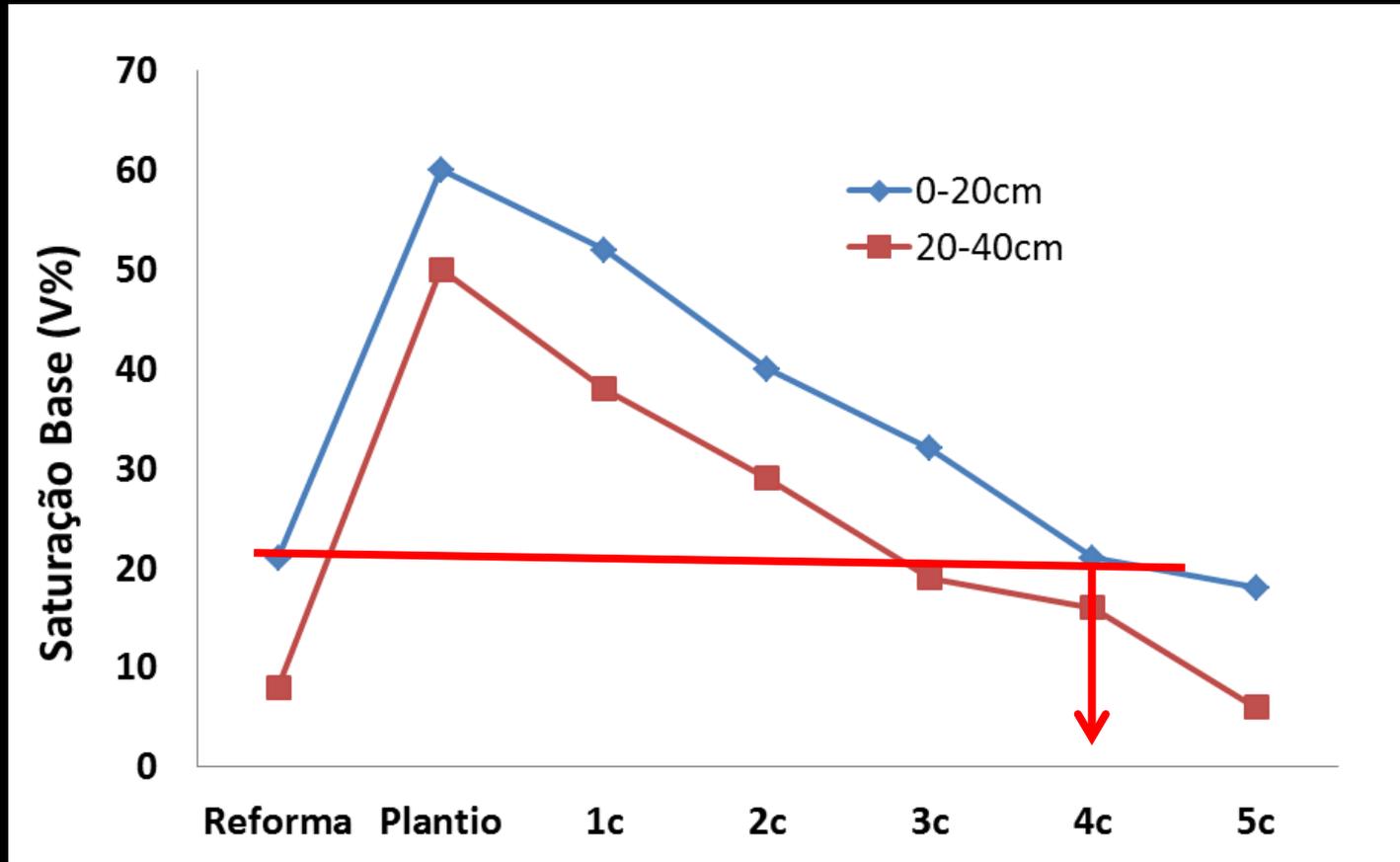
Camada	pH	P res.	Ca	Mg	K	SB	CTC	Al	V	Ca	Mg	Al	K	ARG.
		mg/dm ³	mmolc/dm ³						%	%	%	%	%	
0-25	5,7	404	69	23	5,1	97,1	108	1	90	64	21	1	4,7	19,9
25-50	3,9	37	7	4	2,9	13,9	55,9	24	25	12	7	63	5,2	37,5
50-75	3,6	3	4	2	2,9	8,9	60,9	30	15	7	3	77	4,7	42,8
75-100	3,7	2	3	2	4,7	9,7	51,7	33	19	6	4	77	9	58,7

Trincheira 2: Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico: PVAe

Camada	pH	Ca	Mg	K	SB	CTC	V	Ca	Mg	K	ARG.
		mmolc/dm ³						%	%	%	%
0-20	6,5	30	9	3,7	43	55	78	55	16	7	17
20-40	6,5	31	10	2,6	44	58	76	53	17	4	25
80-100	6,4	38	8	1	47	63	75	60	13	2	34

