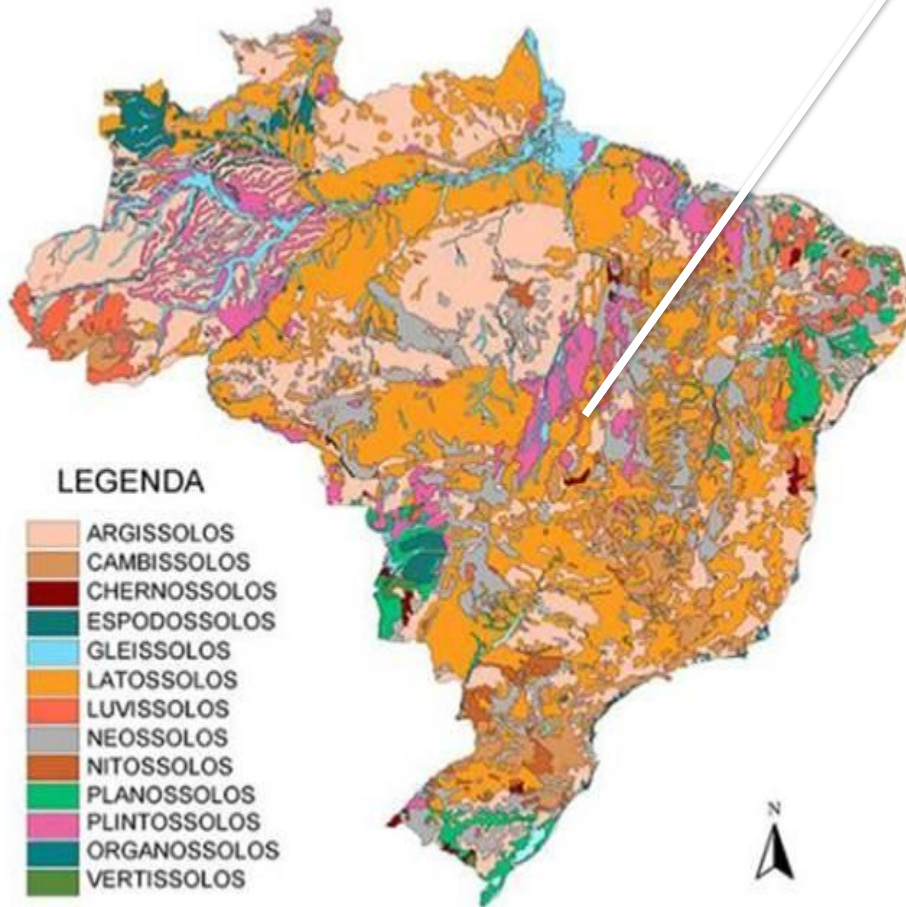


O solo e a cultura da cana-de-açúcar

Prof. Dr. Ronan Magalhães de Souza

Características dos Solos Brasileiros



Principais classes de ocorrência de solos no Brasil

Classes:

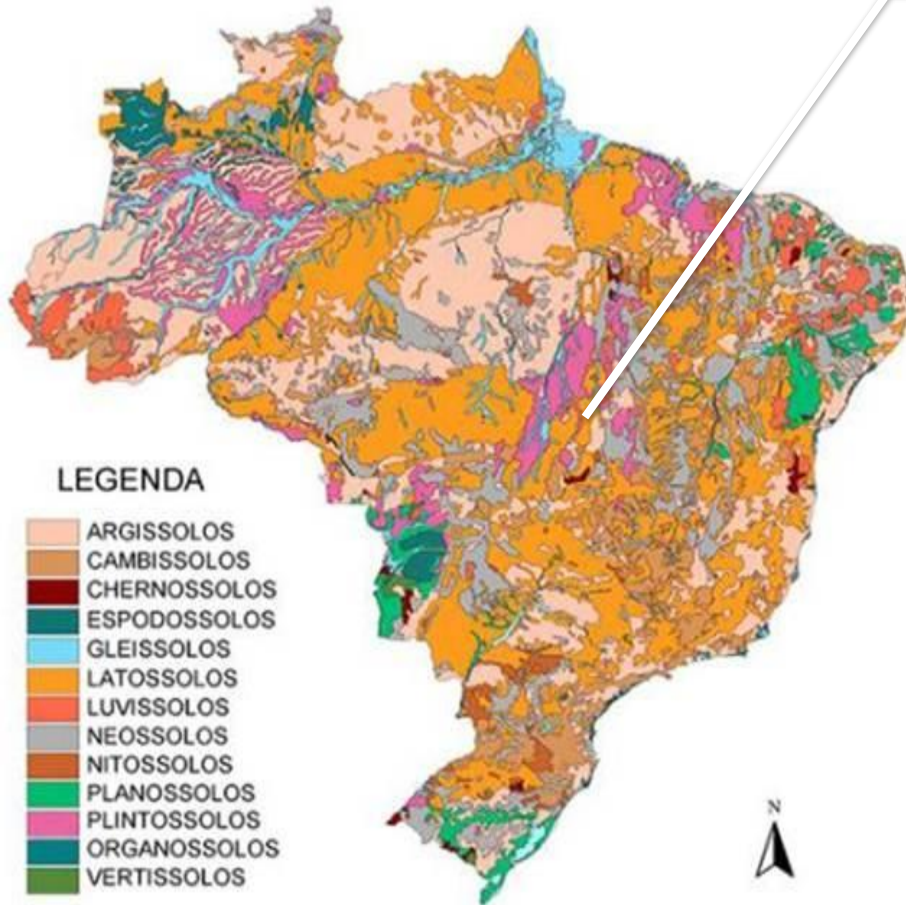
- Argissolos – 26,94%
- Neossolos Quartizarênicos – 5,26%
- Latossolos – 31,61%
 - * LAd – 11,89%
 - * LVAd – 11,98%

EMBRAPA (2016)

(EMBRAPA, 2011)

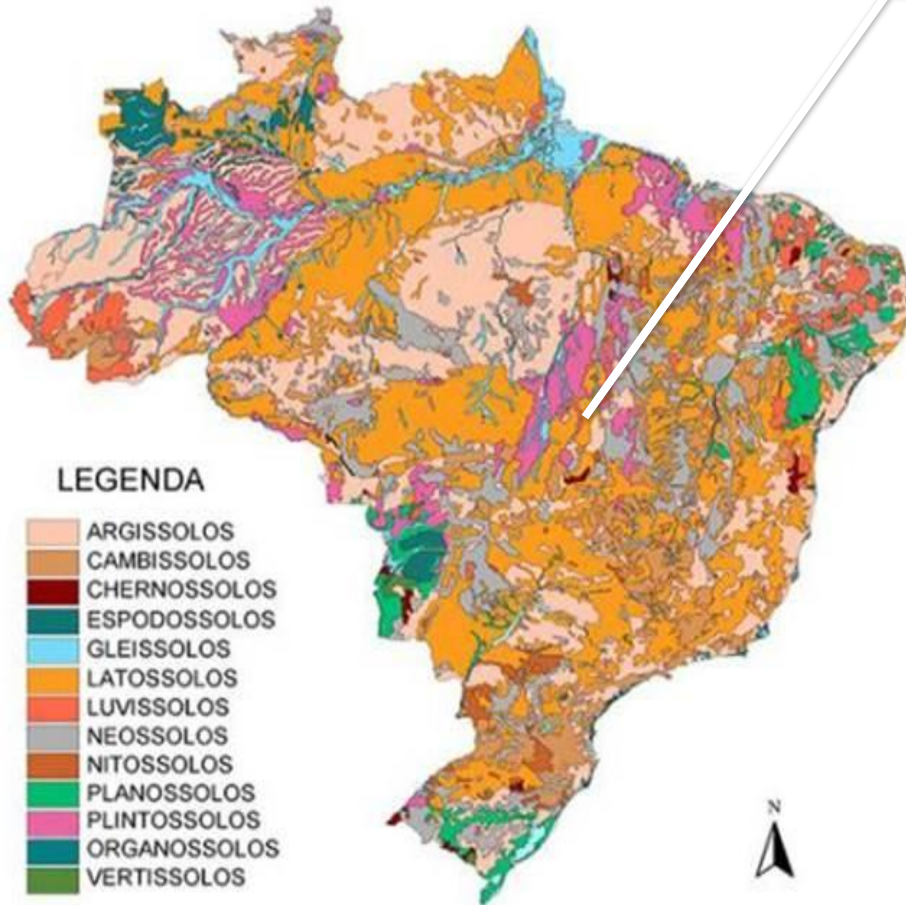
Características dos Solos Brasileiros

Quais são as principais características desses solos???



EMBRAPA (2016)

Características dos Solos Brasileiros



EMBRAPA (2016)

São em sua maioria ácidos e de reduzida fertilidade natural

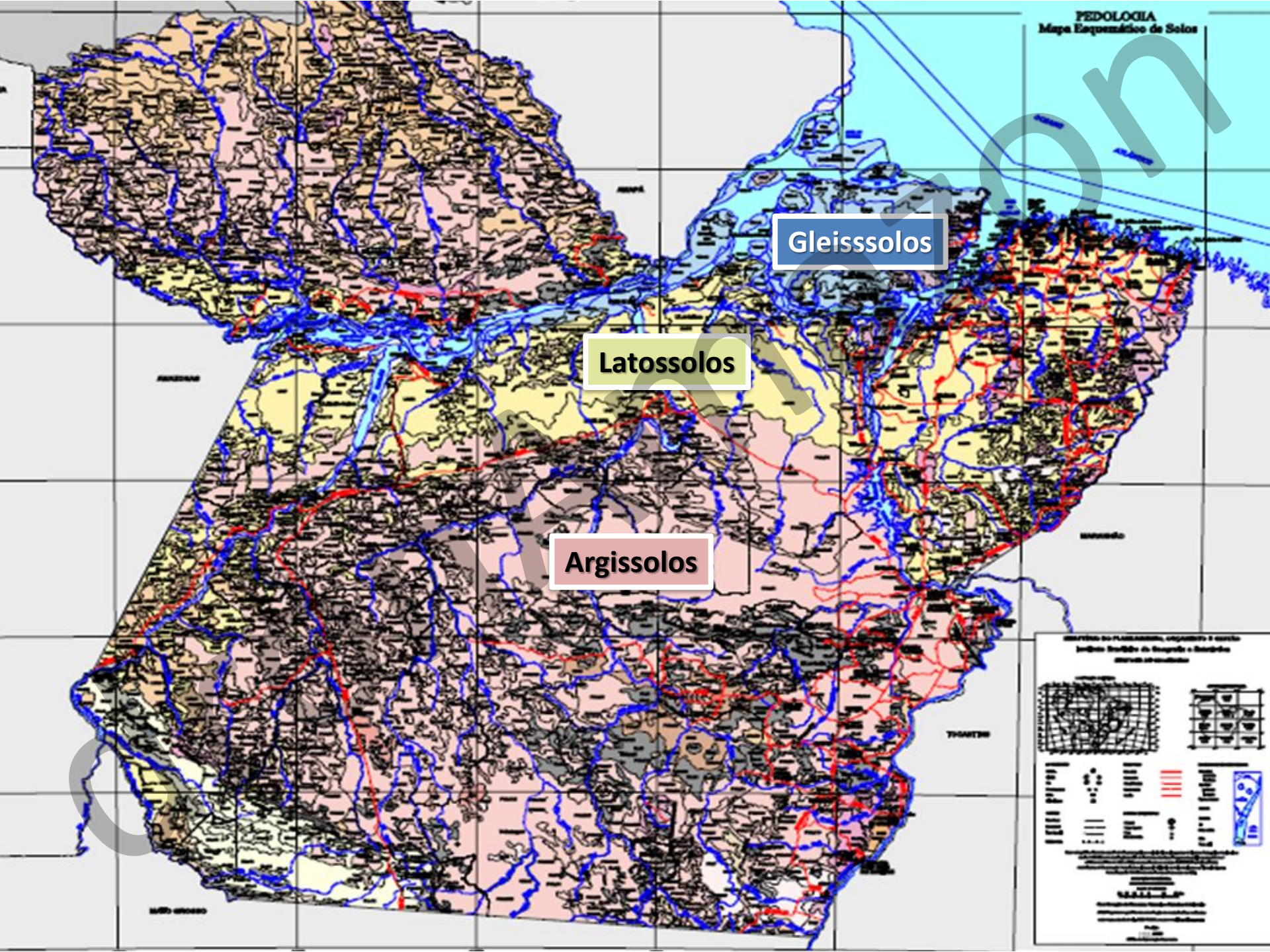
1 - Elevada concentração:

- Hidrogênio – H
- Alumínio – Al
- Ferro – Fe

2 - Baixos teores:

- Cálcio – Ca
- Magnésio – Mg
- Potássio – K
- Fósforo – P

(Carneiro et al., 2006)



Gleissolos

Latossolos

Argissolos

LEGENDA

Formas de relevo: planície, colinas, montanhas, etc.

