



Milho

Prof. Dr. Ronan Magalhães de Souza

Aula 3 – Parte 1: Correção e Adubação do solo para o milho

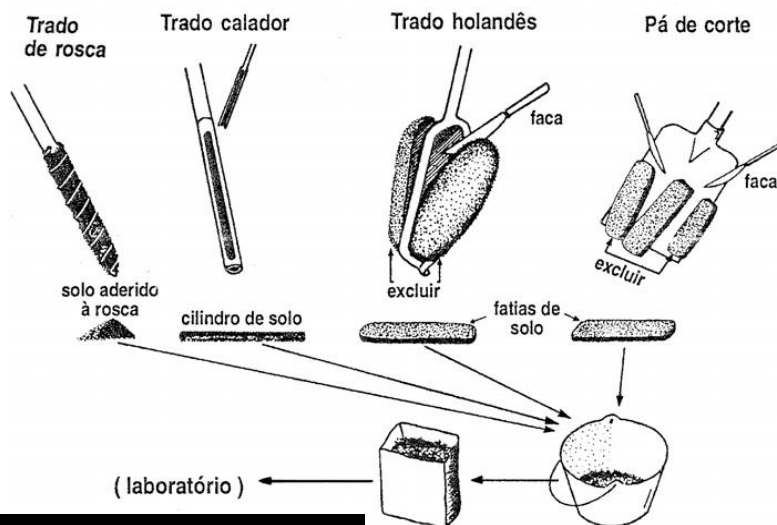
Belém - 2025



Correção e Adubação do Milho

Solo - Amostragem e interpretação

- ✓ Retirar os resíduos da superfície do ponto
 - não raspar solo
 - evitar locais inadequados
- ✓ Equipamentos e operação



Cantaruti et al (1999)



Correção e Adubação do Milho

Solo - Amostragem e interpretação

-Local e profundidade:

- A coleta do solo até 20 cm de profundidade limita a avaliação da fertilidade do solo, tanto para a instalação da lavoura.

Assim:

- Na implantação e manutenção das lavouras:
 - * 0 a 20 → calagem e adubação
 - * 20 a 40 → gessagem

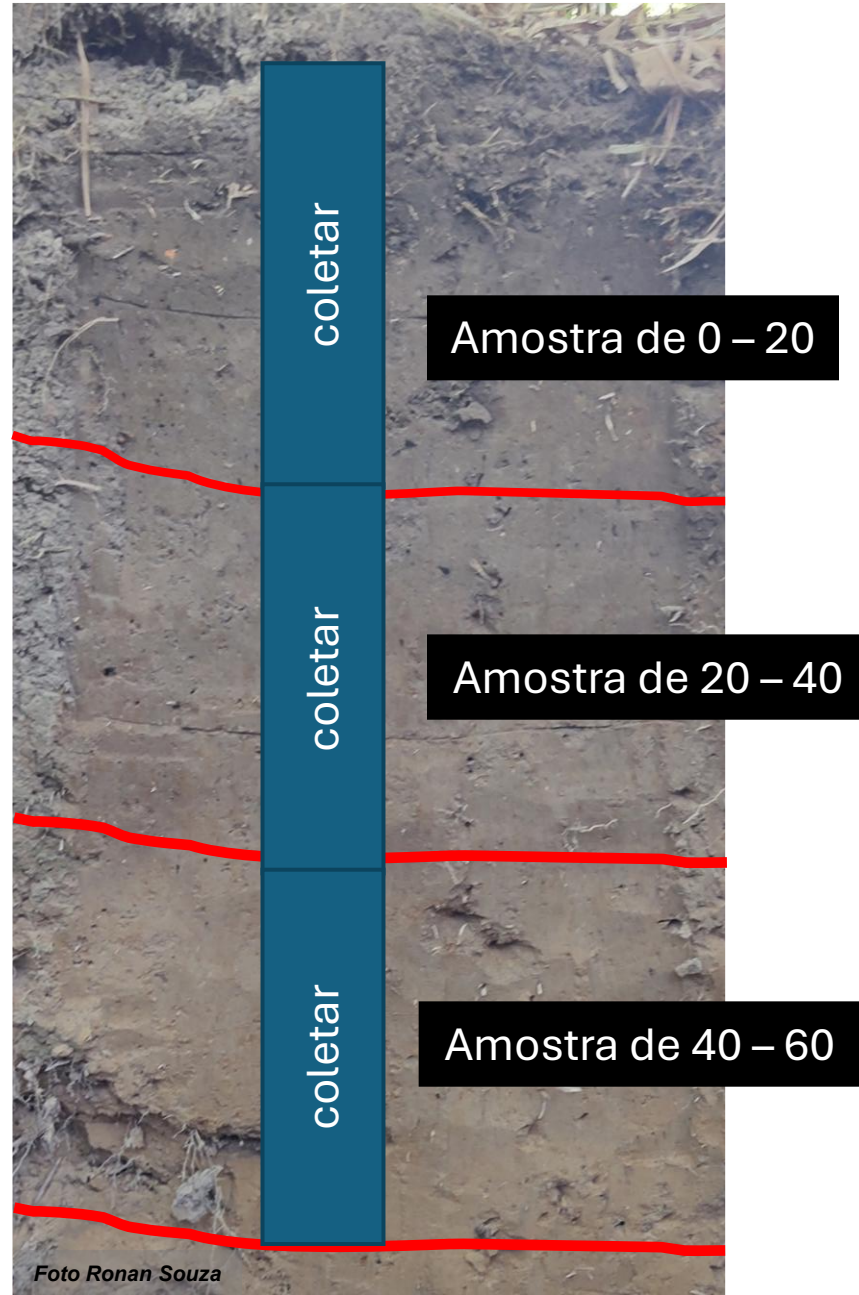
Número de amostras:

10 a 20 amostras simples (Brasil, 2020).

20 a 30 amostras simples (CFSEMG, 1999).

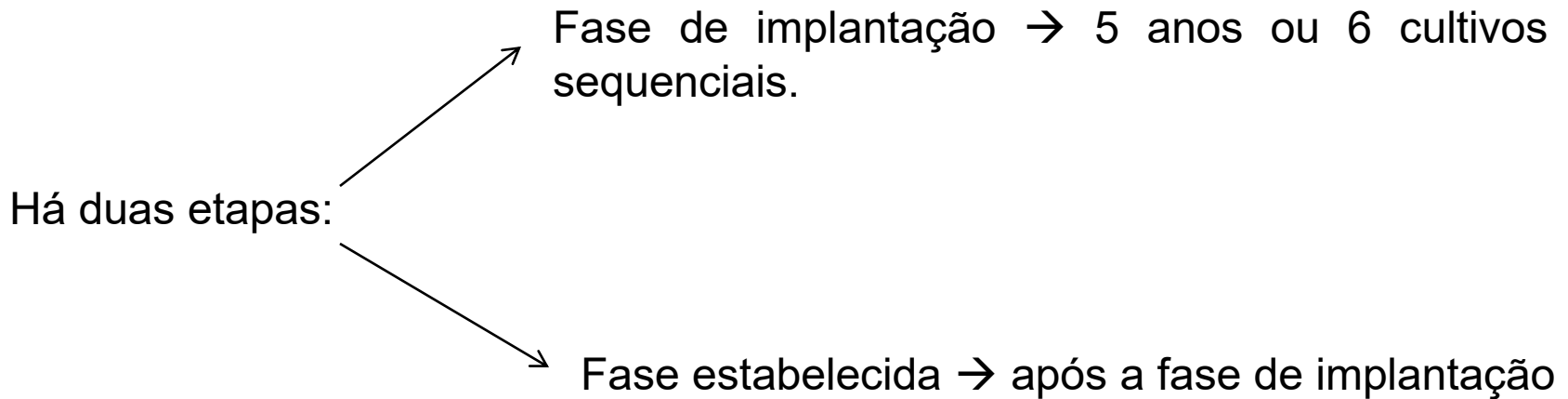
20 a 40 amostras simples (Borém, 2015).

Correção e Adubação do Milho



Correção e Adubação do Milho

Sistema de Plantio Direto



a) Implantação

-15 subamostras por gleba e coletar de 0 a 20 cm.

b) Fase estabelecida

- 15 subamostras → 0 a 10 cm.

