

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Departamento de Ciência do Solo



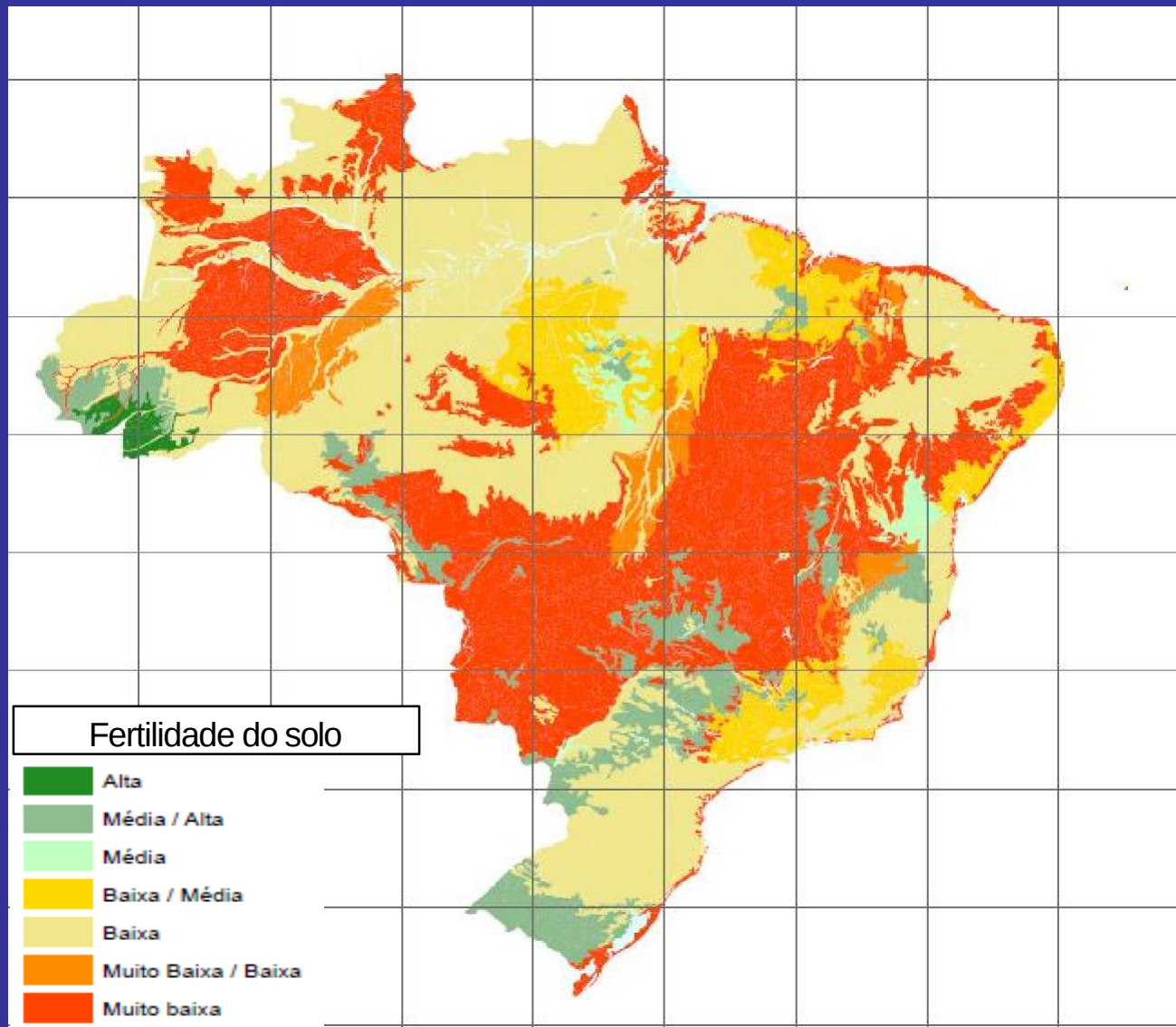
LSN 5810 – Adubos e Adubação

**USO EFICIENTE DE CORRETIVOS E
CONDICIONADORES: Ênfase na movimentação de
calcário e gesso aplicados na superfície sem
incorporação**

Prof. Dr. Rafael Otto
rotto@usp.br

Piracicaba, SP

MAPA DE FERTILIDADE DOS SOLOS DO BRASIL (EMBRAPA, 1980)



Solos com Fertilidade Baixa ou Muito Baixa

Acidez Excessiva

Teor tóxico de Al
Deficiência de Ca

Área cultivada – grãos

61 milhões ha

241 milhões ton grãos

Cerrado: 54% da produção

Sistema Plantio Direto

Maior sustentabilidade da agricultura em regiões tropicais e subtropicais

Porque é importante ter perfil de solo corrigido?

- **Estudos recentes (CESB) mostram que áreas de alta produtividade têm perfil de solo corrigido (V% e Ca%)**



Áreas CESB

	Produtividade de soja (sc/ha)							
Profundidade (cm)	78	78	97	100	122	126	140	142
	———— Saturação por bases (V%) ————							
0-10	55	36	61	78	74	73	78	82
10 a 20cm	28	52	55	86	74	70	71	64
20 a 40cm	12	49	39	67	69	73	67	56
40 a 60cm	15	29	36	51	38	75	66	48
60 a 90cm	13	12	40	46	37	71	49	39
90 a 110cm	17	14	36	43	40	72	46	42



Áreas CESB



JPSDantas
ASSESSORIA AGRONÔMICA

Saturação de cálcio (%)								
Profundidade (cm)	78	78	97	100	122	126	*140	141,7
0-10	36	29	45	56	47	58	56	50
10 a 20cm	17	40	38	70	48	59	50	41,9
20 a 40cm	7,8	39	27	48	45	62	46	38,2
40 a 60cm	9,7	23	23	36	22	64	47	32
60 a 90cm	8,7	8,5	22	31	20	56	47	25,9
90 a 110cm	7,9	10	18	25	22	56	30	25,6



Qual lavoura é mais produtiva?



60 sc/ha

V% 40-80 cm = 18%

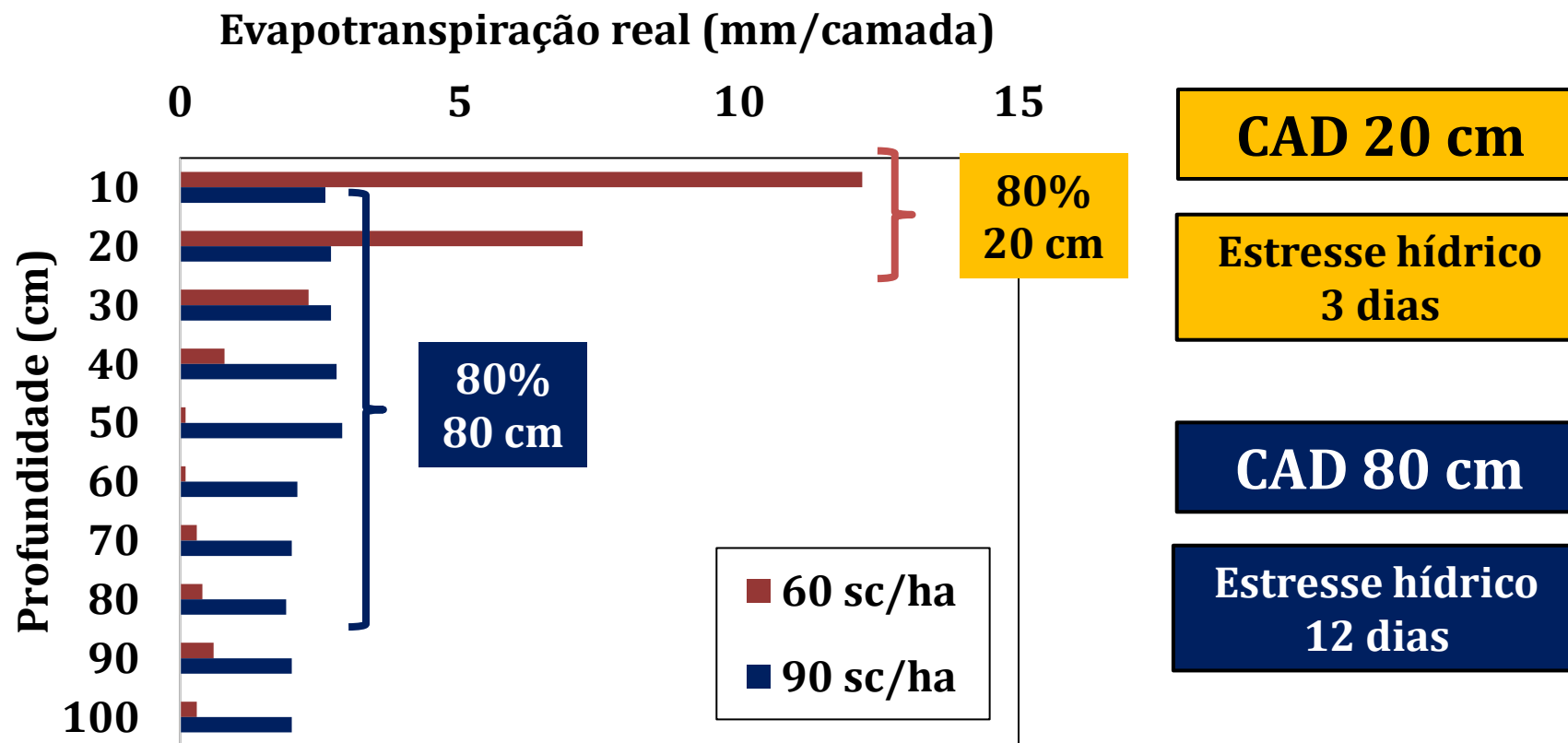


90 sc/ha

V% 40-80 cm = 46%

Fonte: Dantas, JPS, 2018
(dissertação USP)

Em 3 dias, ambas lavouras absorveram 24 mm de água (estádio R5.1)



CONSTRUÇÃO DE PERFIL DE SOLO

3 PERGUNTAS PARA RESPONDER:

- 1) Como construir perfil de solo em áreas de abertura?**
- 2) Como manter perfil de solo corrigido?**
- 3) Não tenho perfil de solo corrigido: o que fazer?**

1) Como construir perfil de solo em áreas de abertura?

Incorporação profunda!!



Eficiência do calcário nos experimentos



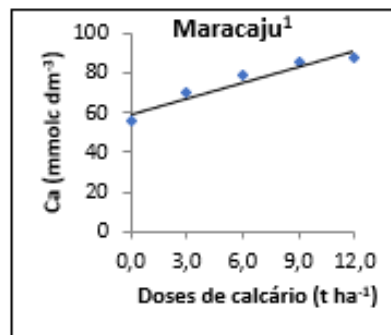
APRESENTAÇÃO
DE RESULTADOS

**SAFRA
2019/20**

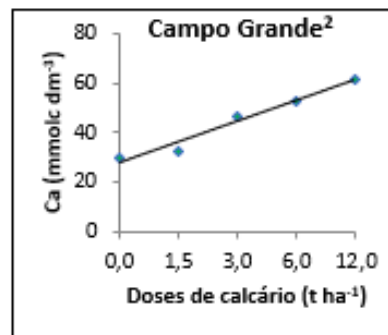
FUNDAÇÃO MS



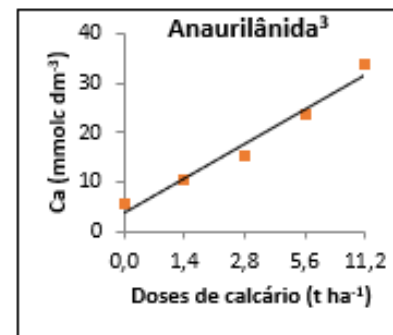
www.fundacaoms.or.br



$$^1 y = 61,5350 + 2,4683x \\ (R^2 = 0,95) **$$



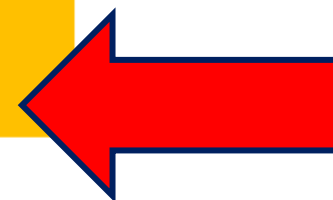
$$^2 y = 32,4266 + 2,6844x \\ (R^2 = 0,88) **$$



$$^3 y = 7,3087 + 2,4776x \\ (R^2 = 0,98) **$$

1 t de calcário dolomítico = 6,4 mmol_c dm⁻³ Ca = 5,44 mmol_c dm⁻³ Ca
(36% CaO, PRNT: 85%)

Eficiência em disponibilizar Ca trocável =
(2,54/5,44) * 100 = 50% (Dobrar a dose!!!)



Fonte: Publicação Fundação MS Soja 2017/18.

Fonte: Douglas Gitti (2020) – Fundação MS

Boletim de Pesquisa Soja – Fundação MT 2001

Tabela 6.2- Quantidade de calcário calculada pelo método de saturação por bases (t/ha) para alcançar as saturações por bases de 40, 50 e 60% e a quantidade de calcário real necessária para área de vegetação de cerrado de primeiro ano de cultivo, após dois anos de condução dos experimentos.

<i>Local</i>	<i>V%</i> <i>Inicial</i>	<i>V%</i> <i>Desejada</i>	<i>Calcário t/ha</i> <i>PRNT 80%</i>	<i>V%</i> <i>Atingida</i>	<i>Calcário t/ha</i> <i>PRNT 80%</i>	<i>Fator de</i> <i>Correção</i>
Campo Novo do Parecis - MT	8.3	40	2.5	24.6	4.6	1.8
	8.3	50	3.3	30.6	5.8	1.7
	8.3	60	4.1	36.7	6.9	1.7
Nova Mutum - MT	9.0	40	2.8	26.8	4.1	1.5
	9.0	50	3.7	33.8	5.6	1.5
	9.0	60	4.7	39.4	7.4	1.5

Fonte: Zancanaro, L. Palestra XXXVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo 2019, Cuiabá-MT.