Tipos de solos: latossolos, argissolos, gleissolos, etc.

Rede hidrográfica: rios, córregos, etc.

Limites internacionais

Mapa de escala 1:100.000.000

Fonte: IBGE, 1990

Elaborado por: [illegible]

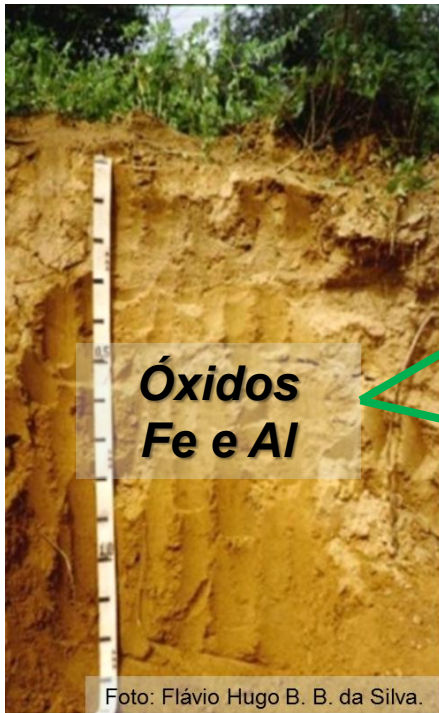
Mapa de escala 1:100.000.000

Fonte: IBGE, 1990

Elaborado por: [illegible]

Latossolos

$\downarrow \text{SiO}_2 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) / \downarrow \text{CTC} / \text{Tb} \rightarrow \text{Bw}$



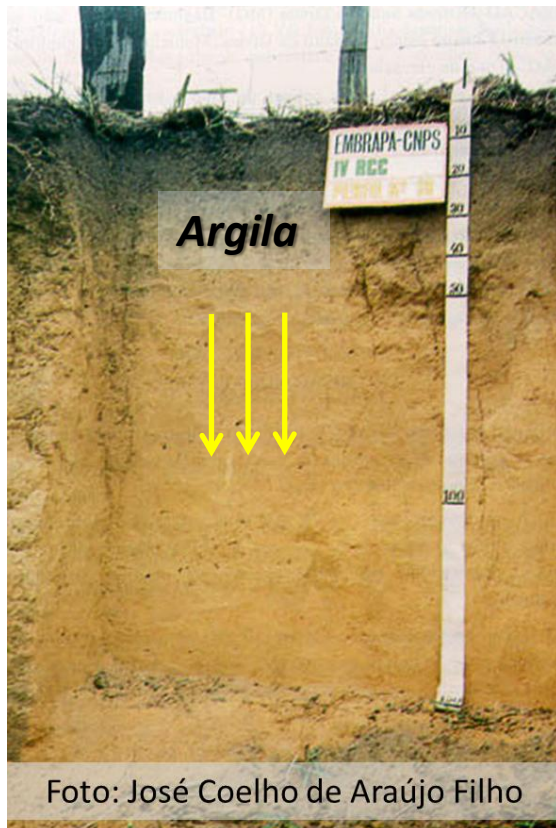
Fe^{2+} é oxidado $\rightarrow (\alpha\text{-FeOOH}, \alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3)$.

$\text{Al} + \text{Si} \rightarrow \text{minerais 1:1}$
ou
 $\text{Al} \rightarrow (\text{Al}(\text{OH})_3)$

Características dos Solos

Argissolo

Horizonte B textural, Tb, ou Ta desde que conjugada com
↓ V% ou com caráter alumínico (Santos, 2018)



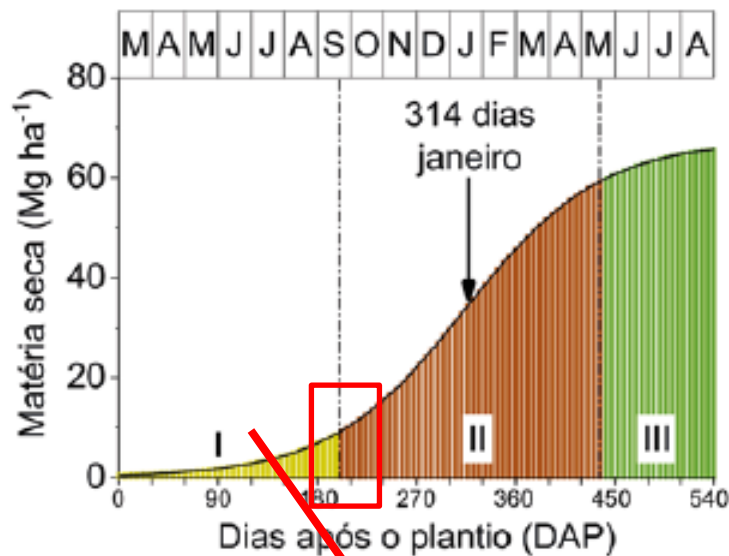
- ✓ *Teor de alumínio extraível $\geq 4 \text{ cmolc kg}^{-1}$;*
- ✓ *$m \geq 50\%$; e/ou*
- ✓ *$V\% < 50\%$.*

± 20 % de Argila

± 40 % de Argila

Extração de nutrientes pela cana-de-açúcar

Acúmulo de MS e de nutrientes pela cana-de-açúcar



Modelo sigmoide:

I – estabelecimento, enraizamento e perfilhamento;

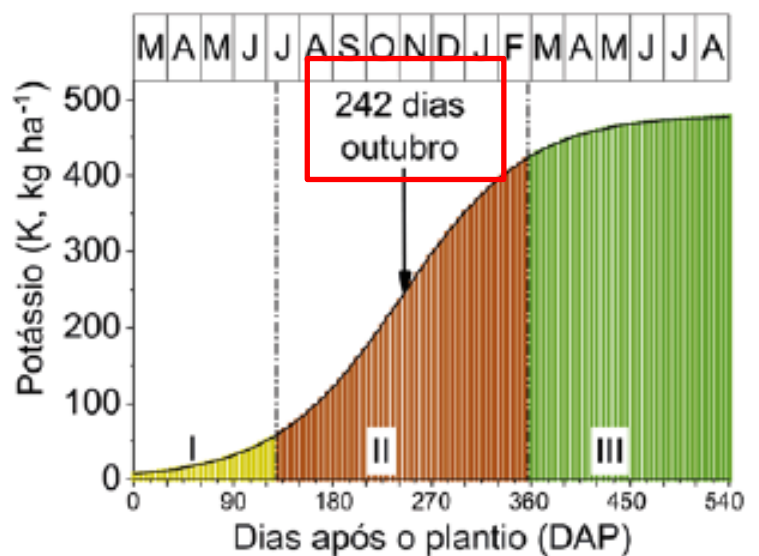
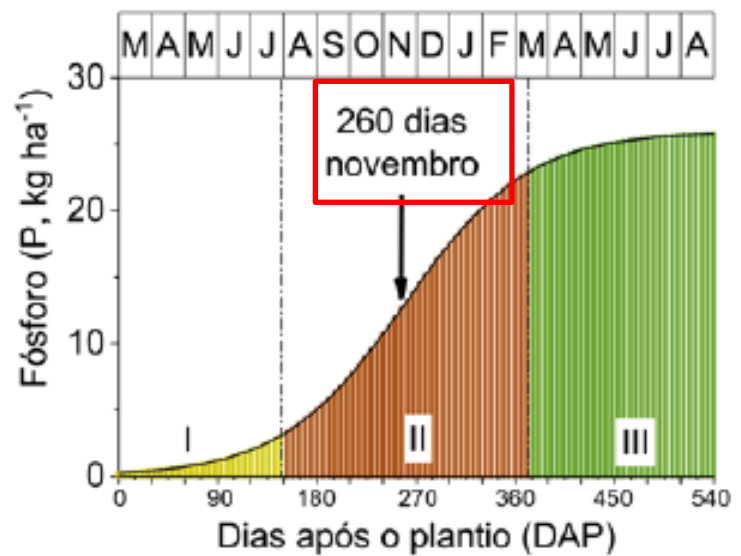
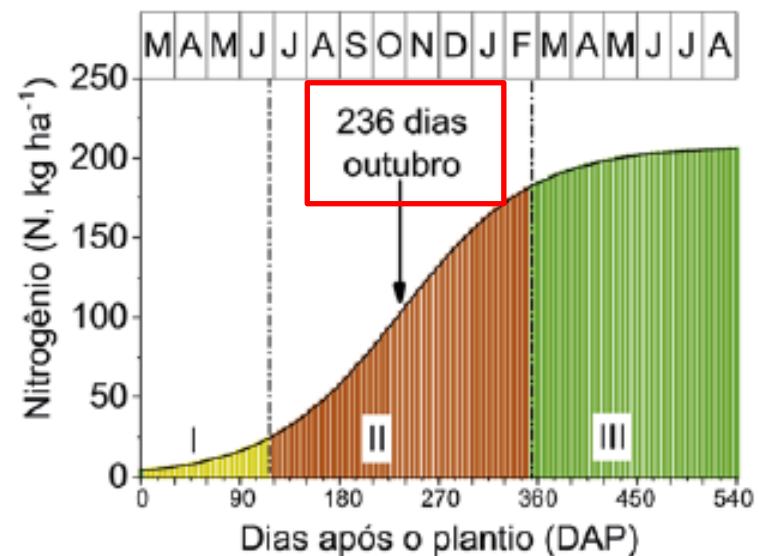
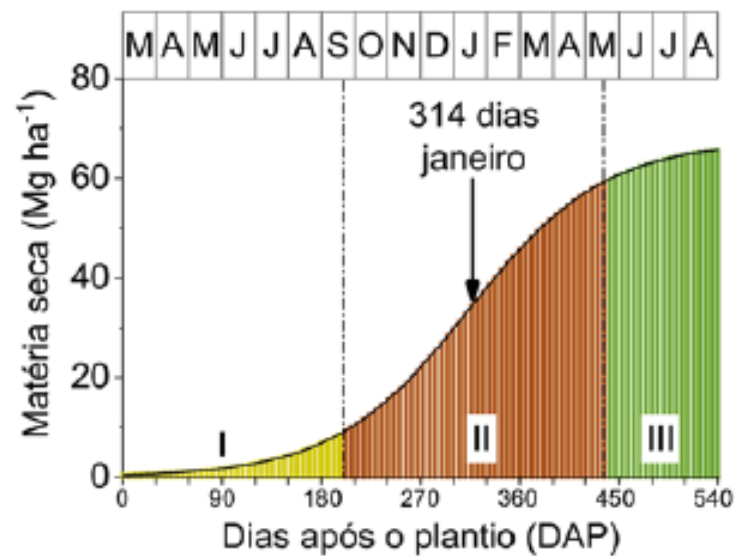
II – acúmulo intenso de biomassa (80% de MS e M);

III – estabilização do crescimento (maturação).

