

ATUALIZAÇÃO AGRONÔMICA EM AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

TURMA 5 - 25 a 28 de fevereiro

SETREM - Três de Maio, RS

Realização



Apoio



AENORGS



Grupo Gestor



EMATER/RS



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ZOOTECIA
SECRETARIA DE EXTENSÃO,
ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA

Patrocínio



FERTILIDADE DO SOLO:

FUNDAMENTOS DA CALAGEM E GESSAGEM

Eng. Agr. Ms. Paulo André Klarmann

Roteiro:

1ª parte:

- I) Acidez e calagem – Princípios, cálculos e a razão das coisas
- II) Calcário e gesso agrícola
- III) Alguns resultados de campo

BOAS PRÁTICAS DE CAMPO

O que a planta deseja ver:

Água, pH e teor de nutrientes no solo.

A 1ª providência: deixar chover e favorecer a infiltração da água no solo.

A 2ª providência:

CALAGEM, quando:

pH for $< 5,5$,

Al for $> 0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$

ou a saturação da CT_{Ce} por Al for $> 10 \%$

A 3ª providência:

ADUBAÇÃO:

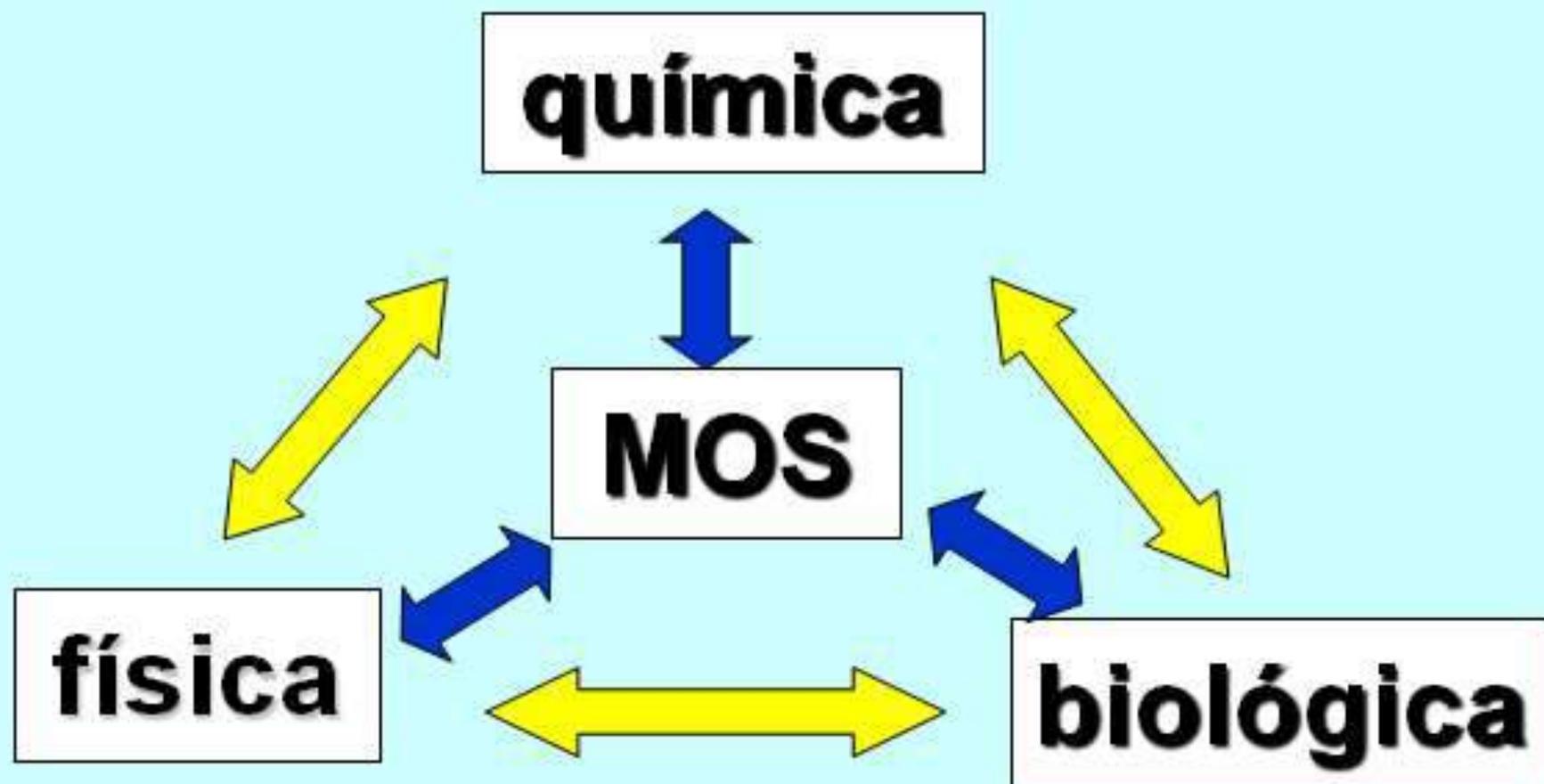
Para adequar o teor de nutrientes no solo.

DIAGNÓSTICO

QUAIS as Limitações do Sistema de
Produção:

AVALIAR os **ATRIBUTOS FÍSICOS,**
QUÍMICOS e **BIOLÓGICOS** do **SOLO** e
SUAS INTERACOES

Fertilidade do solo



PLANO DE MANEJO DA FERTILIDADE DO SOLO

Componentes de análise e planejamento



Evolução das recomendações de fertilidade do solo no RS e SC

Edições da ROLAS:

1968 (três páginas, UFRGS), 1969, 1981.

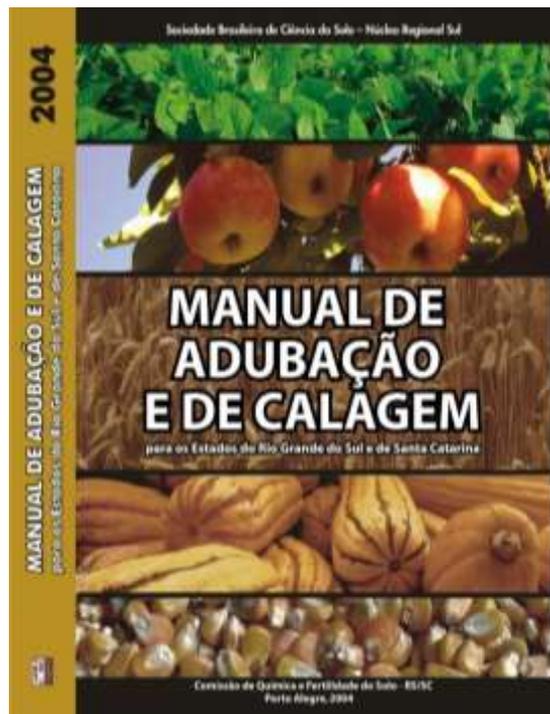
Edições do NRS: 1987, 1989, 1995.

