

SECRETARIA DE AGRICULTURA
E ABASTECIMENTO



CONHECER O SOLO E SUA FERTILIDADE: IMPORTÂNCIA PARA ADUBAÇÃO DA CANA-DE-ACÚCAR

Dr. André Cesar Vitti
APTA Polo Centro Sul

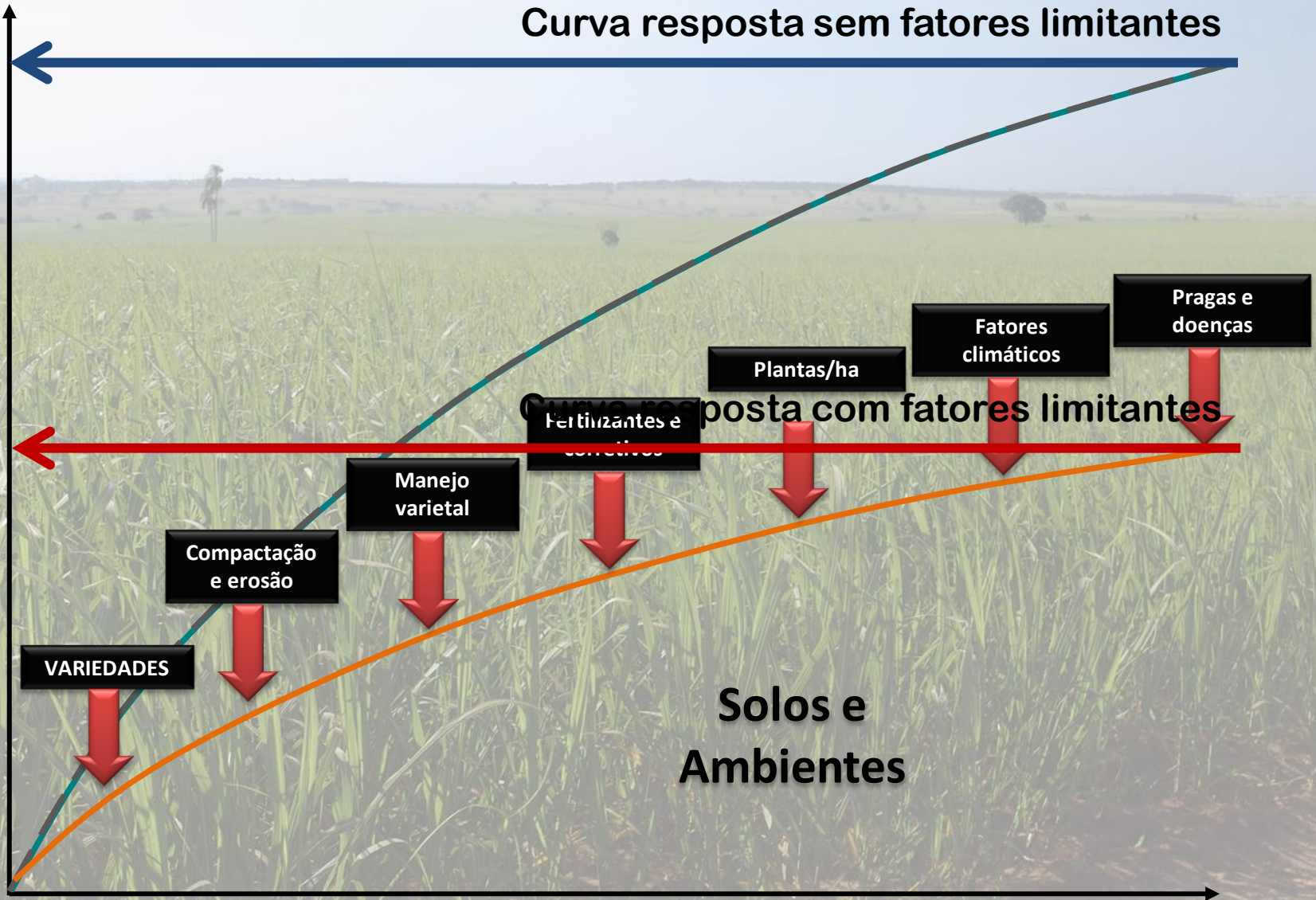
SOLOS E AMBIENTES DE PRODUÇÃO
EVENTO STAB - ADUBAÇÃO
Piracicaba - 24/04/2018



Fatores de Produtividade

Curva resposta sem fatores limitantes

AUMENTO DA PRODUTIVIDADE



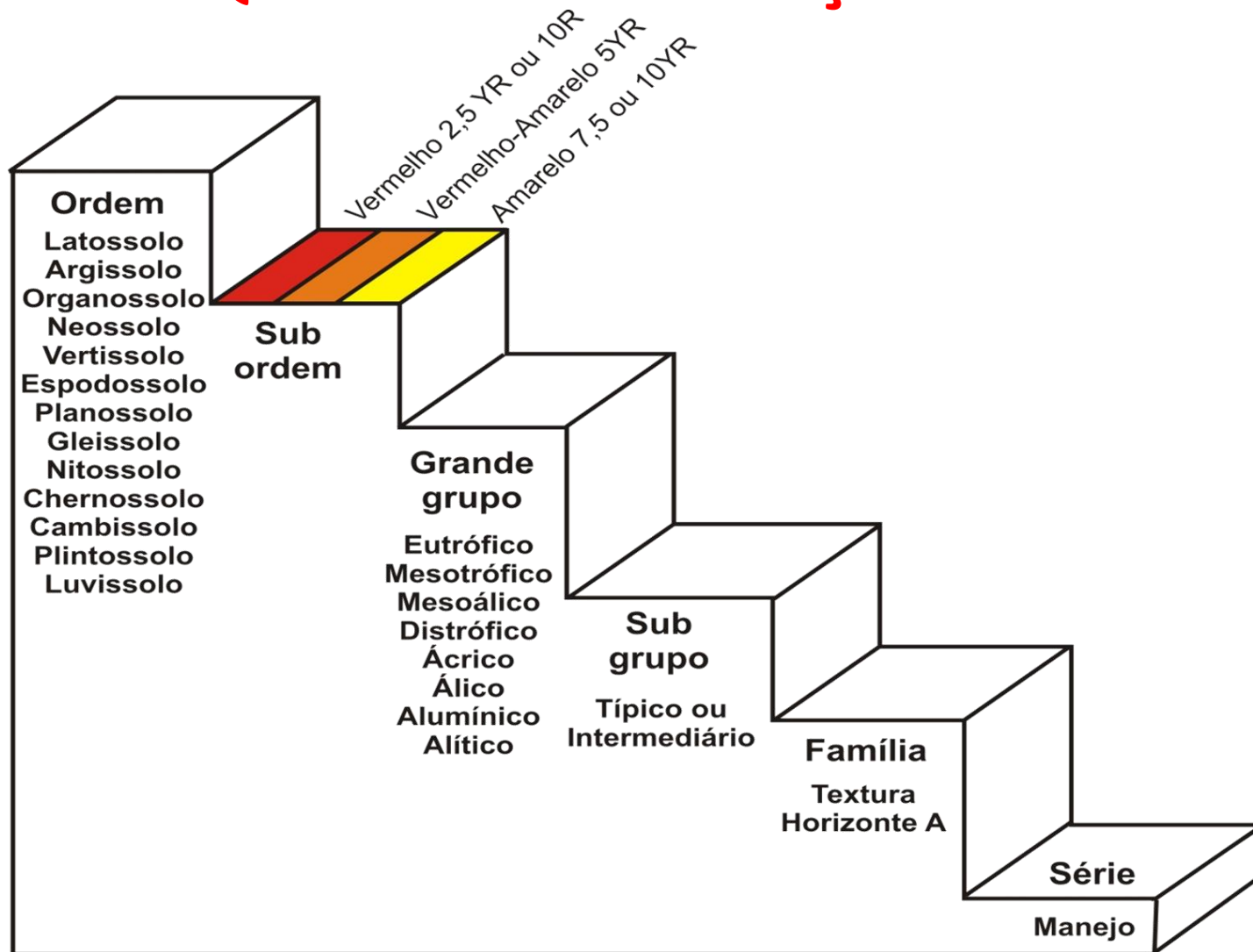
Solos e Ambientes

AUMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO

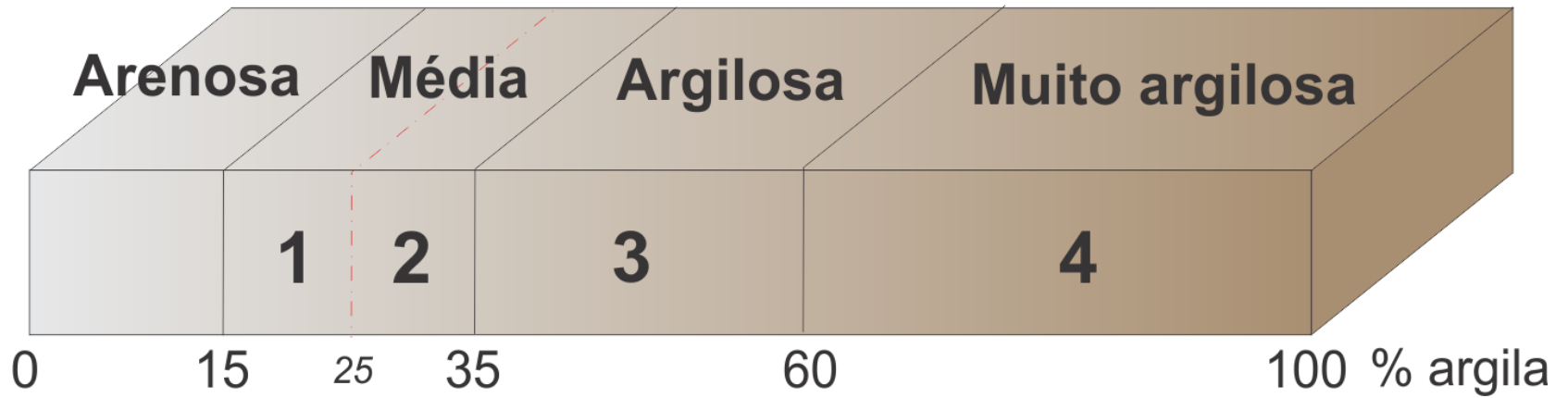
IMPORTANCIA EM CONHECER OS SOLOS (AMBIENTES DE PRODUÇÃO) E SUA FERTILIDADE

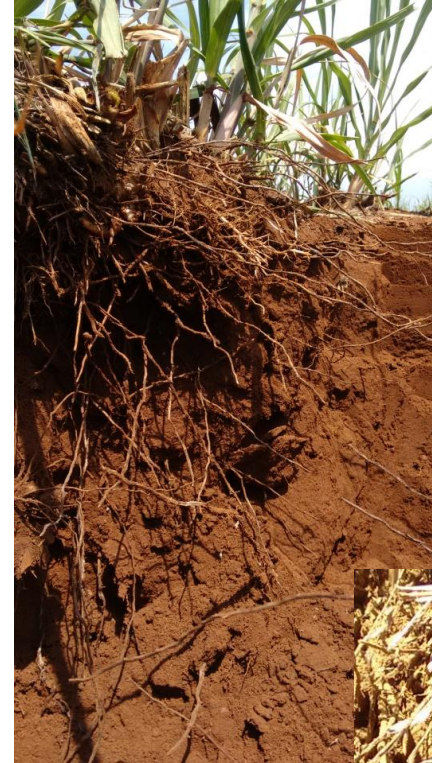
- 1- Definir épocas e os tipos de preparo do solo;
- 2- Conhecer CAD do solo;
- 3- Alocação varietal e épocas de plantio e corte;
- 4- Definir áreas de arrendamento e valores (AMBIENTES);
- 5- Manejar a fertilidade do solo pelo potencial produtivo - Nível nutricional x CAD - Favorece o desenvolvimento das plantas
- 6- Frequência de épocas de amostragem e correção do solo;
- 7- Entre outros...tipos de rotação, conservação do solo...