Fórmulas para recomendar calagem em áreas de abertura

a) Saturação por bases:

$$\text{NC (t/ha)} = \frac{(70 - V1) \times \text{CTC}}{\text{PRNT} \times 10}$$

b) Elevação dos teores de Ca e Mg

$$\text{NC (t/ha)} = \frac{30 - (\text{Ca} + \text{Mg}) \times 10}{\text{PRNT}}$$

c) Elevação da % de Ca na CTC para 40%

$$\text{NC (t/ha)} = \frac{[(\text{CTC} \times 0,4) - \text{Ca}] \times (560/\% \text{CaO})}{\text{PRNT}}$$

Unidades:

V, em %

CTC, em mmol_c/dm³

Ca e Mg, em mmol_c/dm³

CaO, em %

PRNT, em %

DETALHES IMPORTANTES:

- Fazer o cálculo para cada camada a ser corrigida (ex.: 0-20, 0-30 ou 0-40 cm), dependendo da profundidade “real” de incorporação
- Multiplicar por 1,8 a 2,0 para se atingir realmente os valores desejados

Quando o uso do gesso é necessário?

Análise de 20-40 cm

- $\text{Ca} \leq 4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Raij et al., 1997; Ribeiro et al., 1999)
- $\text{Ca} \leq 5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Sousa & Lobato, 2004)
- $\text{Al} \geq 5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Ribeiro et al., 1999)
- Saturação por Al (m) $\geq 20\%$ (Sousa & Lobato, 2004)
- Saturação por Al (m) $\geq 30\%$ (Ribeiro et al., 1999)
- Saturação por Al (m) $\geq 40\%$ (Raij et al., 1997)

Sequência de aplicação em áreas de abertura

1. Calagem (incorporação profunda)
2. Gessagem (incorporação superficial ou sem incorporação)
3. Adubação fosfatada corretiva (incorporação superficial < 20 cm)
4. Plantio

2) Como manter o perfil de solo corrigido?



Fonte: Dirceu Gassen

AS RAÍZES DAS PLANTAS NÃO SE DESENVOLVEM BEM EM SOLOS ÁCIDOS



Falta de Ca

Severas restrições ao crescimento radicular

Excesso de Al

As raízes se tornam mais lentas em alongar, engrossam e não se ramificam normalmente.

Prejudica a absorção de N, P, Ca e Mg pelas plantas

Comprimento do Sistema Radicular



IMPORTANTE

Distribuição do Sistema Radicular

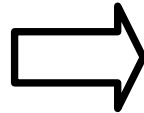


FUNDAMENTAL

CORREÇÃO DO PERFIL DO SOLO PARA O ADEQUADO CRESCIMENTO RADICULAR

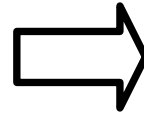


PALHA



Base de sustentação do plantio direto

CALAGEM

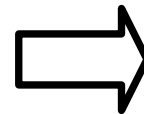


**Melhoria das condições químicas
nas camadas superficiais do solo**

Sistema Plantio Direto

Aplicação Superficial de
Corretivos da Acidez

GESSO



**Melhoria das condições químicas
nas camadas do subsolo**

Aumento no teor de Ca
Redução na toxicidade por Al

PRODUÇÃO DE PALHA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

Aveia Preta



Nabo Forrageiro



Braquiária ruziziensis



Milheto



Trigo Mourisco



Pé de Galinha



Crotalária spectabilis



Crotalária ochroleuca



COMPARATIVO DA COBERTURA DO SOLO NA SEMEADURA DA SOJA



Área com Milho Safrinha



Área com Brachiaria ruziziensis



Fonte: Embrapa Soja/Cocamar (2009)



A CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

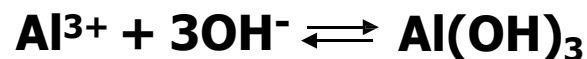
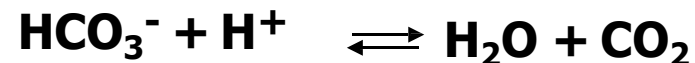


**Corretivos da acidez mais usados
na agricultura**

Rochas calcárias moídas

Minerais: calcita e dolomita

CaCO_3 e MgCO_3



Neutralização da acidez

Conteúdo de neutralizantes – PN

Granulometria – RE

$$\text{PRNT (\%)} = \frac{\text{PN} \times \text{RE}}{100}$$

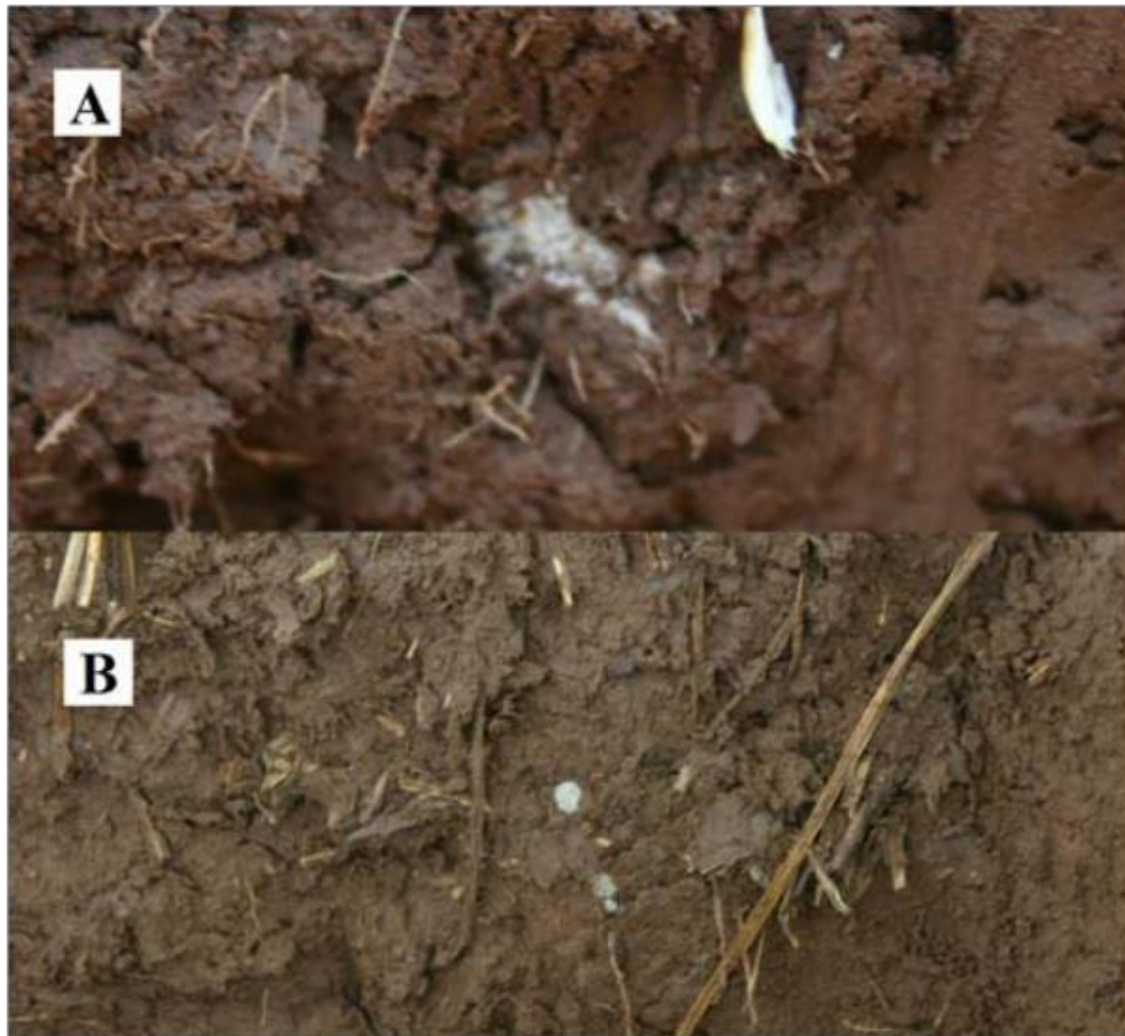
CALCÁRIO NO SULCO DE SEMEADURA?



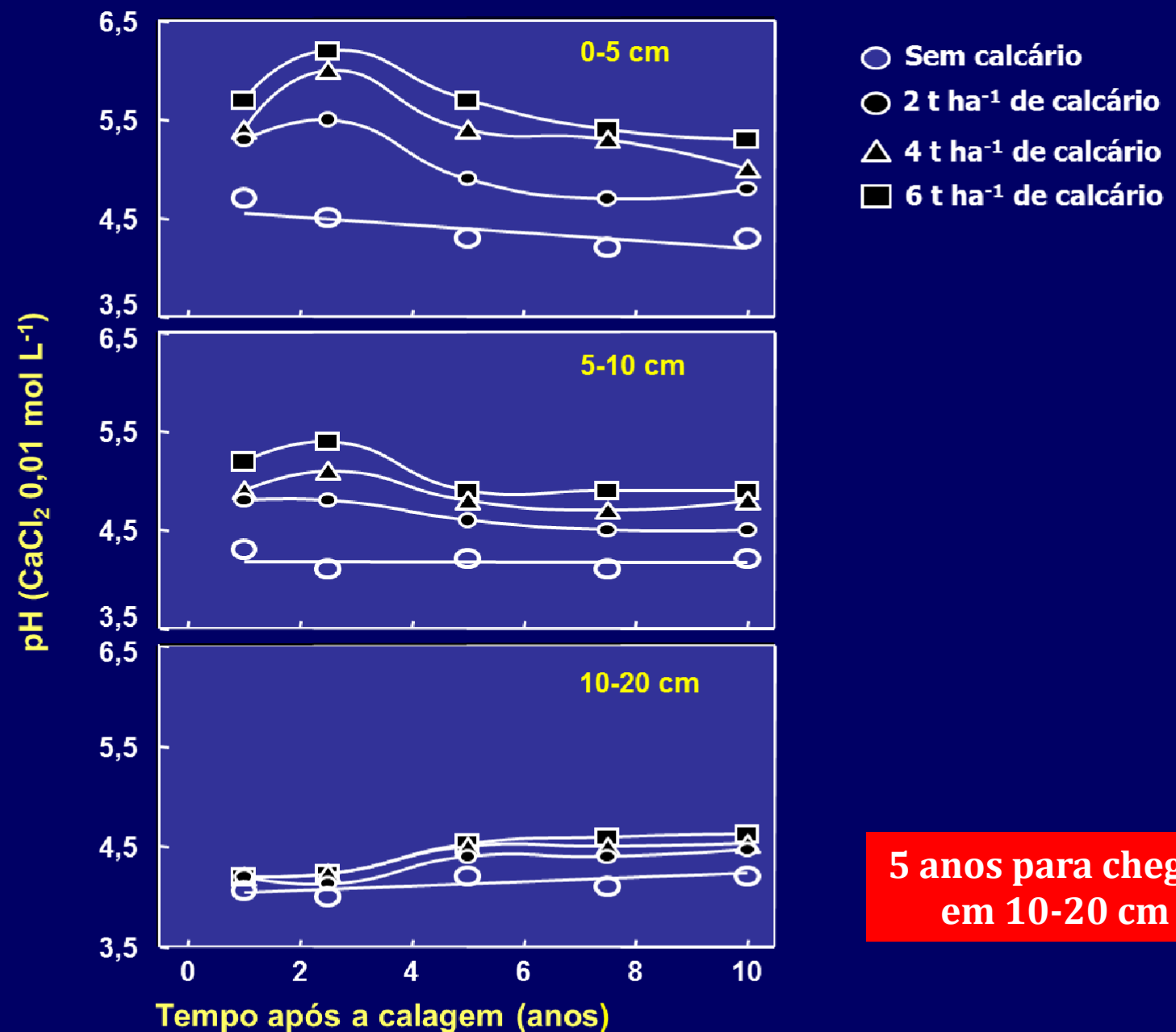
O calcário não é um produto para ser aplicado no sulco quando se visa a correção da acidez do solo

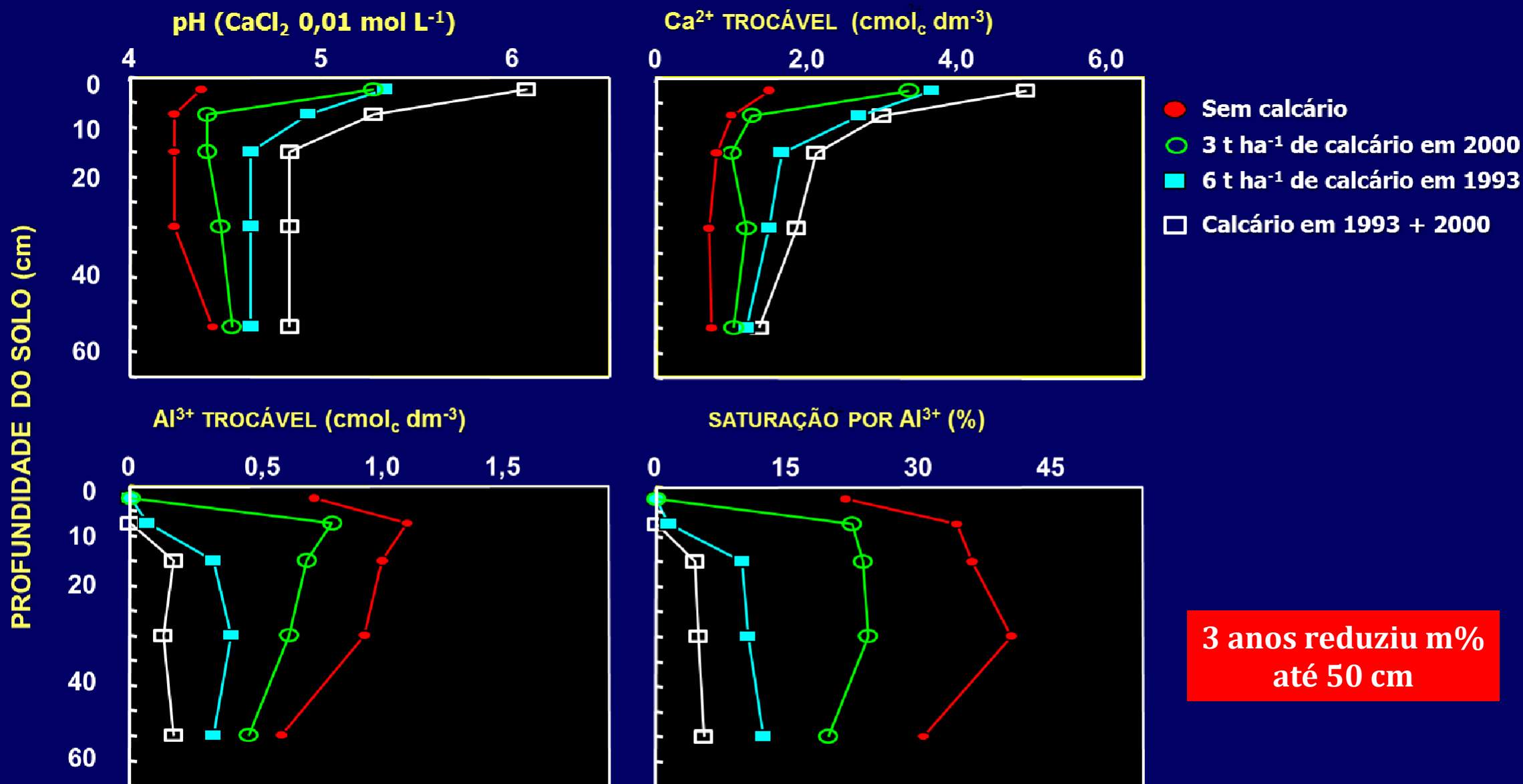


Trincheiras abertas em junho de 2011 (A) e junho de 2012 (B) mostrando a falta de difusão do calcário ao longo do perfil do solo, com grânulos visíveis e praticamente não modificados, depois de 220 dias da aplicação



Sistema Plantio Direto Estabelecido





3 anos reduziu m%
até 50 cm

Acidez ativa, Ca^{2+} trocável, Al^{3+} trocável e saturação por alumínio no perfil do solo. Calcário aplicado na superfície em sistema plantio direto. Solo amostrado em 2003.