Manual 2004

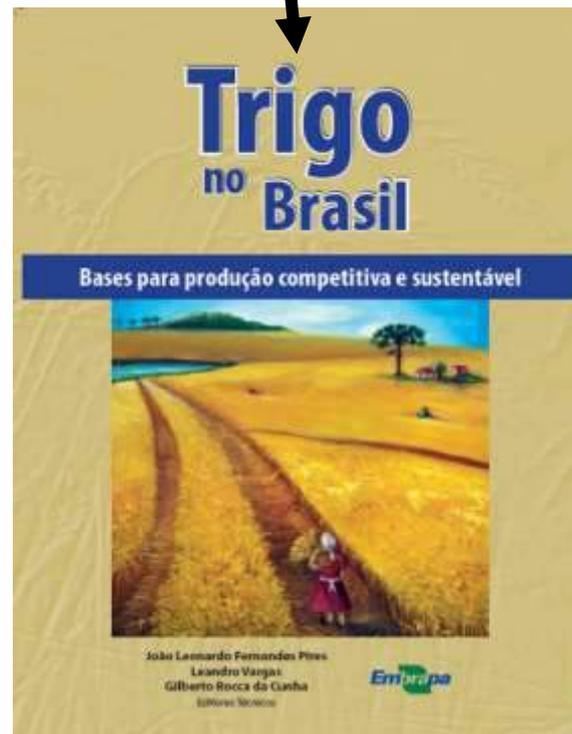
Informação essencial para trigo



NRS - Comissão de Fertilidade do Solo, 1995

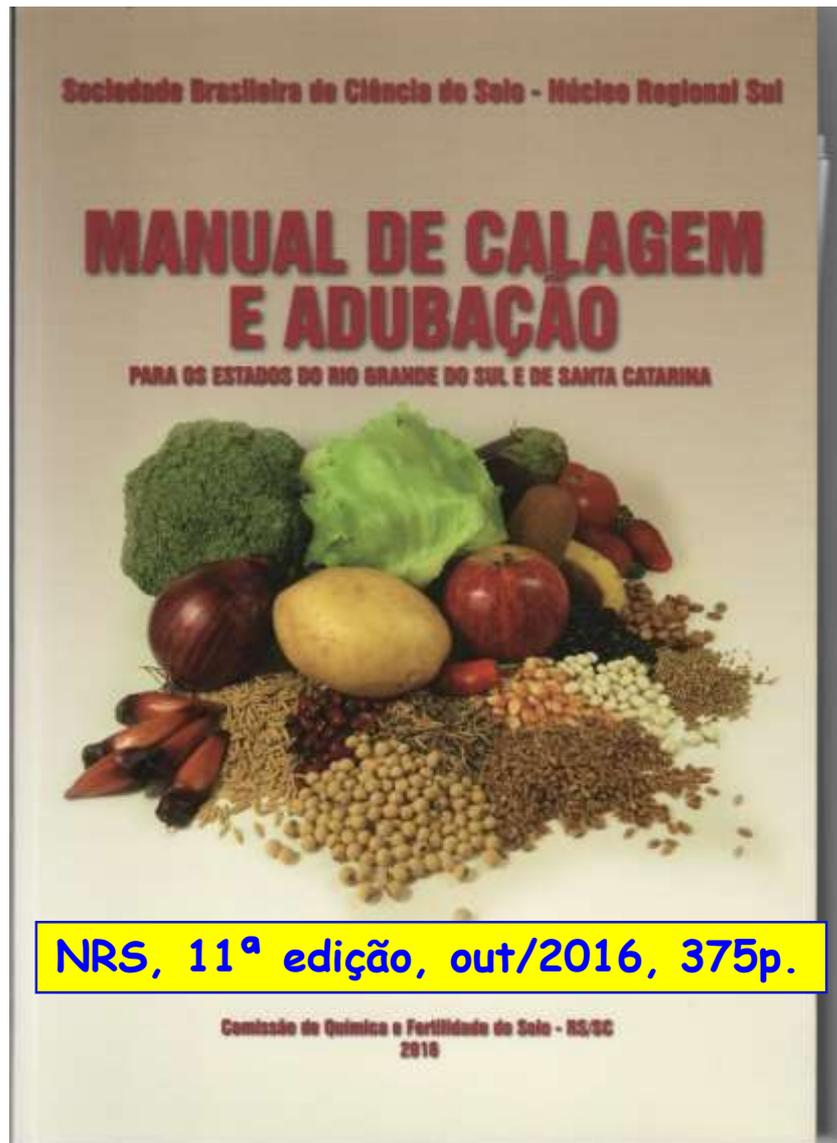


NRS, "Manual da ROLAS" 10a. ed, 2004, 394p.



Embrapa Trigo 2011, O livro contém 18 capítulos, 488p. Fertilidade, capítulo 6.

Manual 2016



v.2, impressa
em maio/2017.

NRS, 11ª edição, out/2016, 375p.

A produção vegetal depende dos seguintes recursos:

- 1) da água
- 2) dos nutrientes (16)
- 3) do potencial genético em captar a energia do sol
- 4) da inteligência humana em combinar os fatores acima, incluindo medidas de controle de pragas, doenças e plantas invasoras. Estas medidas apenas evitam perdas.

Fertilidade do Solo

Representa a **capacidade do solo de produzir biomassa vegetal**, ao fornecer sustentação física, água e nutrientes **às plantas**.

Água e nutrientes são os fatores de solo indutores do crescimento das plantas.

A energia provém do **sol**, que faz o "pulo" de 4 elétrons do C "morro acima" na fotossíntese: de C^{4+} para C^0 , ou seja, do CO_2 para $C(H_2O)_n$.

O mais simples carboidrato é o açúcar: $C_6H_{12}O_6$.
Proteína e óleo exigem mais energia para a sua síntese.

"Um **solo** pode ser considerado **fértil** se ao longo dos anos produzir boas colheitas".

Para ter um bom programa de manejo da fertilidade do solo é necessário uma rede de laboratórios que mantenha um programa de Controle de Qualidade:

- 1) ROLAS-RS/SC, 2) IAC-SP, 3) Profert-MG, 4) CELA-MS
- 5) PAQLF (Embrapa Solos), etc.

Convém priorizar laboratórios que fazem jus ao selo de qualidade. Basear-se sempre em amostras de solo que representem bem a área.

Lista de labs com selo desde 2000:

<https://rolas.cnpt.embrapa.br/publico/plIndex>

Ou no Google procurar por: rolas

No Google procurar por Rolas e ir até o fim desta página.



SBCS Sociedade Brasileira de
Ciência do Solo
Núcleo Regional Sul

17:19 | Seguinte | 27/03/17

[Página Inicial](#)
[Histórico](#)
[Diretoria](#)
[Regimento](#)
[Publicações](#)
[Rolas](#)
[Eventos](#)
[Links](#)
[Contato](#)

ROLAS [Voltar à Página Inicial](#)

ROLAS - Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

GESTÃO 2017/18

Coordenador: Dr. Evandro Spagnolo (Epagri/Cepaf - Chapecó)
Vice-Coordenadora: Dra. Anali Mantovani (Unioesc - Campos Novos)

A ROLAS foi criada em 1968, tendo sido a primeira rede de laboratórios de solo do país.

É uma entidade sem fins lucrativos, tendo como finalidade congregar laboratórios cuja atividade principal seja a análise de solos, de plantas, de fertilizantes e de corretivos, para fins de avaliação da fertilidade do solo e recomendação de corretivos e fertilizantes, bem como, da qualidade dos mesmos, e tendo como objetivos:

- Padronizar métodos de análise de solo e de plantas.
- Colaborar na elaboração das recomendações de fertilizantes e corretivos, baseados em resultados experimentais.
- Adotar controle sistemático de qualidade das análises realizadas.
- Cooperar na pesquisa de metodologia de análise de solos, plantas, fertilizantes e corretivos.

[Consulte Regimento Interno](#) para maiores informações e critérios de credenciamento.

CONTROLE DE QUALIDADE DA ROLAS

Coordenador: Sino Wiethöller (EMBRAPA Trigo)

O programa de controle de qualidade foi implantado em 1972, com análises esporádicas de algumas amostras padrão.

A partir de 1986 este programa passou a ser conduzido pela Embrapa Trigo, tornando-se sistemático desde então.

Entre 1987 até 1999 o programa foi executado mediante o uso de um software mono-usuário, com envio mensal de relatórios. A partir de 2000 foi desenvolvido um sistema para a Internet, cujo programa pode ser acessado abaixo. Desde 1987 são analisadas quatro amostras de solo por mês visando melhorar a avaliação análoga dos resultados.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS) - Núcleo Regional Sul (NRS)
Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal
dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina - **ROLAS**
Programa de Avaliação da Qualidade de Análises de Solo
Embrapa Trigo - Laboratório de Solos - Passo Fundo, RS

Este site foi desenvolvido para automatizar o envio dos resultados analíticos do programa de controle de qualidade de análises de solo da ROLAS. Os autores são: Ricardo Neisse, aluno do curso de Ciência da Computação da UPF e bolsista de Iniciação Científica do CNPq, Sírio Wiethölter, pesquisador da Embrapa Trigo e Diego Patricio, analista da Embrapa Trigo.

Se você é usuário, clique no link a seguir para enviar seus resultados.
[login no sistema](#)

Caso você não esteja cadastrado e deseje participar, envie um e-mail para o [administrador do sistema](#) e ele entrará em contato com você para providenciar o seu cadastro.

Número de acessos ao site de usuários cadastrados:

Ano	Laboratórios	Visitantes	Total
2021	0	0	0
2020	0	0	0
2019	0	0	0
2018	3387	0	3387
2017	4933	0	4933
2016	3626	0	3626
2015	3177	0	3177
2014	3123	0	3123
2013	4810	0	4810
2012	3910	0	3910
2011	2553	5	2558
2010	2137	1	2138
2009	1688	0	1688
2008	2092	6	2098
2007	1865	0	1865
2006	2183	1	2184
2005	1530	0	1530
2004	1271	4	1275
2003	1290	2	1292
2002	1015	7	1022
2001	1028	4	1032
2000	757	3	760
Total	46375	33	46408

ROLAS 50 anos em 2018 !!!

Na Internet desde 2000.

<https://rolas.cnpt.embrapa.br/publico/plindex>

Dados de acesso até 26/9/2018

Em 2018: 35 laboratórios Participam do CQ

- Principal
- Histórico
- Laboratórios
- Nº Amostras Analisadas
- Log in
- E-mails
- Links
- Visitantes
- Selo de Qualidade**

Lista dos laboratórios da ROLAS com selo de qualidade

[Lista do ano de 2001 - análise Básica \(dados de 2000\)](#)
[Lista do ano de 2001 - análise Micronutrientes \(dados de 2000\)](#)

[Lista do ano de 2002 - análise Básica \(dados de 2001\)](#)
[Lista do ano de 2002 - análise Micronutrientes \(dados de 2001\)](#)

[Lista do ano de 2003 - análise Básica \(dados de 2002\)](#)
[Lista do ano de 2003 - análise Micronutrientes \(dados de 2002\)](#)

[Lista do ano de 2004 - análise Básica \(dados de 2003\)](#)
[Lista do ano de 2004 - análise Micronutrientes \(dados de 2003\)](#)

[Lista do ano de 2005 - análise Básica \(dados de 2004\)](#)
[Lista do ano de 2005 - análise Micronutrientes \(dados de 2004\)](#)

[Lista do ano de 2006 - análise Básica \(dados de 2005\)](#)
[Lista do ano de 2006 - análise Micronutrientes \(dados de 2005\)](#)

[Lista do ano de 2007 - análise Básica \(dados de 2006\)](#)
[Lista do ano de 2007 - análise Micronutrientes \(dados de 2006\)](#)