HIERARQUIA DA CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS



Textura





Trincheira possível Observar:

Espessura de horizontes

Gradiente textural (relação)

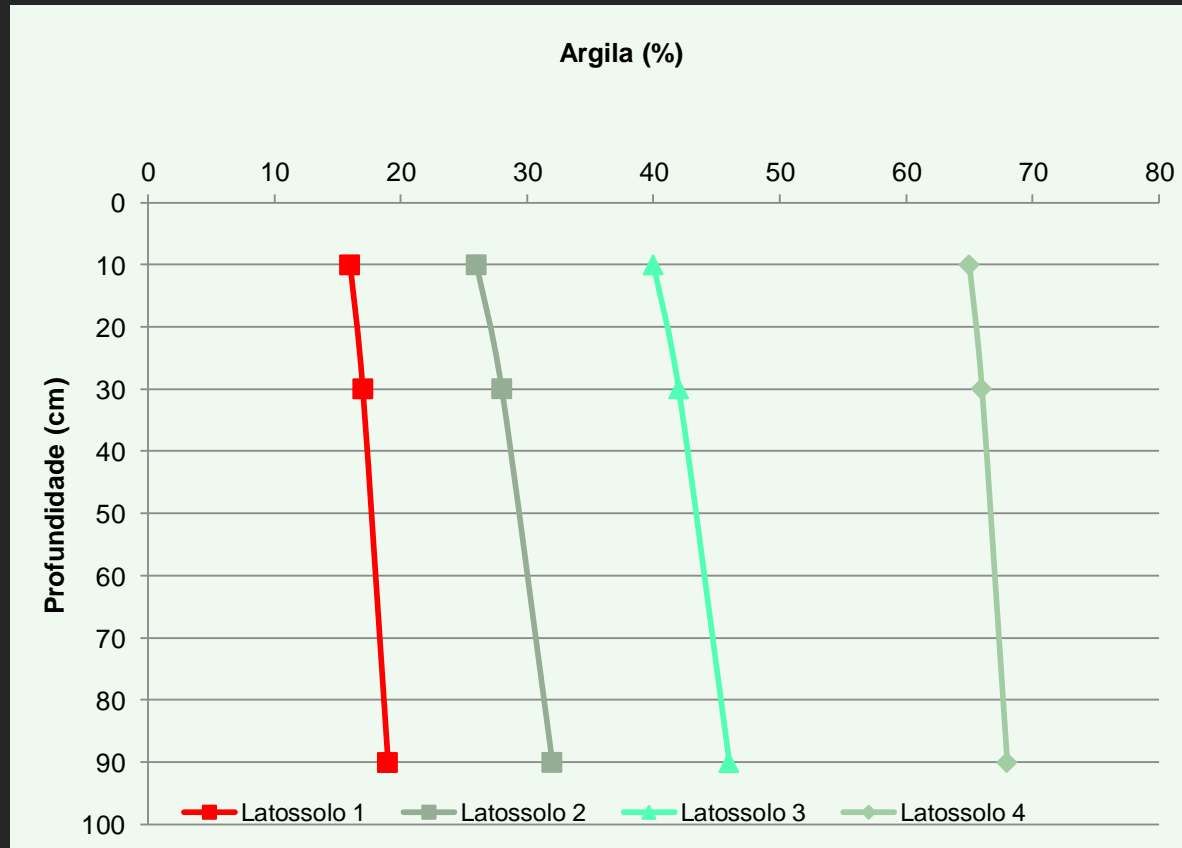
Estrutura e consistência

Morfologia

Desenvolvimento das raízes

Qual o solo? Classificação

Latossolos



ARGISSOLOS: GRADIENTE TEXTURAL

A vertical soil profile is shown with a blue measuring tape on the left. The profile is divided into four horizontal layers by red lines. The top layer is dark brown, the second is black, the third is reddish-brown, and the bottom is dark brown. The measuring tape has markings at 0, 20, 40, 60, 80, and 100. The text '10% de argila' is overlaid on the top layer, '8% de argila' on the second layer, and '33% de argila' on the third layer.

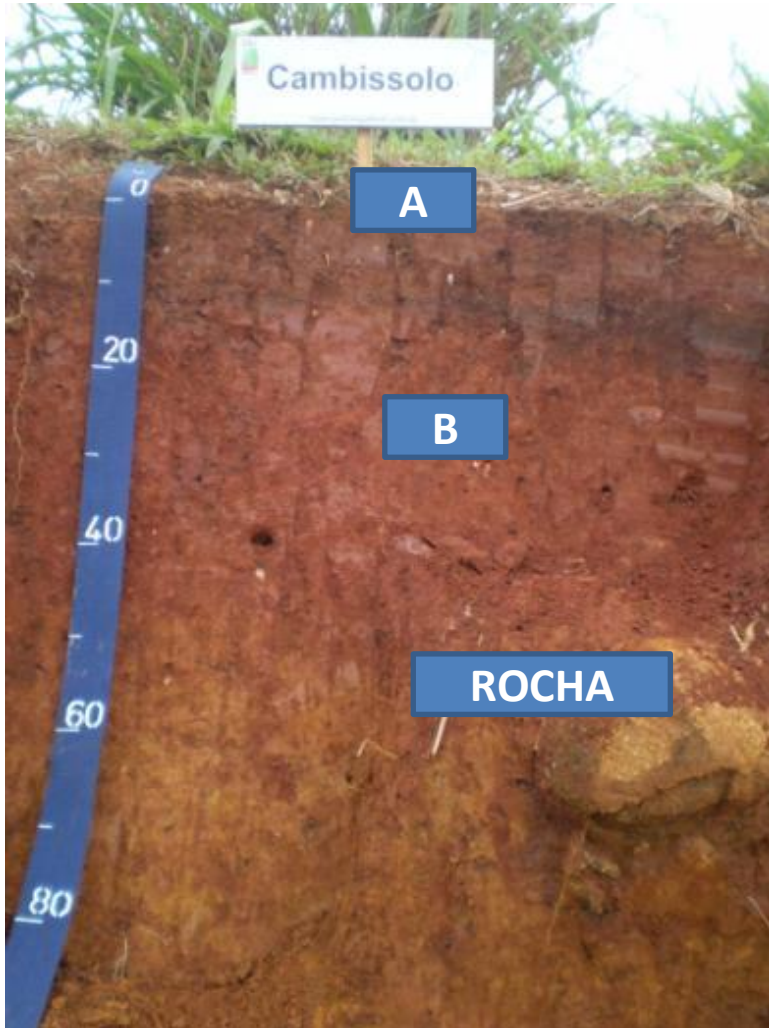
10% de argila

8% de argila

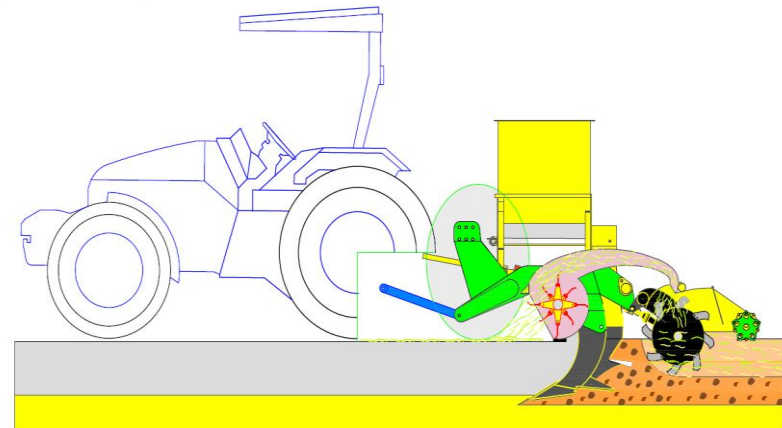
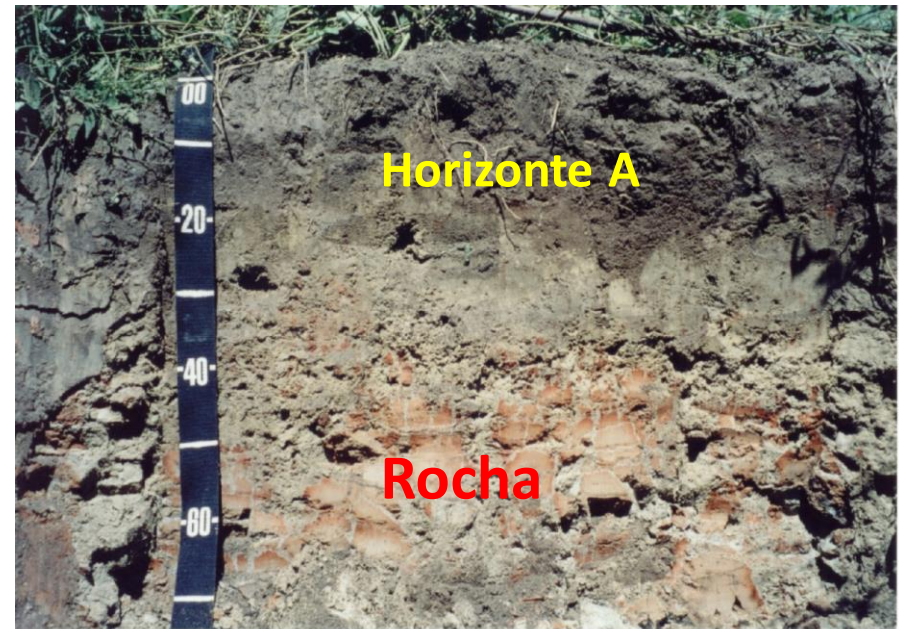
33% de argila