MOVIMENTAÇÃO DE CALCÁRIO APLICADO SOBRE PALHA DA CANA-CRUA

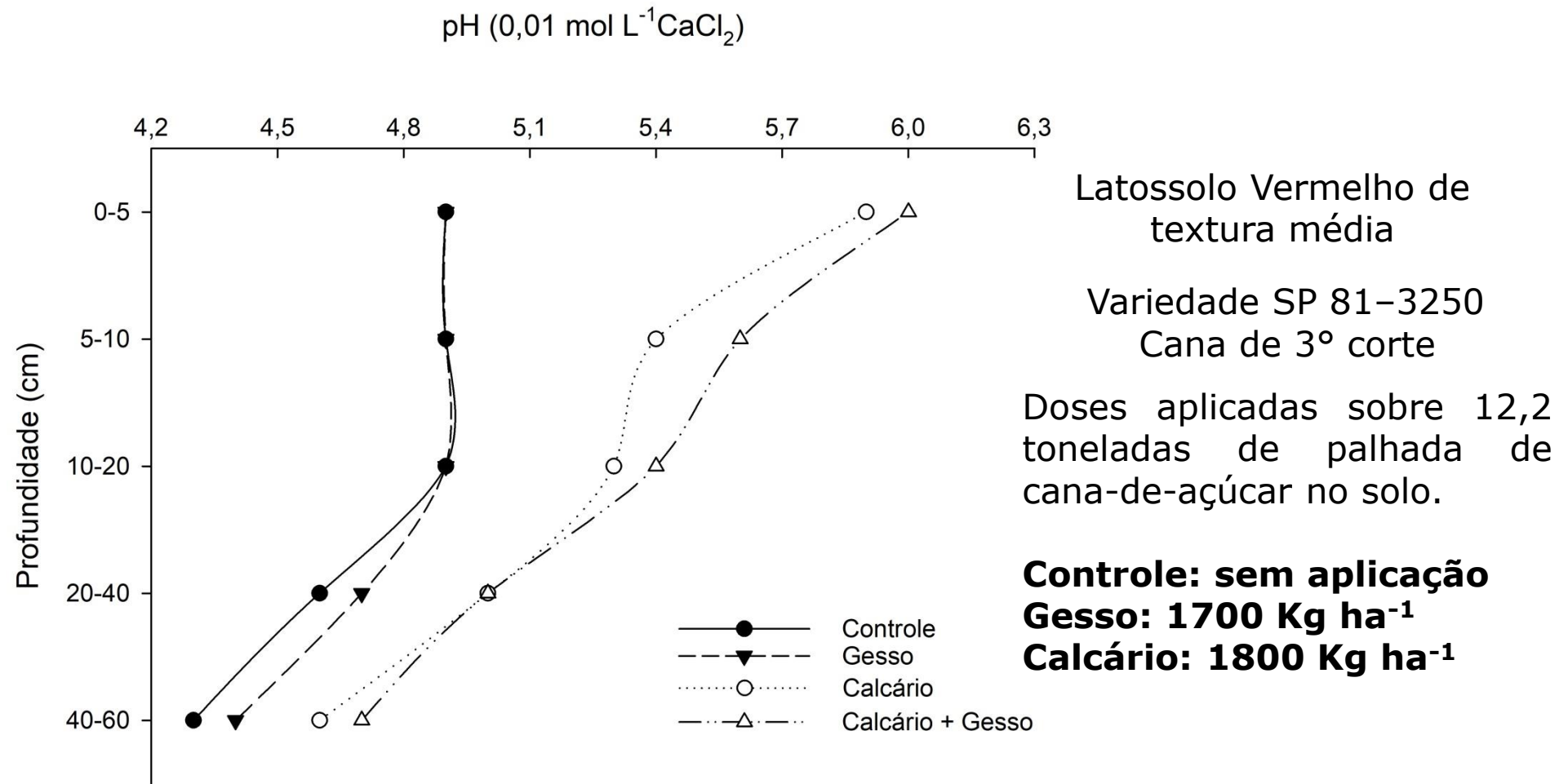


Soil Fertility, Sugarcane Yield Affected by Limestone, Silicate, and Gypsum Application

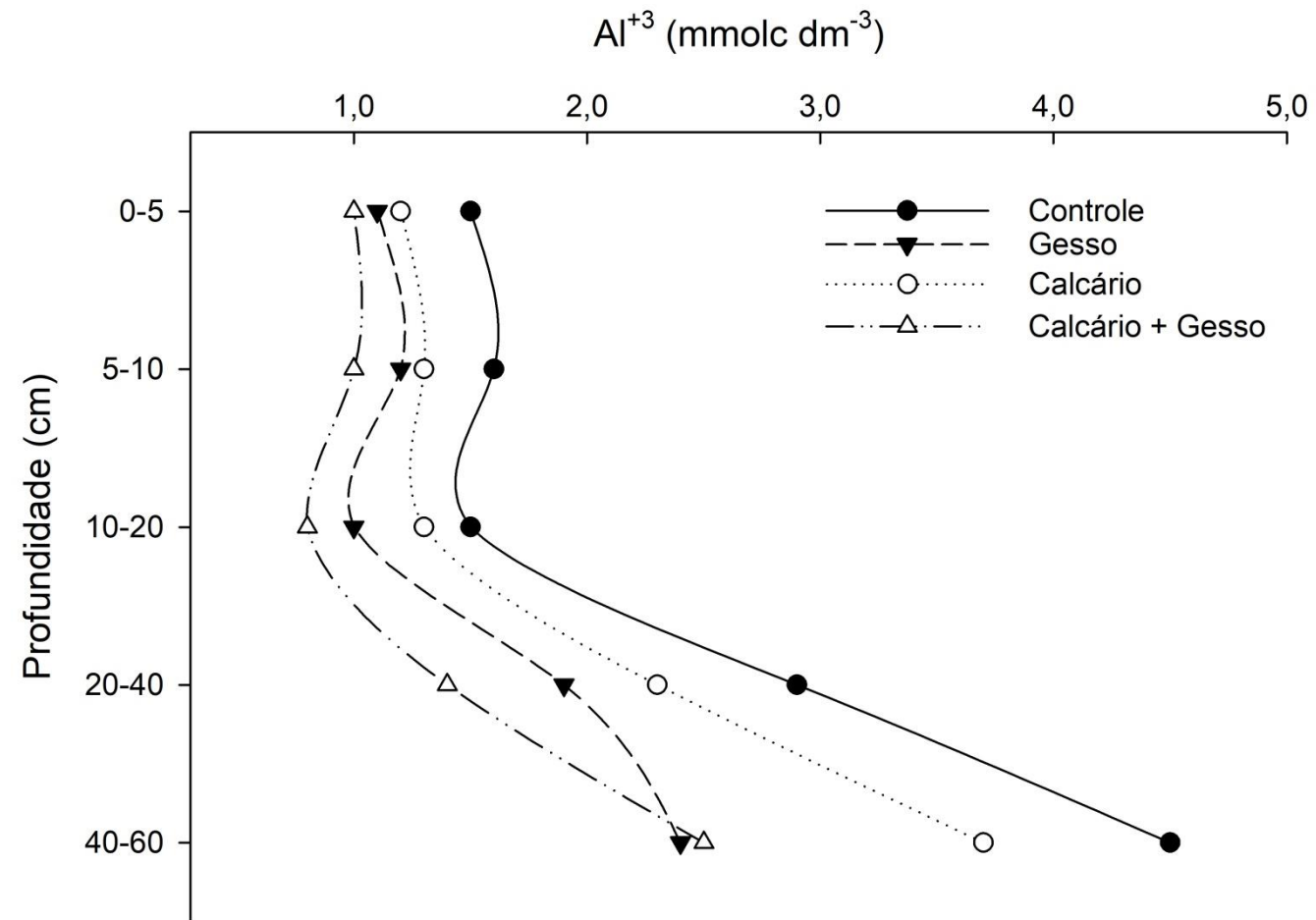
Carlos Alexandre Costa Crusciol, Otavio Bagiotto Rossato, Rodrigo Foltran, Jorge Martinelli Martello & Carlos Antonio Costa do Nascimento

Communications in Soil Science and Plant Analysis (2017)

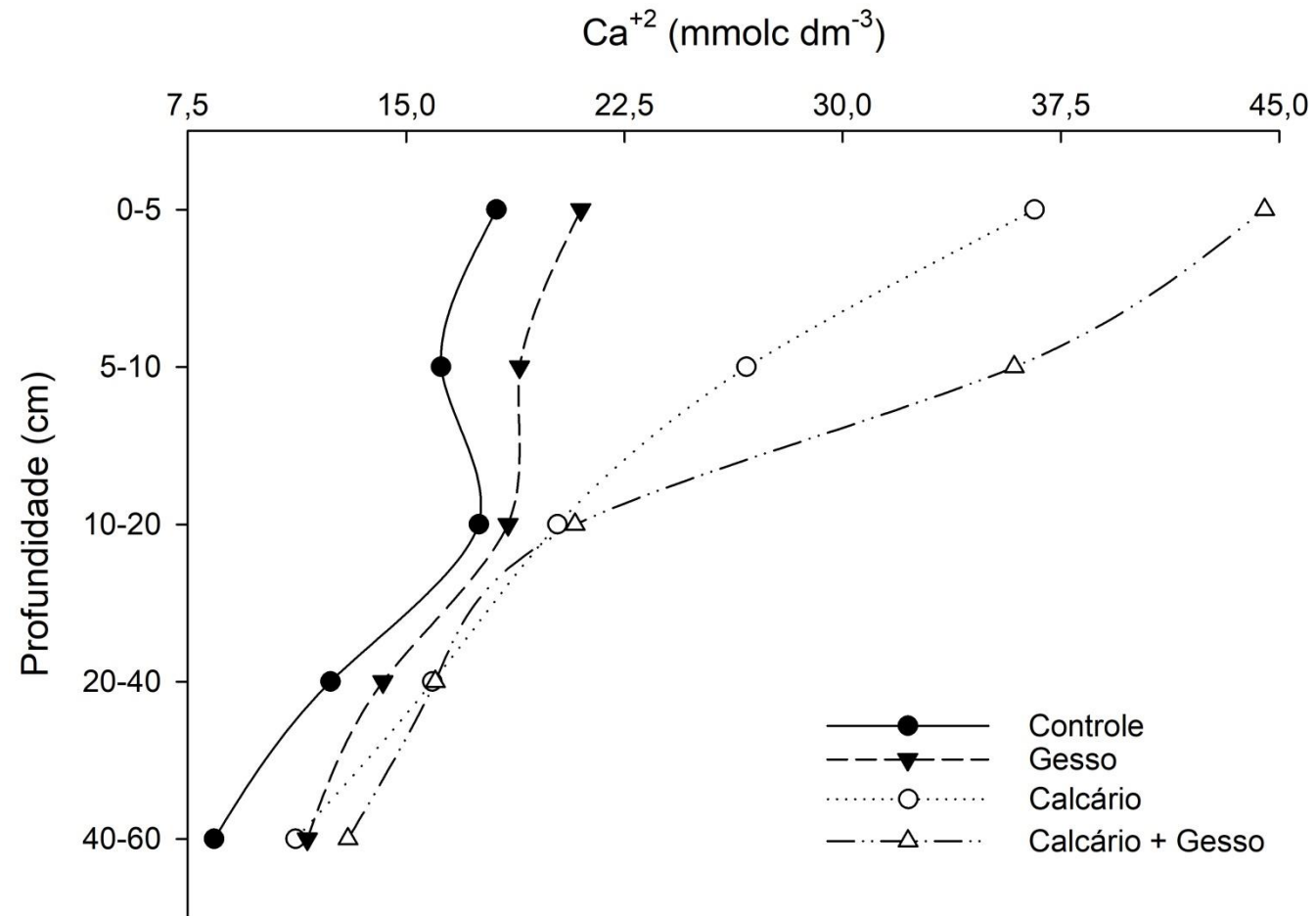
pH do solo na aplicação superficial de Calcário e Gesso