[Lista do ano de 2008 - análise Básica \(dados de 2007\)](#)
[Lista do ano de 2008 - análise Micronutrientes \(dados de 2007\)](#)

[Lista do ano de 2009 - análise Básica \(dados de 2008\)](#)
[Lista do ano de 2009 - análise Micronutrientes \(dados de 2008\)](#)

[Lista do ano de 2010 - análise Básica \(dados de 2009\)](#)
[Lista do ano de 2010 - análise Micronutrientes \(dados de 2009\)](#)

[Lista do ano de 2011 - análise Básica \(dados de 2010\)](#)
[Lista do ano de 2011 - análise Micronutrientes \(dados de 2010\)](#)

[Lista do ano de 2012 - análise Básica \(dados de 2011\)](#)
[Lista do ano de 2012 - análise Micronutrientes \(dados de 2011\)](#)

[Lista do ano de 2013 - análise Básica \(dados de 2012\)](#)
[Lista do ano de 2013 - análise Micronutrientes \(dados de 2012\)](#)

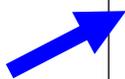
[Lista do ano de 2014 - análise Básica \(dados de 2013\)](#)
[Lista do ano de 2014 - análise Micronutrientes \(dados de 2013\)](#)

[Lista do ano de 2015 - análise Básica \(dados de 2014\)](#)
[Lista do ano de 2015 - análise Micronutrientes \(dados de 2014\)](#)

[Lista do ano de 2016 - análise Básica \(dados de 2015\)](#)
[Lista do ano de 2016 - análise Micronutrientes \(dados de 2015\)](#)

[Lista do ano de 2017 - análise Básica \(dados de 2016\)](#)
[Lista do ano de 2017 - análise Micronutrientes \(dados de 2016\)](#)

[Lista do ano de 2018 - análise Básica \(dados de 2017\)](#)
[Lista do ano de 2018 - análise Micronutrientes \(dados de 2017\)](#)



Lista em ordem alfabética dos laboratórios com selo de qualidade no ano 2018, com base nos dados de 2017 - 26/09/2018 15:21:42

Os laboratórios marcados com * não realizam análises para produtores.

Análise básica

ANÁLISE BÁSICA DE SOLO

- 1 - APERFEISOLO/SÃO JORGE, RS
- 2 - BASE/SILVEIRA MARTINS, RS
- 3 - CCGL-TEC/CRUZ ALTA, RS
- 4 - COOPATRIGO/SÃO L GONZAGA, RS
- 5 - *EMBRAPA-CNPT/PASSO FUNDO, RS
- 6 - *EMBRAPA-CNPUV/BENTO GONÇALVES, RS
- 7 - EMBRAPA-CPACT/PELOTAS, RS
- 8 - EPAGRI-CEPAF/CHAPECÓ, SC
- 9 - EPAGRI-EEIT/ITUPORANGA, SC
- 10 - IFF/SÃO VICENTE DO SUL, RS
- 11 - IRGA-EEA/CACHOEIRINHA, RS
- 12 - LABFERTIL/COXILHA, RS
- 13 - LABMARAVILHA/PATO BRANCO, PR
- 14 - PRECISÃO/ALM TAMANDARÉ DO SUL, RS
- 15 - SETREM/TRÊS DE MAIO, RS
- 16 - TERRANALISES/FRAIBURGO, SC
- 17 - UCS/CAXIAS DO SUL, RS
- 18 - UFPEL/PELOTAS, RS
- 19 - UFRGS/PORTO ALEGRE, RS
- 20 - UFSM/SANTA MARIA, RS
- 21 - UNICRUZ/CRUZ ALTA, RS
- 22 - UNIJUI/IJUI, RS
- 23 - UNISC/SANTA CRUZ DO SUL, RS
- 24 - UNOESC/CAMPOS NOVOS, SC
- 25 - UNOESC/XANXERÊ, SC
- 26 - UPF/PASSO FUNDO, RS
- 27 - URCAMP/BAGÉ, RS
- 28 - URI/FREDERICO WESTPHALEN, RS

**28 laboratórios
fizeram jus ao
selo de
qualidade em
2017, válido para
2018:**

**22 do RS
5 de SC
1 do PR**

Laboratórios que atingiram participação igual ou superior a 90 % e exatidão igual ou superior a 85 %.

 Preparar página para impressão

[Principal](#)[Histórico](#)[Laboratórios](#)[Nº Amostras Analisadas](#)[Log in](#)[E-mails](#)[Links](#)[Visitantes](#)[Selo de Qualidade](#)

Lista em ordem alfabética dos laboratórios com selo de qualidade no ano 2018, com base nos dados de 2017 - 26/09/2018
15:24:47

Os laboratórios marcados com * não realizam análises para produtores.

ANÁLISE DE MICRONUTRIENTES EM SOLO

- 1 - APERFEISOLO/SÃO JORGE, RS
- 2 - BASE/SILVEIRA MARTINS, RS
- 3 - CCGL-TEC/CRUZ ALTA, RS
- 4 - COOPATRIGO/SÃO L GONZAGA, RS
- 5 - DDDPA-SEAPI/PORTO ALEGRE, RS
- 6 - *EMBRAPA-CNPT/PASSO FUNDO, RS
- 7 - *EMBRAPA-CNPUV/BENTO GONÇALVES, RS
- 8 - EMBRAPA-CPACT/PELOTAS, RS
- 9 - EPAGRI-CEPAF/CHAPECÓ, SC
- 10 - EPAGRI-EEIT/ITUPORANGA, SC
- 11 - LABFERTIL/COXILHA, RS
- 12 - LABMARAVILHA/PATO BRANCO, PR
- 13 - SETREM/TRÊS DE MAIO, RS
- 14 - TERRANALISES/FRAIBURGO, SC
- 15 - UCS/CAXIAS DO SUL, RS
- 16 - UFPEL/PELOTAS, RS
- 17 - UFRGS/PORTO ALEGRE, RS
- 18 - UFSM/SANTA MARIA, RS
- 19 - UNICRUZ/CRUZ ALTA, RS
- 20 - UNIJUI/IJUI, RS
- 21 - UNISC/SANTA CRUZ DO SUL, RS
- 22 - UNOESC/CAMPOS NOVOS, SC
- 23 - UPF/PASSO FUNDO, RS
- 24 - URI/FREDERICO WESTPHALEN, RS

Laboratórios que atingiram participação igual ou superior a 45 % e exatidão igual ou superior a 85 %.

Análise de micro

**24 laboratórios
fizeram jus ao
selo de
qualidade em
2017, válido para
2018:**

**19 do RS
4 de SC
1 do PR**

 Preparar página para impressão

[▲ topo](#)

Acidez do solo e a prática da calagem



Visita Sr. John Murdock a região de Santa Rosa em outubro 2009



pH do solo

Representa a concentração de H^+ na solução do solo. Ele afeta a capacidade do solo de suprir nutrientes às plantas, pois o pH atua na solubilidade dos compostos de todos os elementos.

Calagem

É o meio que temos para ajustar o pH do solo, bem como para suprir Ca e Mg, mediante o uso de calcário (na legislação o nome é "corretivo de acidez"). Quando o pH é baixo, a calagem sempre é vantajosa.

pH = 5 significa que há 10^{-5} mol H^+ /L de solução = 0,01 mg H^+ /L = 0,01 ppm.

Gessagem - é a adição de gesso ao solo, sem afetar o pH, adicionando Ca e S. A suposta vantagem como condicionador do solo nem sempre ocorre, mas a aplicação de gesso não causa dano ao rendimento das culturas no RS e em SC !!! (vide Manual 2016, p.300).

Latossolo Vermelho Distrófico típico

UNIDADE DE MAPEAMENTO PASSO FUNDO

*Dados do Bol Téc 30, 1973, p.72 e Streck 2008, p.86
Solo Passo Fundo (P. das Missões).*

$$\text{CTC} = 10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$$

$$\text{Al} = 2,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$$

$$\text{P} = 2 \text{ mg dm}^{-3}$$

$$\text{Argila} = 42\%$$

Origem da acidez do solo

- 1) Pela dissociação do ácido carbônico formado pela dissolução do CO₂ do ar com a água da chuva.



- 2) Lixiviação de bases pela formação dos bicarbonatos de Ca e Mg, que são solúveis em água.



- 3) Dissociação de radicais ácidos da **MO**



- 4) **Mineralização da MO** e adubos nitrogenados amoniacais.

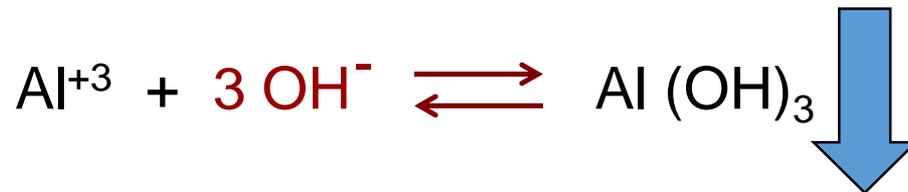
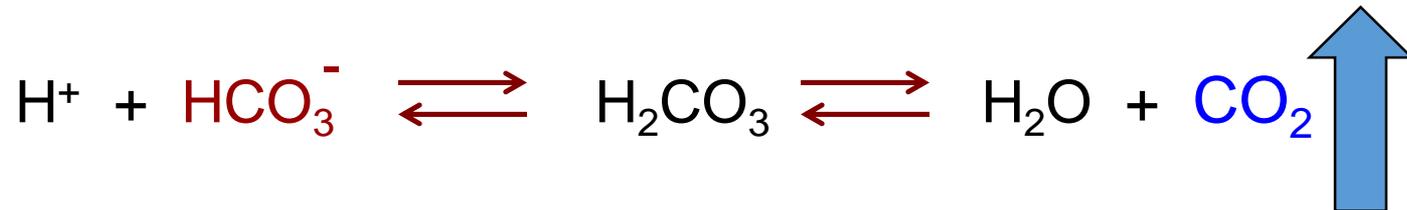


- 5) **Hidrólise do Al³⁺**



Reação de Neutralização

Como o calcário corrige a acidez ?