CAMBISSOLO:

Argila X Espessura do Horizonte B X Topografia



NEOSSOLO LITÓLICO



IMPORTÂNCIA DA INFILTRAÇÃO DE ÁGUA: EVITA EROSÃO



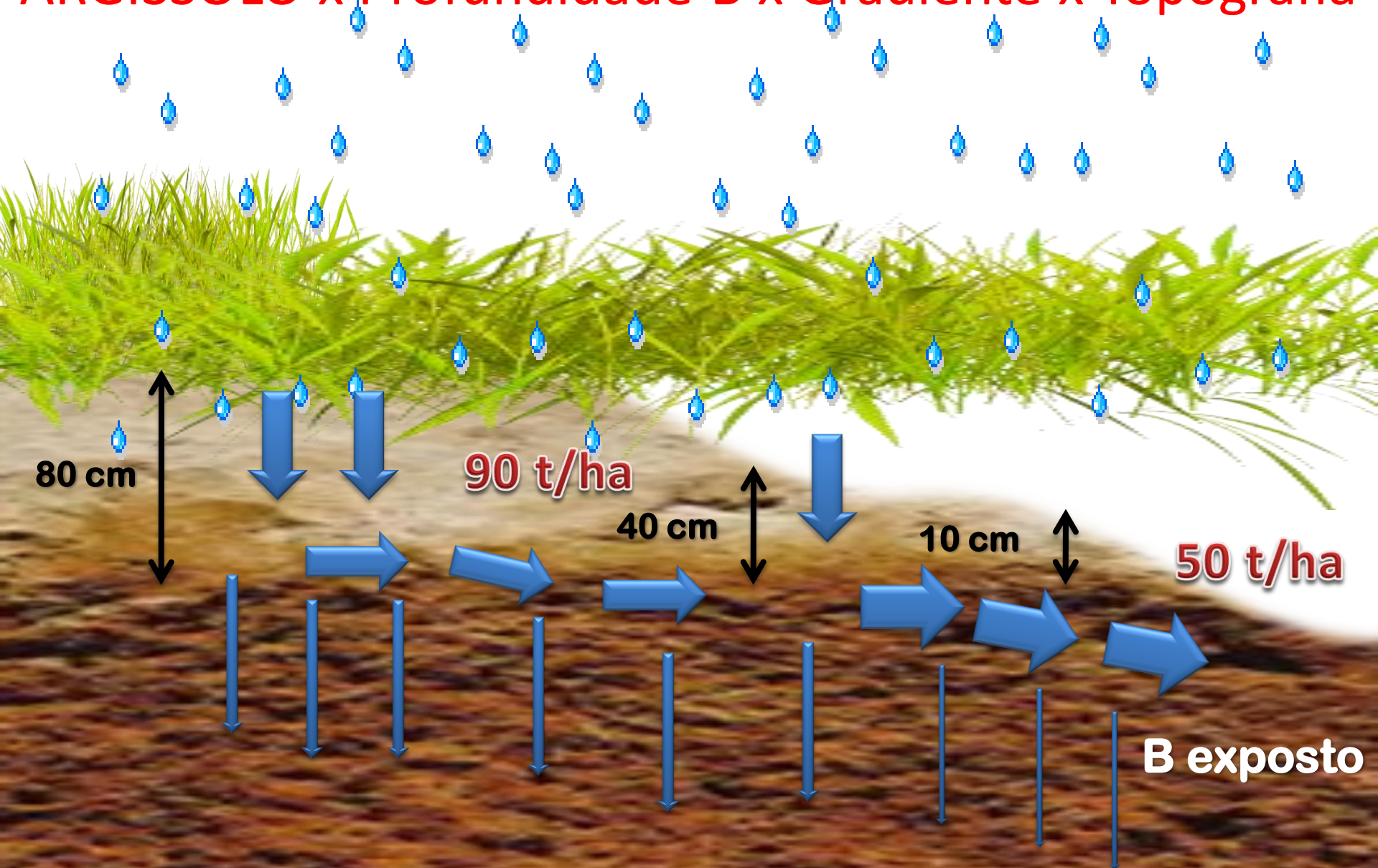
Preparo sem impedimento
Aumento da VIB

Chuva 100mm



Preparo com menor infiltração

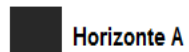
ARGISSOLO x Profundidade B x Gradiente x Topografia



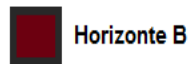
NVef-4 (horizonte A preservado)



Legenda:



Horizonte A



Horizonte B

NVef-4 (horizonte A erodido)



Riacho



Nitossolo

99,8 t/ha



72 t/ha



Argissolo

90 t/ha

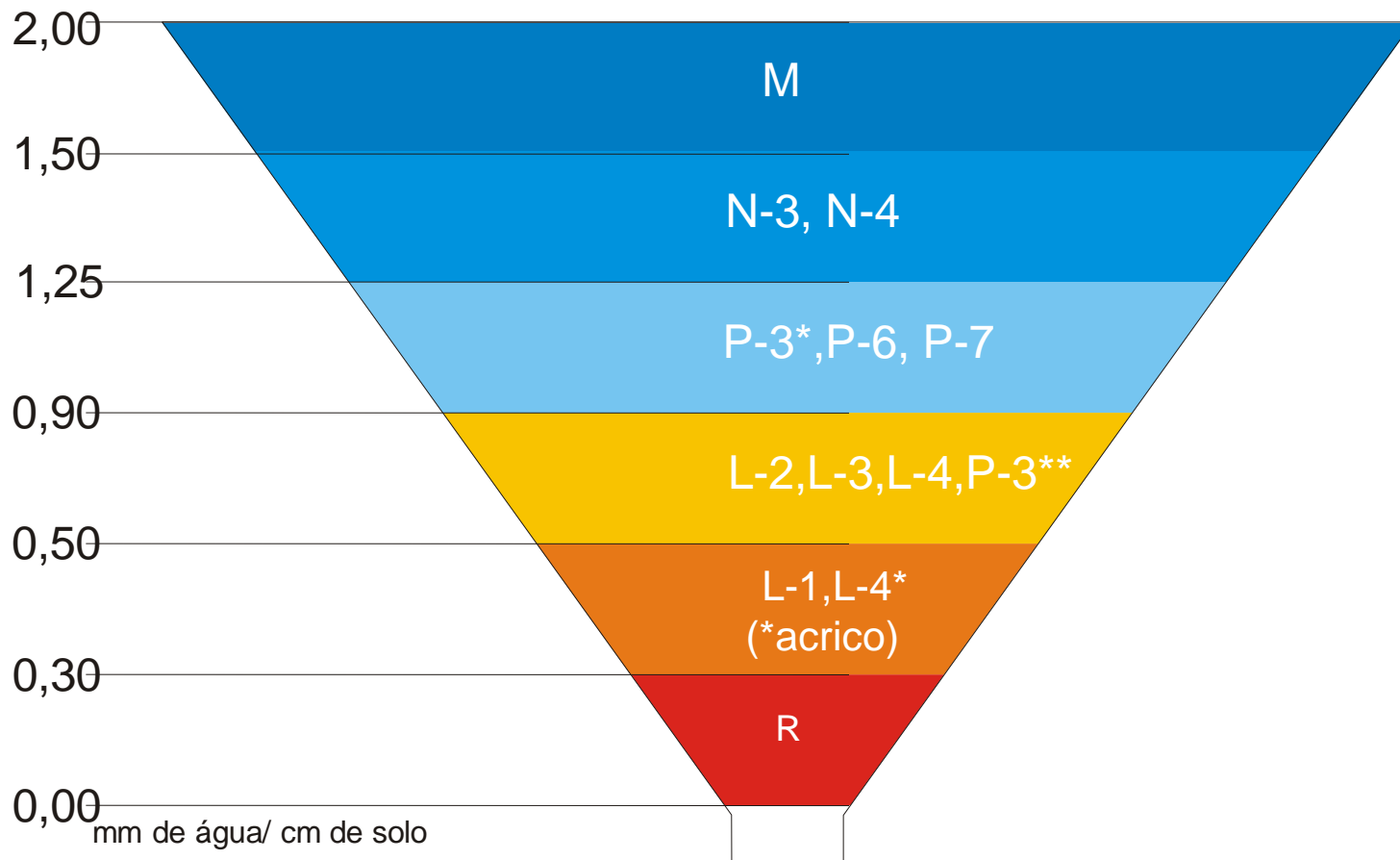
50 t/ha

Erosão leva solo e os nutrientes ...

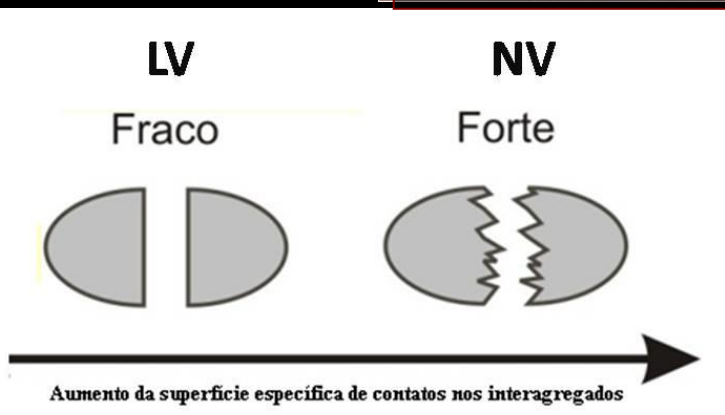
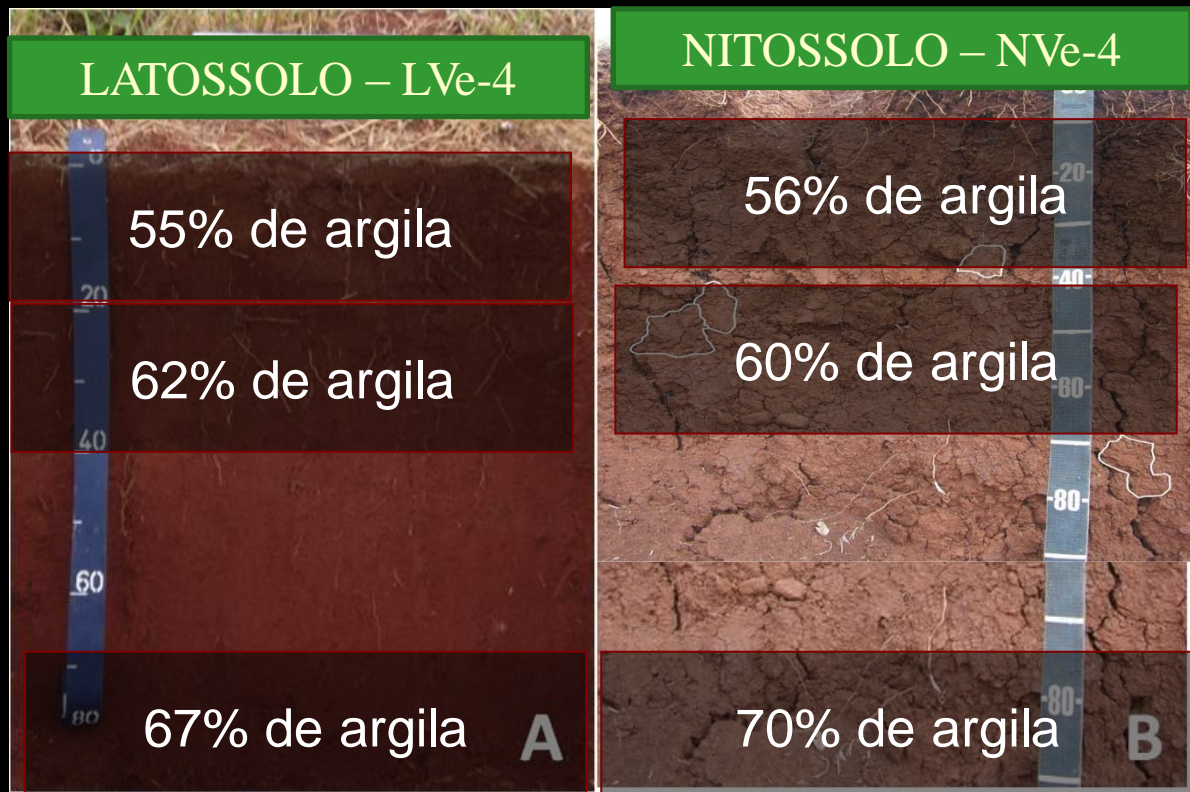
Foto ACVITTI