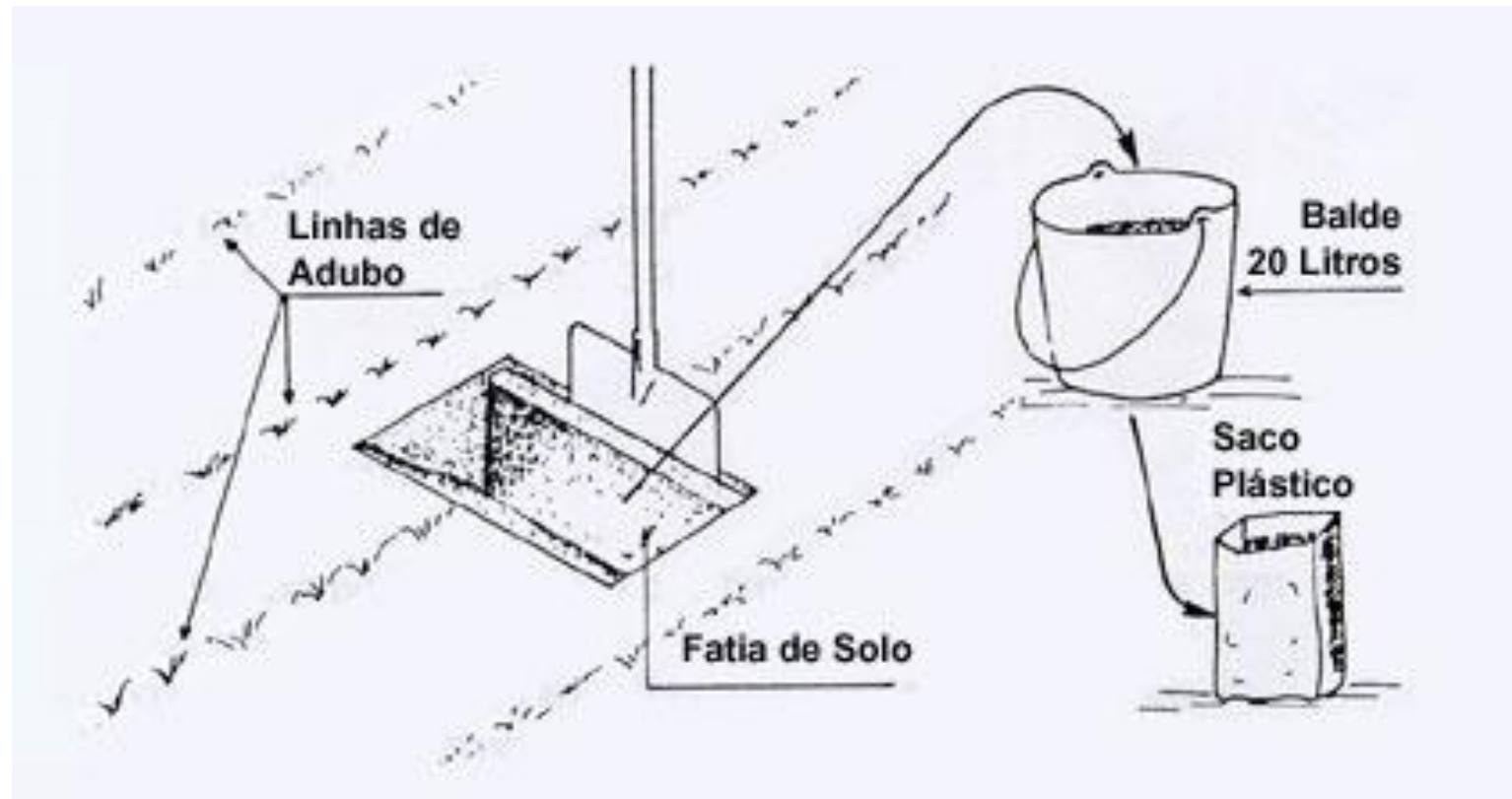
Material:

Usar pá de corte no sentido transversal a linha de plantio.

Correção e Adubação do Milho

Solo - Amostragem e interpretação

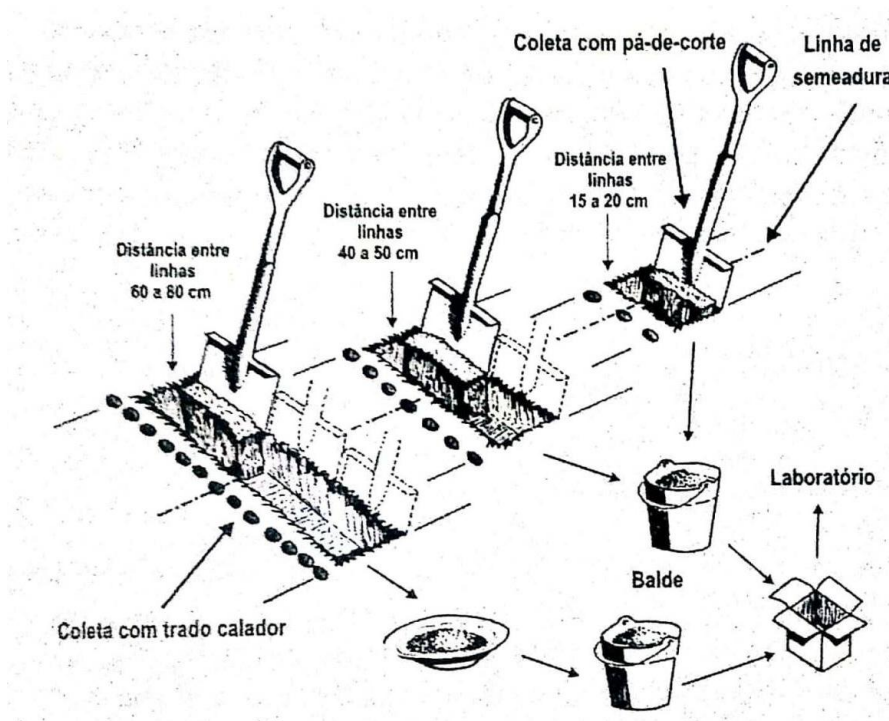
-Em Sistemas de Plantio Direto na Palha ou Integração Lavoura-Pecuária



Correção e Adubação do Milho

Solo - Amostragem e interpretação

-Em Sistemas de Plantio Direto na Palha ou Integração Lavoura-Pecuária



Agricultura de Precisão

Correção e Adubação do Milho

Amostragem convencional



1 única amostra / 10 ha
30 mil toneladas de solo



300 g → laboratório

1:100.000.000

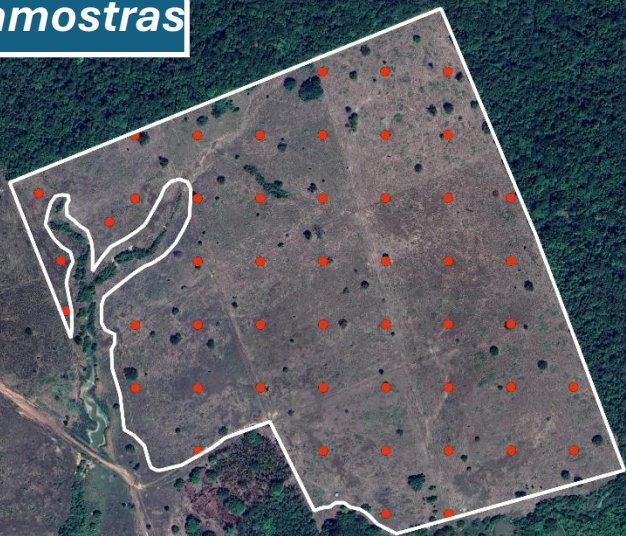
Amostragem em grades



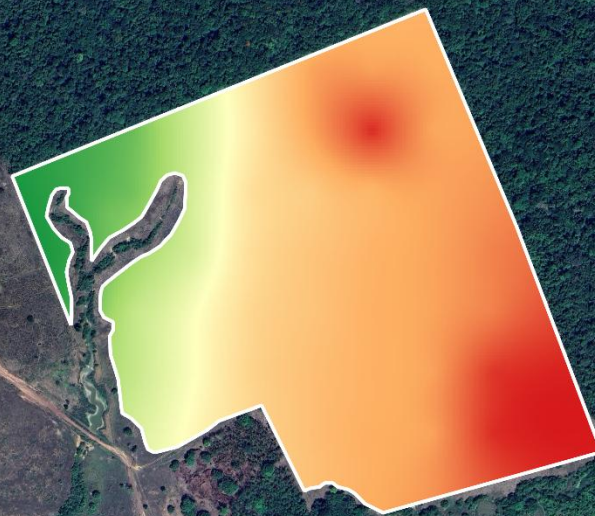
***Identifica a
variabilidade
espacial de
atributos do solo***