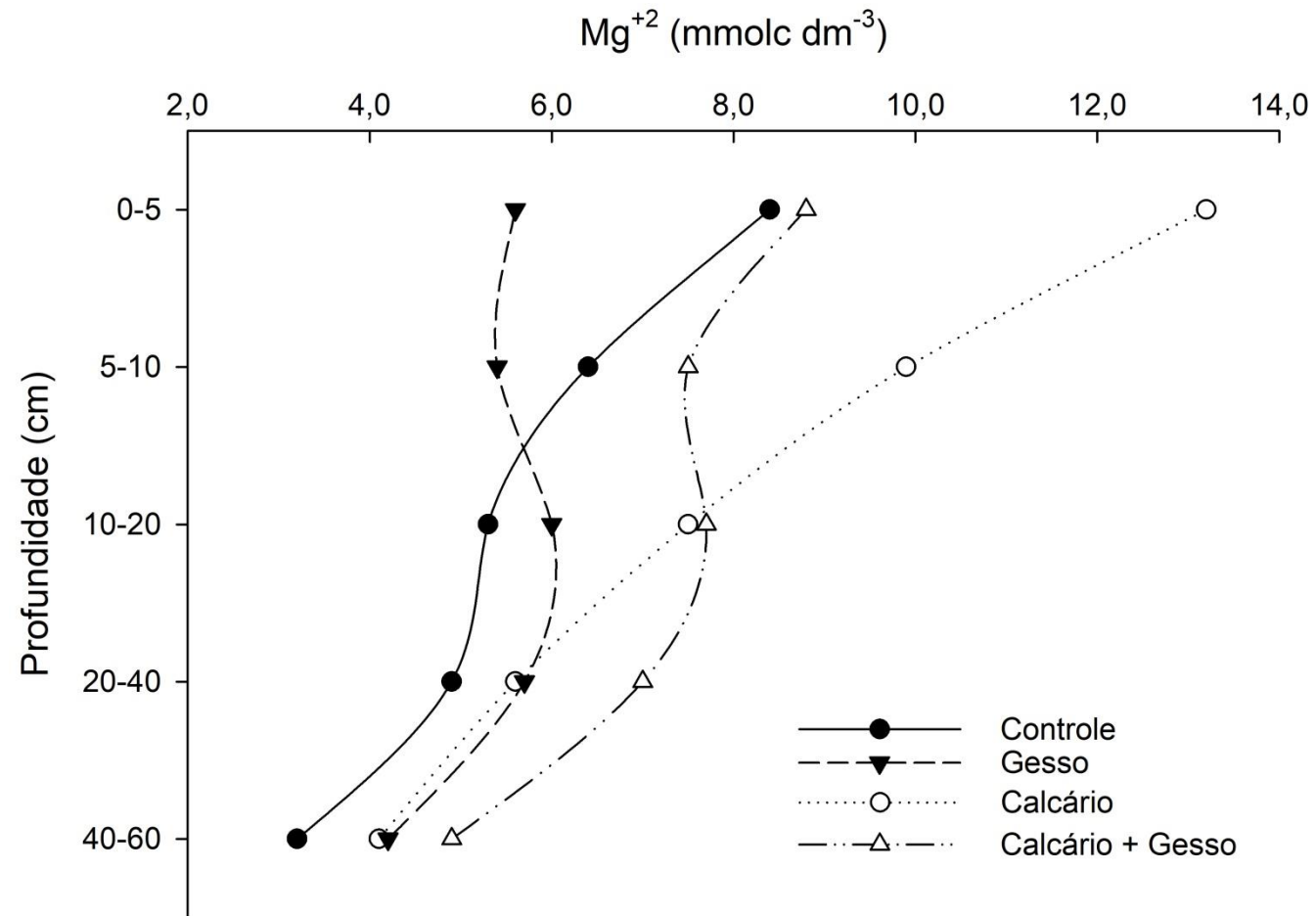
Teores de Al^{+3} na aplicação superficial de Calcário e Gesso



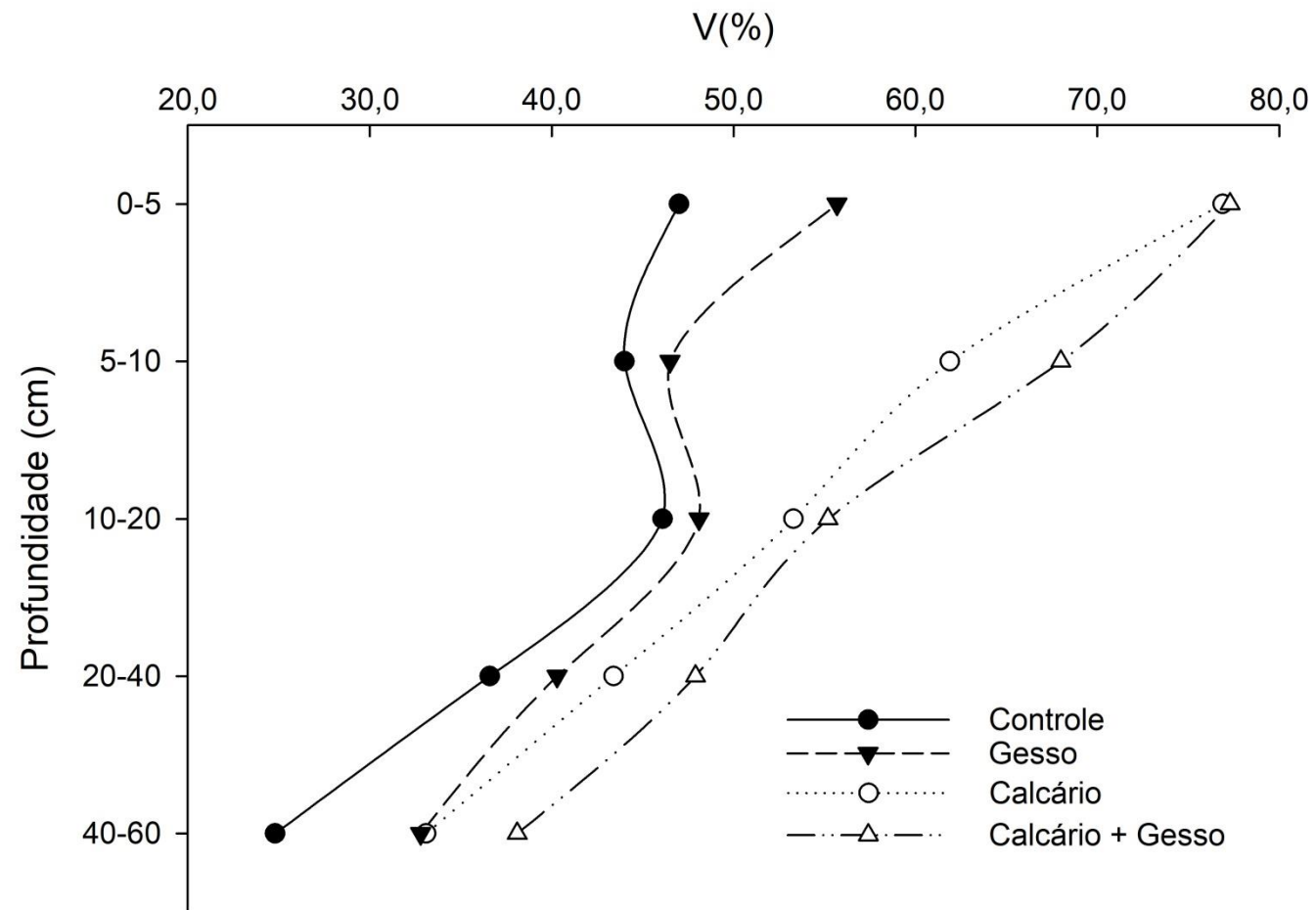
Teores de Ca^{+2} na aplicação superficial de Calcário e Gesso



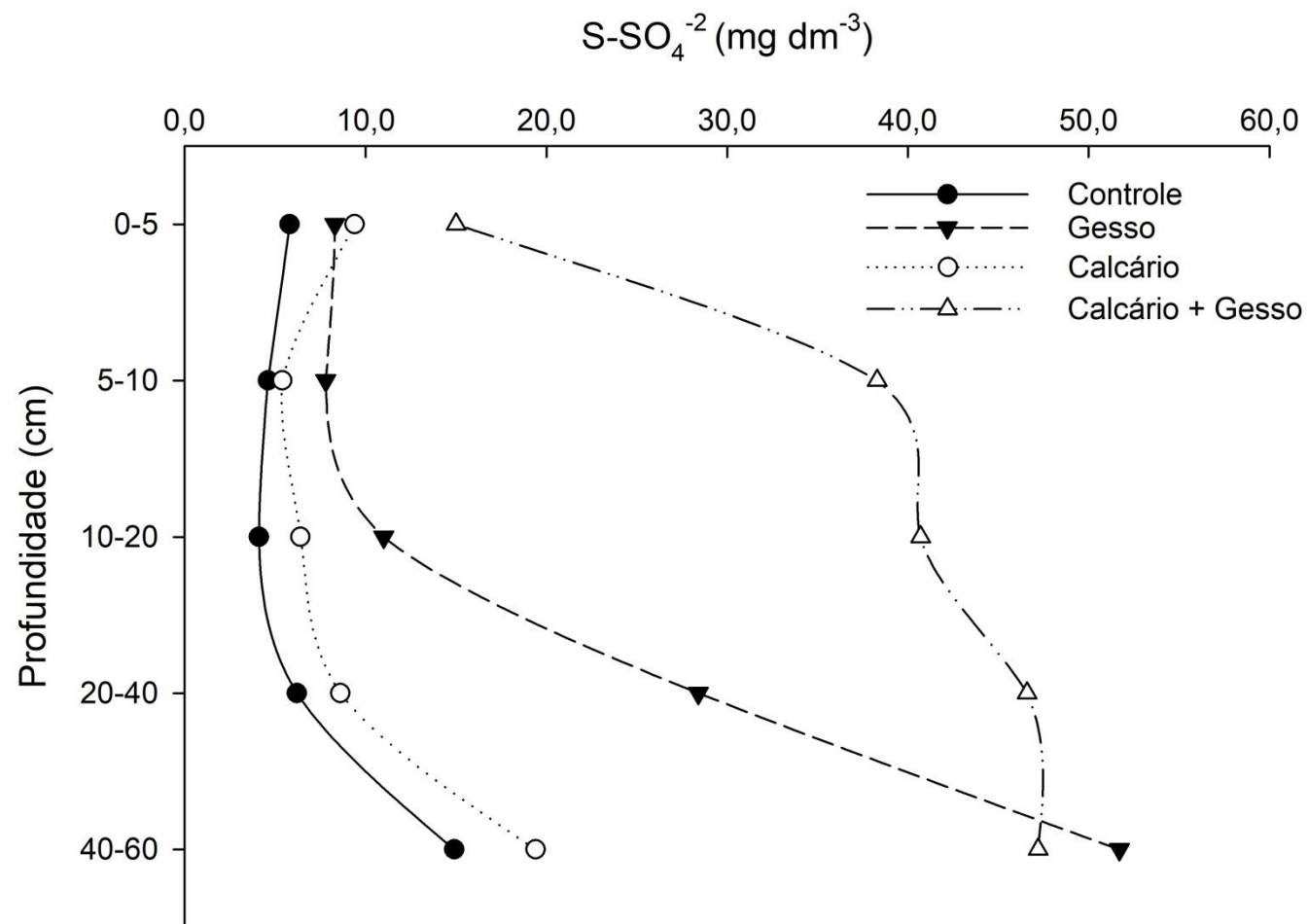
Teores de Mg^{+2} na aplicação superficial de Calcário e Gesso



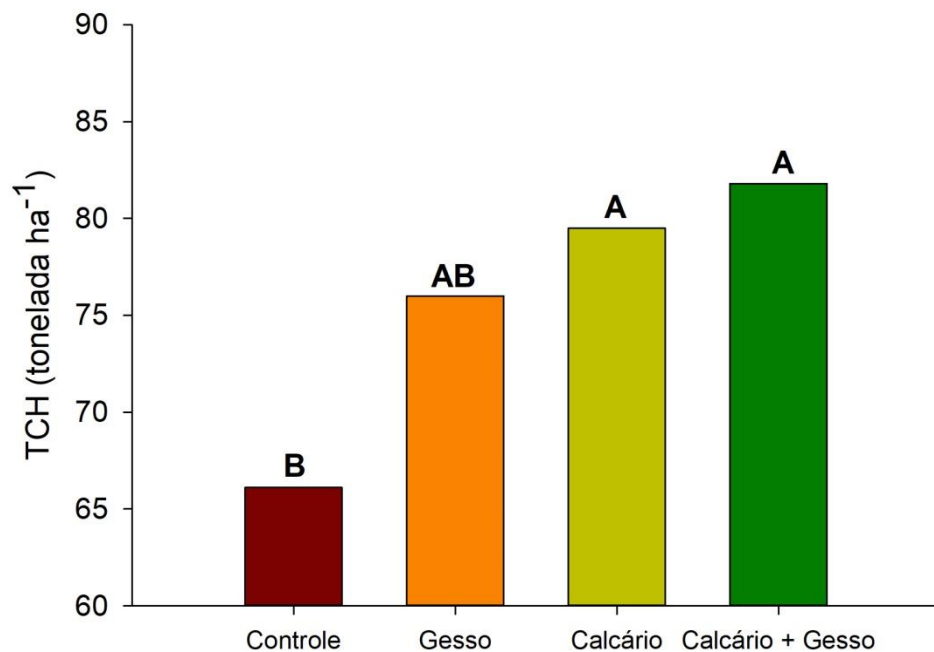
Saturação por bases (V%) na aplicação superficial de Calcário e Gesso



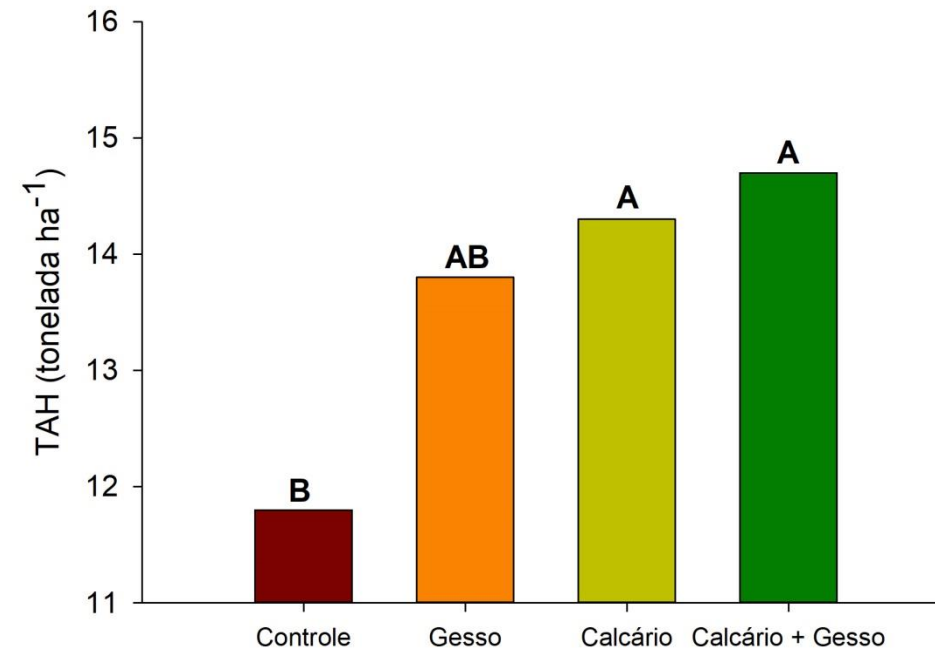
Teores de S-SO_4^{-2} na aplicação superficial de Calcário e Gesso



Produtividade de colmos (TCH) em função da aplicação superficial de calcário e gesso.