* NVef-4 - Nitossolo Vermelho eutroférico típico A chermozênico textura muito argilosa

SOLOS COM MAIOR OU MENOR CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL



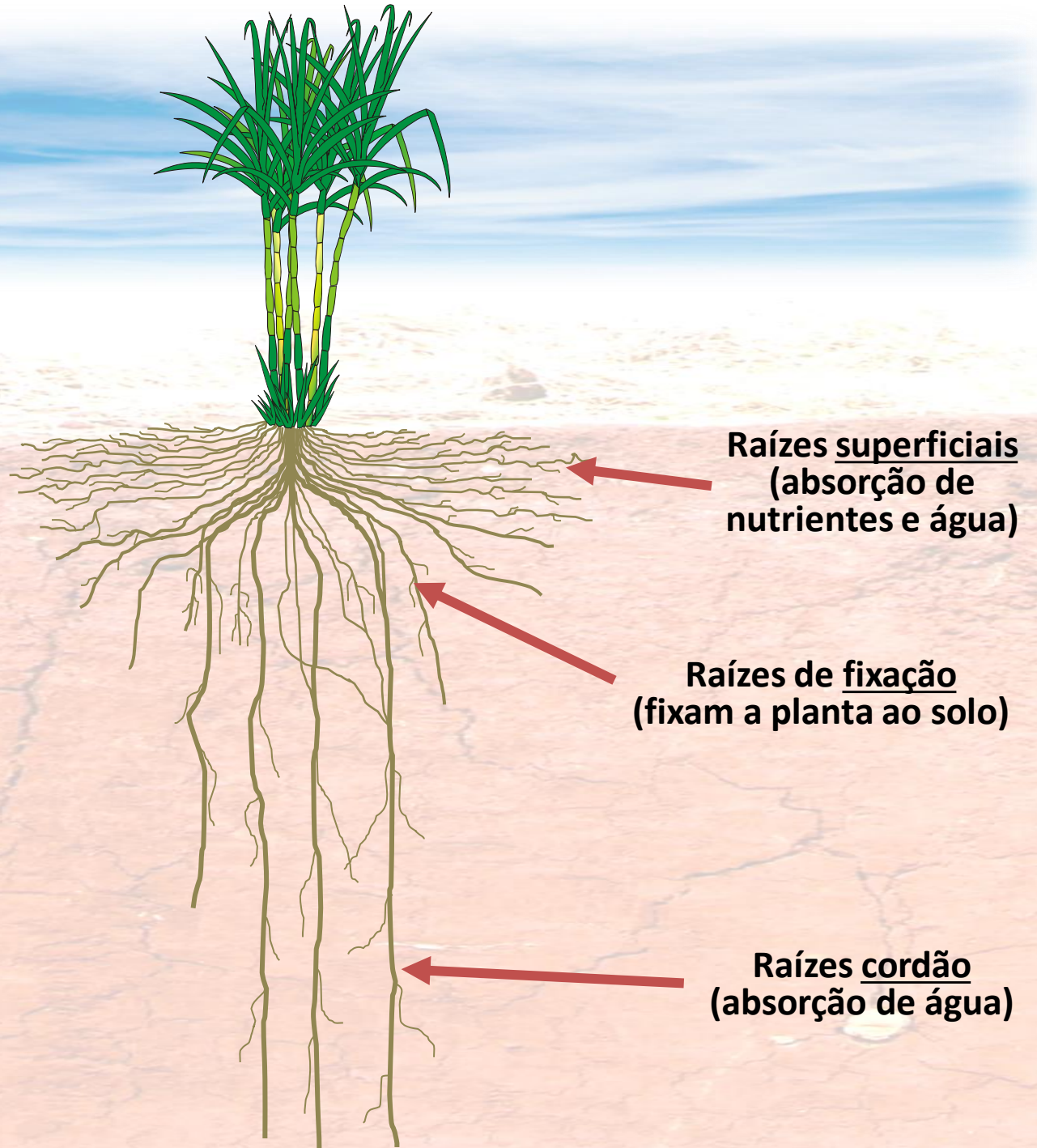
Ambiente de produção influenciando na produtividade