1:10.000.000

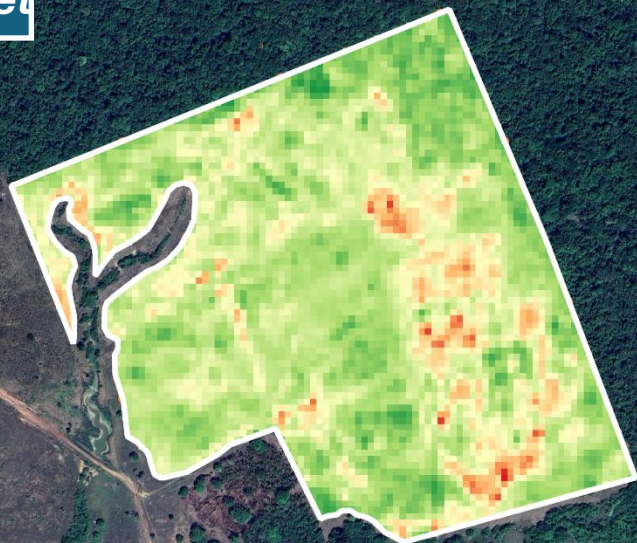
47 amostras



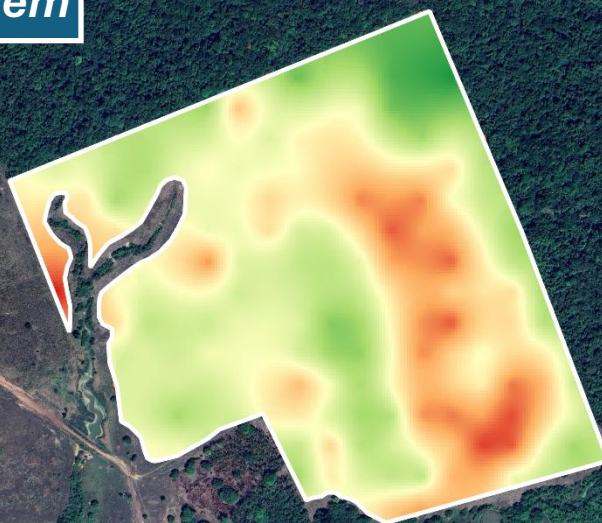
CTC



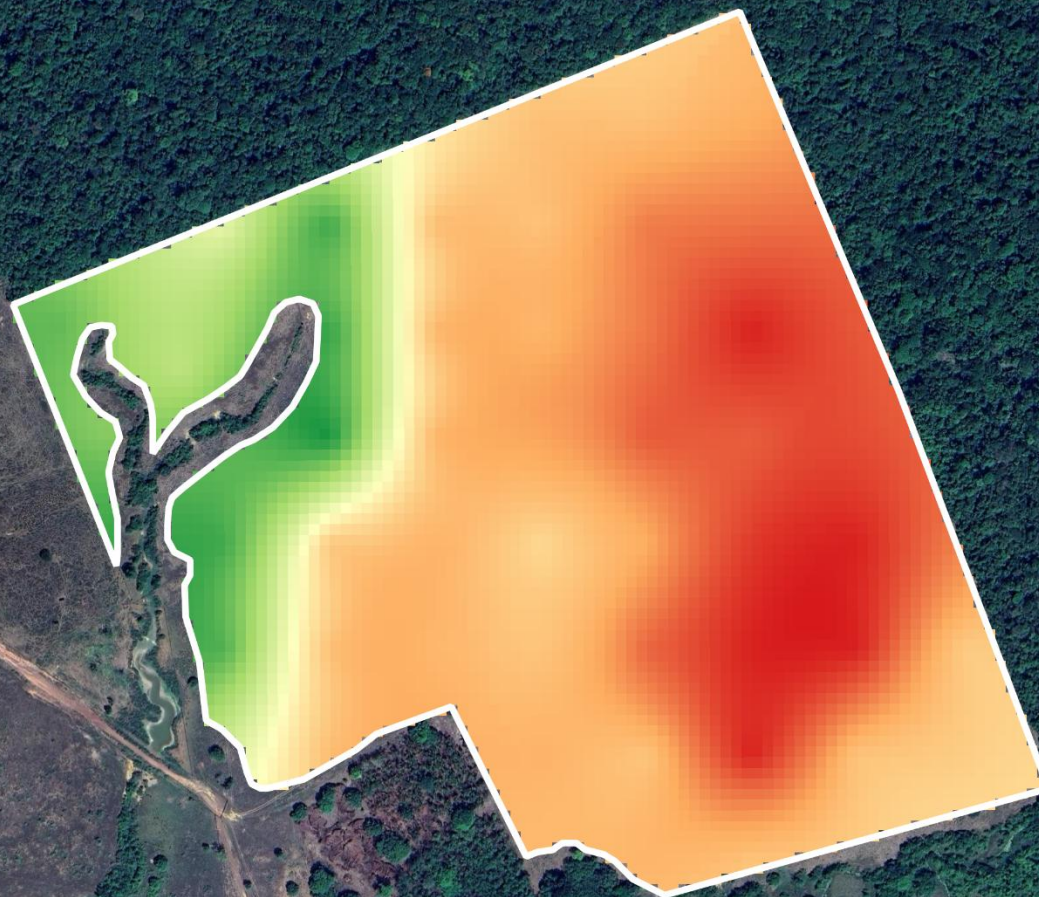
Sentinel



Krigagem



Mapa de Disponibilidde de Fósforo



Disponibilidade de P

- 0.74 mg/dm³
- 4.85 mg/dm³
- 8.95 mg/dm³
- 13.05 mg/dm³
- 17.15 mg/dm³

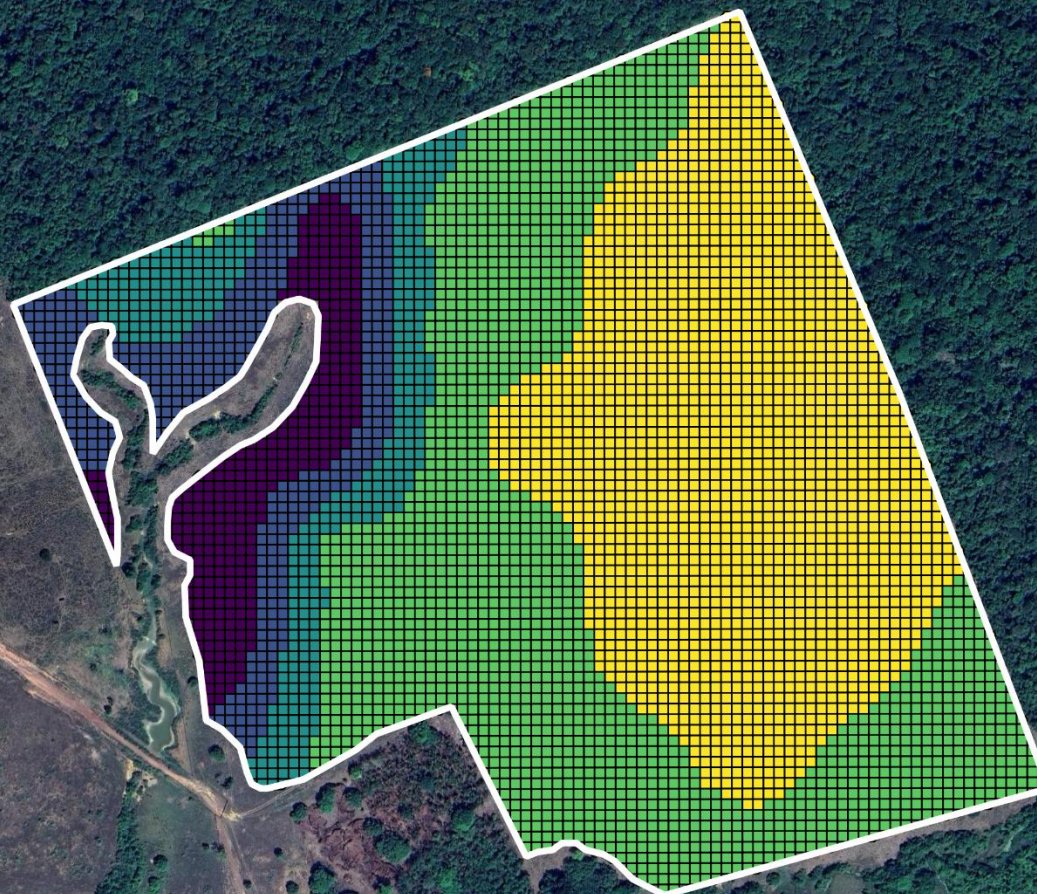
Escala: 1:6000

0 100 200 m



Datum: SIRGAS 2000 UTM22S
Processamento 10/2023
Produção Cartográfica: RONAN SOUZA