Ca^{2+} e Mg^{2+} Não possuem efeito neutralizante. Apenas aumentam a saturação de bases do solo.

Conversão de unidades

Ex. Converter $\text{cmol}_c \text{ Ca/dm}^3$ em $\text{mg Ca/dm}^3 = \text{ppm}$

$\text{mol}_c = \text{equivalente químico} = \text{p.m./valência (g/valência)}$

$(6 \text{ cmol}_c \text{ Ca/dm}^3 = 60 \text{ mmol}_c \text{ Ca/dm}^3)$

$$\frac{1 \text{ mmol}_c \text{ Ca}}{\text{dm}^3} \times \frac{1 \text{ mmol Ca}}{2 \text{ mmol}_c \text{ Ca}} \times \frac{40,08 \text{ mg Ca}}{1 \text{ mmol Ca}} = 20,04 \frac{\text{mg Ca}}{\text{dm}^3} = \text{ppm}$$

→ $1 \text{ mmol}_c \text{ Ca/dm}^3 = 20,04 \text{ mg Ca/dm}^3$

→ $1 \text{ mol}_c \text{ Ca/dm}^3 = 20,04 \text{ g} = 20040 \text{ mg Ca/dm}^3$

→ $1 \text{ cmol}_c \text{ Ca/dm}^3 = 200,4 \text{ mg Ca/dm}^3 = 200 \text{ ppm Ca,}$
ou $400 \text{ kg Ca/ha } 20 \text{ cm.}$

Conversão de unidades

$$1 \text{ cmol}_c \text{ Ca/dm}^3 = 200,4 \text{ mg Ca/dm}^3 = 200 \text{ ppm Ca}$$

$$1 \text{ cmol}_c \text{ Mg/dm}^3 = 121,56 \text{ mg Mg/dm}^3 = 122 \text{ ppm Mg}$$

$$1 \text{ cmol}_c \text{ K/dm}^3 = 391 \text{ mg K/dm}^3 = 391 \text{ ppm K}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ cmol}_c \text{ Al/dm}^3 = 89,94 \text{ mg Al/dm}^3 = 90 \text{ ppm Al} \\ 1 \text{ cmol}_c \text{ H/dm}^3 = 10 \text{ mg H/dm}^3 = 10 \text{ ppm H} \end{array} \right.$$

$$1 \text{ cmol}_c \text{ H/dm}^3 = 10 \text{ mg H/dm}^3 = 10 \text{ ppm H}$$

$$\text{cmol}_c \text{ Ca/dm}^3 \times 200 = \text{ppm}$$

ppm é teor para 10 cm

$$\text{ppm K}/391 = \text{cmol}_c \text{ K/dm}^3$$

usado no cálculo da CTC

$$\text{ppm} = \text{mg/dm}^3 (10 \text{ cm})$$

Capacidade troca de cátions:

CTC a pH 7 = soma de bases + (H+Al)

CTC a pH 7 = Ca+Mg+K+(H+Al)

Se K é dado em ppm (mg/dm³), K em cmol_c = ppm/391

O **H+Al** é estimado em função do **pH SMP**.

CTCe = Ca+Mg+K+Al (no pH natural do solo, ou seja, sem “puxar” o pH para 7)

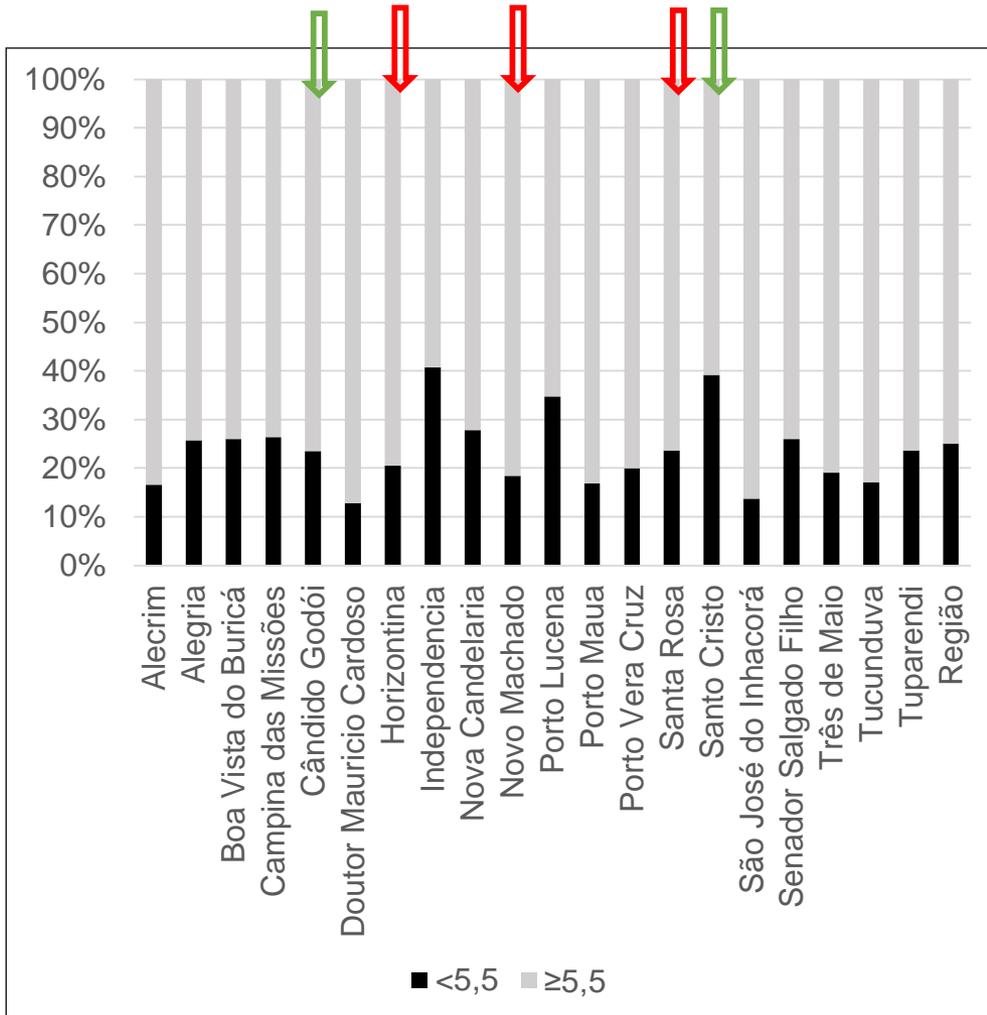
% sat por Al (na **CTCe**) = [Al/(Ca+Mg+K+Al)] x 100

10% é o máximo que a maioria das plantas tolera.

Al trocável tolerado = 0,5 cmol_c/dm³ = 45 ppm.