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

Cana Planta

Sem impedimento



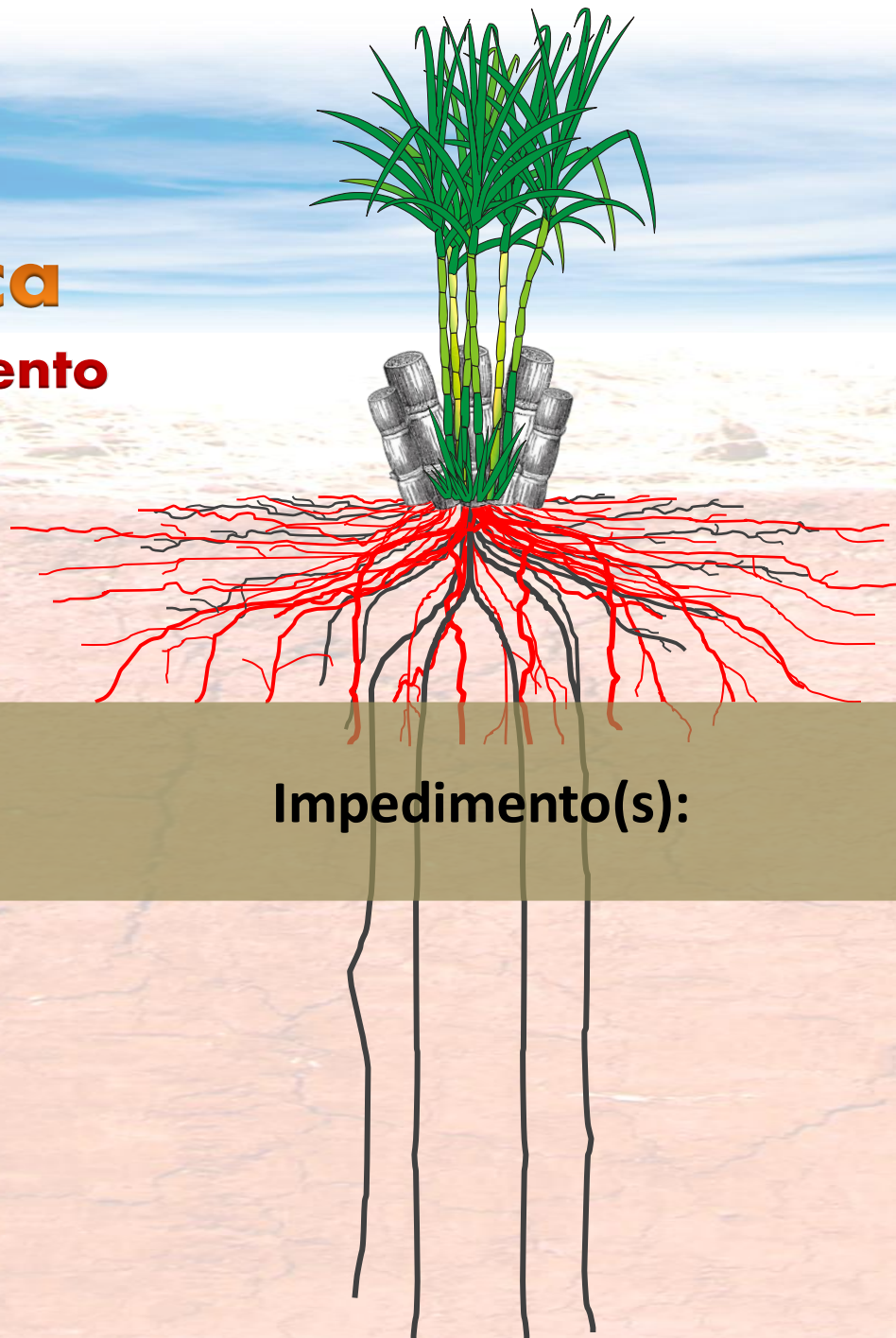
Cana Soca

Sem impedimento

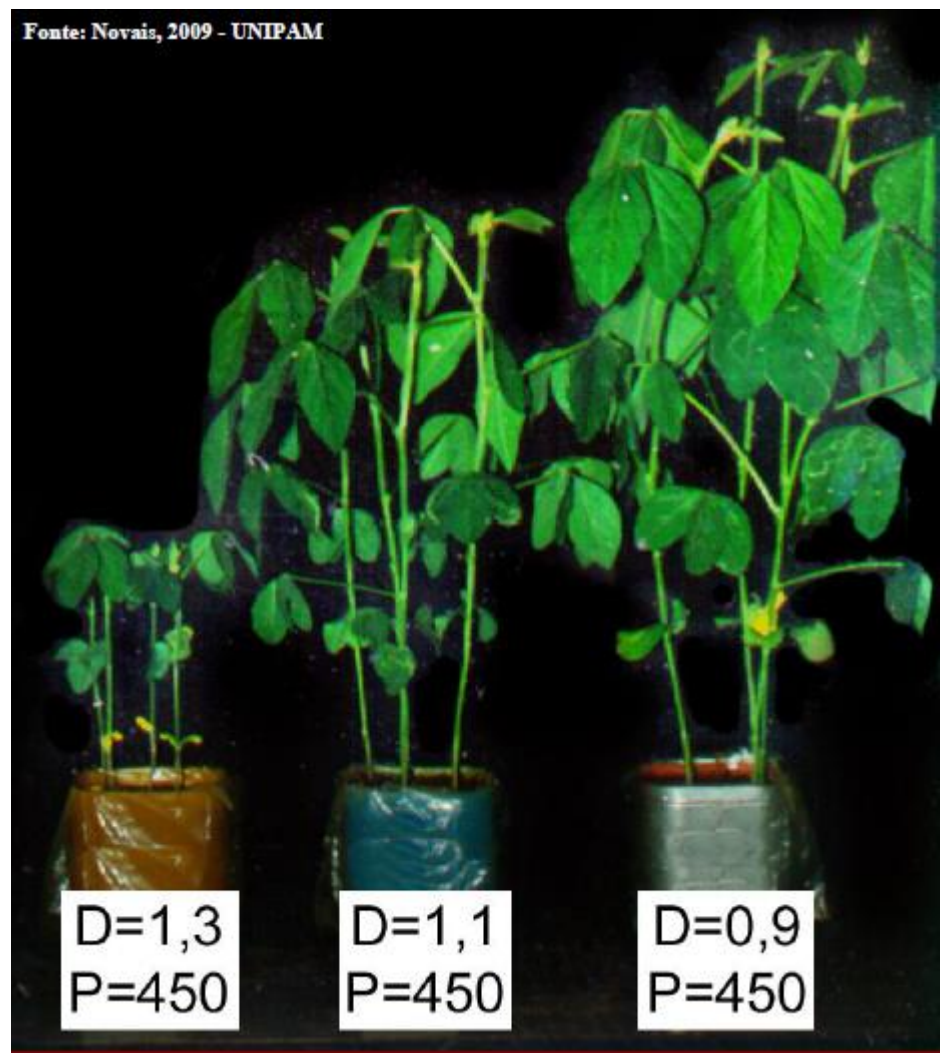
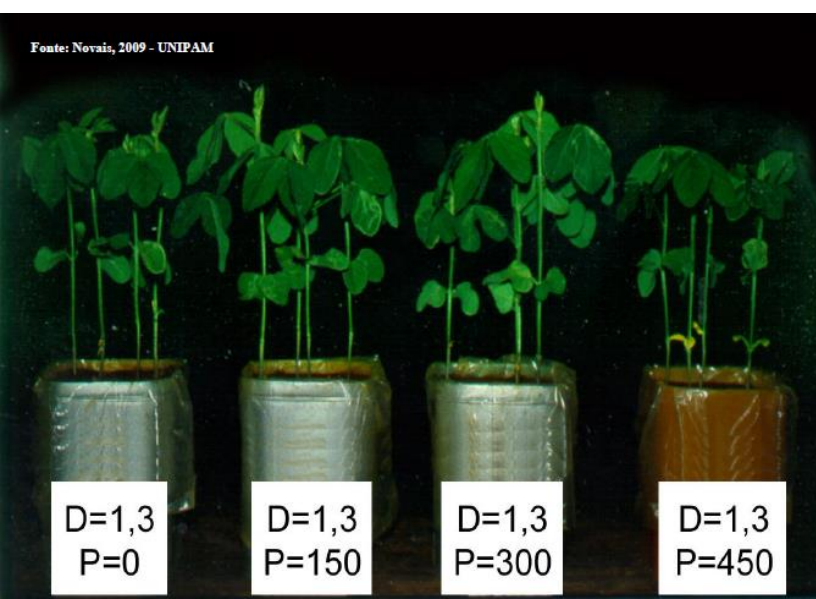
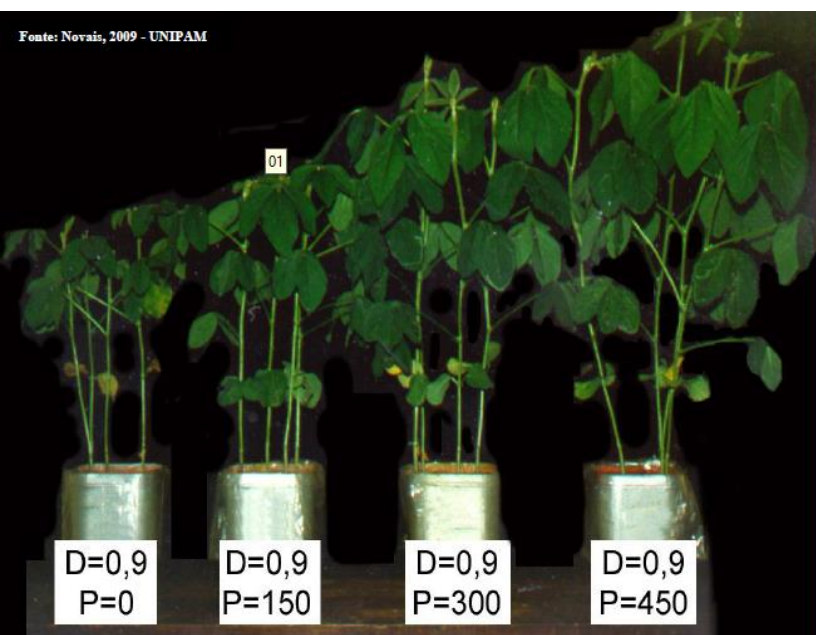


Cana Soca

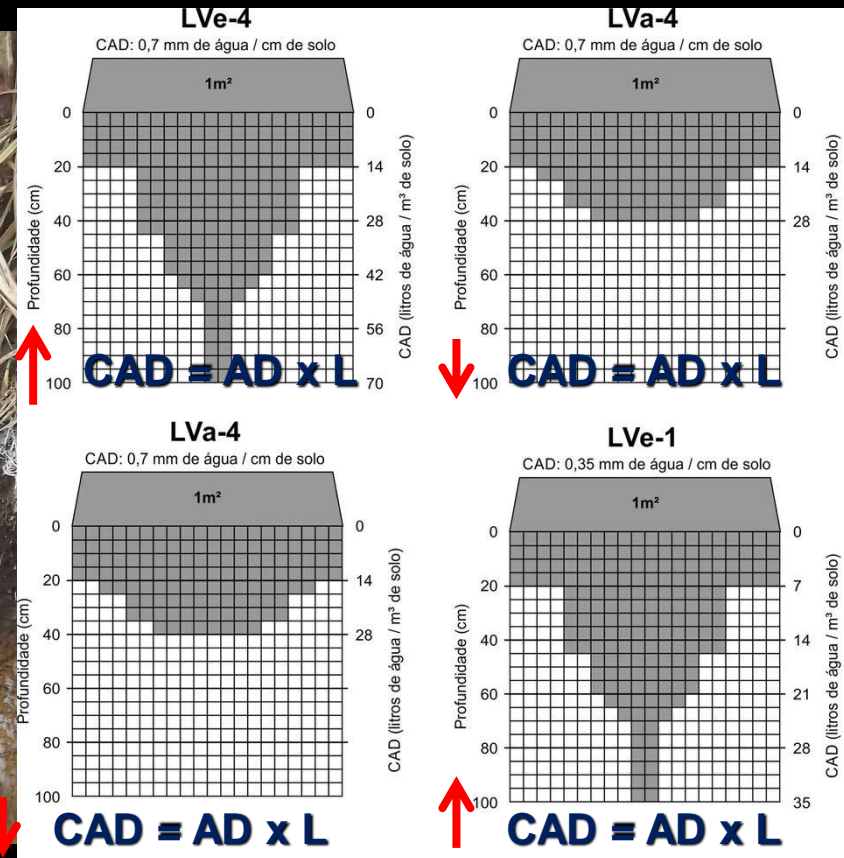
Com impedimento



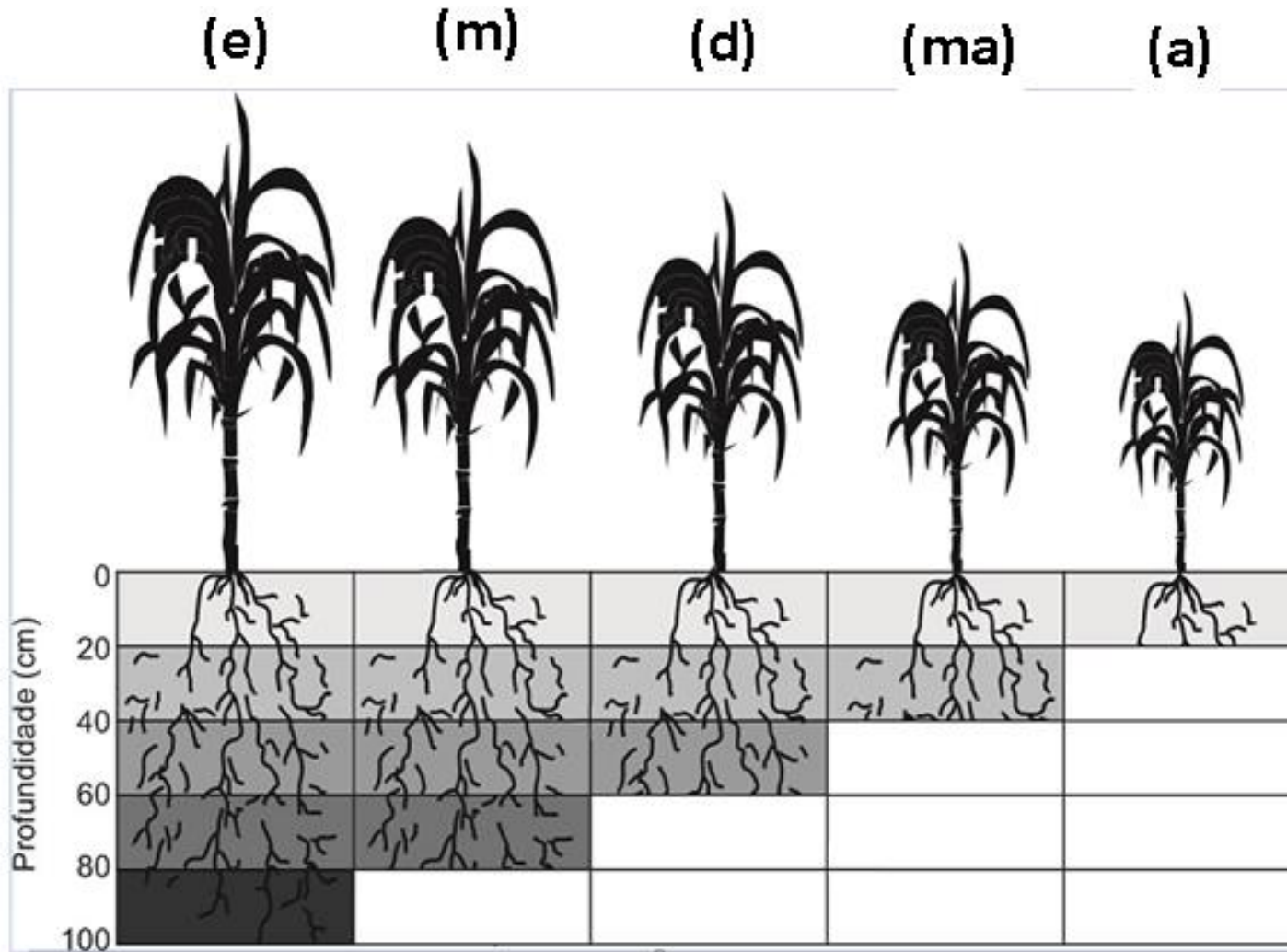
Impedimento(s):