Recomendação de Adubação com MAP



Escala 1:6.000

0 100 200 m

Adubação com MAP

07 - 34 kg/ha

34 - 76 kg/ha

76 - 117 kg/ha

117 - 158 kg/ha

158 - 200 kg/ha

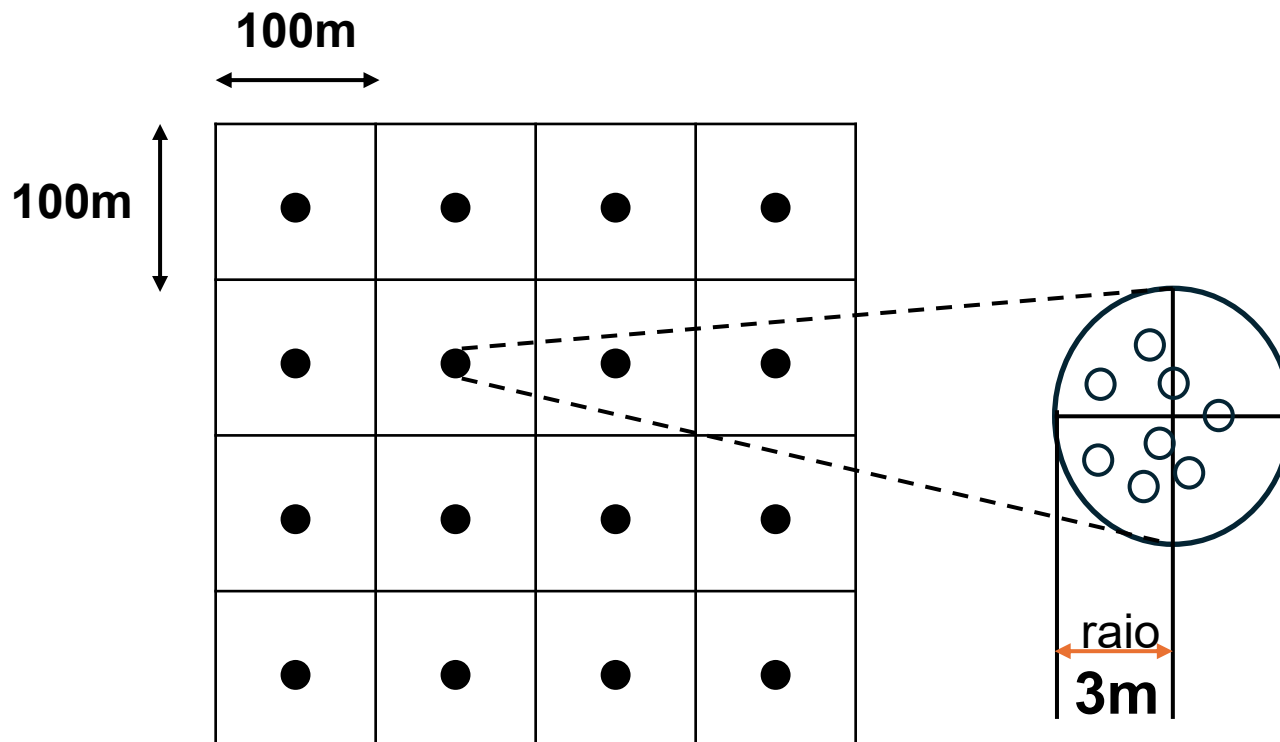
Datum: SIRGAS 2000 UTM22S

Processamento 10/2023

Produção Cartográfica: RONAN SOUZA



Agricultura de precisão – amostragem em grades



Em cada célula são retiradas de 5 a 10 amostras para fazer a composta

Correção e Adubação do Milho

Correção e preparo do solo

Calagem:

$$NC = 1,5[Al - SAD(Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Al^{3+})/100] \rightarrow \text{diminuir a m para 10\%}$$

ou

$$NC = \frac{T(Ve - Va)}{100} \rightarrow \text{milho 50 a 60\%}$$

Exercício:

Calcule a quantidade de calcário a ser aplicada na seguinte situação:

Plantio de milho ($Ve = 60\%$)

Aplicação em área total e incorporado a 20 cm

$$T = 8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$$

$$Va = 30\%$$

$$PRNT = 80\%$$

$$NC = ?$$

$$QC = ?$$

Correção e Adubação do Milho

Correção e preparo do solo

Calagem:

$NC = 1,5[AI - SAD(Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Al^{3+})/100] \rightarrow$ diminuir a m para 10%

ou

$NC = \frac{T(Ve-Va)}{100} \rightarrow$ milho 50 a 60%

½ Calcário



**½ Calcário +
gradagem**



Correção e Adubação do Milho

Correção e preparo do solo

#Importante:

- Por ser de ciclo curto é comum aplicar pequenas doses com frequência de 2 a 3 anos;
- em SPD → usar $\frac{1}{2}$ da Necessidade de Calagem;
- A calagem neutraliza Al^{3+} e supre Ca^{2+} e Mg^{2+} ;
- Relação Ca/Mg → 4:1 (pelo menos $0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ de Mg)

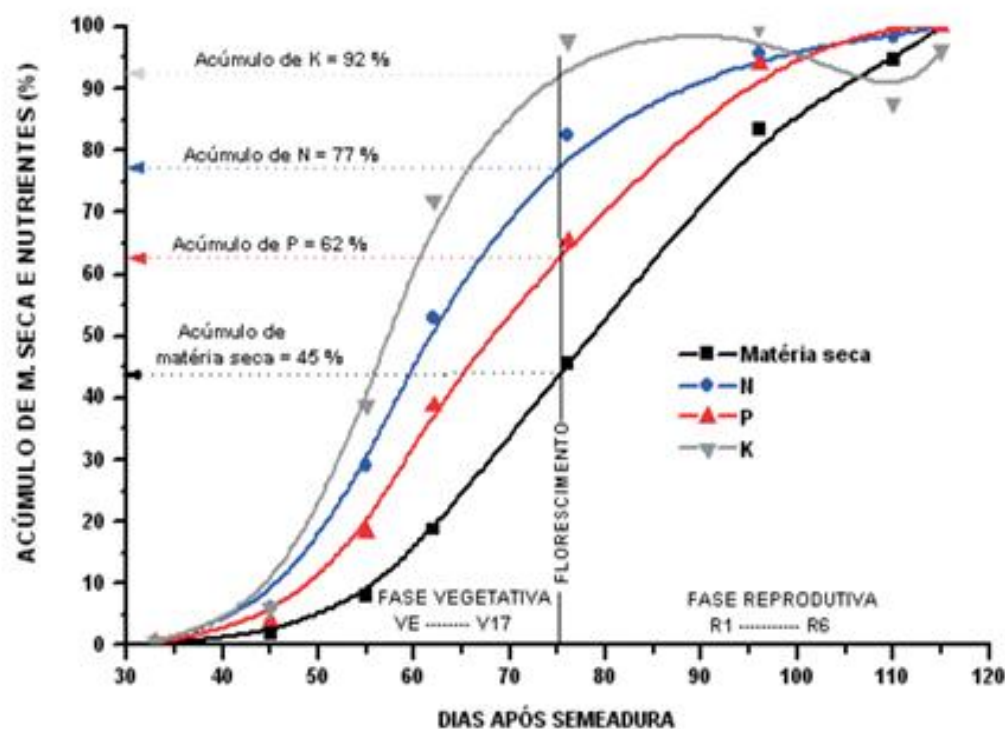
#Gessagem:

- Quando $(20-40)$?
 - $m > 30\%$; e, ou
 - $\text{Ca}^{2+} \leq 0,4 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$; e/ou;
 - $\text{Al}^{3+} > 0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$.

$$NG(t \text{ ha}^{-1}) = 0,25 \times NC$$

#Suprimento de Enxofre:
Aplicar 300 kg/ha de Gesso

Acúmulo de matéria seca, nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea de plantas de milho. Coelho (2006)

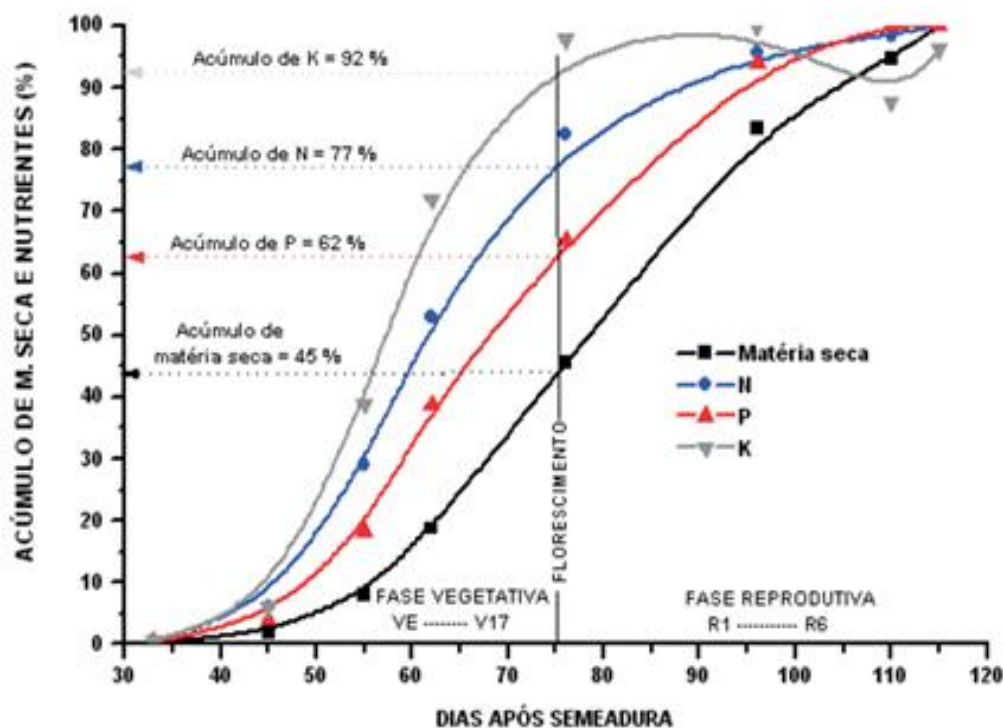


Fase muito
intensa de
absorção



Definição do número potencial de grãos

Acúmulo de matéria seca, nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea de plantas de milho. Coelho (2006)



Formação da
espiga

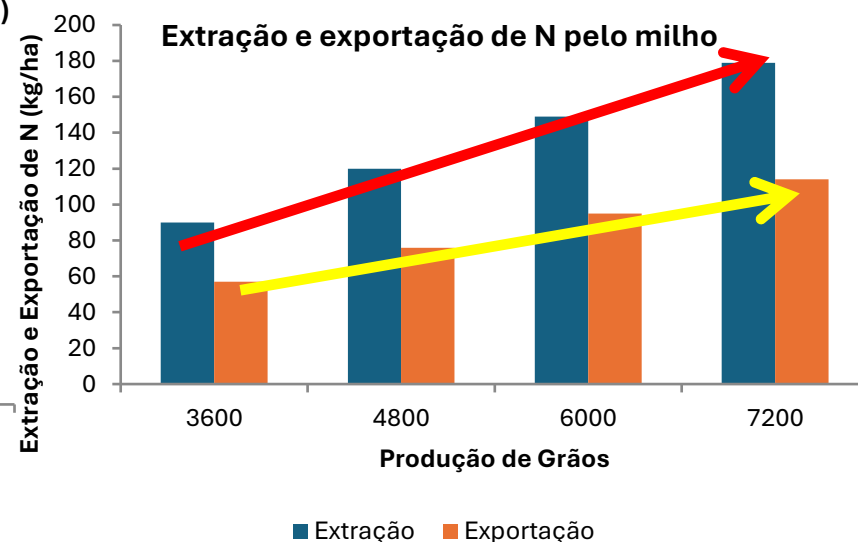
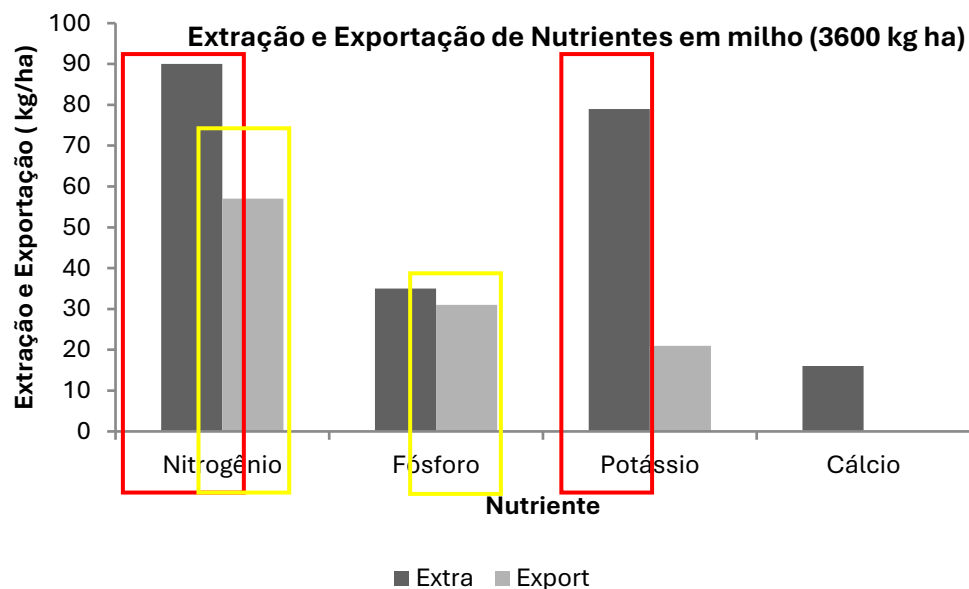


Potencial de produção é alcançado



Absorção de nutrientes pelo milho (Adaptado de Gitti e Rizzato,

Nutriente	Produção estimada (kg ha ⁻¹)							
	3600		4800		6000		7200	
	Extra	Export	Extra	Export	Extra	Export	Extra	Export
Nitrogênio	90	57	120	76	149	95	179	114
Fósforo	35	31	47	42	59	52	71	63
Potássio	79	21	405	28	131	35	157	42
Ca	16	1,8	19	2,4	23	3	28	3,6



Correção e Adubação do Milho

Interpretação da Análise Química do Solo

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/dm ³) ⁽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/dm ³) ⁽¹⁾			
Baixa	Média	Alta	Muito alta
≤ 40	41-60	61-90	>90

⁽¹⁾ Extrator Mehlich 1.

Correção e Adubação do Milho

Interpretação da Análise Química do Solo

Tabela 4. Classes de interpretação da disponibilidade para boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

Nutriente	Disponibilidade de micronutrientes (mg/dm ³)		
	Baixa	Média	Alta
Boro	< 0,35	0,35-0,90	>0,90
Cobre	< 0,70	0,70-1,80	>1,80
Ferro	< 18	18-45	>45
Maganês	< 5	5-12	>12
Zinco	< 0,9	0,9-2,2	>2,2

Fonte: Adaptada de Lopes (1999) e Ribeiro et al. (1999).