Produção de açúcar em função da aplicação superficial de calcário e gesso.



Adaptado de Crusciol et al., 2017.

MECANISMOS ENVOLVIDOS NA CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SUBSOLO PELA CALAGEM SUPERFICIAL



- ❑ Formação e migração de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ e $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
- ❑ Deslocamento mecânico de partículas de calcário (canais de raízes mortas - intactos - ausência de preparo)
- ❑ Adição de calcário e fertilizantes nitrogenados
- ❑ Manejo de resíduos orgânicos

ML^0 ou ML^- (M = Ca ou Mg) ⑦ mobilidade no solo

Subsolo: M - complexos orgânicos é deslocado pelo Al^{3+} :
complexos mais estáveis ⑦ redução acidez trocável

NECESSIDADE DE CALAGEM PARA APLICAÇÃO EM SUPERFÍCIE



Amostragem de solo: 0–20 cm

Calcular a dose de calcário pelo método da elevação da saturação por bases (V) para 70%:

$$NC \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = \frac{(70 - V) \times CTC_{pH7,0} \text{ (cmol}_c \text{ dm}^{-3}\text{)}}{PRNT}$$

Distribuir a dose de calcário sobre a superfície do solo em uma única aplicação ou de forma parcelada durante até 3 anos

Reaplicar calcário na superfície somente para solo com $V < 60\%$ na camada de 0–10 cm ou $V < 50\%$ na camada de 0–20 cm



Necessidade de calagem para aplicação em superfície

Realizar o cálculo de calagem para elevar a saturação de cálcio na CTC a 60% na camada 0-20 cm

Elevação da % de Ca na CTC para 60%

$$NC \text{ (t/ha)} = \frac{[(CTC \times 0,6) - Ca] \times (560 / \%CaO)}{PRNT}$$

PRNT

Não utilizar fatores de correção

Fonte: Douglas Gitti (Fundação MS)

2) Como manter o perfil de solo corrigido?

- Uso associado do gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- Aumenta Ca^{2+} em profundidade e reduz atividade do Al^{3+} na solução
- Mais móvel que o calcário por dois motivos:
 - Ligação do ânion SO_4^{2-} a cátions como Ca^{2+} e Mg^{2+} , descendo no perfil do solo
 - Não altera o pH do solo e, com isso, não favorece à ligação do Ca^{2+} nas cargas negativas liberadas

MECANISMOS DE AÇÃO DO GESSO



SOLUÇÃO DO SOLO



ARGILA

Mg

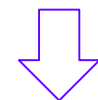


MOVIMENTAÇÃO



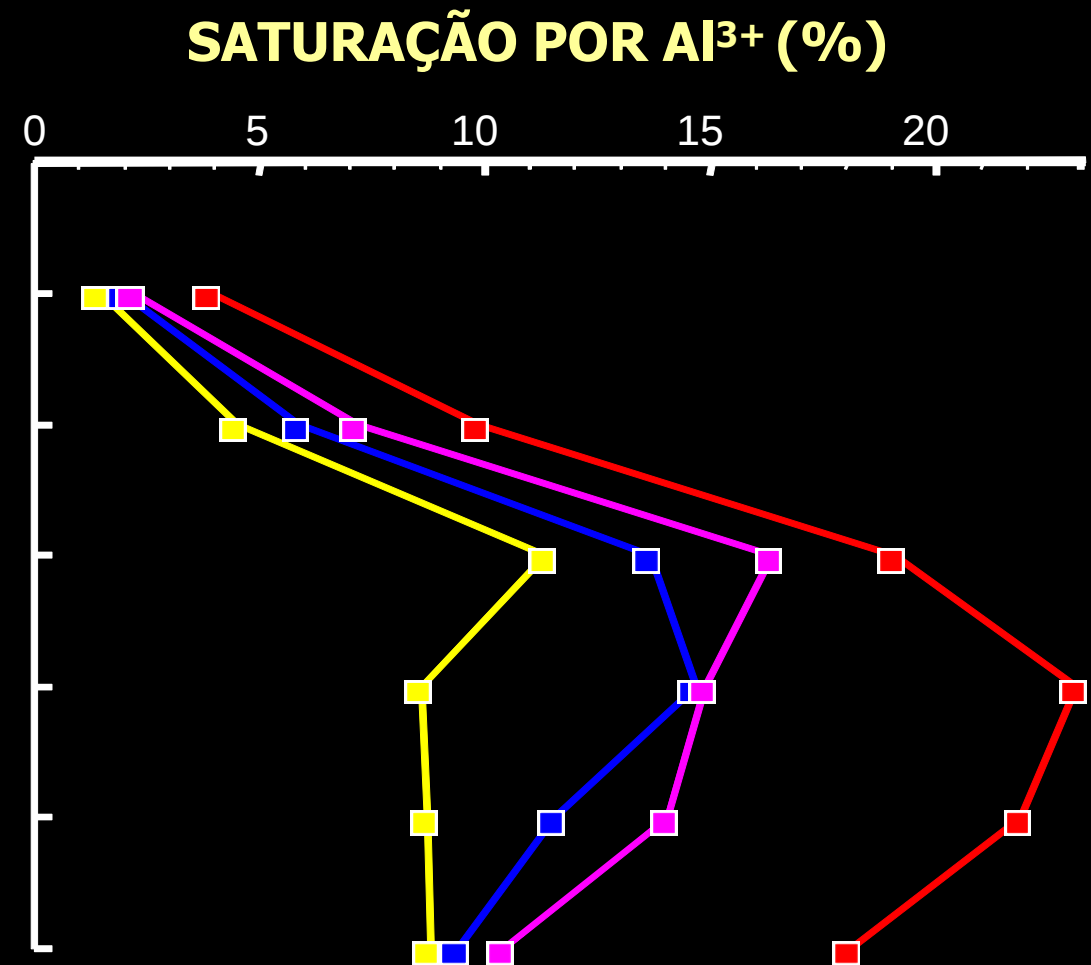
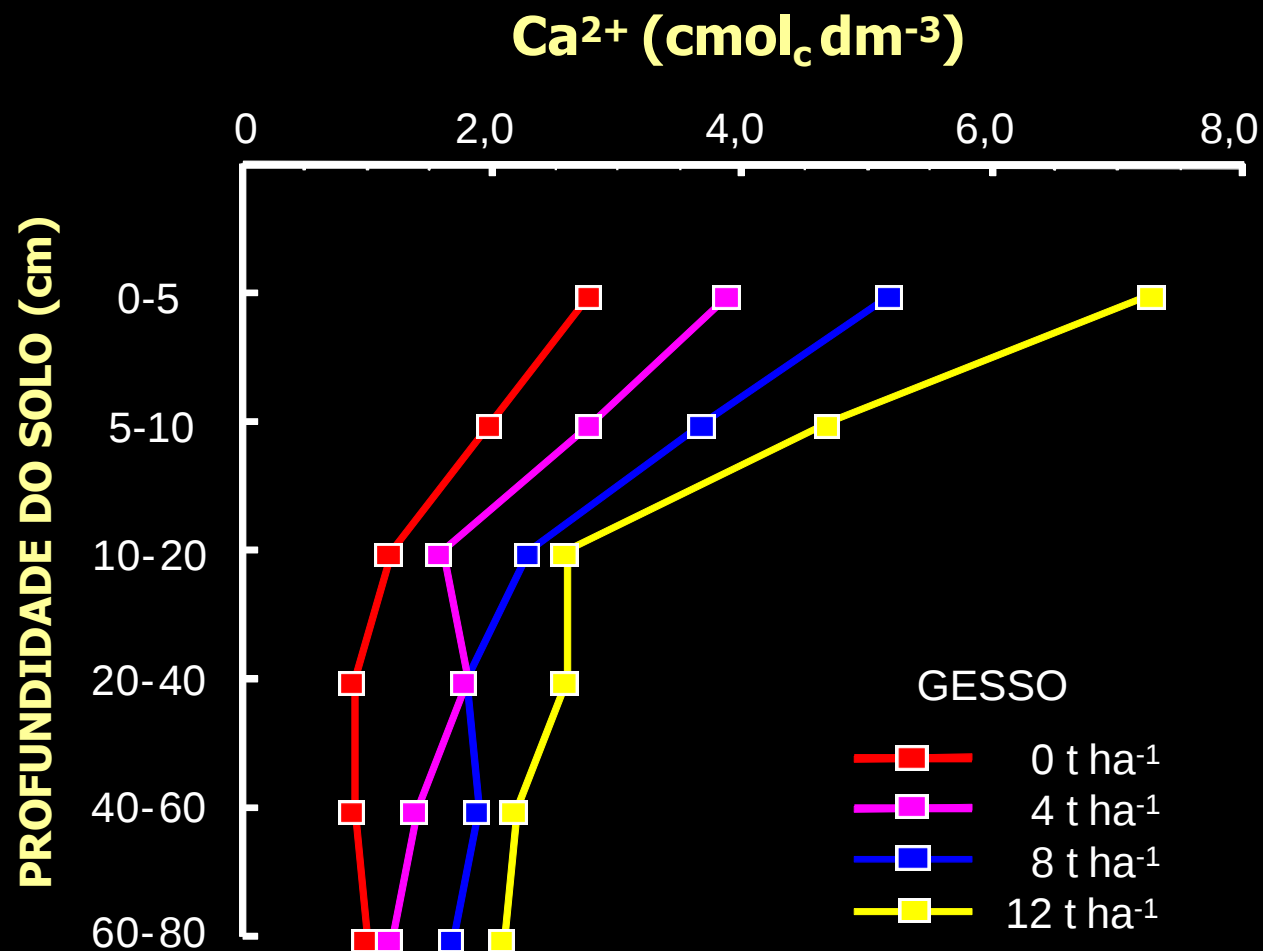
ARGILA