IMPEDIMENTO QUÍMICO/FÍSICO/BIOLÓGICO: DESENVOLVIMENTO RADICULAR MAIS SUPERFICIAL



E=eutrófico *m*=mesotrófico *d*=distrófico
ma=mesoálico *a*=álico

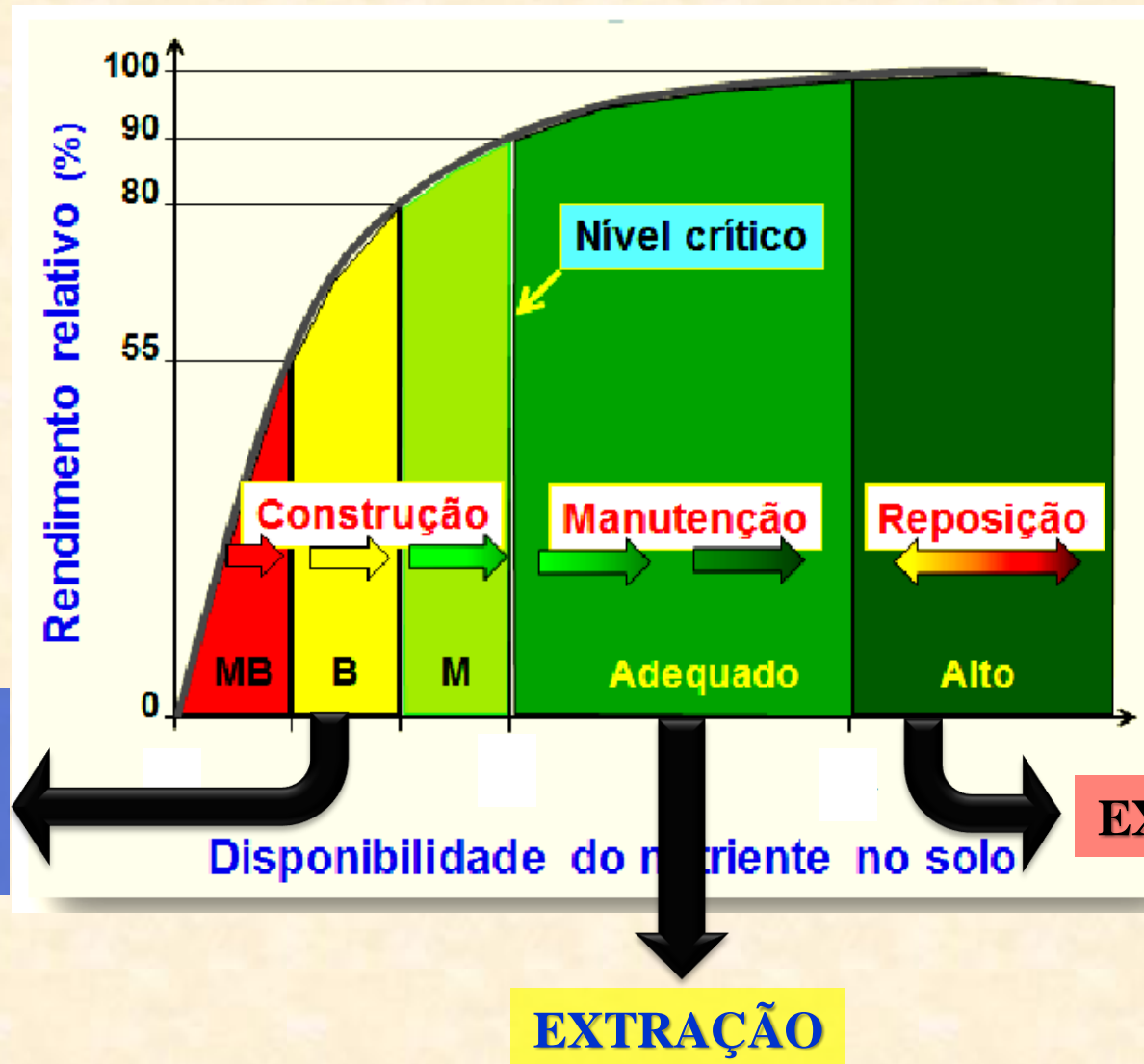


Primeiro passo para a eficiência da Adubação



Realização de **AMOSTRAGEM DE SOLO** antes do plantio e ao longo das soqueiras, a fim de dar sustentação a aplicação dos nutrientes.

PRODUTIVIDADE EM FUNÇÃO DOS NUTRIENTES DISPONÍVEIS NO SOLO



Classificação dos níveis de nutrientes

Teor	Ca ²⁺	*Mg ²⁺ Trocável	**S ²⁺
	mmol _c .dm ⁻³	mmol _c .dm ⁻³	mg.dm ⁻³
Baixo	0 - 20	0 - 4	0 - 10
Médio	20 - 40	5 - 8	10 - 15
Alto	> 40	> 8	> 15

Teor	Produção Relativa (%)	K + trocável ^(*) (mmol _c .dm ⁻³)	P resina ^(*) (mg.dm ⁻³)
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/Adequado	>100	3,1-6,0	>40
Alto/Muito alto	>100	> 6,0	-

Fonte: ^(*) Raij et al., 1996; ^(**) Vitti, 1989.

Atributos	Unidade	FAIXA 1	FAIXA 2	FAIXA 3	FAIXA 4
CTC	(mmol _c .kg ⁻¹)	< 30	30-50	51-70	> 70
(V%)	%	< 25	25-40	41-60	> 60
(m%)		< 15	15-30	31-50	> 50

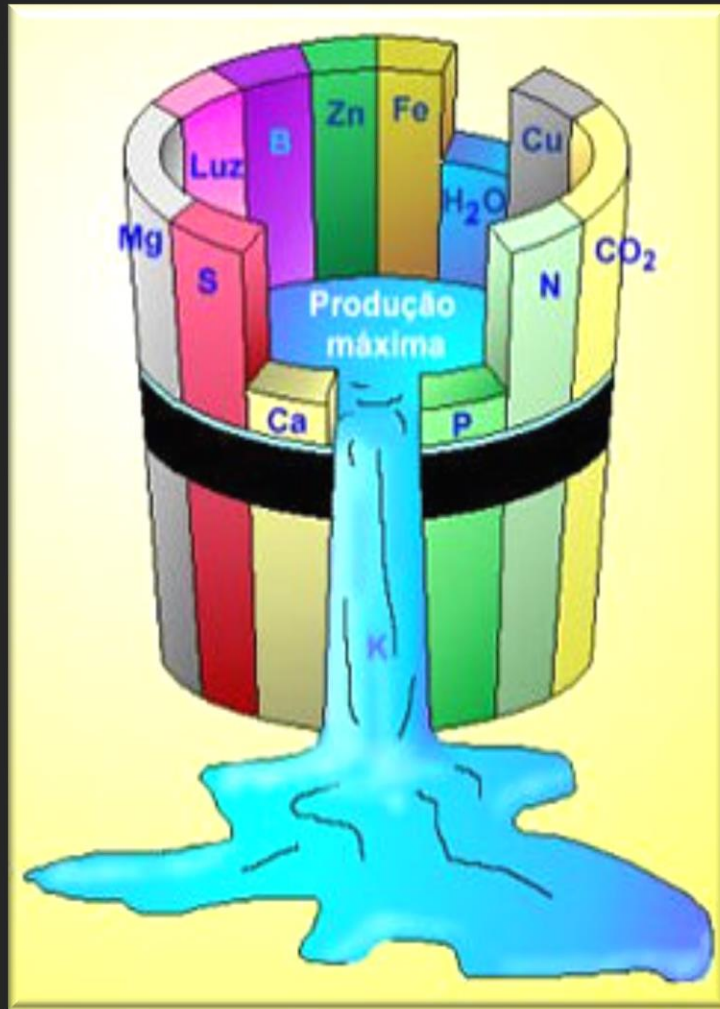
Limites de classes de teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn

Teor	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	água quente	DTPA			
	mg.dm ⁻³				
Baixo	0 – 0,2	0 – 0,2	0 – 4	0 – 1,2	0 – 0,5
Médio	0,21 – 0,6	0,3 – 0,8	5 – 12	1,3 – 5,0	0,6 – 1,2 (>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

1 mg dm⁻³ B, Zn, Cu, Fe, Mn → 2 kg/ha do micro

CONCEITO DE ADUBAÇÃO



LEI DO MÍNIMO

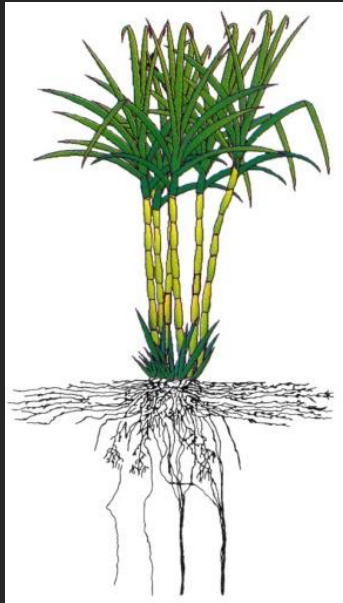
Todos os nutrientes são importantes



Adubação equilibrada

CONCEITO DE ADUBAÇÃO

ADUBAÇÃO = PLANTA - SOLO



PLANTA



ADUBAÇÃO



ANÁLISE DO SOLO

$ADUBAÇÃO = [PLANTA - (SOLO + CICLAGEM)] f$

ACUMULO DE P X VARIEDADES

	-----t ha ⁻¹ -----		kg ton ⁻¹	Acúmulo de P (kg ha ⁻¹)		Índice (kg ton ⁻¹)	
	Colmo MU	Parte Aérea	ART	Colmo	PA	Colmo	Açúcar
SP80-1842	119 (±18) a	52 (±9) a	169 (±2) abc	10 (±1) c	14 (±1) d	0,1 (±0,0) b	0,7 (±0,1) cd
SP80-3280	139 (±21) a	58 (±9) a	164 (±1) bc	8 (±2) c	12 (±4) d	0,1 (±0,0) b	0,5 (±0,2) d
IAC873396	142 (±16) a	64 (±8) a	168 (±3) abc	19 (±5) b	26 (±5) ab	0,2 (±0,0) ab	1,1 (±0,1) ab
RB867515	126 (±11) a	53 (±5) a	164 (±7) c	9 (±1) c	15 (±3) cd	0,1 (±0,0) b	0,7 (±0,1) cd
RB855453	128 (±23) a	57 (±9) a	173 (±2) abc	16 (±1) bc	22 (±0) bc	0,2 (±0,0) ab	1,0 (±0,2) bc
SP81-3250	137 (±9) a	60 (±3) a	176 (±3) a	30 (±2) a	34 (±2) a	0,3 (±0,0) a	1,4 (±0,1) a
IAC921099	132 (±7) a	51 (±5) a	175 (±0) ab	18 (±5) b	24 (±4) bc	0,2 (±0,0) ab	1,0 (±0,1) bc
IAC933046	139 (±24) a	57 (±9) a	175 (±6) ab	15 (±1) bc	20 (±1) bcd	0,1 (±0,0) ab	0,8 bcd
DMS (5%)	49	21,0	11,3	8	10	0,10	0,35
CV (%)	13	13,1	2,3	19	17	22,9	13,9

ANÁLISES QUÍMICAS É POSSÍVEL OBSERVAR:

ELIMINOU IMPEDIMENTO QUÍMICO NA SUPERFÍCIE E SUBSUPERFÍCIE?