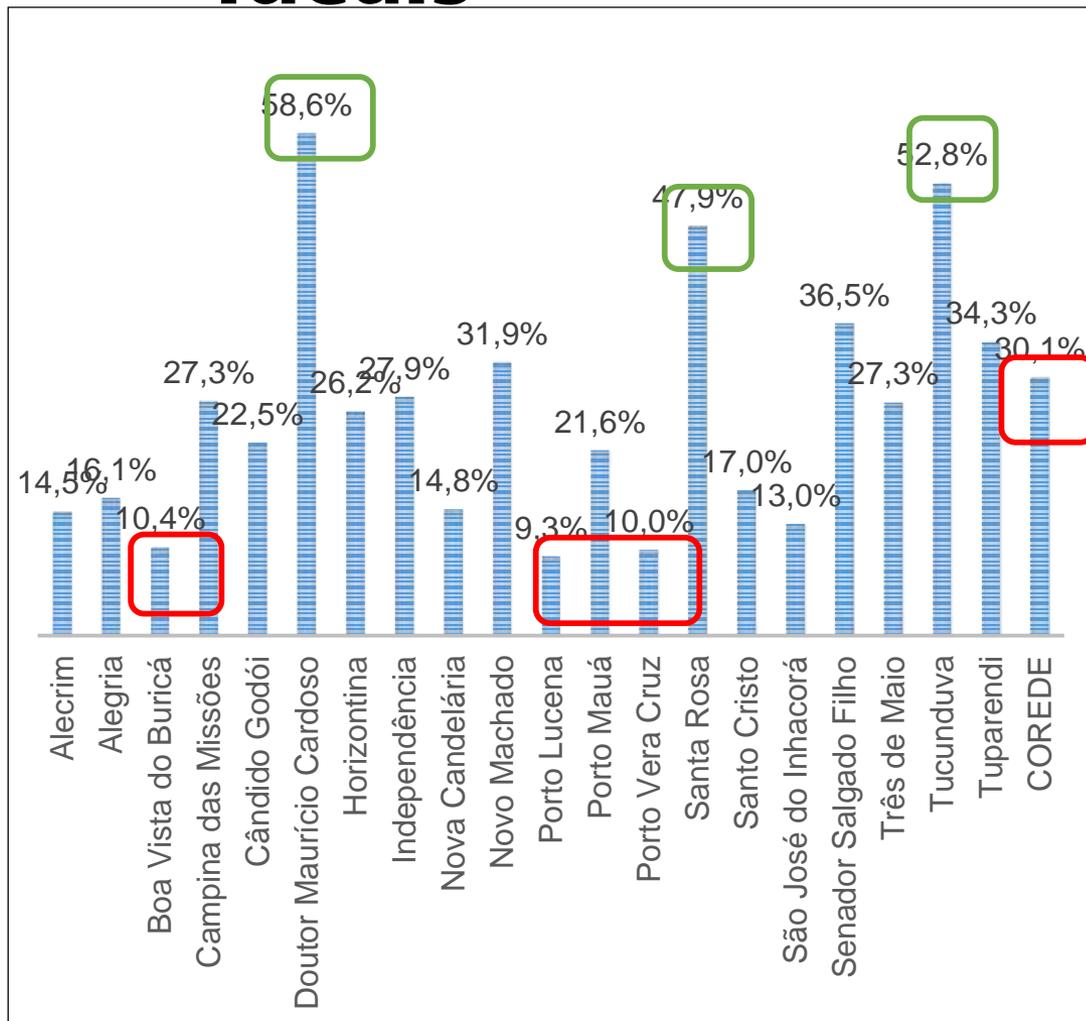
Municípios	2013		2013 Total	2014		2014 Total	Total Geral
	CCGL	SETREM		CCGL	SETREM		
Alecrim	168	33	201	79	9	88	289
Alegria	167	86	253	3	136	139	392
Boa Vista do Buricá	9	131	140	-	110	110	250
Campina das Missões	185	71	256	66	117	183	439
Cândido Godói	272	45	317	200	33	233	550
Doutor Maurício Cardoso	78	25	103	17	13	30	133
Horizontina	1	83	84	1	144	145	229
Independência	4	258	262	195	171	366	628
Nova Candelária	-	104	104	-	79	79	183
Novo Machado	181	13	194	130	8	138	332
Porto Lucena	48	21	69	121	26	147	216
Porto Mauá	128	57	185	50	33	83	268
Porto Vera Cruz	5	1	6	3	1	4	10
Santa Rosa	897	179	1076	651	84	735	1811
Santo Cristo	308	103	411	171	161	332	743
São José do Inhacorá	1	107	108	-	53	53	161
Senador Salgado Filho	101	16	117	62	13	75	192
Três de Maio	21	547	568	50	380	430	998
Tucunduva	96	31	127	113	65	178	305
Tuparendi	387	131	518	122	180	302	820
Total	3057	2042	5099	2034	1816	3850	8949

pH em água



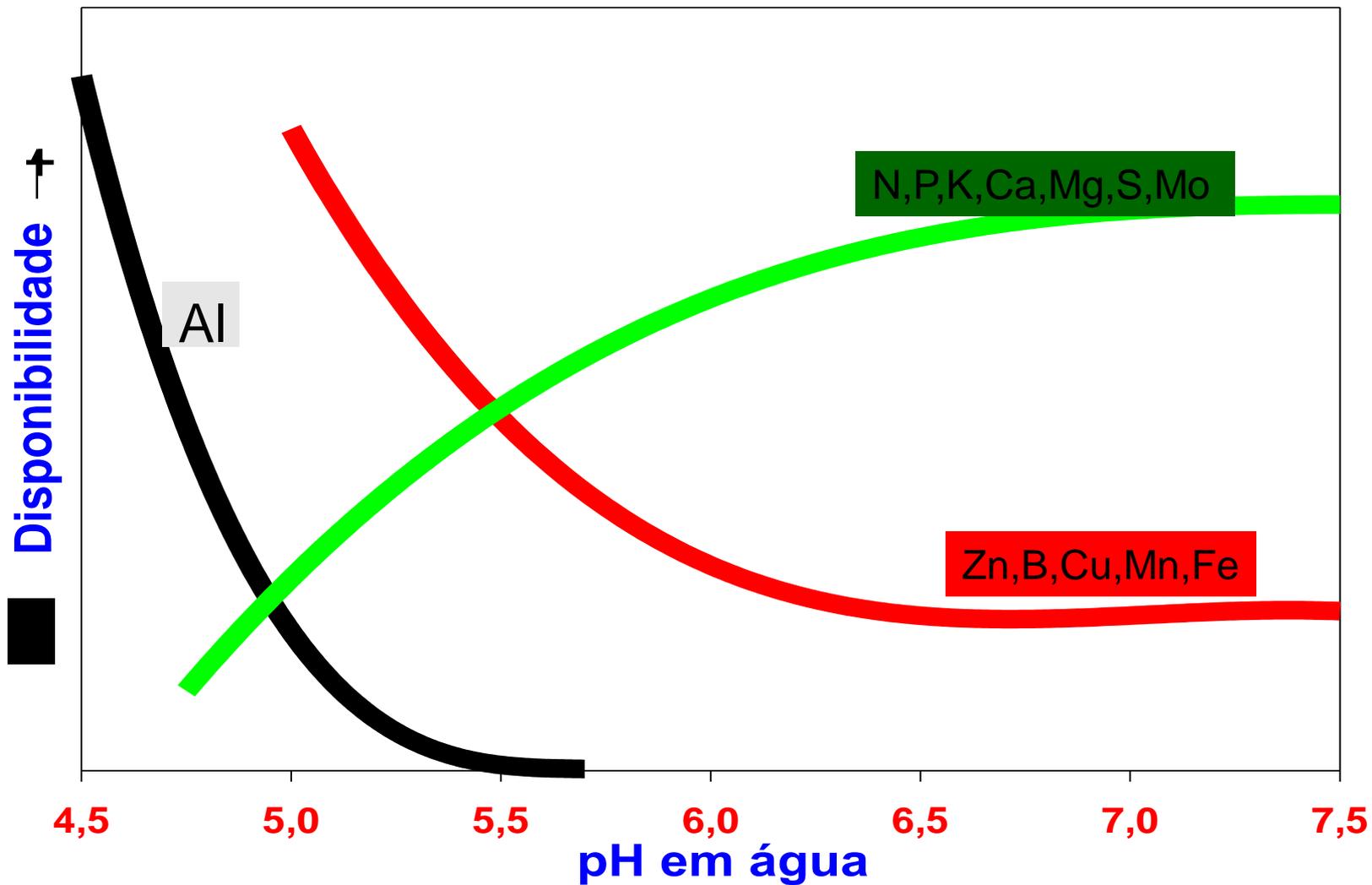
- Média geral de pH: 5,8
- Desvio-padrão: 0,5
- 25% abaixo de 5,5
- 23,7% acima de 6,0
- Drescher (1991):
70,5% abaixo de 5,5
no RS e 52,5% na
região Colonial Santa
Rosa

% de análises que indicavam solos ideais



- Solo ideal:
- MO: acima de 2,6%
- pH em água: 5,5 ou maior
- Saturação por bases: 65% ou maior
- Saturação por Al: menor que 10%
- Fósforo: Alto ou Muito Alto
- Potássio: Alto ou Muito Alto

PROBLEMAS DA ACIDEZ



COMO ESTIMAR A DOSE DE CALCÁRIO ?

- **ÍNDICE SMP** - Método de determinação da necessidade de calcário adotado pelo sistema ROLAS de análise de solo.

OUTRAS ALTERNATIVAS

$$N.C = Al \times 2 \quad \text{suficiente para neutralizar o } Al^{+3}$$

$$N.C = Al \times 2 + 2 - [(Ca + Mg)] \quad \text{suficiente para neutralizar o } Al^{+3} \text{ e garantir 2 cmol de Ca e Mg na CTC}$$

$$N.C = \frac{(V_2 - V_1) \cdot T}{100} \quad \text{Saturação de bases}$$

NC em função da saturação por bases (V%) -
 usado em SP (1985), PR (1985), Cerrados e
 RS/SC (2004).

$$\text{NC (t/ha)} = \frac{\text{CTC (} V_2 - V_1 \text{)}}{\text{PRNT}}$$

PRNT

em que, CTC é expresso em **mmol_c/dm³**, V_1 é a
 % de saturação em bases **atual**, V_2 a % de
 saturação **desejada**, e PRNT é dado em %.

Ex.: CTC = 100 mmol_c/dm³ (=10 cmol_c/dm³)

$V_2 = 70\%$, $V_1 = 50\%$ e

PRNT = 100%

$$100 (70-50)$$

$$\text{NC} = \frac{\text{-----}}{10 \times 100} = 2 \text{ t/ha}$$

10x100

(para 20 cm)

No RS e SC:

$\text{pH}_{\text{água}} = 5,5 \rightarrow \text{saturação} = 65\%$

$\text{pH}_{\text{água}} = 6,0 \rightarrow \text{saturação} = 80\%$

$\text{pH}_{\text{água}} = 6,5 \rightarrow \text{saturação} = 85\%$.