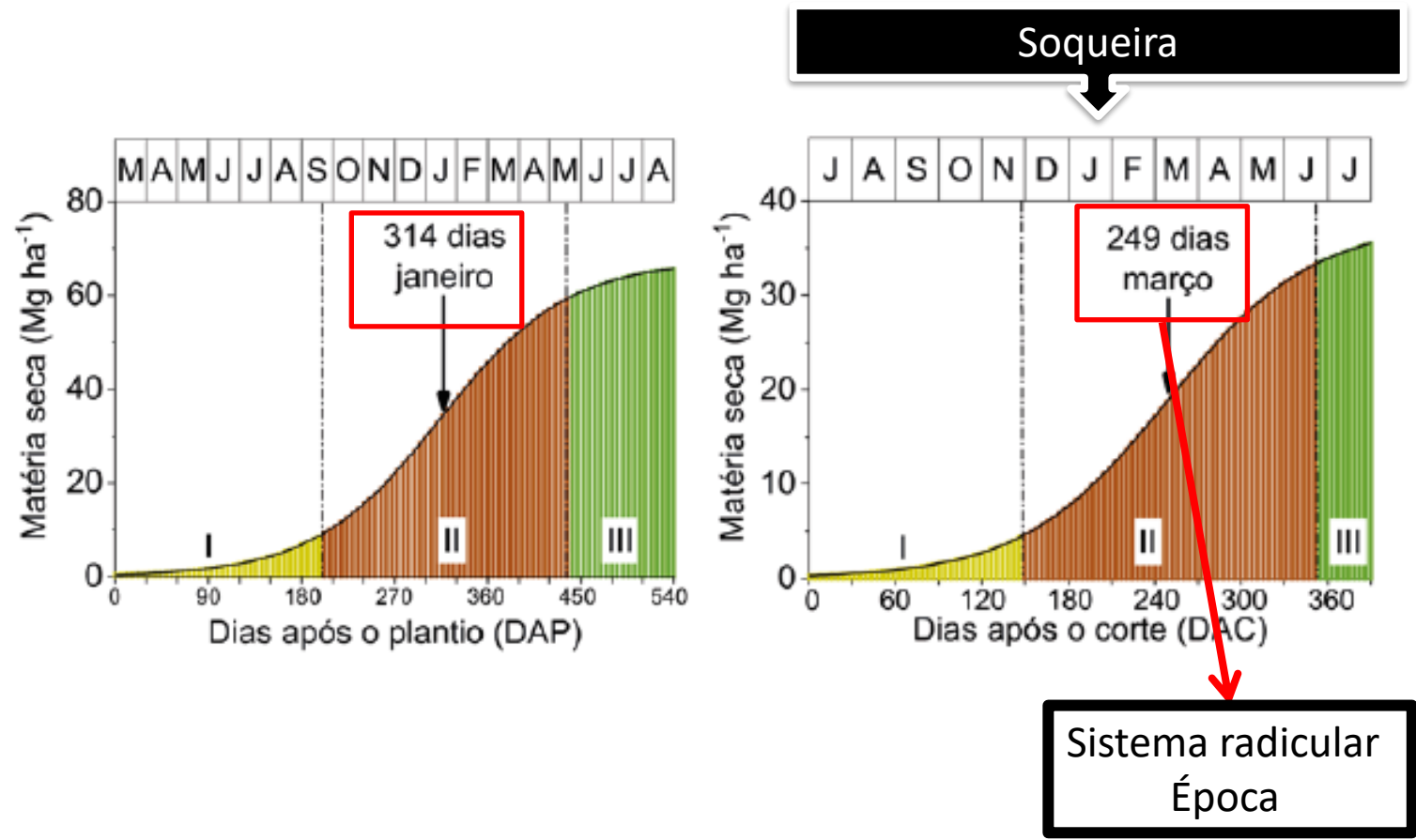
Tx de crescimento e acúmulo baixos
N e K – parcelamento

Acúmulo de MS e de nutrientes pela cana-de-açúcar

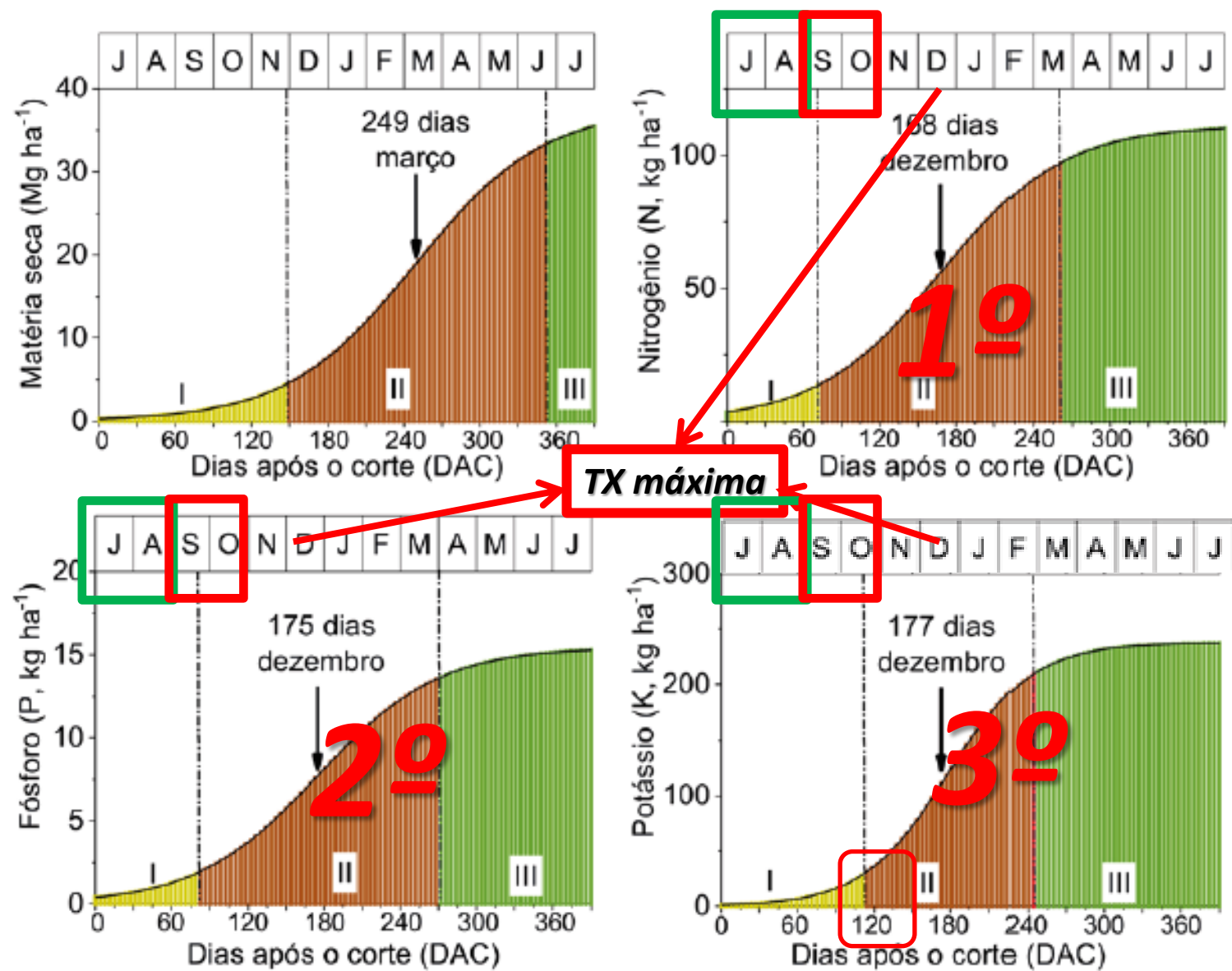
1º acúmulo de nutrientes nas folhas → acúmulo intenso de MS nos colmos



Acúmulo de MS e de nutrientes pela cana-de-açúcar



Acúmulo de MS e de nutrientes pela cana-de-açúcar



 - colheita - adubação

Extração e exportação de nutrientes pela cana-de-açúcar

Exigência de nutrientes pela cana-de-açúcar variedade CB41-766 (Otto et al., 2019).

Tabela 1. Exigência de macronutrientes pela cana-de-açúcar variedade CB41-76.

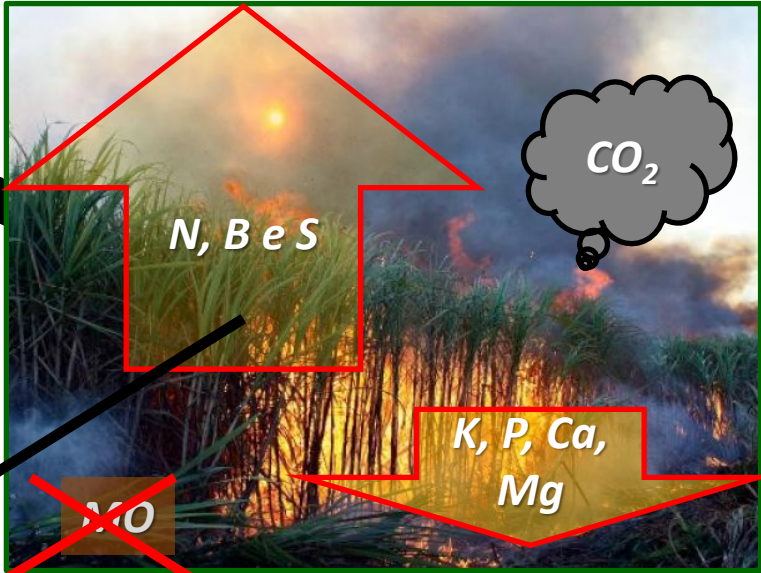
Partes da planta	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
----- (kg 100 t ⁻¹) -----						
Colmos	83	25	94	47	33	26
Resíduos vegetais	60	18	115	40	16	18
Total	143	43	209	87	49	44

Fonte: Orlando Filho (1978).

Tabela 2. Exigência de micronutrientes pela cana-de-açúcar variedade CB41-76.

Partes da planta	B	Cu	Fe	Mn	Zn
----- (g 100 t ⁻¹) -----					
Colmos	149	234	1.393	1.052	369
Resíduos vegetais	86	105	5.525	1.420	223
Total	235	339	6.918	2.472	592

Fonte: Orlando Filho (1978).



Reaplicar após o fogo?

Extração e exportação de nutrientes pela cana-de-açúcar

Evolução das exigências de nutrientes pela cana-de-açúcar (Otto et al., 2019).

Tabela 1. Exigência de macronutrientes pela cana-de-açúcar variedade CB41-76.

Partes da planta	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
----- (kg 100 t ⁻¹) -----						
Colmos	83	25	94	47	33	26
Resíduos vegetais	60	18	115	40	16	18
Total	143	43	209	87	49	44

Fonte: Orlando Filho (1978).

Tabela 2. Exigência de micronutrientes pela cana-de-açúcar variedade CB41-76.

Partes da planta	B	Cu	Fe	Mn	Zn
----- (g 100 t ⁻¹) -----					
Colmos	149	234	1.393	1.052	369
Resíduos vegetais	86	105	5.525	1.420	223
Total	235	339	6.918	2.472	592

Fonte: Orlando Filho (1978).

É necessário aumentar as doses de P e K

Tabela 4. Exigência de macronutrientes pela cana-de-açúcar. Média de 24 estudos científicos publicados a partir de 2002.

Compartimento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O*	CaO	MgO	S
----- (kg 100 t ⁻¹) -----						
Colmos	84	35	148	36	41	23
Restos vegetais	62	18	88	38	13	13
Total	146	53	236	74	54	36

* Só consideram os trabalhos que apresentam resultados de análise de solo e cujo teor de K foi inferior a 3,0 mmol_c dm⁻³ (0-20 cm).

Tabela 5. Exigência de micronutrientes pela cana-de-açúcar. Média de 24 estudos científicos publicados a partir de 2002.

Compartimento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
----- (g 100 t ⁻¹) -----					
Colmos	200	43	3.178	1.424	346
Restos vegetais	233	44	119	1.073	236
Total	433	87	3.297	2.497	582

Extração e exportação de nutrientes pela cana-de-açúcar

Evolução das exigências de nutrientes pela cana-de-açúcar (Otto et al., 2019).

Exercício:

a - Com base na tabela, qual o conteúdo de elementos (NPK) da cana em kg t⁻¹ de parte aérea?

- N – 1,46 kg/t
- P₂O₅ – 0,53 kg/t
- K₂O – 2,36 kg/t

b - Qual o índice (%) de exportação de cada um?

- N – (57%) 0,57
- P₂O₅ – (66%) 0,66
- K₂O – (62%) 0,62

c - Considerando uma produção de 80 t de colmo qual a seria a quantidade exportada de cada nutriente?

80 t de colmo x 1,46 kg de N

116,8 kg/ha de N x 0,57 = 66,57 kg

116,8 – 66,57 = 50,23 kg/ha de N

Tabela 4. Exigência de macronutrientes pela cana-de-açúcar. Média de 24 estudos científicos publicados a partir de 2002.

Compartimento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O*	CaO	MgO	S
	----- (kg 100 t ⁻¹) -----					
Colmos	84	35	148	36	41	23
Restos vegetais	62	18	88	38	13	13
Total	146	53	236	74	54	36

* Só consideram os trabalhos que apresentam resultados de análise de solo e cujo teor de K foi inferior a 3,0 mmol_c dm⁻³ (0-20 cm).

Extração e exportação de nutrientes pela cana-de-açúcar

Evolução das exigências de nutrientes pela cana-de-açúcar (Otto et al., 2019).