Prof. cm	P (Resina) mg.dm-3 g/dm3	K+	Ca2+	Mg2+	Al3+	H + Al SMP	SB	CTC	V	m	Argila
			mmolc .dm-3 -----				mmolc .dm-3		%	%	%
0-25	5,0	0,3/5	11,5/40	5,8/10	0,3/0	9	18	27/100	66/70	2/0	14
25-50	3,0	0,2	1,4	0,7	5,8	11	2	13	18	71	16
0-25	5,0	0,4/5	13,2/40	6,3/10	0,2/0	9	20	29/100	69	1	12
25-50	3,0	0,2	1,1	1,2	5,6	11	2	13	18	69	15
0-25	4,0	0,6	9,2	4,2	1,1	10	14	24	58	7	16
25-50	2,0	0,2	0,4	0,3	6,2	14	1	15	6	88	17

R arg = 1

Camada	pH	Ca	Mg	K	SB	CTC	V	Ca	Mg	K	Argila
		mmolc/dm3					%	%	%	%	%
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	33

R arg = 2

Balanço de Cátions Trocáveis no Solo

Ca trocável	Mg trocável	K trocável	Ca+Mg/K
%	%	%	
40 – 60	10 – 15	3 – 5	20 – 30

Solos com teores suficientes de cátions trocáveis

FATORES DE PERDAS



ABSORÇÃO/PERDAS

CHUVA

ADUBAÇÃO

FIXAÇÃO
 $H_2PO_4^-$

LIXIVIAÇÃO
 $NO_3^- ; K^*$

SOLO

VOLATILIZAÇÃO

Uréia (NH_3)

EROSÃO

$N=P_2O_5=K_2O \dots$

FATOR DE EFICIÊNCIA
N=60% P=30% K=70%

✓ AMOSTRAGEM: CANA PLANTA E SOCA

FREQUENCIA DE AMOSTRAGEM

- Antes da Reforma ou Expansão.
- Após o 1° Corte ? (VER).
- Após o 2° ou 3° Corte ?.
- Após o 4° ou 5° Corte, e assim sucessivamente de 2 em dois anos ?.

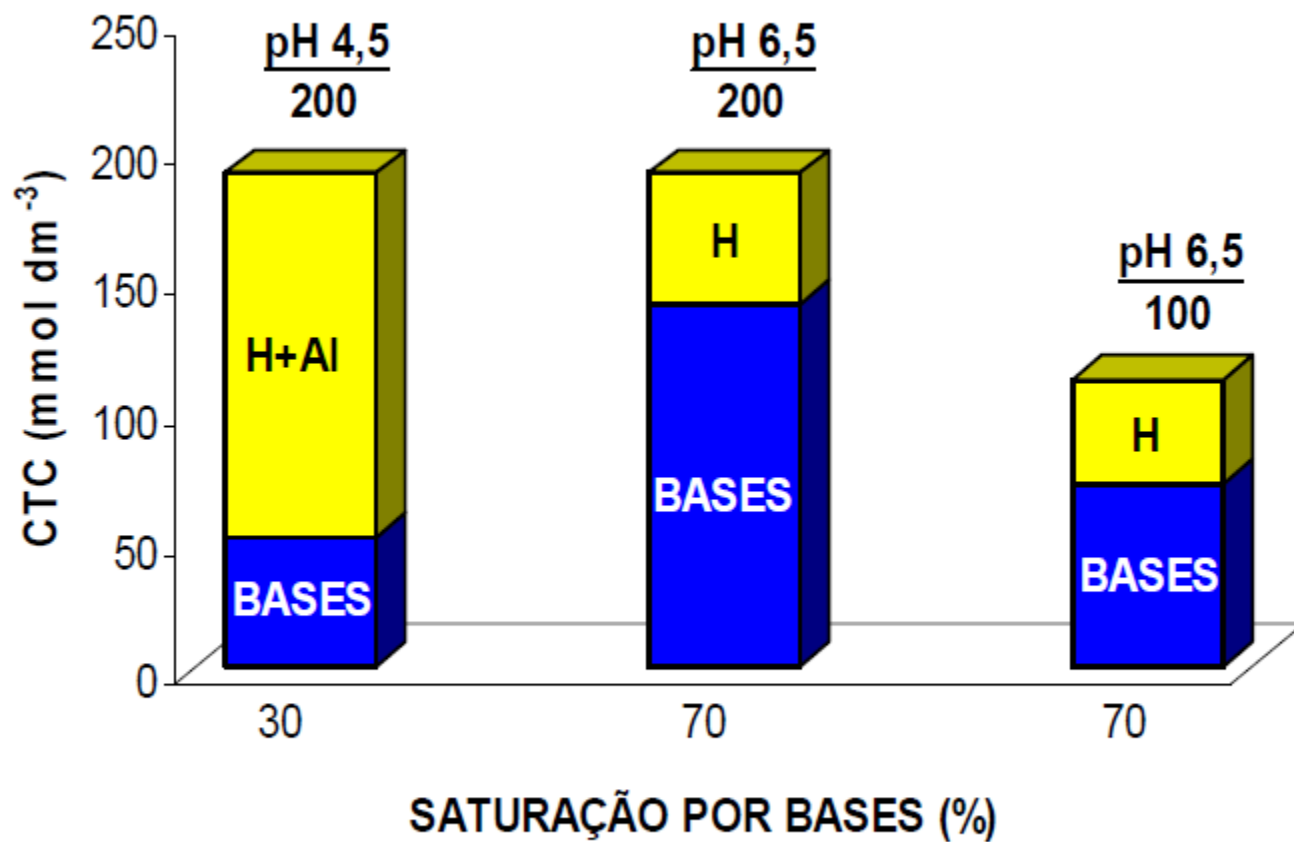
Fatores que influem na frequencia da amostragem/correção:

Textura do solo; Doses de N-amoniaco; Remoção pela cultura;
Doses de calcário; Lixiviação das bases;
Efeito Tamponante do solo

TIPO DE ANÁLISE

0 a 20 ou 0 a 25 cm: ROTINA + Al + *Micronutrientes*

20 a 40 ou 25 a 50 cm: ROTINA + Al + *Enxofre*



Distribuição/Incorporação adequada dos corretivos:

Eficiência de correção:

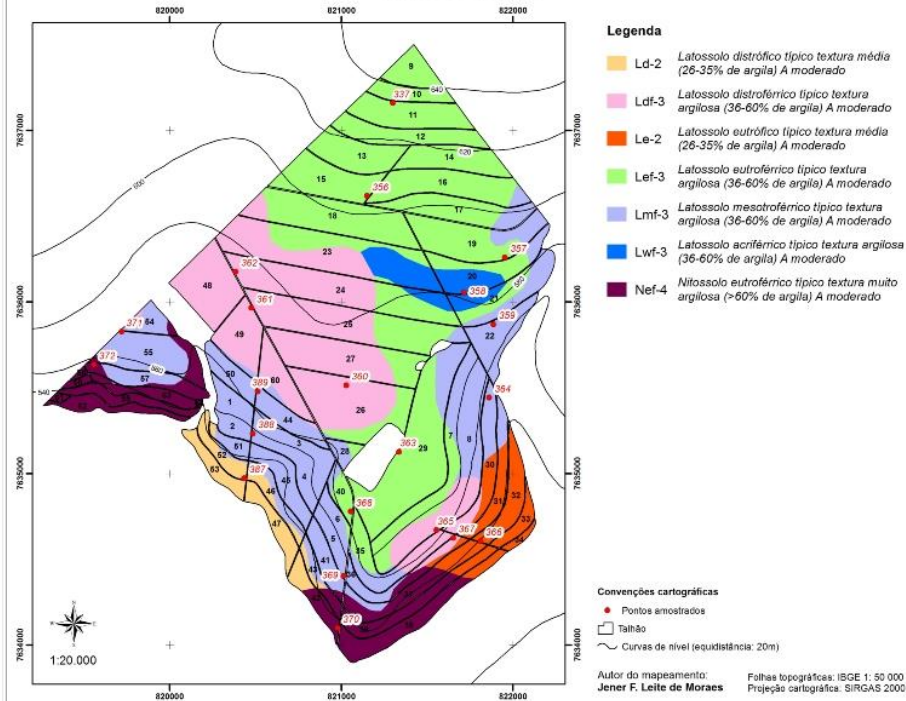


Variação nos valores de Ca+Mg ($\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) - Doses de calcário X Aplicação na Superfície ou Incorporação do Corretivo