NC em função da saturação por bases (V%)

Se a CTC for dada em $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, a equação será:

No RS e SC:

$\text{pH}_{\text{água}} = 5,5 \rightarrow \text{sat bases} = 65\%$

$\text{pH}_{\text{água}} = 6,0 \rightarrow \text{sat bases} = 80\%$

$\text{pH}_{\text{água}} = 6,5 \rightarrow \text{sat bases} = 85\%$

$$\text{NC (t/ha)} = \frac{\text{CTC (V}_2 - \text{V}_1)}{\text{PRNT}} \quad (\text{Manual, p.59})$$

(para 20 cm !!!)

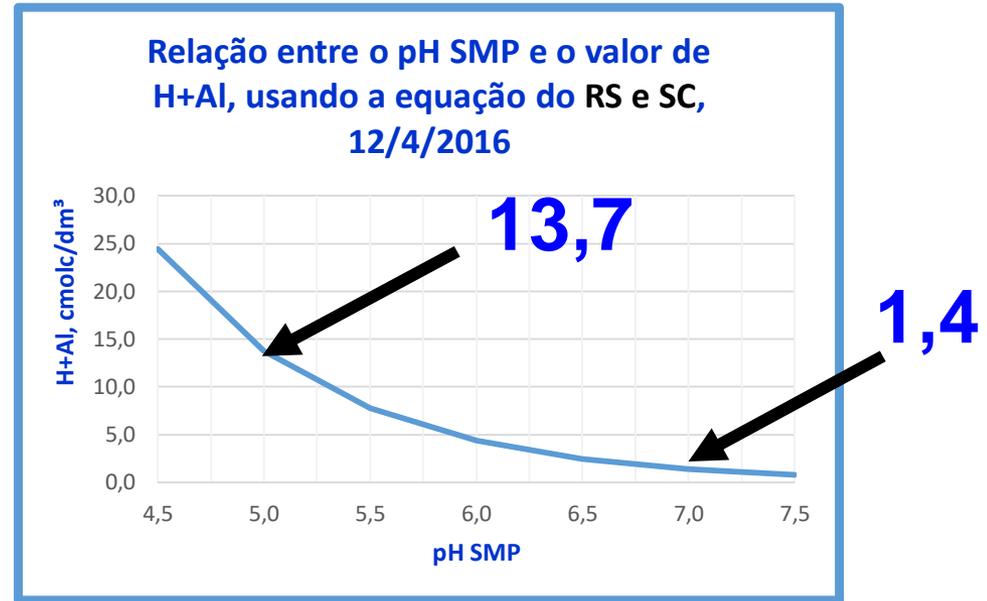
$$\text{NC (t/ha)} = \frac{10 (70-50)}{100} = 2 \text{ t/ha}$$

Se o PRNT for < 100 %, o denominador (parte de baixo) fica menor e a NC, em t/ha, fica maior.

Admite-se sempre uma faixa de saturação por bases, pois entre uma calagem e outra há um “desgaste de bases”.

Ex. milho 60-70 % (van Raij, 1991, p.155).

pH SMP	H+Al, cmol _c /dm ³
4.5	24.4
5.0	13.7
5.5	7.7
6.0	4.4
6.5	2.5
7.0	1.4
7.5	0.8



A solução SMP tem no início pH = 7.5.

Se o solo é ácido, a mistura solo+SMP faz o pH baixar, representando a capacidade tampão do solo.

Exp = e = 2.718218

C:\2016\Palestras16\Cálculo e gráfico de pH SMP vs H+Al_12-4-2016.xlsx

$$H + Al = \frac{\exp(10.665 - 1.1483 \text{ SMP})}{10} \quad (\text{cmol}_c/\text{dm}^3)$$

Kaminski et al. (2001); Manual (2004, p.42).

A medida que aumento o pH SMP, diminui o H+Al e menor é quantidade de corretivo necessária.

Tabela 5.3. Critérios para a indicação da necessidade e da quantidade de corretivos da acidez para culturas de grãos

Sistema de manejo do solo ou cultura	Condição da área	Amostragem do solo (cm)	pH de referência	Tomada de decisão	Quantidade de calcário	Modo de aplicação
Convencional	Em todos os casos	0 a 20	6,0	pH < 5,5	1 SMP para pH _{água} 6,0	Incorporado ⁽²⁾
Plantio direto	Implantação do sistema	0 a 20		pH < 5,5	1 SMP para pH _{água} 6,0	Incorporado ⁽²⁾
	Sistema consolidado, sem restrições na camada de 10 a 20 cm	0 a 10 ⁽⁴⁾		pH < 5,5 ⁽¹⁾	¼ SMP para pH _{água} 6,0	Superficial ⁽⁵⁾
	Sistema consolidado, com restrições ⁽³⁾ na camada de 10 a 20 cm	10 a 20 ^{(4), (6)}		pH < 5,5 e Al ≥ 30%	1 SMP para pH _{água} 6,0 ⁽⁷⁾	Incorporado ^{(2), (3)}
Arroz irrigado	Semeadura em solo seco	0 a 20	5,5	pH < 5,5 ⁽¹⁾	1 SMP para pH _{água} 5,5	Incorporado
	Pré-germinado ou transplante de mudas	0 a 20	—	V ≤ 40% ⁽⁸⁾	NC=(40-V%)/100 *CTC _{pH7,0}	Incorporado

⁽¹⁾ Não aplicar quando V ≥ 65% e saturação por Al na CTC < 10%.

⁽²⁾ Quando a disponibilidade de P e de K forem menores do que o teor crítico, recomenda-se fazer a adubação de correção com incorporação de fertilizantes aproveitando a mobilização do solo pela calagem.

⁽³⁾ Considerar na decisão de incorporar o calcário a ocorrência de produtividade da culturas abaixo da média local, especialmente em anos de estiagem; compactação do solo restringindo crescimento radicular em profundidade; e disponibilidade de fósforo na camada de 10 a 20 cm abaixo do teor crítico.

⁽⁴⁾ Amostragem separadamente as camadas de 0 a 10 e de 10 a 20 cm.

⁽⁵⁾ Quantidade aplicada em superfície limitada a 5 t/ha (PRNT 100%)

⁽⁶⁾ Tomada de decisão independente da condição do solo da camada 0 a 10 cm.

⁽⁷⁾ Usar valor de SMP médio das duas camadas (0 a 10 e 10 a 20 cm) para definir a dose de calcário a ser incorporado.

⁽⁸⁾ Não aplicar se Ca trocável ≥ 4,0 e Mg trocável ≥ 1,0 cmol/dm³

Tabela 6.2. Quantidades de calcário necessárias para elevar o pH em água do solo a 5,5, 6,0 e 6,5, estima das pelo índice SMP(1)

Índice SMP	20 cm			H+Al	Índice SMP	20 cm			H+Al
	pH desejado					pH desejado			
	5,5	6,0	6,5			5,5	6,0	6,5	
	----- t/ha ⁽²⁾ -----				----- t/ha ⁽²⁾ -----				
	----- cmol _c /dm ³ -----				----- cmol _c /dm ³ -----				
≤ 4,4	15,0	21,0	29,0	27,4	5,8	2,3	4,2	6,3	5,5
4,5	12,5	17,3	24,0		5,9	2,0	3,7	5,6	
4,6	10,9	15,1	20,0	21,8	6,0	1,6	3,2	4,9	4,4
4,7	9,6	13,3	17,5		6,1	1,3	2,7	4,3	
4,8	8,5	11,9	15,7		6,2	1,0	2,2	3,7	
4,9	7,7	10,7	14,2		6,3	0,8	1,8	3,1	
5,0	6,6	9,9	13,3	13,7	6,4	0,6	1,4	2,6	
5,1	6,0	9,1	12,3		6,5	0,4	1,1	2,1	2,5
5,2	5,3	8,3	11,3		6,6	0,3	0,8	1,6	
5,3	4,8	7,5	10,4		6,7	0,2	0,6	1,2	
5,4	4,2	6,8	9,5		6,8	0,1	0,4	0,8	
5,5	3,7	6,1	8,6	7,7	6,9	0	0,2	0,5	
					7,0	0	0	0,2	1,4
					7,1	0	0	0	

“Desgaste anual”:
-0,1 SMP a cada 1 a 2 anos

No RS e SC:
pH_{água} = 5,5 → sat bases = 65%
pH_{água} = 6,0 → sat bases = 80%
pH_{água} = 6,5 → sat bases = 85%

1 meq CaCO₃ (base) = 1 mmol_c CaCO₃ = 100/2=50 mg CaCO₃.
1 mmol_c de acidez (H+Al) é neutralizada por 1 mmol_c de base.
Por isso, 1 meq/100 g = 1 cmol_c/dm³ de solo de acidez é neutralizada por 1 t/ha de CaCO₃ (van Raij, 1991, p.152).

(1) Análise conjunta baseada nos trabalhos de Murdock et al. (1969); Kaminski (1974);
(2) Scherer (1976); Ernani & Almeida (1986); Anjos et al. (1987) e Ciprandi et al. (1994).
(2) Calcário com PRNT 100%. (Manual 2004, p.59)

História da legislação de corretivos de acidez,

Cap 8 do Manual 2016, p.295-299

Parâmetros de qualidade utilizados na legislação brasileira de calcário agrícola

Ano	Parâmetro de qualidade		
	Granulometria	CaO + MgO	Reatividade
1961	100 % < 2 mm 50 % < 0,3 mm	Solúvel em HCl	-
1975	100 % < 2 mm 50 % < 0,3 mm	> 38 %	-
1983	95 % < 2 mm 50 % < 0,3 mm	> 38 %	PN ≥ 67 %
1986	100 % < 2 mm 70 % < 0,84 mm 50 % < 0,3 mm	38 a 68 % em função do tipo de calcário	PN ≥ 67 % Faixas de PRNT: A , 45-60; B , 60,1-75; C , 75,1-90; D , > 90 %.