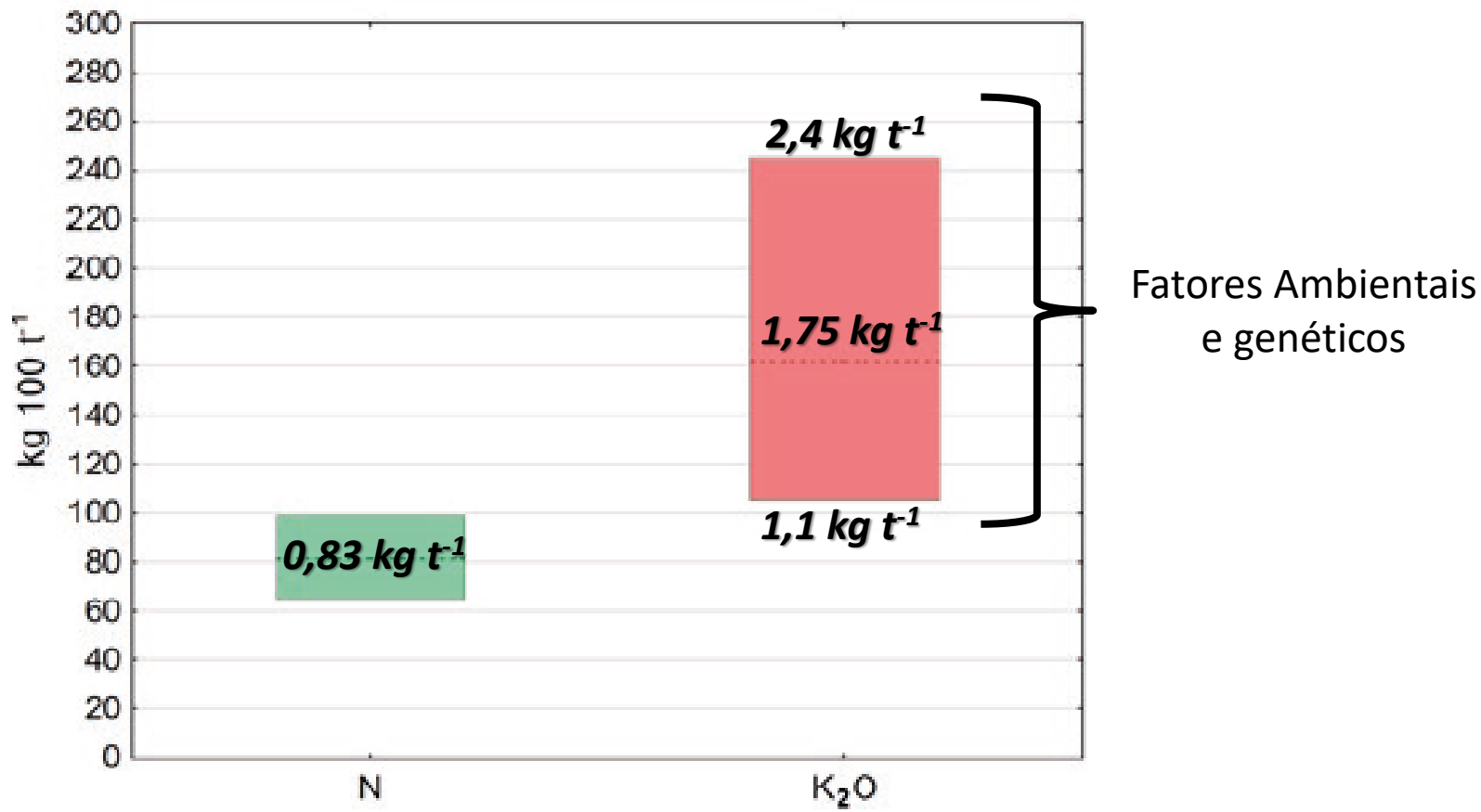


Figura 5. Variabilidade no acúmulo de N e K₂O nos colmos de cana-de-açúcar entre os diversos trabalhos listados na Tabela 3.

Extração e exportação de nutrientes pela cana-de-açúcar

Evolução das exigências de nutrientes pela cana-de-açúcar (Otto et al., 2019).

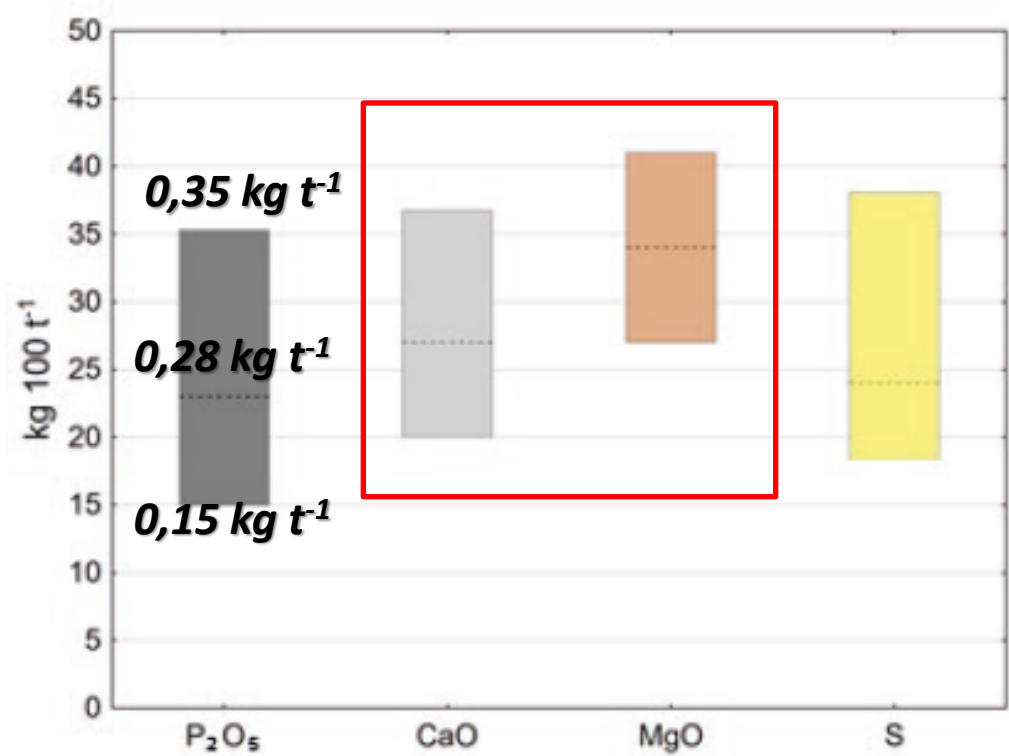


Figura 6. Variabilidade no acúmulo de P₂O₅, CaO, MgO e S nos colmos de cana-de-açúcar no conjunto de dados listados na Tabela 3.

Tabela 6. Variação na exigência de potássio pela cana-de-açúcar de acordo com o seu teor no solo no conjunto de dados dos estudos listados na Tabela 3.

Compartimento	Teor de K solo (mmol _c dm ³)	
	≤ 1,5	> 1,5
Exigência nutricional (kg 100 t ⁻¹)		
Colmos	138,3	143,8
Restos vegetais	111,9	141,4
Total	250,3	285,2

Tabela 7. Variação na exigência de fósforo pela cana-de-açúcar de acordo com o seu teor no solo.

Compartimento	Teor de P solo (mg dm ³)	
	≤ 15	> 15
Exigência nutricional (kg 100 t ⁻¹)		
Colmos	23,9	34,3
Restos vegetais	9,4	13,6
Total	33,3	47,9

Acúmulo de MS e de nutrientes pela cana-de-açúcar

- ✓ Tanto na cana planta quanto na cana soca a fase de máximo acúmulo de nutrientes antecede a fase de máximo acúmulo de biomassa.
- ✓ Cada tonelada de colmos de cana:
 - 0,9 kg de N;
 - 0,35 kg de P_2O_5 ;
 - 1,4 kg de K_2O ;
 - 0,36 kg de CaO ;
 - 0,41 kg de MgO ; e
 - 0,23 kg de S.

Exportado

(Otto et al., 2019;
Quaggio et al., 2023)

Acúmulo de MS e de nutrientes pela cana-de-açúcar

- ✓ Tanto na cana planta quanto na cana soca a fase de máximo acúmulo de nutrientes antecede a fase de máximo acúmulo de biomassa.
- ✓ Cada tonelada de colmos de cana:
 - 0,9 kg de N;
 - 0,35 kg de P_2O_5 ($\div 2,29 = 0,15$);
 - 1,4 kg de K_2O ($\div 1,2 = 1,1$);
 - 0,36 kg de CaO;
 - 0,41 kg de MgO; e
 - 0,23 kg de S.

Exportado

(Otto et al., 2019;
Quaggio et al., 2023)

Extração e exportação de nutrientes pela cana-de-açúcar

Quantidades médias de nutrientes exportadas (kg) por 100 toneladas de colmo (Otto et al., 2019).

Elemento	Cana Planta
Nitrogênio	84
Fósforo	35
Potássio	148
Cálcio	36
Magnésio	41
Enxofre	23
Ferro	3,1
Manganês	1,4
Zinco	0,34

Extração e exportação de nutrientes pela cana-de-açúcar

Quantidades médias de nutrientes exportadas por 100 toneladas de colmo e amplitude de adubação (Otto et al., 2019; Quaggio et al., 2023).

Elemento	Cana Planta	Faixas de adubação plantio (kg/ha)
Nitrogênio	84	30-90
Fósforo	35	40-200
Potássio	148	60-220

A adubação da cana-de-açúcar depende:

- ✓ Da expectativa de produção;
- ✓ Dos níveis de nutrientes no solo; e
- ✓ Do ciclo da cultura.

Extração e exportação de nutrientes pela cana-de-açúcar

Quantidades médias de nutrientes exportadas por 100 toneladas de colmo e amplitude de adubação (Otto et al., 2019; Quaggio et al., 2023).

Elemento	Cana Planta	Faixas de adubação plantio (kg/ha)	Faixas de adubação soqueira (kg/ha)
Nitrogênio	84	30-90	80 – 160 
Fósforo	35	40-200	0 – 60 
Potássio	148	60-220	40 – 200 

A adubação da cana-de-açúcar depende:

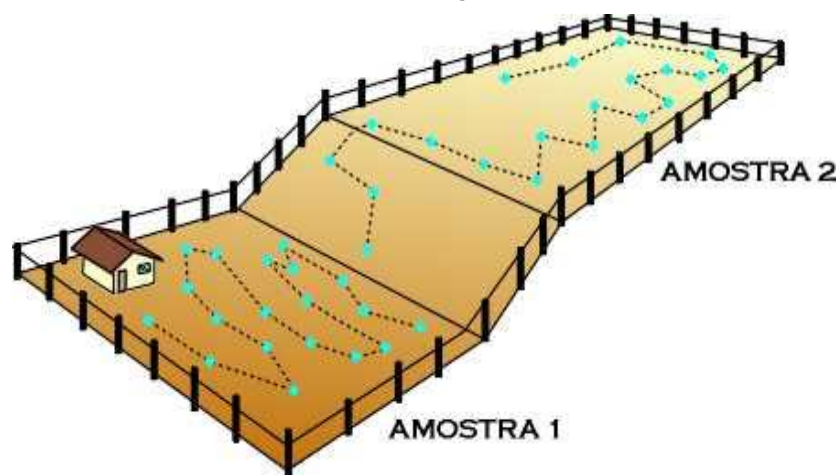
- ✓ Da expectativa de produção;
- ✓ Dos níveis de nutrientes no solo; e
- ✓ Do ciclo da cultura.

(Otto et al., 2019; Quaggio et al., 2023)

Amostragem do solo

Análise do solo

Coleta e análise química do solo (interpretação e recomendações)





UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
DEPARTAMENTO DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

Tipo de análise: SGA
[Interessado]
Nome.....: LSN/DEPTO.SOLOS
Endereço.: RUA MARIA AP. LAROTONDA, 141 JD.FERRAR
Município: ITAPEVA, SP
[Proprietário]
Propriedade: SURUTI
Município.: ITAPEVA,

No.Cliente:1737

RESULTADOS DE ANÁLISES QUÍMICAS DE SOLOS

Amostra	pH	W.O	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m	
U.LAB.	IDENTIF.	CaCl2	g de ⁻¹	mg de ⁻¹				mmolc de ⁻¹				%		
7658	0/0-20	5,1	42	5	21	2,3	29	15	0	34	48,3	80,3	58	0
7659	0/20-40	5,0	33	2	42	1,5	22	14	1	38	37,5	75,5	50	3
7660	0/0-20	5,1	34	4	16	2,1	30	17	0	34	49,1	83,1	59	0
7661	0/20-40	4,7	33	1	42	1,5	17	12	3	47	30,5	77,5	19	9
7662	FUNDO/0-20	5,2	40	8	13	3,5	38	12	0	34	45,5	79,5	57	0
7663	FUNDO/20-40	4,9	35	3	25	1,8	20	12	1	38	31,6	71,6	47	3

S = $(Ca+Mg+K) \times 0,01 \text{ mol/l} / (10 \text{ ml: TPBA/25 ml})$
(*) Elemento não analisado.