Correção e Adubação do Milho

Adubação

✓ Milho (*Zea mays* L)

Recomendação de adubação para a cultura do milho, em função de resultados de análise do solo e diferentes classes de textura, para uma produtividade estimada de 3 a 6 t ha⁻¹

Disponibilidade de P e K no solo	Textura do solo			Dose de P ₂ O ₅
	Argiloso	Médio	Arenoso	
	Teor de P (mg dm ⁻³)			(Kg ha ⁻¹)
Baixa	≤ 5	≤ 8	≤ 10	90
Média	6-10	9-15	11-18	60
Alta	11-15	16-20	19-25	30
Muito Alta	> 15	> 20	> 25	0

Correção e Adubação do Milho

Adubação

✓ Milho (*Zea mays* L)

Recomendação de adubação para a cultura do milho, em função de resultados de análise do solo e diferentes classes de textura, para uma produtividade estimada de 3 a 6 t ha⁻¹

Disponibilidade de P e K no solo	Textura do solo			Dose de P ₂ O ₅	Teor de K no solo	K ₂ O a aplicar
	Argiloso	Médio	Arenoso			
	Teor de P (mg dm ⁻³)					
Baixa	≤ 5	≤ 8	≤ 10	90	≤ 40	70
Média	6-10	9-15	11-18	60	41-60	50
Alta	11-15	16-20	19-25	30	61-90	30
Muito Alta	> 15	> 20	> 25	0	> 90	0

Nitrogênio (80 a 100 kg ha⁻¹)

aos 35 - 40 DAP (até V8)

Brasil et al. (2020)

Correção e Adubação do Milho

Adubação

#Importante:

#KCl em solo arenoso:

Aplicar toda a dose em cobertura (até 30DAP)

- Fósforo → aplicar toda a dose no plantio;
- Solos arenosos parcelar a adubação nitrogenada (obrigatoriamente);
- Ureia → cuidado;
- Potássio → pode aplicar $\frac{1}{2}$ no sulco de plantio e $\frac{1}{2}$ em cobertura;
- $\text{Zn} < 0,9 \text{ mg/dm}^3$ → aplicar de 1 a 2 kg/ha de Zn;
- $\text{S} < 4,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ → aplicar 30 kg/ha de S;
- Área de abertura → cultivar primeiro com soja e depois milho

Diagnose do estado nutricional:

- ☐ Coletar folhas no embonecamento;
- ☐ Amostrar 30 folhas/ha;
- ☐ Folha inteira, oposta e abaixo da primeira;
- ☐ Retirar a nervura central.

Os sintomas de
deficiência só
podem ser
corrigidos na
próxima safra

Valores de referência para análise foliar do milho (Bórém, et al., 2015)

Macronutrientes

-----dag kg⁻¹-----

N	P	K	Ca	Mg	S
2,75–3,25	0,25–0,35	1,75–2,25	0,25–0,40	0,25–0,40	0,10–0,20

Micronutrientes

-----mg kg⁻¹-----

B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
4–20	6–20	20–250	20–150	0,20	20–70



**Folha para amostragem
30 folhas/ha**

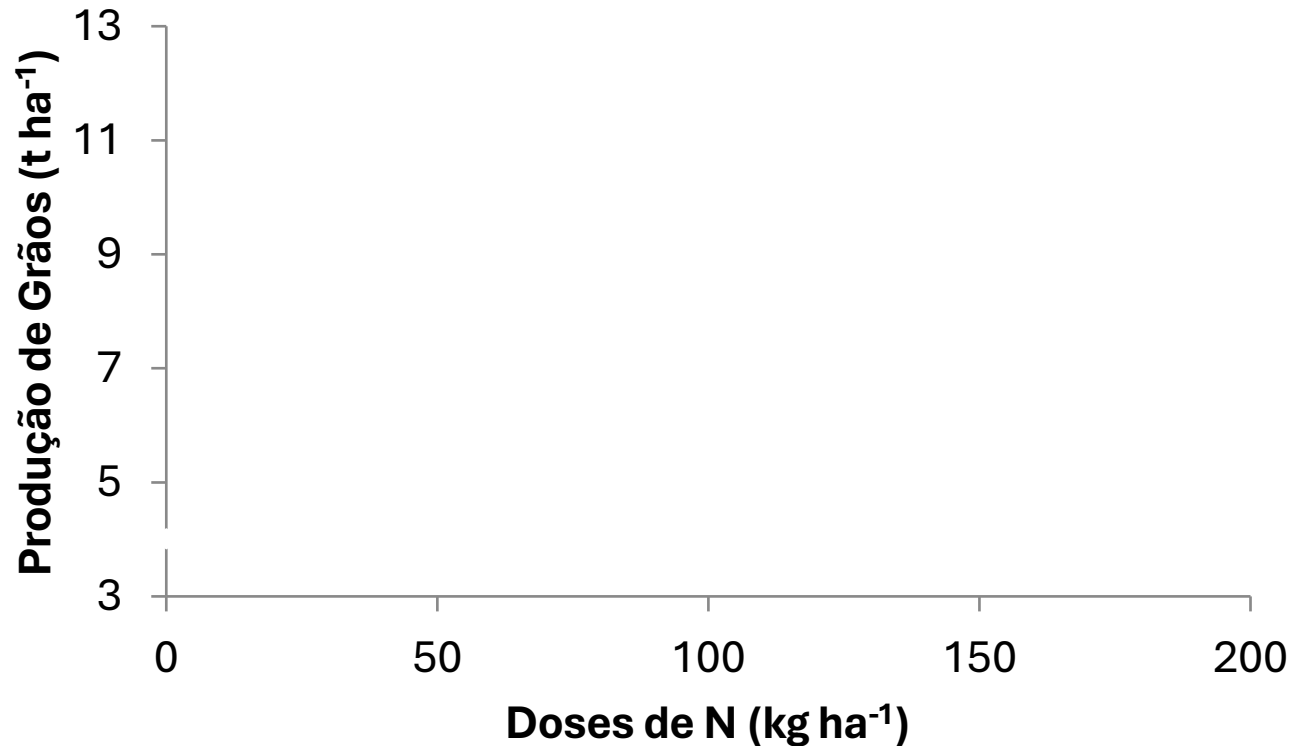
100 kg/ha
de N

0 kg/ha de
N



Correção e Adubação do Solo

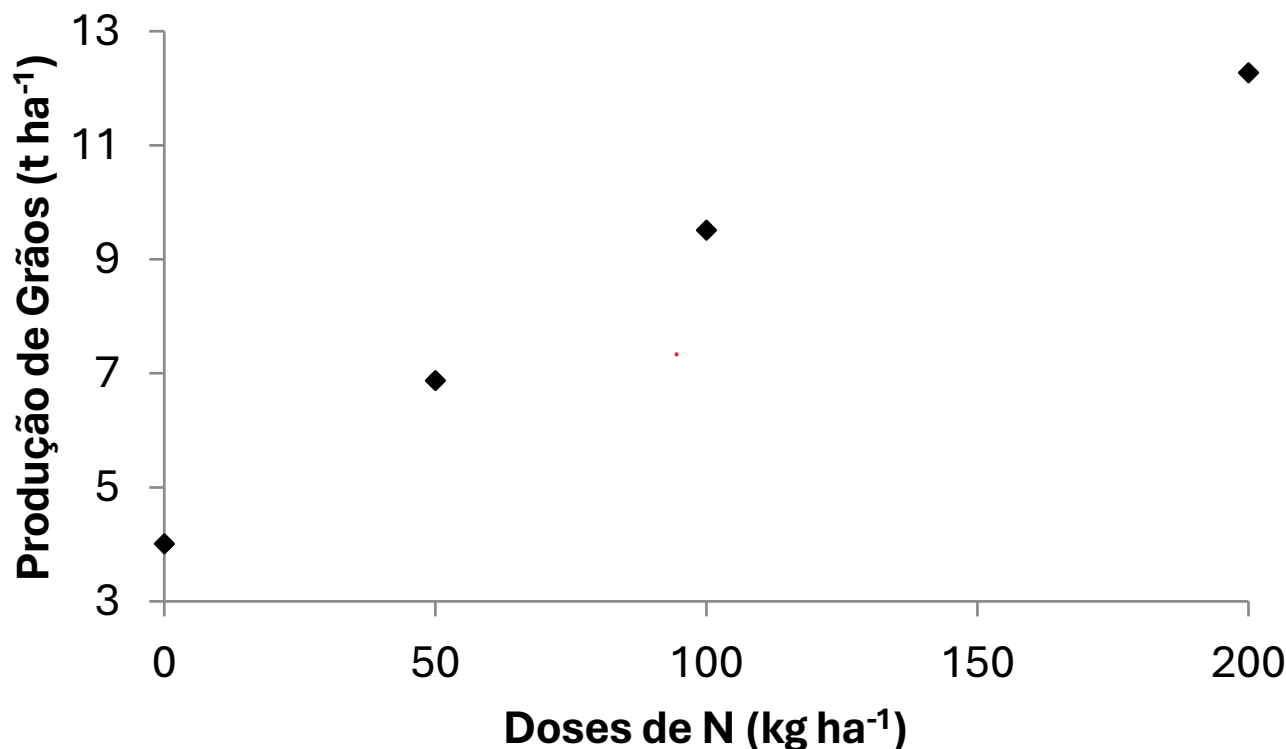
- ✓ É possível elevar ainda mais os índices



Produção de Grãos de híbridos de milho submetidos a doses de nitrogênio. Tomé-Açu, Pa. (SOUZA et al., 2024).