Exigências mínimas de poder de neutralização, soma de CaO e MgO e PRNT em calcários agrícolas

Tipo de calcário	PN (eq em CaCO₃), %	CaO+MgO, %	PRNT mínimo, %
Calcário agrícola	67	38	45
Cal virgem, CaO	125	68	120
Cal hid, Ca(OH) ₂	94	50	90
Calcário calcinado	80	43	54
Outros	67	38	45

Fonte: Brasil (1986), Brasil (2004c), Manual p.91.

Outras classificações (Manual p.91):

Calcário calcítico: < 5% MgO (= 3% Mg)

Calcário dolomítico: ≥ 5% MgO

p.m. Ca = 40,0 g/mol (= 40 mg/mmol)

p.m. Mg = 24,3 g/mol

p.m. O = 16,0 g/mol

p.m. N = 14,0 g/mol

p.m. C = 12,0 g/mol

p.m. H = 1,0 g/mol

Cálculo da adição de Ca ao solo por calcário ou gesso:

Calcário: $\geq 38\%$ CaO+MgO e PN $\geq 67\%$.

Se Mg = 0, Ca no CaO = $40/56 = 0,71\%$ Ca $\times 0,38$
no calcário = 0,27% Ca (1 t = 270 kg Ca).

$1 \text{ cmol}_c \text{ Ca/dm}^3 = 200 \text{ mg Ca/dm}^3 = 200 \text{ ppm} = 400 \text{ kg Ca/ha a } 20 \text{ cm.}$

↙ Resulta que 1 t calcário/ha (ou gesso) aumentará o teor de Ca no máximo em \pm 0,5 cmol_c Ca/dm³ quando dissolvido em 20 cm.

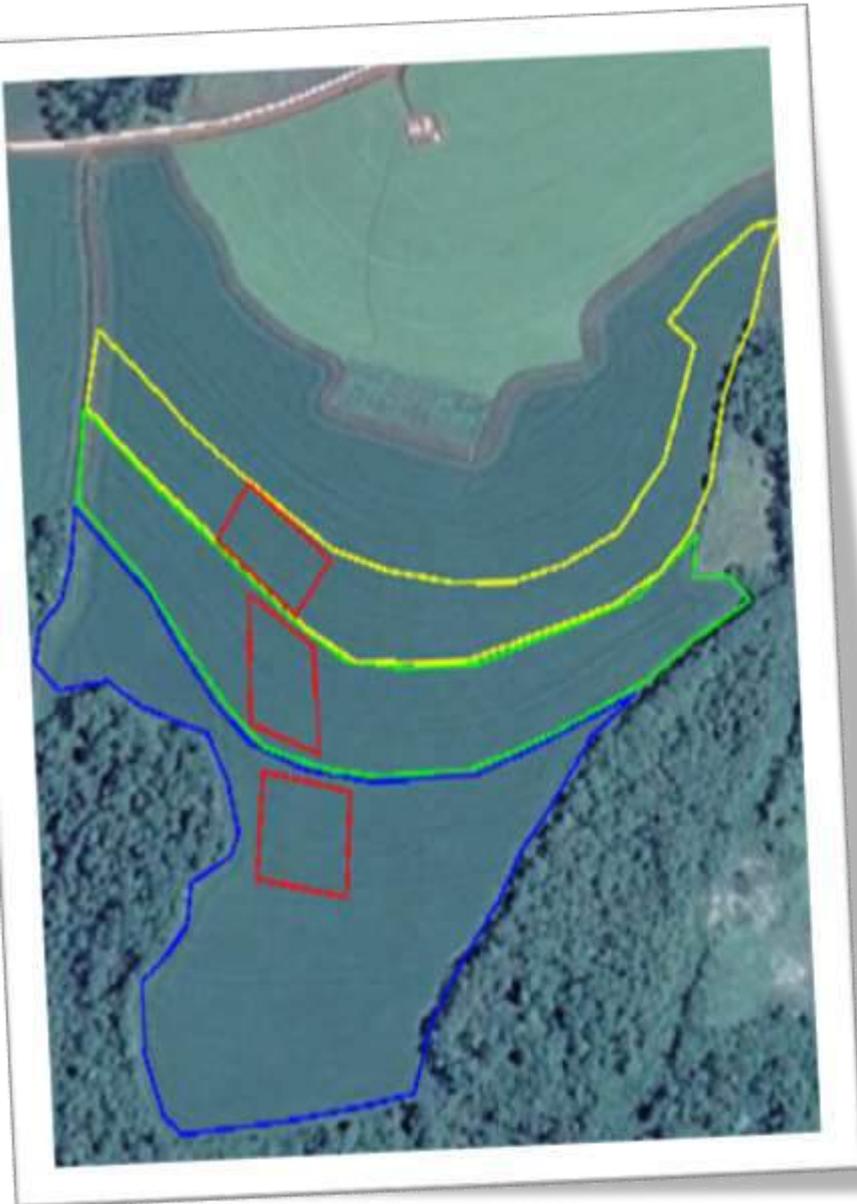
Ou, $1 \text{ cmol}_c \text{ Ca/dm}^3$ se aplicado em 10 cm.

Mas, devido a adsorção específica de Ca, o aumento de Ca na análise (recuperação) é bem menor.

População e amostra

A população a ser analisada é composta por uma fração da área de terra da Granja SETREM, localizada no interior do município de Independência, na localidade de (27°52'47" S e 54°16'40" O).

A amostra analisada são os parcelões onde foram realizadas as operações de aração, gradagem e escarificação do solo, caracterizando os tratamentos analisados, sistema convencional de preparo, **semeadura direta escarificada** e **sistema de semeadura direta**.



População e amostra

2013 » Foi diagnosticado a situação física e química do solo (marco zero);

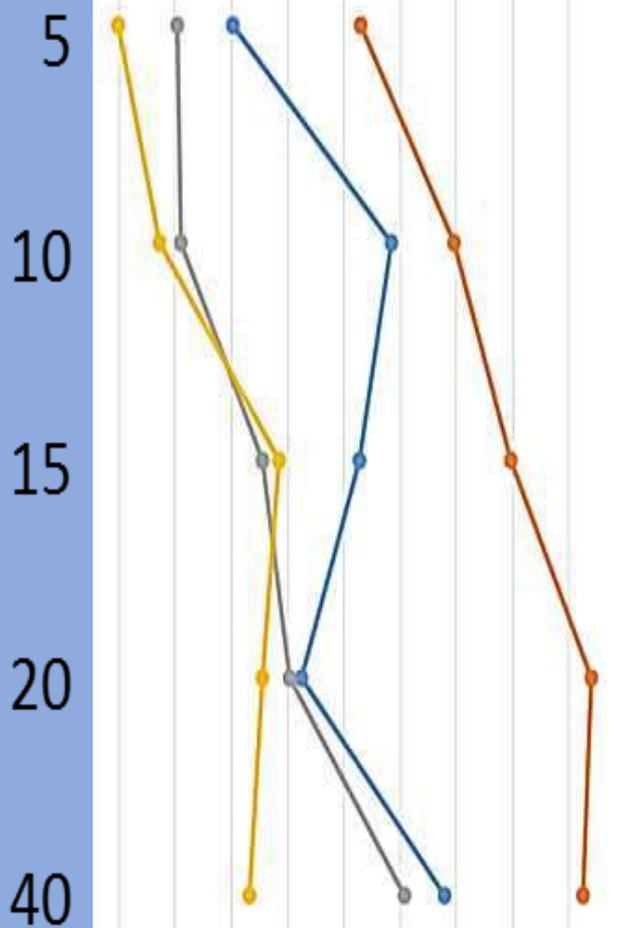
2014 » Aplicação de 4 toneladas de calcário em superfície;
» Preparo convencional e escarificação;

2015 » Em 2015, passados mais de um ano, as amostragens foram retomadas;

Saturação AI (%)

0 4 8 12 16

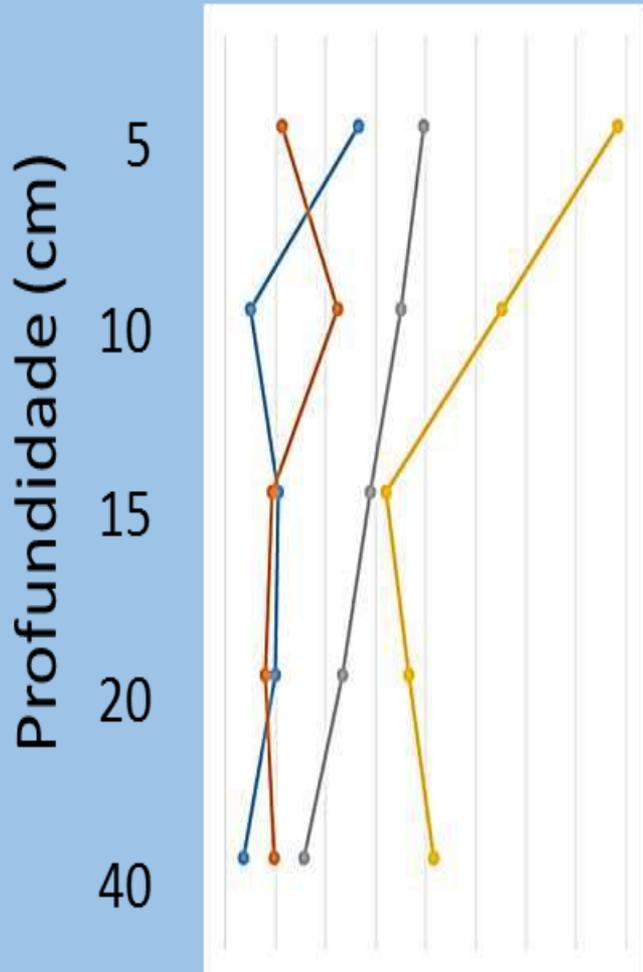
Profundidade (cm)