Data de emissão: 15/04/2003

2003
Programa de Qualidade da
Análise de Solo - Sistema IAC
Análise Básica +Al +S

Prof.Dr. Godofredo Cesar Vitti
-Coordenador-

R\$: 156,00

Avenida Pádua Dias, 11 - CP. 09 - Piracicaba, SP - Cep 13418-900 - Fone (19) 3429-4171 / 3429-4295 - Fax (19) 3434-5354
E-mail: lsn@carpa.ciagri.usp.br - Home-page: <http://www.esalq.usp.br/d-solos/>

Análise do solo

Amostragem do solo

- Separar a fazenda em glebas

- Utilizar as características do solo e de seu uso:

- Cor,
- Textura,
- Vegetação,
- Drenagem,
- Manejo de lavouras anteriores [calagem, adubação, cultura atual (perene) e anterior, manejo de palhada, produtividade, etc.].

Análise do solo

Amostragem do solo

O relevo está intimamente ligado à gênese do solo e, assim, pode diferenciar os tipos de solo na paisagem. Além disso, dependendo da posição do solo no relevo, a exposição aos processos erosivos pode variar, influenciando diretamente na fertilidade dos solos. Então, no caso de áreas com topografia acidentada, devem ser separadas áreas do topo, do meio e da base do relevo.

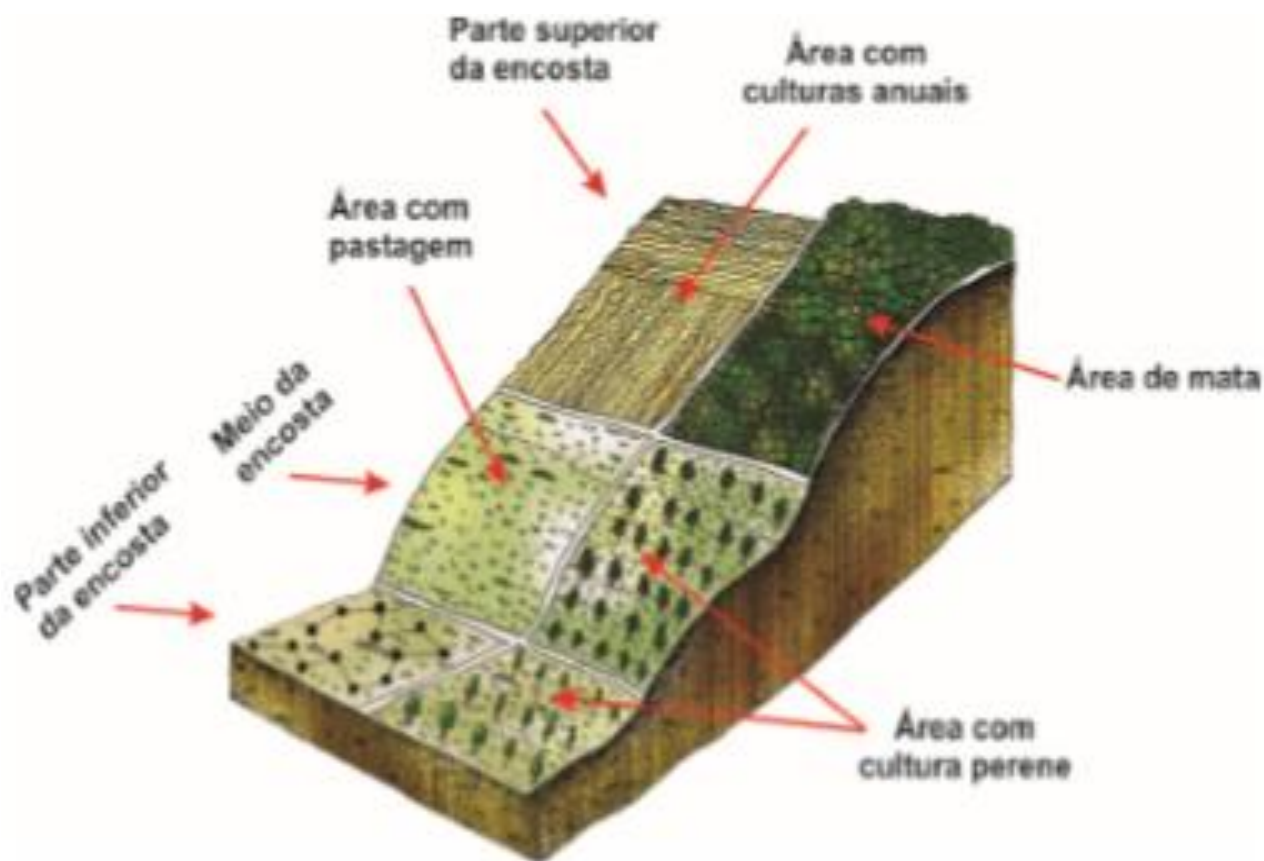


Fig. 1. Representação esquemática de um plano de amostragem de uma propriedade mostrando a divisão de glebas homogêneas.

Análise do solo

Amostragem do solo

Antes do plantio da cana-de-açúcar → retirar amostras de solo de 0 a 25 cm e de 25 a 50 cm.

De 0 a 25 cm → NC / P e K / micro;

De 25 a 50 cm → Dose de gesso agrícola.

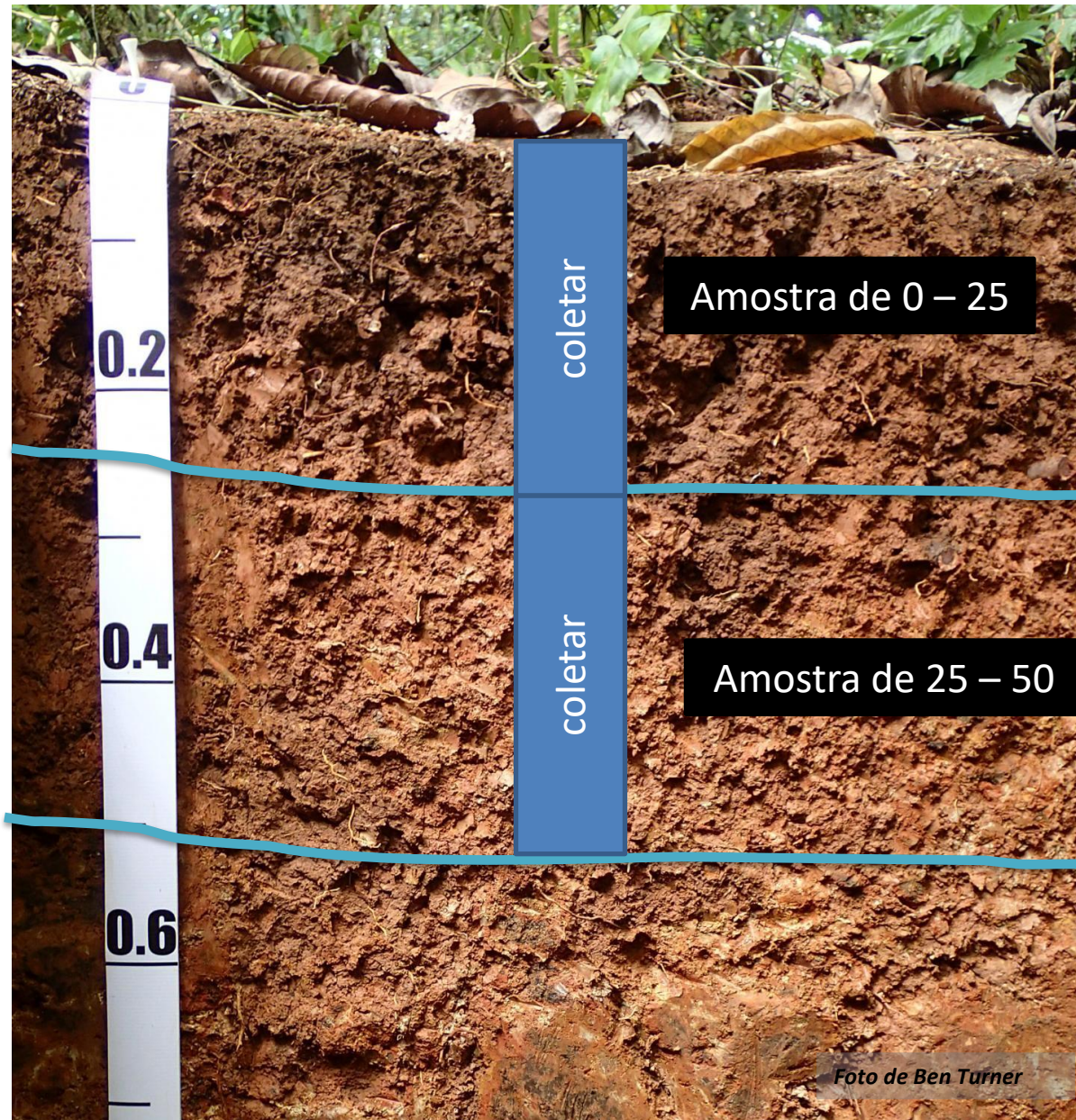
- ✓ Na Reforma
- ✓ Após 1º corte
- ✓ Após 3º corte
- ✓ Após 5º corte

Frequência de amostragem → amostragem a cada 2 anos.

Na soqueira → amostrar no meio das ruas (Boletim 100).

Análise do solo

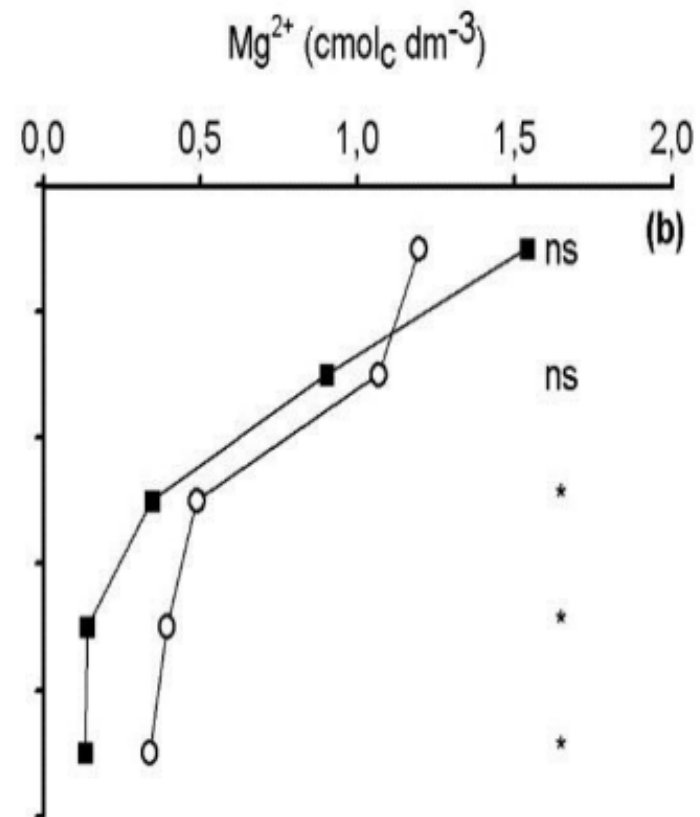
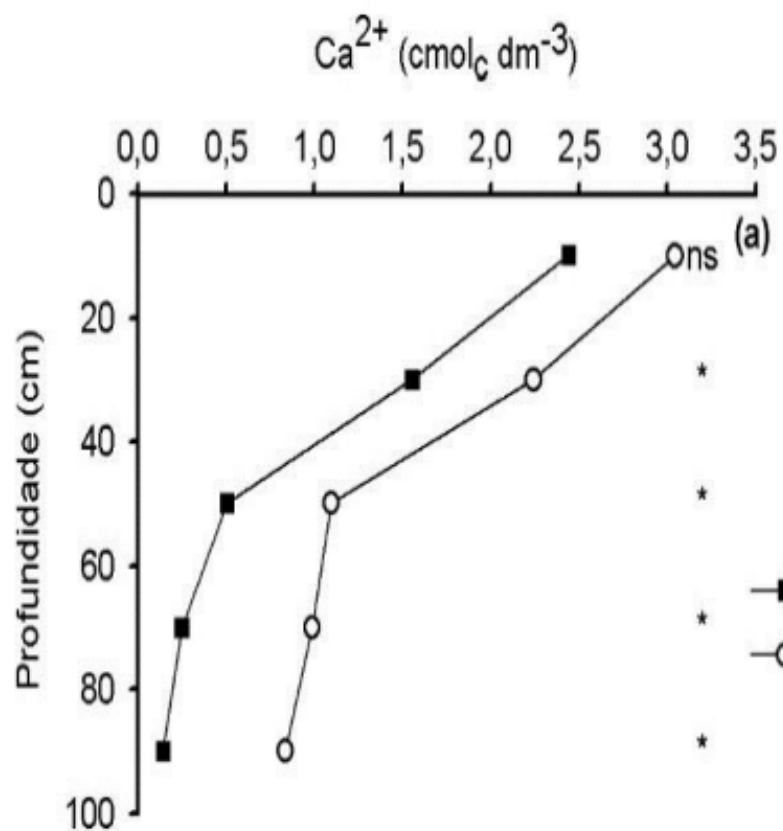
Amostragem do solo