Correção e Adubação do Solo

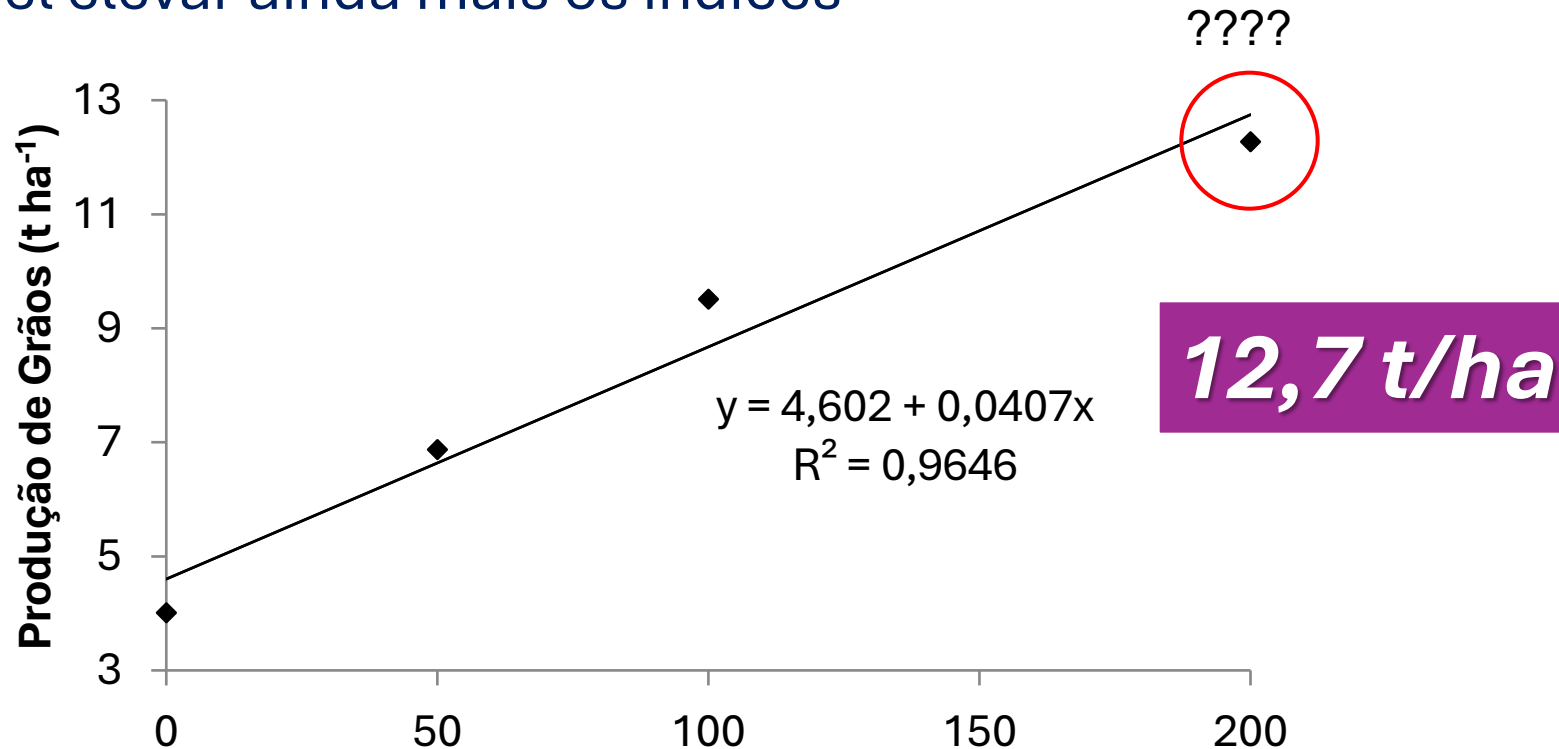
- ✓ É possível elevar ainda mais os índices



Produção de Grãos de híbridos de milho submetidos a doses de nitrogênio. Tomé-Açu, Pa. (SOUZA et al., 2024).

Correção e Adubação do Solo

✓ É possível elevar ainda mais os índices



Nitrogênio

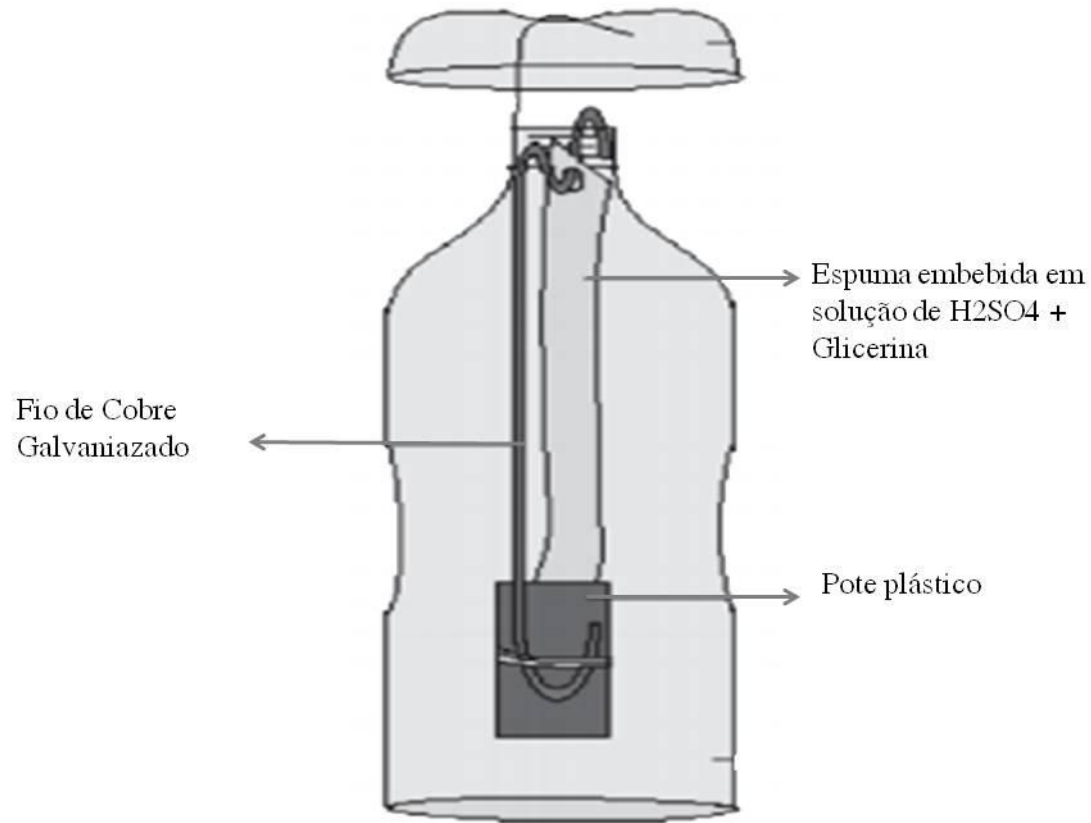
Produção
nitrogênio

No plantio, deve-se aplicar pelo menos 30 kg de nitrogênio (N) por hectare, juntamente com a adubação fosfatada, em sulcos de plantio. Recomenda-se aplicar em cobertura de 80 kg a 100 kg de N por hectare aos 35-40 dias após a emergência até o estágio V8, quando as plantas apresentarem de 6 a 8 folhas.

de

Correção e Adubação do Solo

Volatilização de Nitrogênio



Câmara coletora semi-aberta livre estática (SALE).