Al

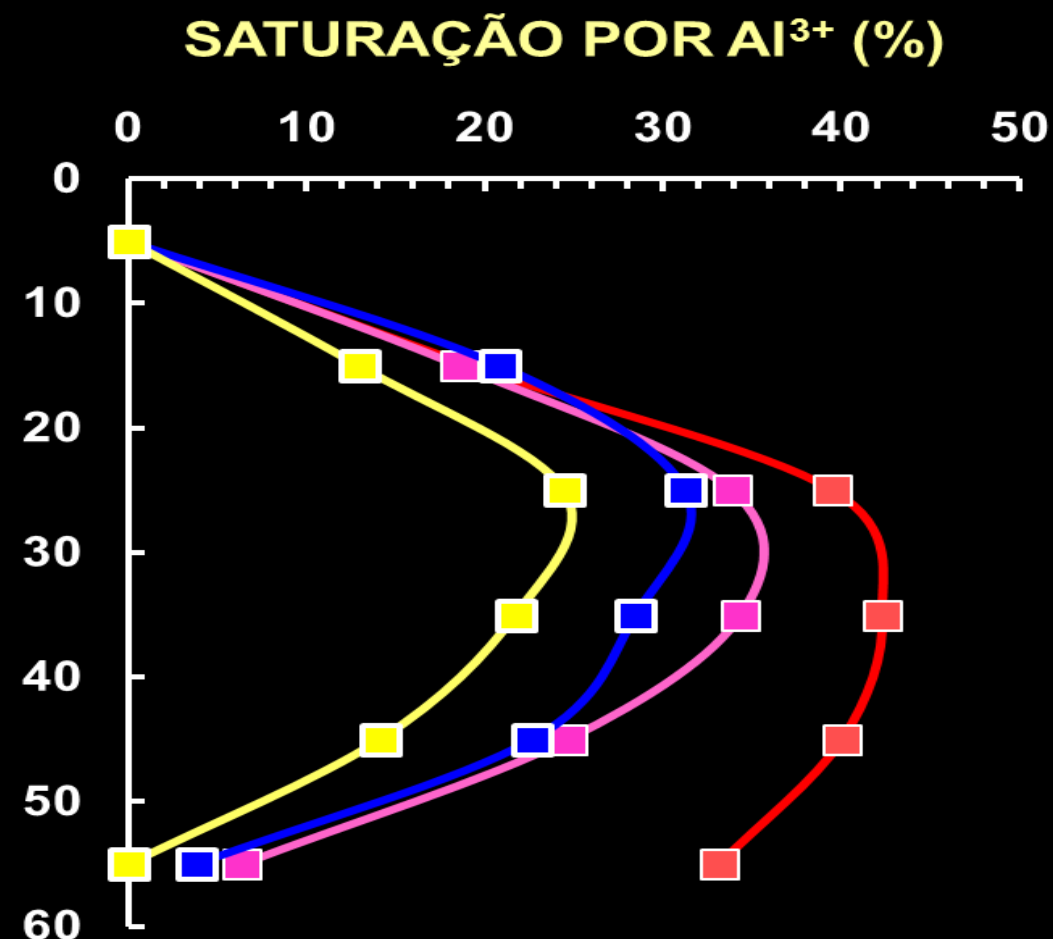
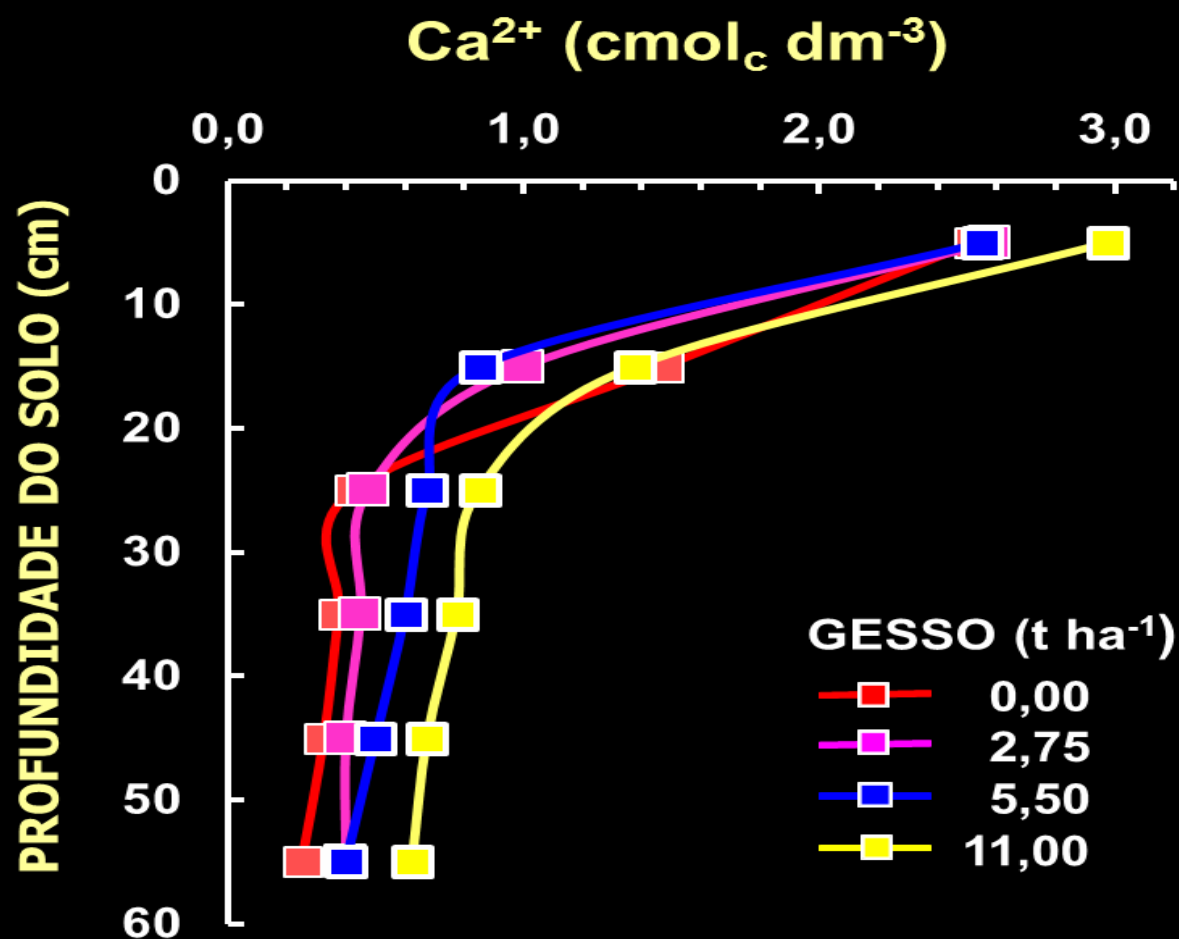


Efeito de superfosfato triplo (ST) e superfosfato simples (SS) em atributos químicos no perfil do solo e no aprofundamento do sistema radicular do milho em um Latossolo no Cerrado

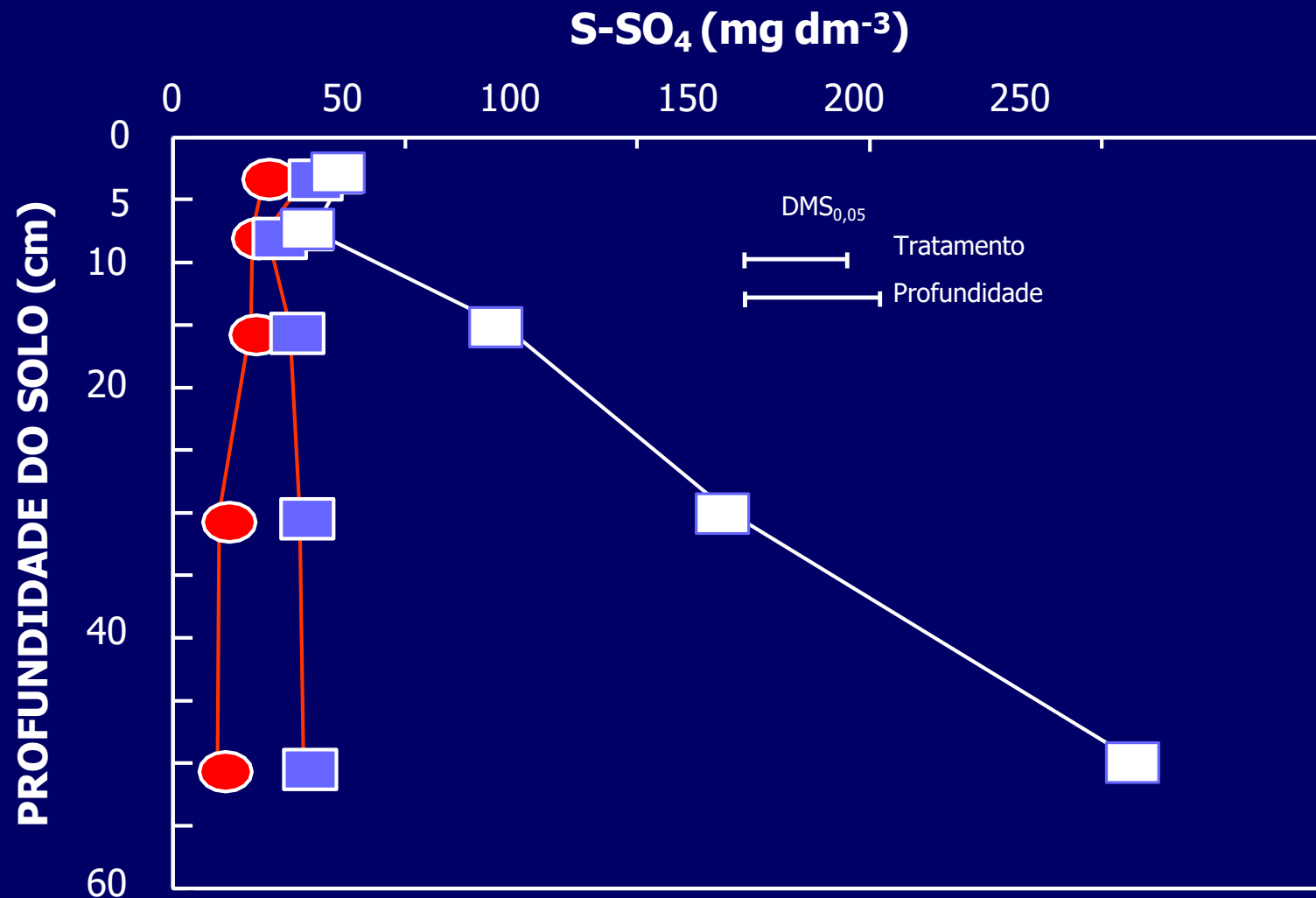
Profundidade do solo (cm)	pH		Ca + Mg (cmol _c dm ⁻³)		Al (cmol _c dm ⁻³)		Saturação por Al (%)		Presença de raízes	
	ST	SS	ST	SS	ST	SS	ST	SS	ST	SS
0–15	5,4	5,1	3,4	1,9	0,03	0,31	1	14	Sim	Sim
15–30	5,0	4,7	2,1	1,3	0,29	0,56	12	30	Sim	Sim
30–45	4,6	4,7	0,8	1,4	0,71	0,37	47	21	Sim	Sim
45–60	4,1	4,8	0,5	1,5	0,78	0,20	61	12	Não	Sim
60–75	4,0	4,5	0,4	1,1	0,65	0,23	62	17	Não	Sim
75–90	4,2	4,6	0,2	0,8	0,54	0,18	73	18	Não	Sim
90–105	4,2	4,3	0,1	0,5	0,40	0,14	80	22	Não	Sim
105–120	4,2	4,4	0,1	0,5	0,28	0,04	74	8	Não	Sim



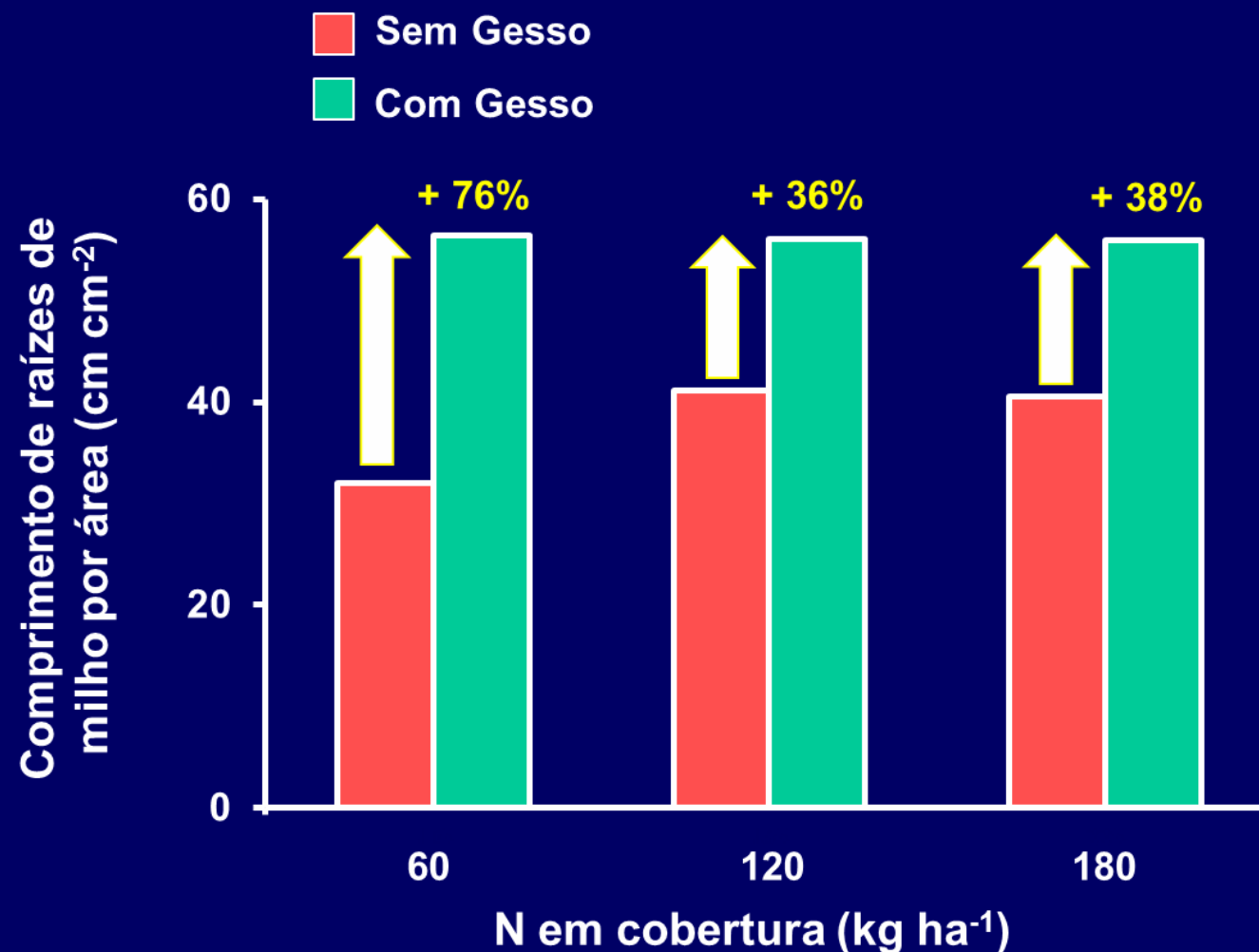
Efeito da aplicação de gesso, após 14 meses, sobre o teor de Ca²⁺ trocável e a saturação por Al³⁺ de um Latossolo Vermelho textura média manejado no sistema plantio direto.



Efeito da aplicação de gesso, após 24 meses, sobre o teor de Ca²⁺ trocável e a saturação por Al³⁺ de um Latossolo Vermelho Amarelo textura argilosa sob plantio direto no Cerrado.



Teor de S-SO₄ no perfil do solo nos tratamentos sem gesso em 1999 (●) e 2006 (■) e após aplicação de gesso (9 t ha⁻¹, ■) em plantio direto. Gesso aplicado em 1998 e solo amostrado em 2006. Barras horizontais representam a DMS (teste de Tukey a 5%).