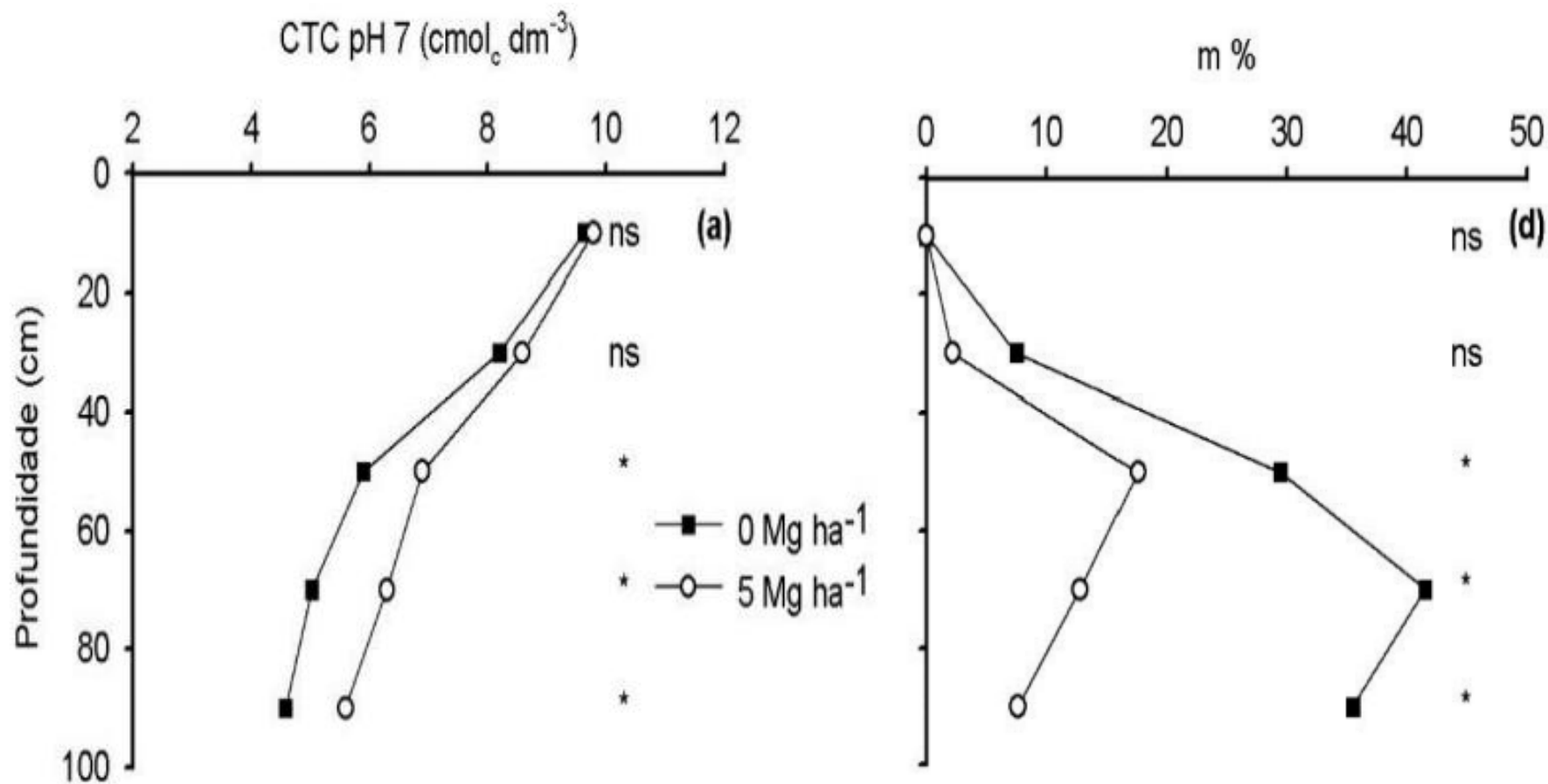
Análise do solo
Amostragem do solo

Por que?





Gessagem em Latossolo Vermelho muito argiloso em resposta a doses de gesso aplicado há 50 meses no plantio da cana. Araujo e Sousa (2015) -



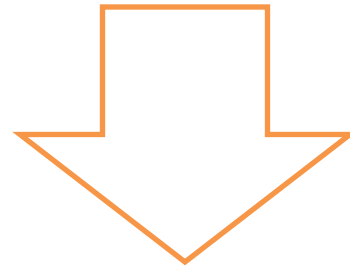
Gessagem em Latossolo Vermelho muito argiloso em resposta a doses de gesso aplicado há 50 meses no plantio da cana. Araujo e Sousa (2015) -

Análise do solo

Amostragem do solo

Número de amostras

A amostra composta será tanto mais representativa quanto maior for o número de amostras simples que a compõem



É mais seguro uma amostra composta ser oriunda de 20 amostras simples do que somente 15 amostras.

Análise do solo

Amostragem do solo

Simulações	P		Necessidade de Calagem	
	20 amostras simples	40 amostras simples	20 amostras simples	40 amostras simples
	mg/dm ³		t/ha	
Amostragem 1	36,9	44,6	0,707	0,288
Amostragem 2	60,3	45,9	0,000	0,210
Amostragem 3	53,1	44,9	0,145	0,341
Amostragem 4	47,7	42,3	0,504	0,325
Amostragem 5	47,5	44,6	0,202	0,293

38,8%

7,84%

99,85%

38,41%

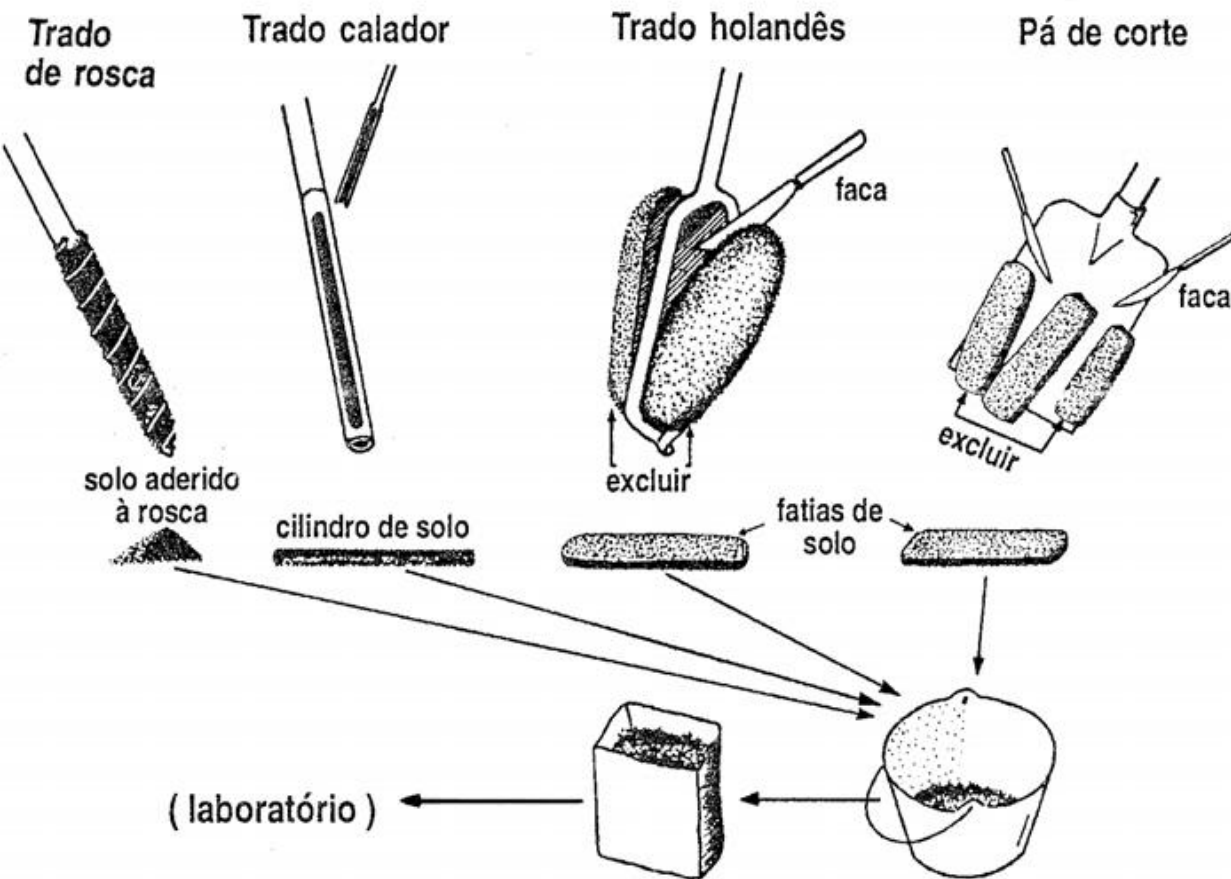
“Quanto menor o volume das amostras simples, maior o número de amostras a ser coletado.”

MO, pH e Argila → precisam de menos amostra.
Ca, Mg, K e P → precisam de número maior.

Análise do solo

Amostragem do solo

- Materiais para a coleta

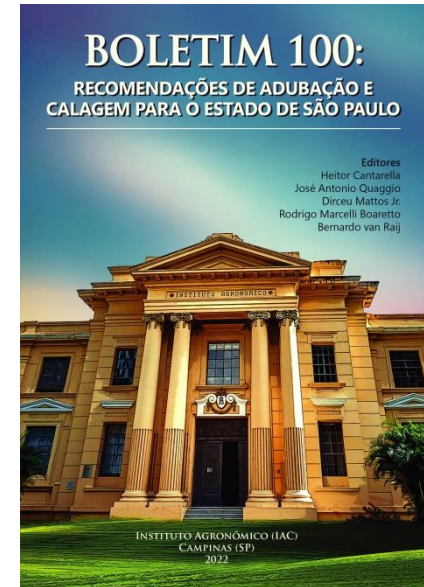
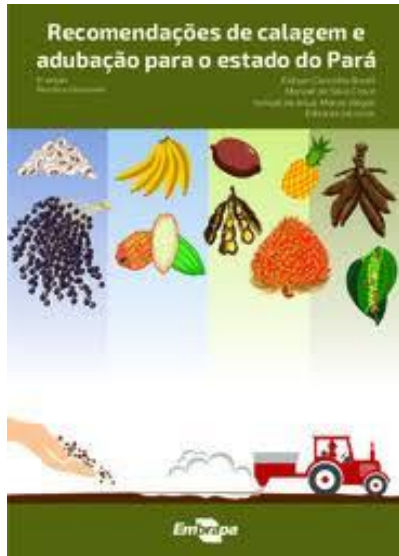


Para micronutrientes:

- Evitar balde de metal
- Usar trado de aço

Interpretação dos resultados

Interpretação da análise química do solo.



Análise do solo

Interpretação

Tabela 1. Classes de interpretação da disponibilidade de fósforo (P) no solo definidas de acordo com a textura do solo.

Textura/teor de argila (%)	Disponibilidade de P (mg/dm³) ⁽¹⁾			
	Baixa	Média	Alta	Muito alta
Argilosa (> 35)	≤ 5	6 - 10	11 - 15	>15
Média (15 - 35)	≤ 8	9 - 15	16 - 20	>20
Arenosa (< 15)	≤ 10	11 - 18	19 - 25	>25

⁽¹⁾ Extrator Mehlich 1.