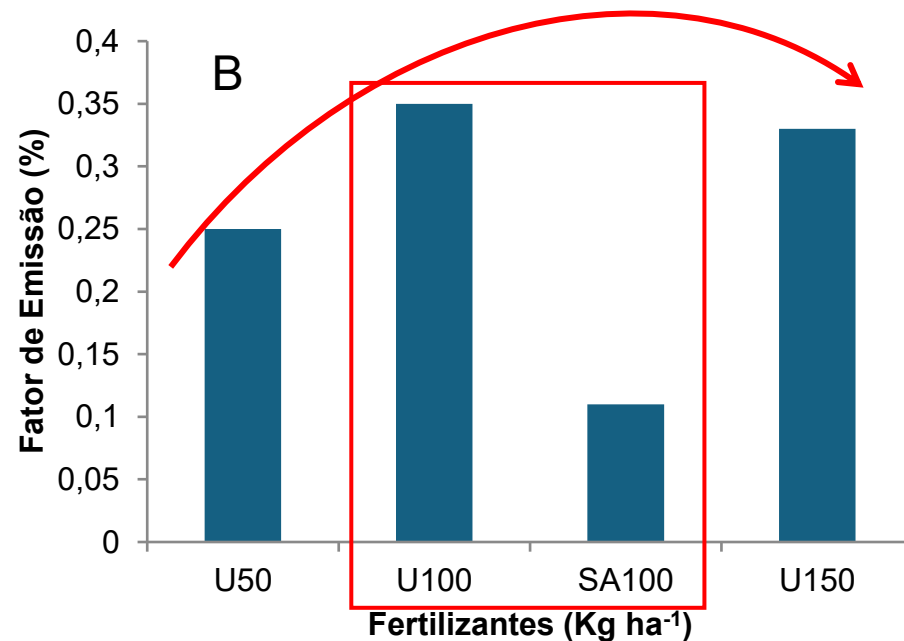
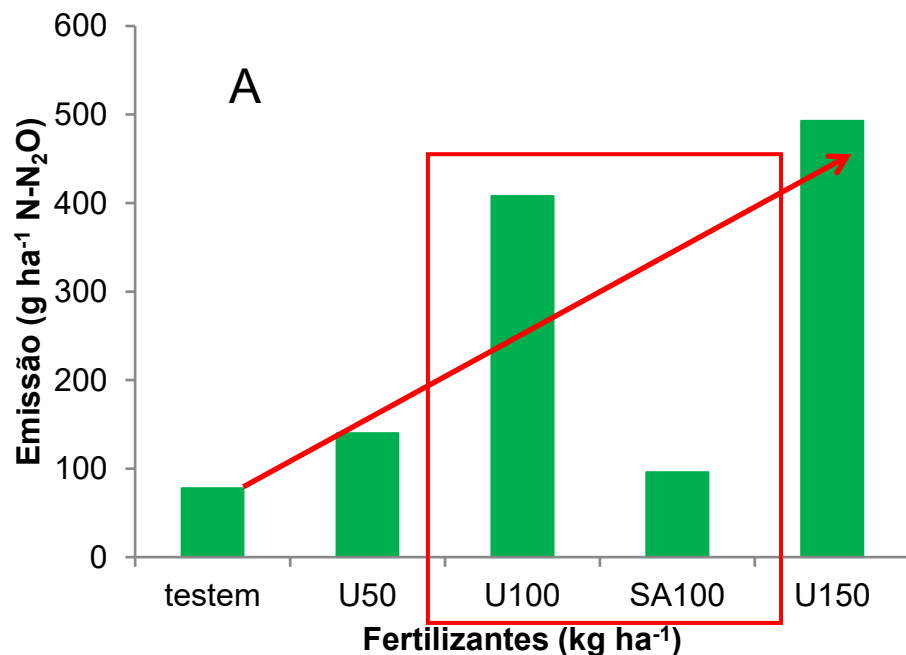
TERRENA
Aliança do Homem com a Terra!

 **TERRENA**
Aliança do Homem com a Terra!

Foto: Ronan Souza

Correção e Adubação do Milho

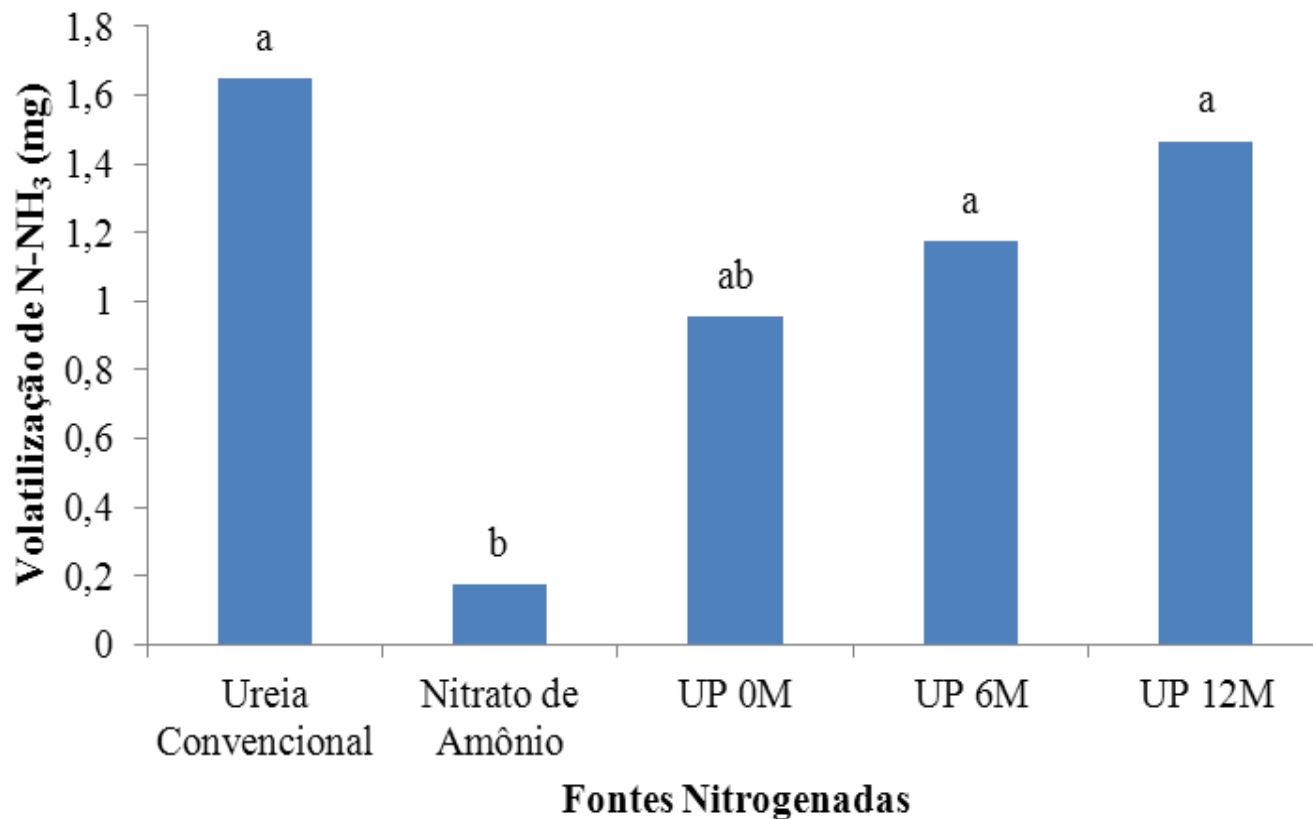
Volatilização de Nitrogênio



Emissão Acumulada (170 dias) (A) e Fatores de Emissão Direta (B) de N-N₂O provenientes da aplicação de três doses de N-fertilizante na forma de ureia e uma dose na forma de sulfato de amônio durante o cultivo do capim-elefante em Argissolo (Adaptado de Moraes et al., 2011).

Correção e Adubação do Milho

Fertilizantes de Eficiência Aumentada - FEA



Volatilização de N-NH₃ (mg) de fertilizantes nitrogenados: ureia convencional, nitrato de amônio e ureia revestida (no mesmo dia – UP 0M; seis meses antes da aplicação – 6M e doze meses antes da aplicação – 12M). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).