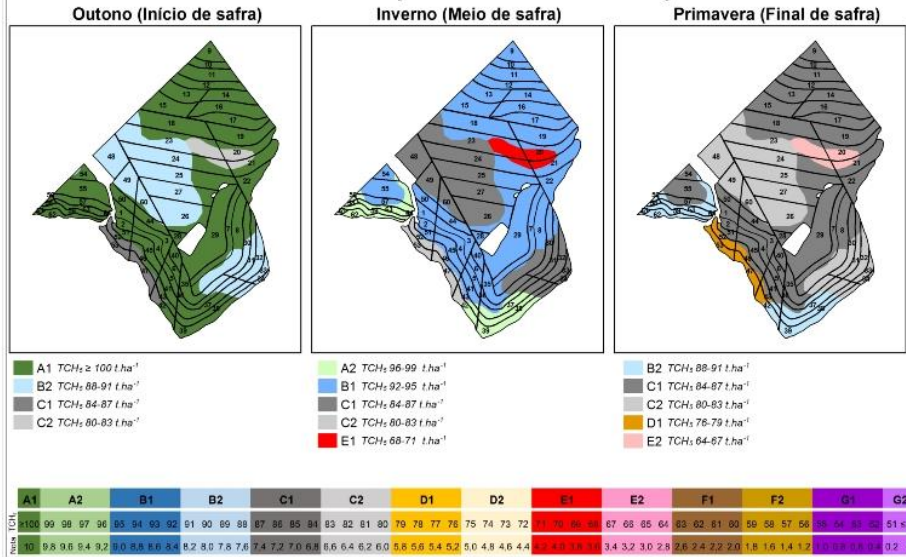
Doses de Calcário t ha^{-1}	Profundidade (cm)					
	0 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 20	20 a 30	30 a 40
	Calcário aplicado na superfície					
2	51,6	2,3	2,2	3,3	3,0	2,1
4	96,6	3,3	2,0	2,4	2,4	1,7
	Calcário incorporado na profundidade de 0 a 5 cm					
2	46,8	6,0	3,4	4,0	4,8	4,9
4	78,1	7,4	3,8	4,2	4,6	4,1
	Calcário 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

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mapa Pedológico





Ambientes de Produção Dinâmicos de Cana-de-Açúcar



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

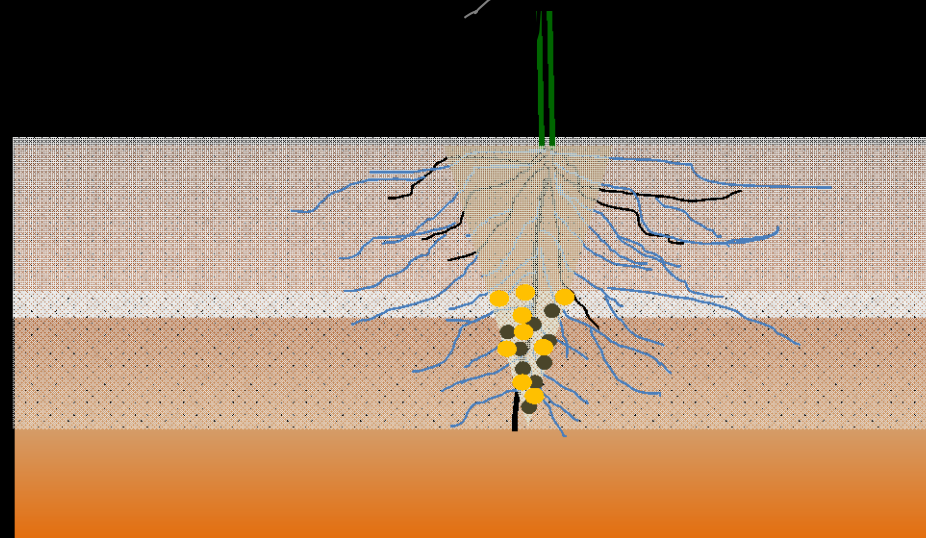
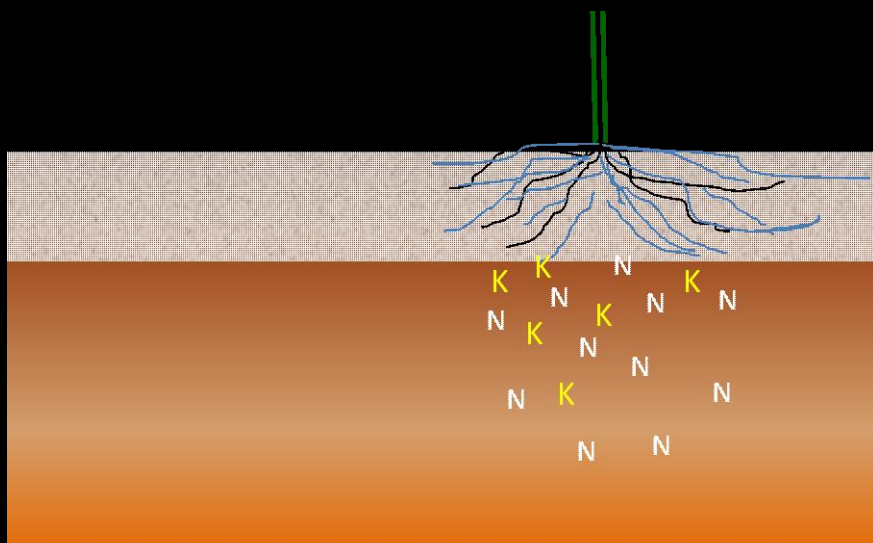
ÍNDICE DA QUANTIDADE DE FERTILIZANTE POR TONELADA DE COLMO EM FUNÇÃO DA EPOCA DE CORTE E OS AMBIENTES DE PRODUÇÃO (TCH/HA NO 3º CORTE): Considerar aplicação de 500 kg/ha do formulado 20-05-25

	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) ⁴⁵

FRACIONAMENTO X DISTRIBUIÇÃO DO FERTILIZANTE

Correção deve ser feita no maior volume de solo
PRINCIPALMENTE na implantação da cultura



Correção em subsuperfície:

Crescimento de raízes/ Renovação

Melhor aproveitamento da água e nutrientes

SOLOS x MANEJO ADEQUADO

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)



SOLOS x MANEJO NÃO ADEQUADO

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)



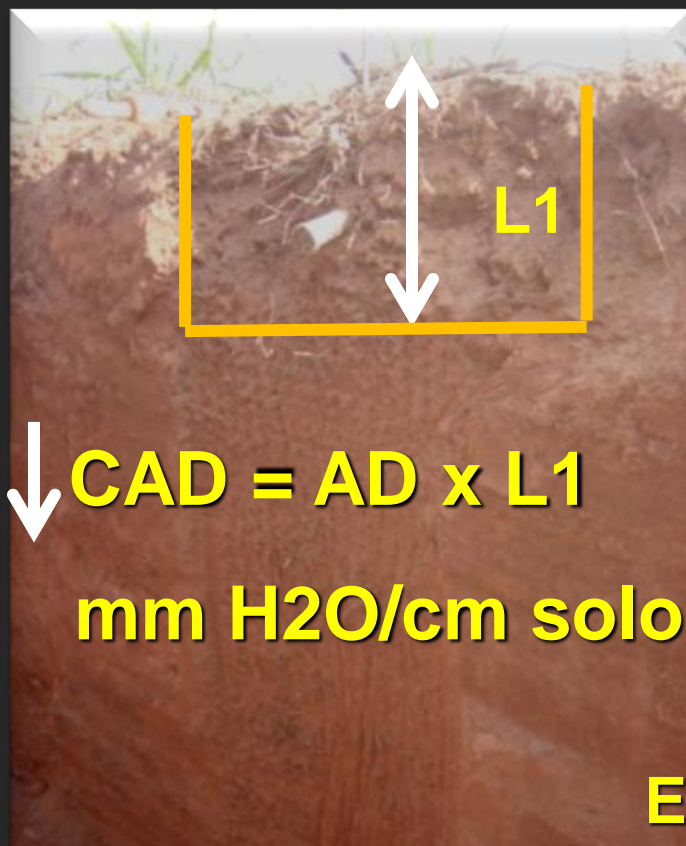
Trincheira 1: Argissolo Vermelho Amarelo Álico: PVAa

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

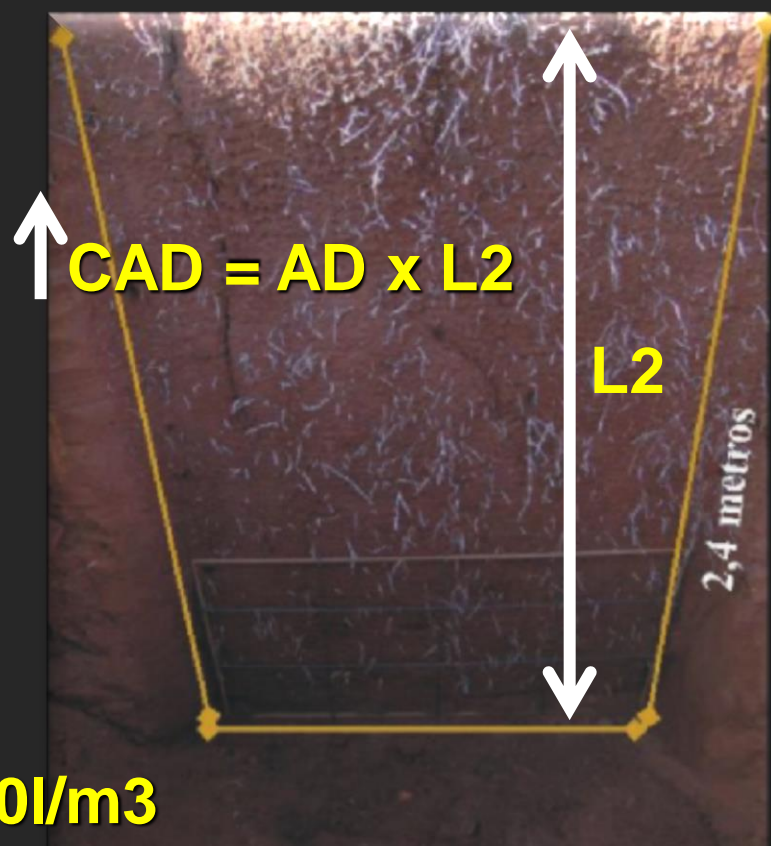
Trincheira 2: Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico: PVAe

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

IMPEDIMENTOS: AGUA DISPONÍVEL X SISTEMA RADICULAR - CAD



Com Impedimento
> Dependência do meio



Sem Impedimento: Teor de
Ca adequado no solo
< Dependente do meio

VIGOR DO CANAVIAL

COMO MANTER CANAVIAIS PRODUTIVOS ACIMA DE 100 t/ha?

FATORES DE PRODUTIVIDADE: saber os tipos de solos e ambientes de produção, alocação de variedades, épocas de plantio e de colheita em função e dos ambientes, qualidade no plantio, manejo da colheita (compactação, espaçamento, pragas, falhas, etc); Amostragem correta; correção do solo (corretivos e fosfatagem), uso de composto, rotação de cultura e adubação conforme as recomendações (Boletim), entre outros, será a base desse sucesso

t/ha

~350

> 100

~80

~70

clima, solo

Variedade, corte

adubação

pragas, mato

manejo

FATORES QUE INTERFEREM NA EFICIENCIA DA ADUBAÇÃO EM CANA-DE-AÇÚCAR

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/dm3					%	%	%	%	%
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@apta.sp.gov.br

Média 4 cortes = 128 TCH4

Obrigado!