Tabela 2. Classes de interpretação da disponibilidade de potássio (K) no solo.

Disponibilidade de K (mg/dm³) ⁽¹⁾			
Baixa	Média	Alta	Muito alta
≤ 40	41-60	61-90	>90

⁽¹⁾ Extrator Mehlich 1.

Cana-de-açúcar

Nível crítico no solo é de 0,21 a 0,23 cmol_c/dm³ (Rossetto et al., 2004)

Gramíneas tolerantes a acidez → respostas evidentes quando Al ↑ e Ca e Mg ↓

Calagem → ↑ produção → Plantio e soqueira.

Brasil et al. (2020)

Análise do solo

Interpretação

Interpretação da análise de fósforo nos solos do Cerrado pelos métodos da resina trocadora de íons e Mehlich-1 para culturas em geral em sistemas de cultivo de sequeiro, com base em amostras de solo coletadas na camada de 0 cm a 20 cm (Sousa et al., 2015).

Classe de disponibilidade de P	Produtividade potencial	P resina	P Mehlich-1 (em função do teor de argila, %)			
			≤15%	16% a 35%	36% a 60%	> 60%
	%		-----mg P/dm ³ solo-----			
Muito baixa	0-40	0-5	0-6,0	0-5,0	0-3,0	0-2,0
Baixa	41-60	6-8	6,1-12,0	5,1-10,0	3,1-5,0	2,1-3,0
Média	61-80	9-14	12,1-18,0	10,1-15,0	5,1-8,0	3,1-4,0
Adequada	81-90	15-20	18,1-25,0	15,1-20,0	8,1-12,0	4,1-6,0
Alta	91-100	21-35	25,1-40,0	20,1-35,0	12,1-18,0	6,1-9,0
Muito alta	100	> 35	> 40,0	> 35,0	> 18,0	> 9,0

Fonte: Adaptado de Sousa et al. (2004).

Análise do solo

Interpretação

Classes de interpretação para a acidez ativa do solo (pH) (CFSEMG, 1999)

Classificação agrônômica				
Muito baixo	Baixo	Bom	Alto	Muito alto
< 4,5	4,5 – 5,4	5,5 – 6,0	6,1 – 7,0	> 7,0

Quadro 5.2. Classes de interpretação de fertilidade do solo para a matéria orgânica e para o complexo de troca catiônica

Característica	Unidade ^{1/}	Classificação					
		Muito baixo	Baixo	Médio ^{2/}		Bom	Muito Bom
Carbono orgânico (C.O.) ^{3/}	dag/kg	≤ 0,40	0,41 - 1,16	1,17 - 2,32	2,33 - 4,06	> 4,06	
Matéria orgânica (M.O.) ^{3/}	dag/kg	≤ 0,70	0,71 - 2,00	2,01 - 4,00	4,01 - 7,00	> 7,00	
Cálcio trocável (Ca ²⁺) ^{4/}	cmol _c /dm ³	≤ 0,40	0,41 - 1,20	1,21 - 2,40	2,41 - 4,00	> 4,00	
Magnésio trocável (Mg ²⁺) ^{4/}	cmol _c /dm ³	≤ 0,15	0,16 - 0,45	0,46 - 0,90	0,91 - 1,50	> 1,50	
Acidez trocável (Al ³⁺) ^{4/}	cmol _c /dm ³	≤ 0,20	0,21 - 0,50	0,51 - 1,00	1,01 - 2,00 ^{11/}	> 2,00 ^{11/}	
Soma de bases (SB) ^{5/}	cmol _c /dm ³	≤ 0,60	0,61 - 1,80	1,81 - 3,60	3,61 - 6,00	> 6,00	
Acidez potencial (H + Al) ^{6/}	cmol _c /dm ³	≤ 1,00	1,01 - 2,50	2,51 - 5,00	5,01 - 9,00 ^{11/}	> 9,00 ^{11/}	
CTC efetiva (t) ^{7/}	cmol _c /dm ³	≤ 0,80	0,81 - 2,30	2,31 - 4,60	4,61 - 8,00	> 8,00	
CTC pH 7 (T) ^{8/}	cmol _c /dm ³	≤ 1,60	1,61 - 4,30	4,31 - 8,60	8,61 - 15,00	> 15,00	
Saturação por Al ³⁺ (m) ^{9/}	%	≤ 15,0	15,1 - 30,0	30,1 - 50,0	50,1 - 75,0 ^{11/}	> 75,0 ^{11/}	
Saturação por bases (V) ^{10/}	%	≤ 20,0	20,1 - 40,0	40,1 - 60,0	60,1 - 80,0	> 80,0	

^{1/} dag/kg = % (m/m); cmol_c/dm³ = meq/100 cm³. ^{2/} O limite superior desta classe indica o nível crítico.
^{3/} Método Walkley & Black; M.O. = 1,724 x C.O. ^{4/} Método KCl 1 mol/L. ^{5/} SB = Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺ + K⁺ + Na⁺.
^{6/} H + Al, Método Ca(OAc)₂ 0,5 mol/L, pH 7. ^{7/} t = SB + Al⁺⁺. ^{8/} T = SB + (H + Al). ^{9/} m = 100 Al⁺⁺/t. ^{10/} V = 100 SB/T. ^{11/} A interpretação destas características, nestas classes, deve ser alta e muito alta em lugar de bom e muito bom.

Análise do tecido foliar

Mesmo que o solo esteja repleto de nutrientes as plantas podem apresentar sintomas de deficiência

A análise química do tecido é uma das melhores ferramentas para orientar a adubação.

1 – Amostragem do tecido

ETAPAS:

2 – Preparo do tecido

3 – Análise química

Recomendações de amostragem para diagnose foliar de algumas culturas

- Enviar imediatamente ao laboratório ou secar estufa
- Não coletar folhas sujas ou recém adubadas

Análise do tecido foliar

Recomendações de amostragem para diagnose foliar de algumas culturas Brasil et al. (2020).

Cultura	Época	Tipo de Folha	Nª de plantas
Cana-de-açúcar	6 meses após a germinação → cana-planta	Folha +3 na região da inserção da bainha do colmo. Utilizar 20 cm centrais da folha sem nervura.	30
	4 meses após corte → cana-soca		



3ª folha a partir do cartucho (folha +1)

Análise do tecido foliar

Faixas de teores adequados (faixa de suficiência) de macro e micronutrientes para a cana-de-açúcar.

Elemento	g/kg	Elemento	mg/kg
Nitrogênio	18 – 25	Boro	5-15
Fósforo	1,5 – 3,0	Cobre	5-15
Potássio	10 – 16	Ferro	40-250
Cálcio	2,0 – 5,0	Manganês	25-100
Magnésio	1,0 – 2,5	Molibdênio	0,5-2,0
Enxofre	1,2 – 2,0	Zinco	10-30

(Quaggio et al., 2023)

Análise do tecido foliar

Diagnose Visual

Sintomas podem ser corrigidos na próxima safra – tamanho da cana

Deficiência de Nitrogênio



INPI

Deficiência de Fósforo



Raffaella Rossetto

Deficiência de Potássio



Análise do tecido foliar

Diagnose Visual

Sintomas podem ser corrigidos na próxima safra – tamanho da cana

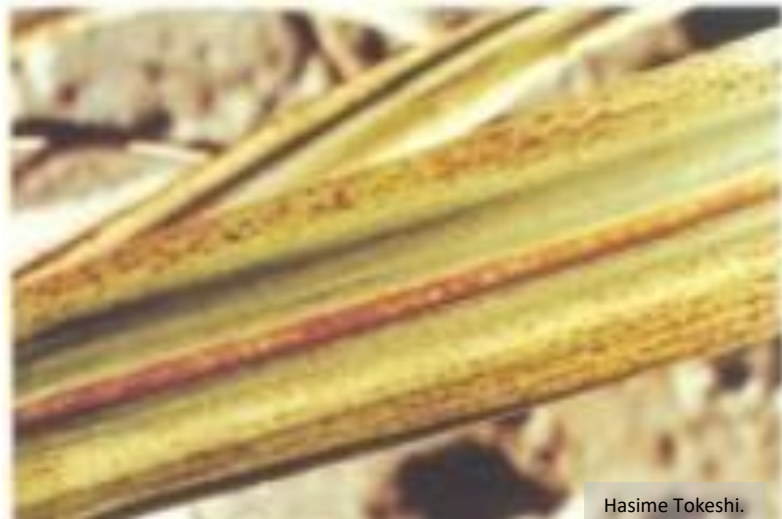
Deficiência de Cálcio



Deficiência de Enxofre



Deficiência de Magnésio



Deficiência de Boro



Preparo do Solo

Quebra lombo









Foto Ronan Souza





Ronan Souza



Ronan Souza

Preparo do solo Convencional

100% lavouras anuais com PD no Brasil:
✓ 420,3 milhões de t/ano de solo.
✓ P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ → US\$ 603,3 milhões.

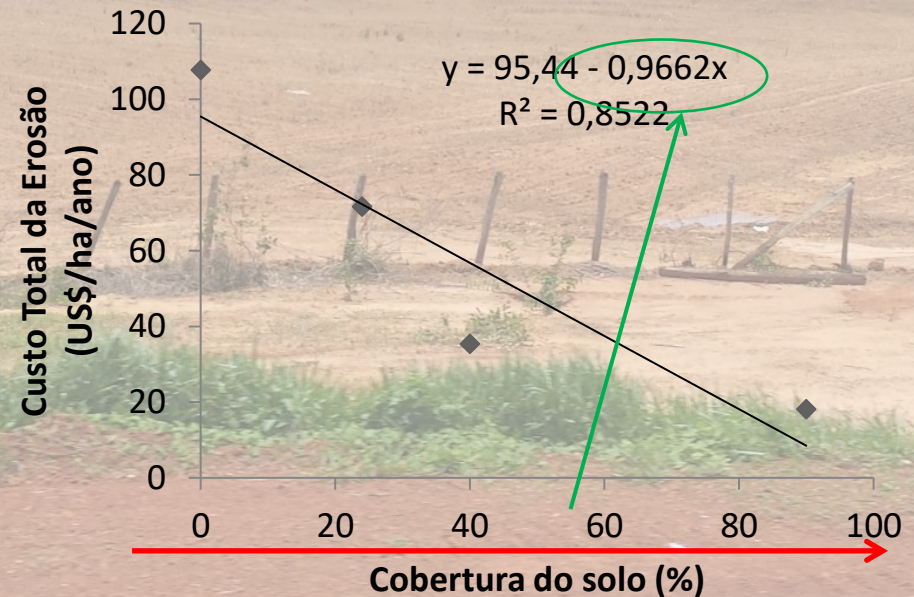
Perdas de solo associadas aos diferentes tipos de uso das terras agrícolas no estado de São Paulo

Cultura	Perdas de Solo (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)
Milho	12
Arroz	25,1
Soja	20,1
Cana	12,4
Mandioca	33,9
Banana	0,9
Pastagem	0,4
Reflorestamento	0,9
Laranja	0,9

- Perdas:

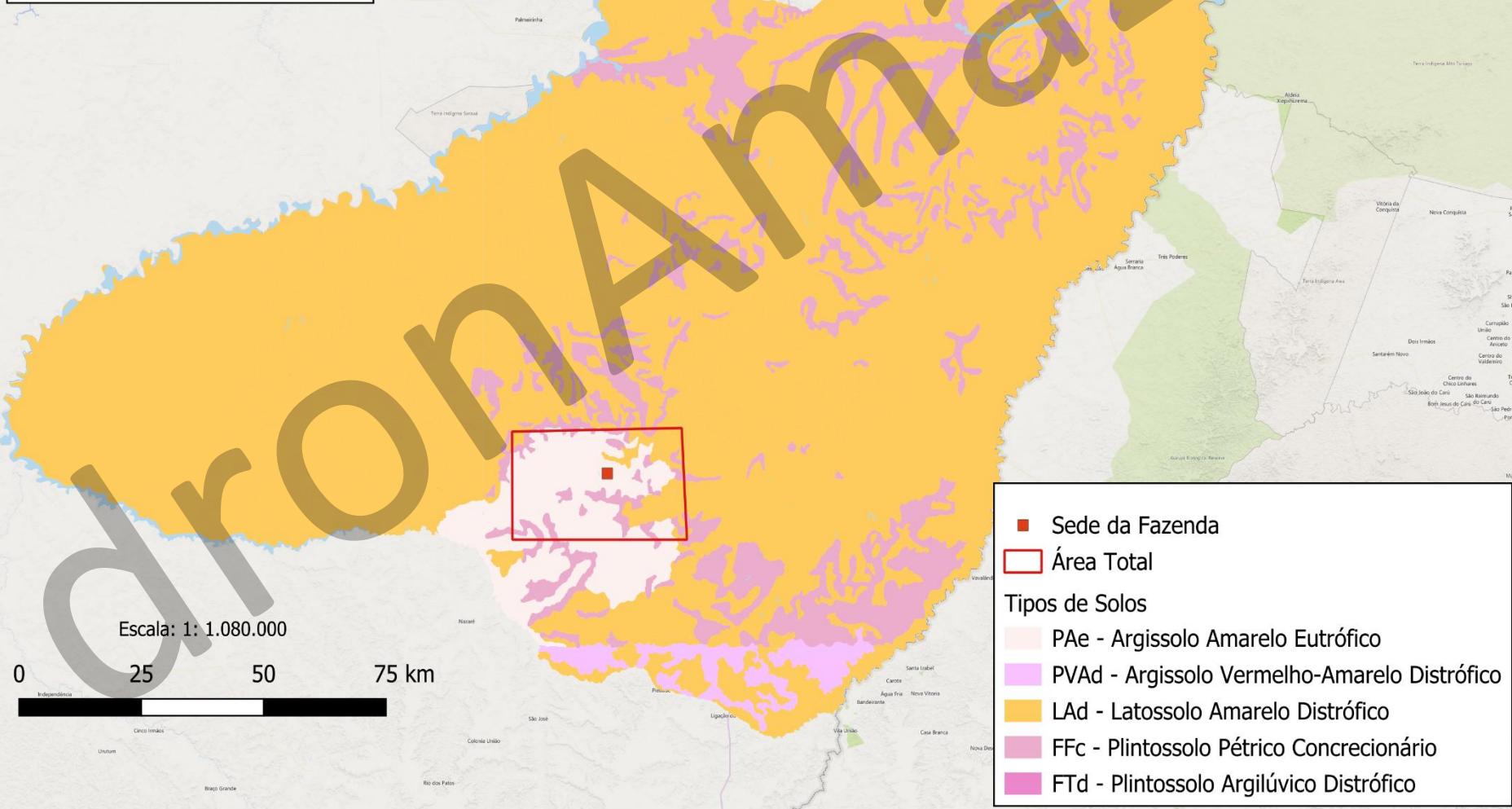
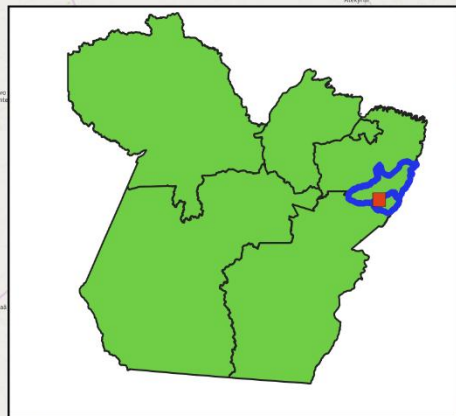
616,5 milhões de t/ano de solo.

P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ → US\$ 1,3 bilhão.



Custos da erosão com perda total de fertilizantes por erosão hídrica entre 1987 e 1996, em função de quatro taxas de cobertura do solo (adaptado de Dechen et al., 2015).

Mapa Pedológico de Ulianópolis e Paragominas - PA.



■ Sede da Fazenda

□ Área Total

Tipos de Solos

- PAe - Argissolo Amarelo Eutrófico
- PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico
- LAd - Latossolo Amarelo Distrófico
- FFc - Plintossolo Pétrico Concrecionário
- FTd - Plintossolo Argilúvico Distrófico

Modelo Digital de Elevação - DEM / Fazenda Pagrisa



■ Sede da Fazenda

Altimetria (m)

■ 34.68 m

■ 91.70 m

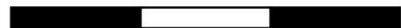
■ 148.71 m

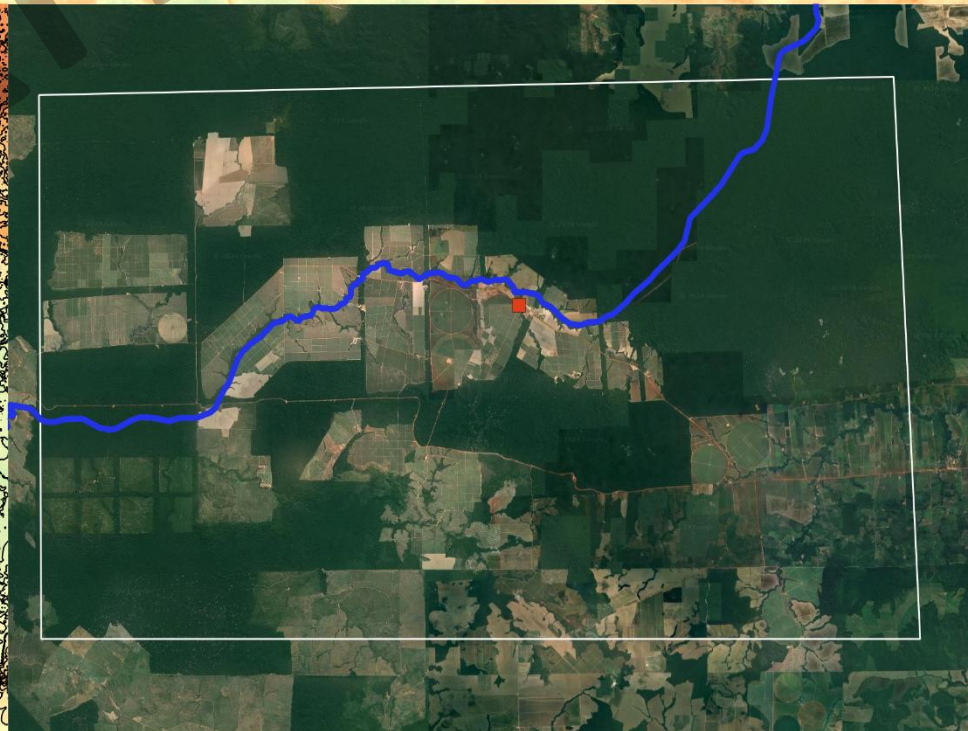
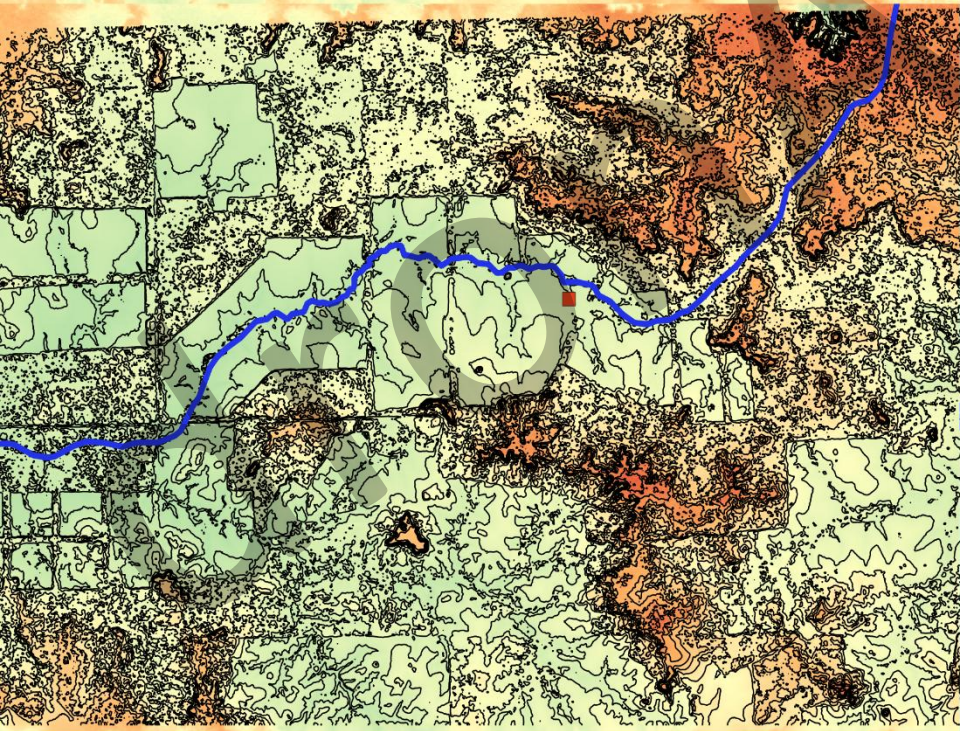
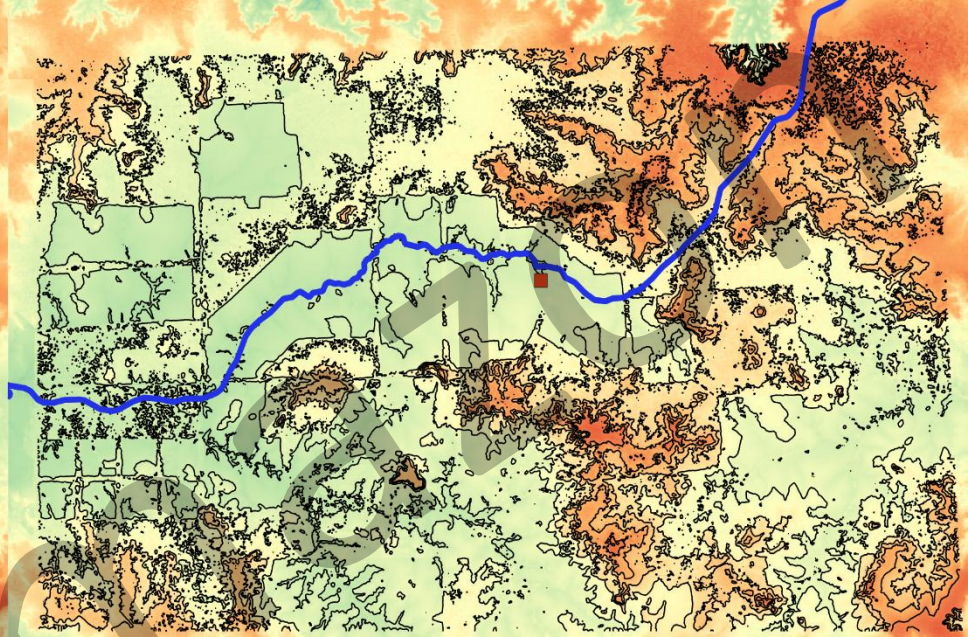
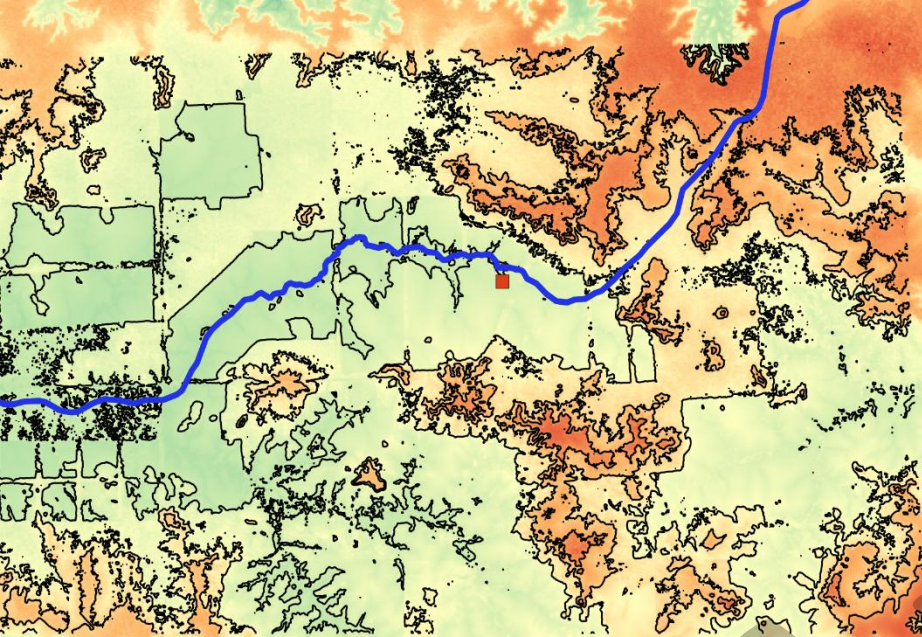
■ 205.73 m

■ 262.74 m

ESCALA: 1:250.000

0 5 10 15 km





Acúmulo de MS e de nutrientes pela cana-de-açúcar

Sintomas podem ser corrigidos na próxima safra – tamanho da cana