CONSIDERAÇÕES FINAIS

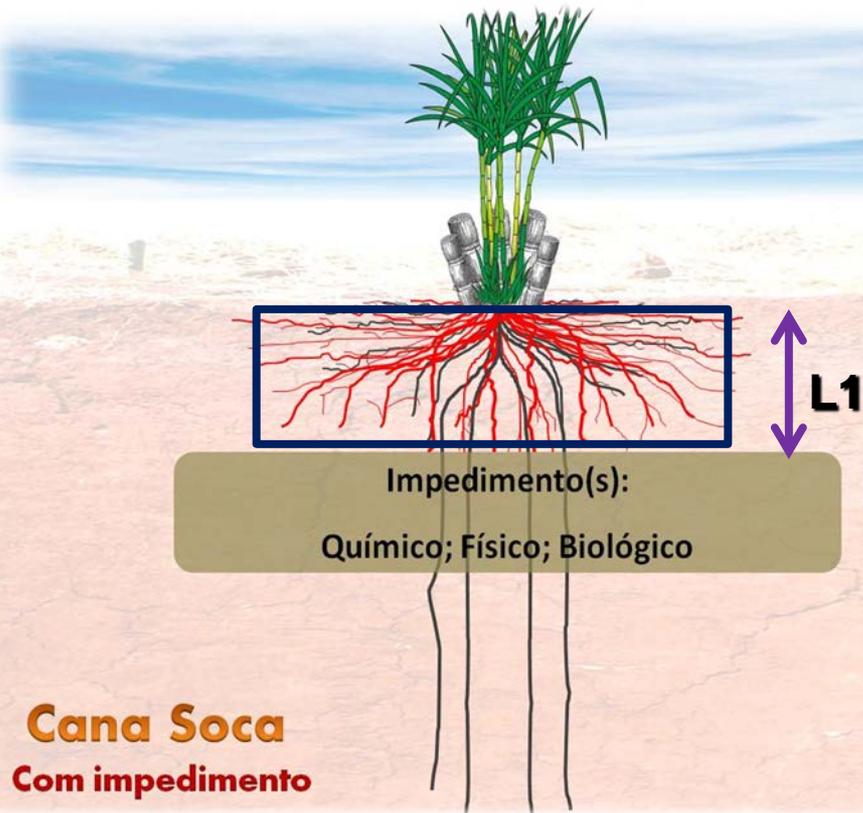
Diminuição da saturação de bases (V%) e da produtividade ao longo dos cortes



Adaptado de MORELLI et al. (1987)

ADUBAÇÃO/CORREÇÃO EM CANA:

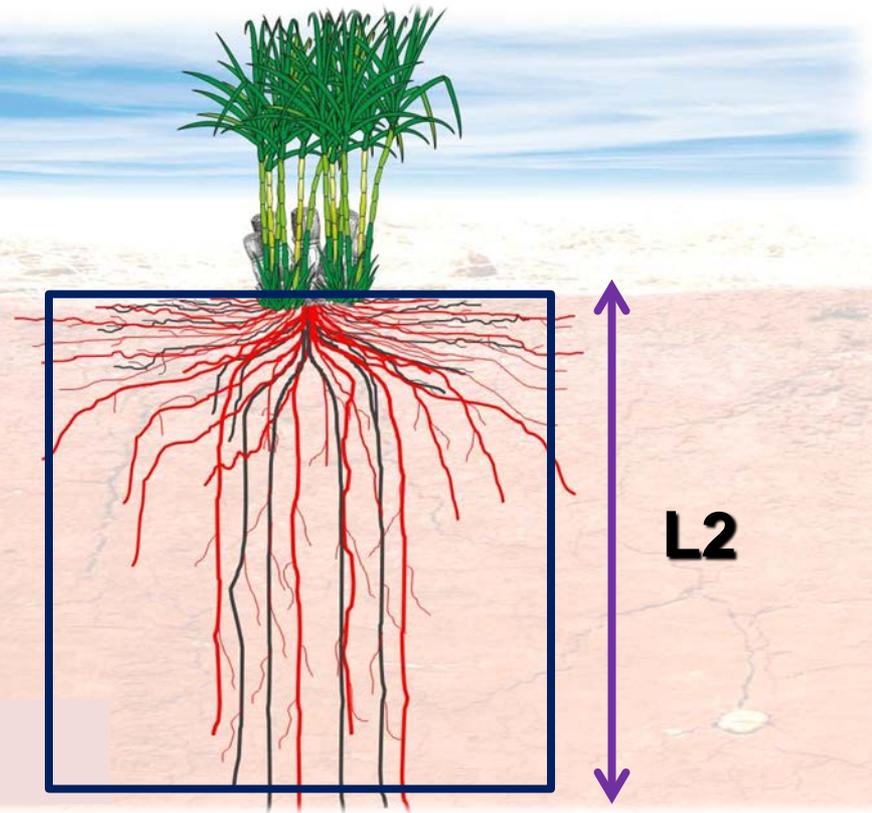
Mantem os níveis dos nutrientes elevados no solo por mais tempo evita queda acentuada ao longo dos ciclos agrícolas consecutivos²



$$CAD = AD \times L1$$

mm H₂O/cm solo

Com Impedimento
> Dependência do meio



$$CAD = AD \times L2$$

mm H₂O/cm solo

Sem Impedimento:
< Dependente do meio

VIGOR DO CANAVIAL

SUCESSO DOS CICLOS AGRICOLAS: LONGEVIDADE



Expectativa do Manejo

Melhore as propriedades químicas/físicas/biológicas do solo, favorecendo a PRODUTIVIDADE

2015

pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al
5,6	13	15	3,8	39	9	17	0
	SB	CTC	V%	%Ca	%Mg	%K	
	52	69	76	57	13	6	

2016

Camada	pH	Ca	Mg	K	SB	CTC	V	Ca	Mg	K	ARG.
		mmolc/dm ³					%	%	%	%	%
0-20	6,5	30	9	3,7	43	55	78	55	16	7	17
20-40	6,5	31	10	2,6	44	58	76	53	17	4	25
80-100	6,4	38	8	1	47	63	75	60	13	2	34

Ano	t/ha
2014	153
2015	128
2016	119
2017	111

Dr. André Cesar Vitti
 (19) 99782-6540
 acvitti@gmail.com

Média 4 cortes = 128 TCH4

Obrigado!