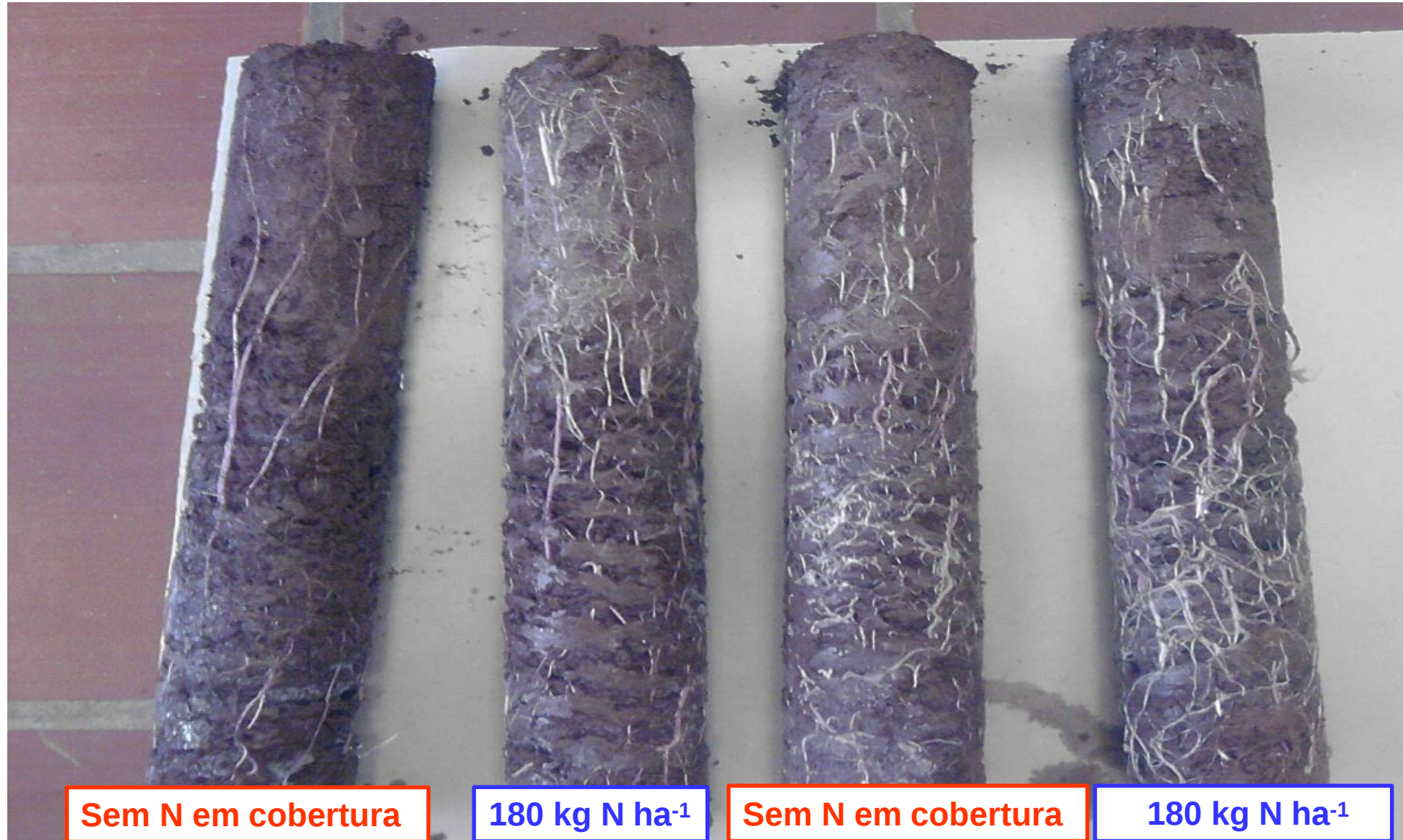


Comprimento de raízes de milho por área, até a profundidade de 60 cm, em função da aplicação de gesso, considerando as doses de 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Crescimento radicular do milho até 50 cm aos 40 dias após a emergência

SEM GESSO

COM GESSO

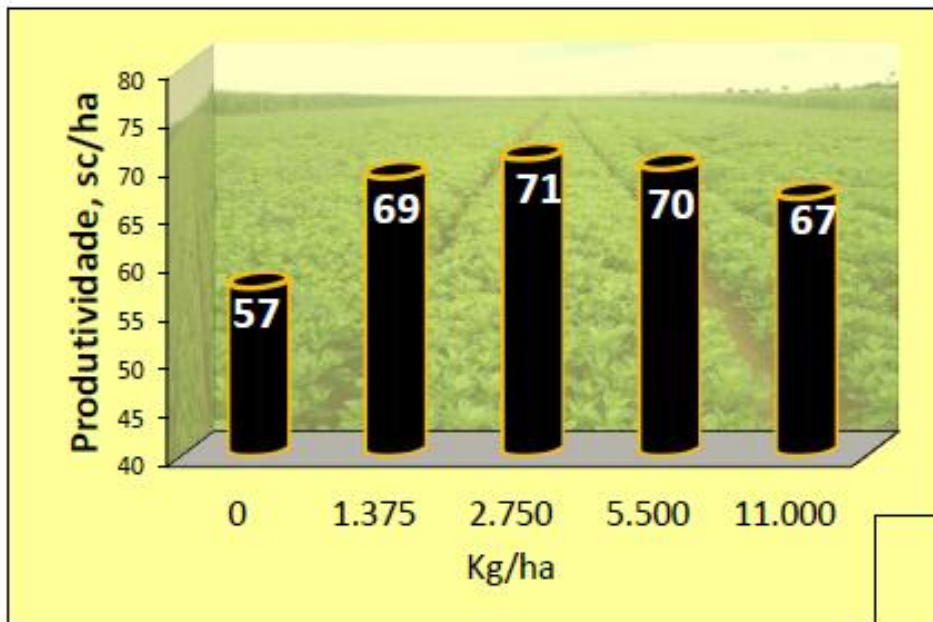


2 lembretes sobre gesso agrícola

- Gesso não corrige pH do solo
- Enxofre elementar não substitui aplicação do gesso agrícola como condicionador de solo

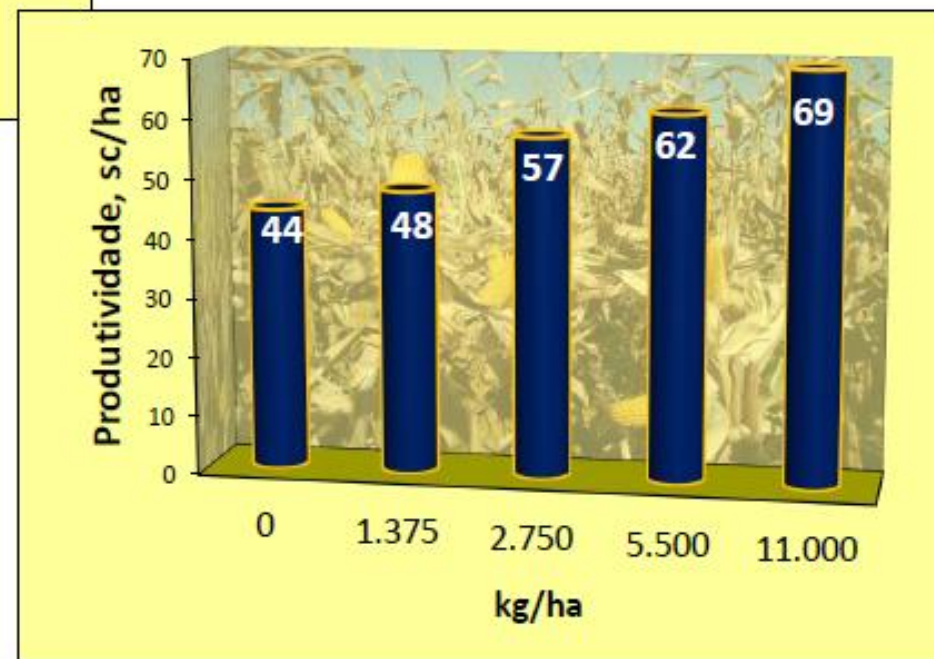


Medo exagerado do uso de gesso agrícola em regiões do Brasil



Fonte: Fundação MT/PMA/Nutrion
(safras 2008/09 e 2009/10)

SOJA



Uma novidade: calcário misturado com gesso



**Produto
interessante para
manutenção do
plantio direto!**



OPTMIX
Fertilizante mineral misto

Produto	Unidade	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
Optmix 1:1	Itapeva (SP)	20 a 22	6	7 a 9
Optmix 2:1	Itapeva (SP)	20 a 22	8	5 a 6
Optmix 3:1	Itapeva (SP)	20 a 22	9	3,5 a 4
Optmix 2:1	Nobres (MT)	21 a 22	7 a 8	4 a 8

MÉTODOS DE RECOMENDAÇÃO DE GESSO



Métodos de Recomendação em Uso no Brasil

Camada diagnóstica: 20–40 ou 30–50 cm

$\text{Ca} \leq 0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Raij et al., 1996; Ribeiro et al., 1999)

$\text{Ca} \leq 0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Sousa & Lobato, 2002)

$\text{Al} \geq 0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Ribeiro et al., 1999)

Saturação por Al (m) $\geq 20\%$ (Sousa & Lobato, 2002)

Saturação por Al (m) $\geq 30\%$ (Ribeiro et al., 1999)

Saturação por Al (m) $\geq 40\%$ (Raij et al., 1996)

Teor de Argila

$\text{NG (kg ha}^{-1}\text{)} = 50 \times \text{Argila (\%)} \quad \text{Sousa \& Lobato (2002)}$

$\text{NG (kg ha}^{-1}\text{)} = 60 \times \text{Argila (\%)} \quad \text{Raij et al. (1996)}$

AN IMPORTANT TOOL WITH NO INSTRUCTION MANUAL: A REVIEW OF GYPSUM USE IN AGRICULTURE

Samuel M. Zoca*, Chad Penn†,1

*Monsanto, Sao Paulo, Brazil

†USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, Indiana, United States

¹Corresponding author: e-mail address: chad.penn@ars.usda.gov

Advances in Agronomy, Volume 144

2017 Elsevier Inc.

ISSN 0065-2113

All rights reserved

<http://dx.doi.org/10.1016/bs.agron.2017.03.001>

There are few criteria available in the literature for gypsum recommendation. While some are more robust than others, all of them are useful. However, a single scientifically grounded method for determining suitable gypsum application rates that takes into account different soil environments and crop systems does not yet exist.

A Novel Phosphogypsum Application Recommendation Method under Continuous No-Till Management in Brazil

Eduardo F. Caires* and Alaine M. Guimarães

ABSTRACT

Phosphogypsum (PG) is used in tropical and subtropical agriculture when subsoil acidity is an important yield-limiting factor. However, the conditions that increase crop yield under PG application in continuous no-till systems remain unclear. In addition, the methods used in Brazil to estimate the PG requirements are sometimes imprecise. Thus, to develop an accurate method for establishing PG recommendation, a dataset from experiments performed in southern Brazil and selected published papers involving PG application on various Oxisols under continuous no-till was analyzed by computational techniques of data mining using the M5-Rules algorithm to create regression models. Experimental areas consisted of annual crops managed under a long-term (≥ 10 yr) no-till system. These included maize (*Zea mays* L.), soybean [*Glycine max* (L.) Merr.], wheat (*Triticum aestivum* L.), and barley (*Hordeum distichum* L.). Results allowed the proposal of a new method for establishing the PG requirement to increase Ca^{2+} saturation to 60% in the effective cation exchange capacity (ECEC) at the 20- to 40-cm soil layer when this is lower than 54% using the following equation:

$\text{PG (Mg ha}^{-1}\text{)} = (0.6 \times \text{ECEC} - \text{exchangeable Ca}^{2+} \text{ content in cmol}_c \text{ dm}^{-3}) \times 6.4$. The PG rates indicated by this method agreed with those leading to the maximum economic yields obtained in most studies conducted on continuous no-till soils in Brazil. The proposed method might be efficiently used when subsoil acidity is an important growth-limiting factor.

Core Ideas

- Phosphogypsum application increases grain yield, particularly in acidic subsoils.
- Phosphogypsum rates can be based on Ca^{2+} saturation in the ECEC of the subsoil.
- We show a new method for phosphogypsum recommendation based on M5-Rules.

E.F. Caires, State Univ. of Ponta Grossa, Dep. of Soil Science and Agricultural Engineering, Av. Gen. Carlos Cavalcanti, 4748, 84030-900, Ponta Grossa, Parana, Brazil; A.M. Guimarães, State Univ. of Ponta Grossa, Dep. of Computer Science, Av. Gen. Carlos Cavalcanti, 4748, 84030-900, Ponta Grossa, Parana, Brazil. Received 16 Mar. 2018. Accepted 8 May 2018. *Corresponding author (cfcaires@uepg.br).

Abbreviations: ECEC, effective cation exchange capacity; MEY, maximum economic yield; PG, phosphogypsum

Published in Agron. J. 110:1–9 (2018)
doi:10.2134/agronj2017.11.0642

Copyright © 2018 by the American Society of Agronomy
5585 Guilford Road, Madison, WI 53711 USA
All rights reserved

A Novel Phosphogypsum Application Recommendation Method under Continuous No-Till Management in Brazil

Caires & Guimarães (2018) – Agronomy Journal

Relação entre a produtividade das culturas x saturação por Ca na CTC efetiva (CTCe) do subsolo (20-40 cm)

$$\% \text{Ca}_{\text{CTCe}} \rightarrow 57\% \pm 3\%$$

Camada diagnóstica: 20–40 cm

Elevação da Saturação por Ca na CTCe do Subsolo

O método se baseia em elevar a saturação por Ca_{CTCe} do subsolo (20–40 cm) a 60% quando inferior a 54%

$$\text{NG (t ha}^{-1}\text{)} = (0,6 \times \text{CTCe} - \text{teor de Ca em cmol}_c\text{ dm}^{-3}\text{)} \times 6,4$$

ENTENDENDO AS DIFERENÇAS ENTRE OS MÉTODOS



Solo de Cerrado – Jaguariaíva (PR)

Profun- didade	Argila	Al	Ca	Mg	K	m
cm	%	----- cmol _c dm ⁻³ -----				%
20–40	17	1,4	0,2	0,2	0,09	74

$\text{Ca} \leq 0,4 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ $\text{Al} \geq 0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ Saturação por Al (m) $\geq 40\%$
(Raij et al., 1996; Ribeiro et al., 1999; Sousa & Lobato, 2002)

Saturação por $\text{Ca}_{\text{CTCe}} = 11\%$ ($< 54\%$) (Caires & Guimarães, 2018)

Teor de Argila Sousa & Lobato (2002) e Raij et al. (1996)

$\text{NG (kg/ha)} = 50 \times \text{Argila (\%)} = 50 \times 17 = 850 = 0,85 \text{ t ha}^{-1}$

$\text{NG (kg/ha)} = 60 \times \text{Argila (\%)} = 60 \times 17 = 1020 = 1,0 \text{ t ha}^{-1}$

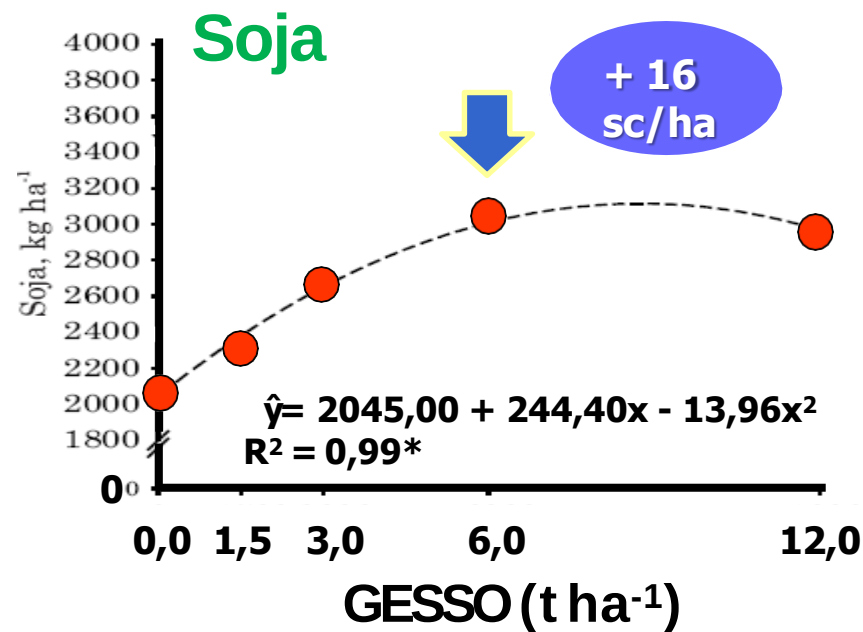
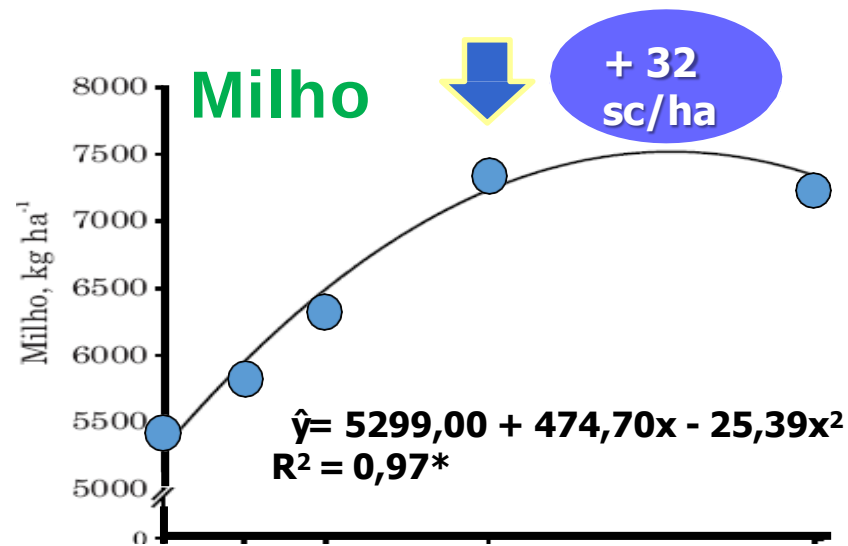
Elevação da saturação por Ca na CTCe Caires & Guimarães (2018)

$\text{NG (t/ha)} = (0,6 \times \text{CTCe} - \text{teor de Ca em cmol}_c/\text{dm}^3) \times 6,4$

$\text{NG (t/ha)} = (0,6 \times 1,89 - 0,2) \times 6,4 = 6,0 \text{ t ha}^{-1}$

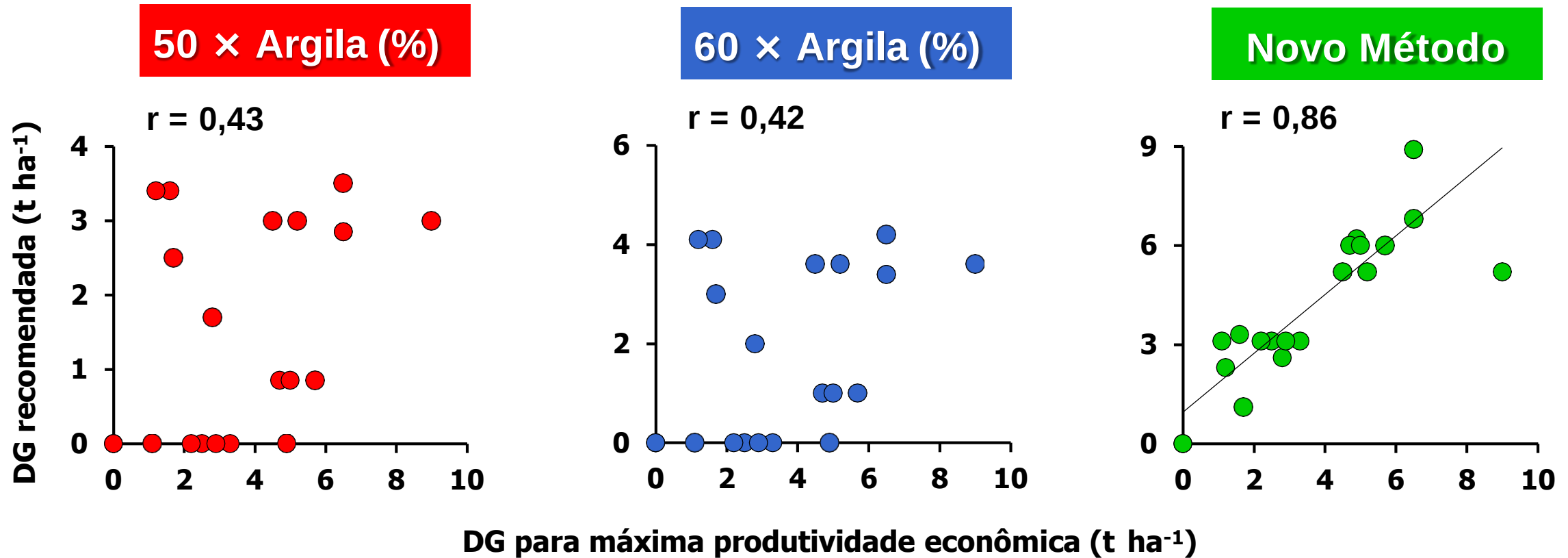


PRODUÇÃO DE GRÃOS (kg ha⁻¹)



Produção de milho e soja em resposta à aplicação de gesso em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura areia franca, sob sistema plantio direto. *: $P < 0,05$.

Confronto entre as doses de gesso (DG) recomendadas por diferentes métodos e as doses associadas com as máximas produtividades econômicas das culturas em solos sob plantio direto



NECESSIDADE DE GESSO PARA A MELHORIA DO PERFIL DO SOLO



Amostragem de solo: 20–40 cm

Calcular a necessidade de gesso (NG) pelo método da elevação da saturação por Ca na CTCe para 60%:

$$\text{NG (t ha}^{-1}\text{)} = (0,6 \times \text{CTCe} - \text{teor de Ca em cmol}_c\text{ dm}^{-3}) \times 6,4$$

Distribuir a dose de gesso calculada sobre a superfície do solo em uma única aplicação ou de forma parcelada, de acordo com a estratégia estabelecida para a melhoria do perfil do solo

Reaplicar gesso na superfície quando o solo apresentar saturação por Ca na CTCe < 54% na camada de 20–40 cm

Critérios para recomendação de gesso

Análise de 20-40 cm

Unidades:

V, em %

CTC, em $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$

CTCef, em $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$

Ca, em $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$

$\text{NG (kg/ha)} = 50 \times \% \text{ argila (Sousa e Lobato, 2004)}$

$\text{NG (kg/ha)} = 60 \times \% \text{ argila (Raij et al., 1997)}$

$\text{NG (t/ha)} = (50 - V\%) \times \text{CTC} / 500 \text{ (Vitti et al., 2004)}$

$\text{NG (t/ha)} = (0,6 \times \text{CTCef} - \text{Ca}) \times 0,64 \text{ (Caires e Guimaraes, 2018)}$

Não tenho perfil de solo corrigido: o que fazer?

- **Pergunta mais difícil de responder**
- **Vai depender de cada caso:**
 - **Solo arenoso/argiloso**
 - **Capacidade de investimento**

Não tenho perfil de solo corrigido: o que fazer?

- **Opção 1**

- Intensificar o uso de calcário na superfície (doses mais altas e com maior frequência)
- Utilizar gesso agrícola como aliado, para reduzir Al^{3+} em profundidade com mais rapidez

- **Opção 2**

- Aplicar calcário em doses altas (abertura de área) e fazer incorporação profunda
- Reiniciar o sistema

Não tenho perfil de solo corrigido: o que fazer?

- **Opção 2 (Reiniciar o sistema)**
 - Analisar solo nas camadas 0-10 e 10-20 cm
 - Quando apresentar $V\% < 40\%$ ou $m\% > 20\%$ na camada 10-20 cm, considerar essa opção

Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	CTC	V%	m%
cm	CaCl ₂	mg/dm ³	mmol _c /dm ³					%	
0-10	5,2	23	1,7	27	15	0	82	54	0
10-20	4,4	2	1,3	9	5	4	64	24	21
0-20	4,8	13	1,4	16	8	0	65	39	0

Fonte: Fundação MT (2019)

Não tenho perfil de solo corrigido: o que fazer?

- **Opção 3**

- Usar calcário de alta reatividade pois desce mais no perfil

Só age mais rápido, não é mais móvel

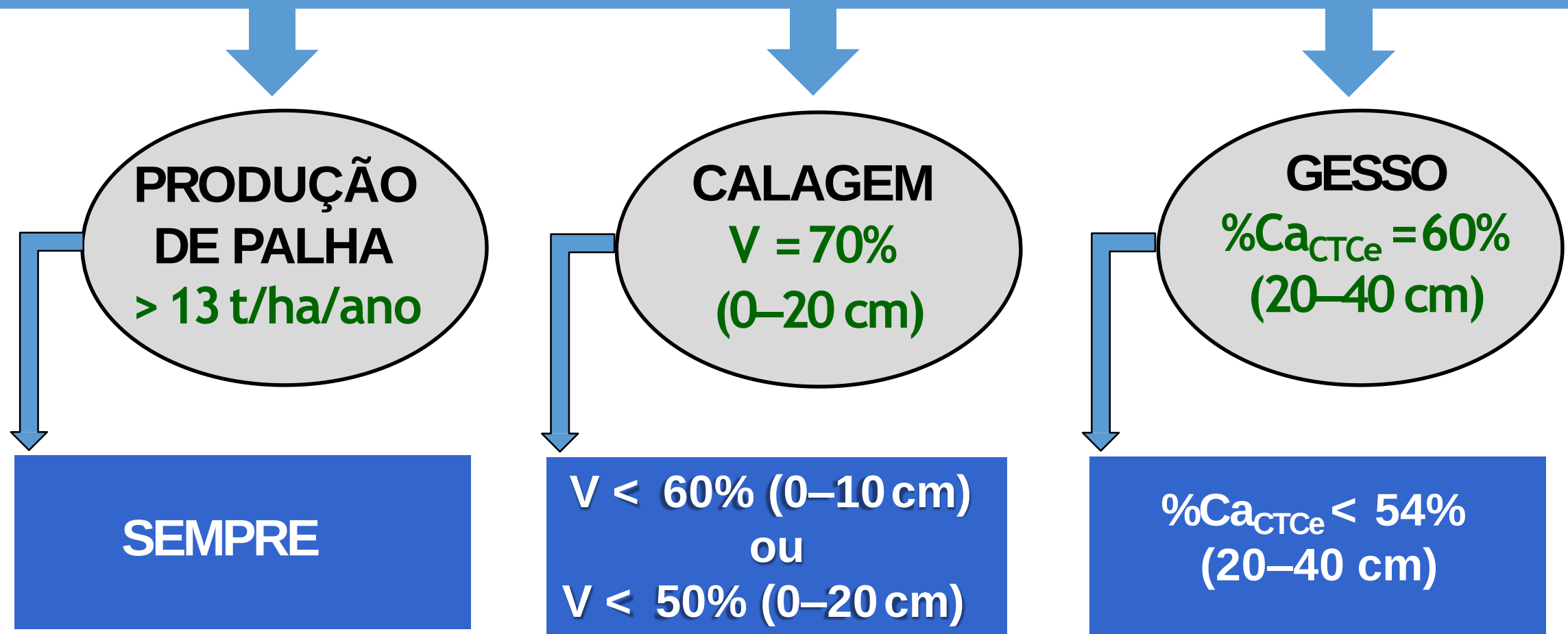
- Incorporar calcário com haste subsoladora

Calcário não se movimenta. Ganho pode estar associado à escarificação

Considerações finais

- Construir perfil de solo em áreas de abertura é fácil (embora seja caro)
- Manter o solo corrigido com aplicação superficial de corretivos é o que deve ser feito
- Rotação de culturas (braquiárias): auxilia a movimentação de bases
Produção de palha: ácidos orgânicos auxiliam a movimentação do calcário

MANTENDO A FERTILIDADE DO SOLO COM A APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE CORRETIVOS PARA ALTAS PRODUTIVIDADES



SOLOS COM MAIOR CONTEÚDO DE CARBONO E MAIOR CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA

OBRIGADO!!

rotto@usp.br