- MO** = Marco Zero
- SSD** = Sistema de semeadura direta
- SSC** = Sistema de semeadura convencional
- SSDE** = Sistema de semeadura direta escarificada

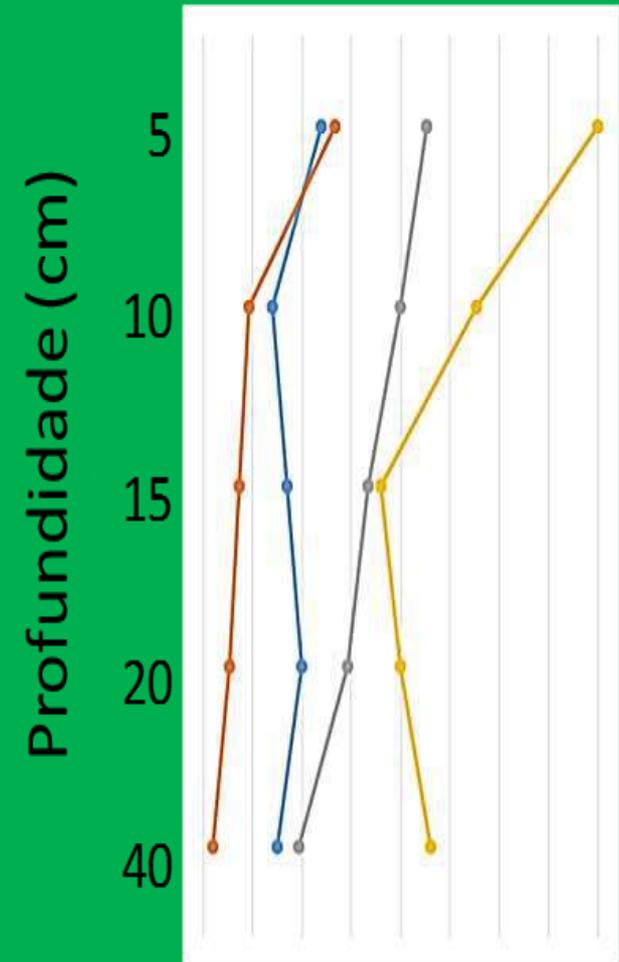
Cálcio (C molc L⁻¹)

3,5 5,5 7,5 9,5 11,5



Magnésio (C molc L⁻¹)

1 2 3 4 5



M0 = Marco Zero

SSD = Sistema de semeadura direta

SSC = Sistema de semeadura convencional

SSDE = Sistema de semeadura direta

Gesso, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

1) RF + H_2SO_4 = fosfato monocálcico + $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ = SFS
SFS (~50 % de gesso) = 18 % P_2O_5 , 16 % Ca, 8 % S.

2) RF + H_2SO_4 = ácido fosfórico (H_3PO_4) + gesso,
sendo o gesso separado por filtração. Este gesso é denominado gesso agrícola. 5 a 6 t de gesso são produzidos/t de P_2O_5 .

Gesso puro ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) = 18,6 % S

Gesso fertilizante = 16 % Ca e 13 % S

• Toda fórmula NPK com baixo teor de P_2O_5 é preparada com SFS, ou seja, contém gesso.



RF = rocha fosfatada.

p.164-165 do Livro do Trigo.

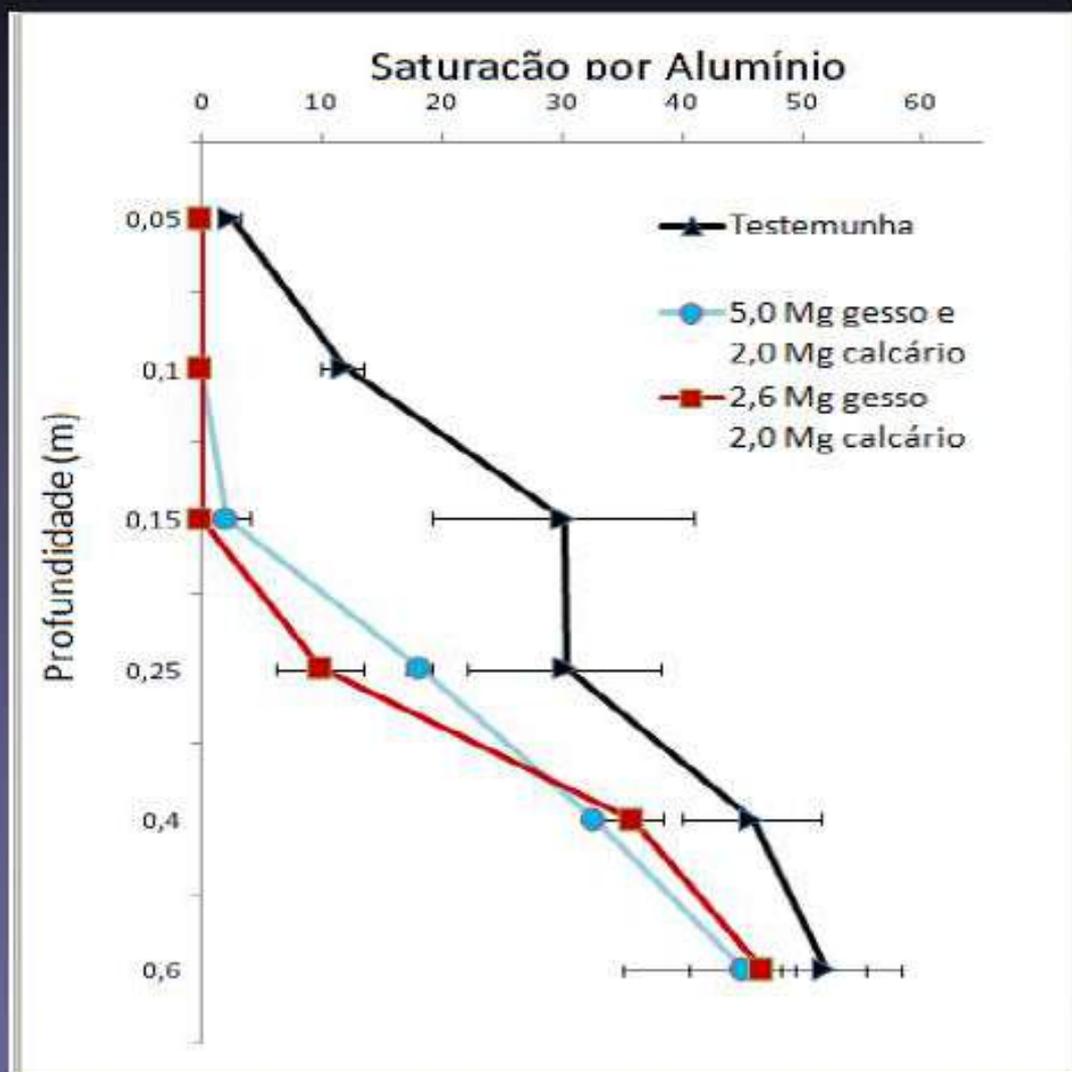


Figura 2. Mudanças nos teores de saturação por alumínio para diferentes profundidades do solo depois da aplicação superficial de doses de gesso.

Gesso em culturas de lavoura:

Em geral o efeito do gesso é nulo ou pequeno para solos com CTC e MO média ou alta. A MO do solo é a principal fonte de S disponível.

Em geral, o gesso não diminui o rendimento !!!

Quando o solo é deficiente em S, a recomendação é 20 a 30 kg S/ha, para culturas como soja, canola, trigo, milho, etc.

Dose de gesso em outras regiões:

No **Cerrado** (lembrando que são solos de baixa CTC e teor baixo de MO), os critérios são bastante diversos:

1) Gesso (kg/ha) = 500, 1.000, 1.500 e 2.000, para solo arenoso, barrento, argiloso e muito argiloso.

2) Gesso (kg/ha) = % argila x 50 (máx = 5 t/ha)

3) Gesso (kg/ha) = 300 + (20 x % argila) (máx=2,3 t/ha)

Para evitar efeitos detrimenais do gesso:

1) No Cerrado, o gesso pode causar excesso de lixiviação de Mg e de K. Por isso, recomenda-se a **calagem 60 a 90 dias antes da gessagem**.

2) Limitar o gesso a 20% da CTC pH7 a ser ocupado com Ca advindo do gesso, levando em conta que 1 t gesso/ha a 20 cm pode aumentar no máximo 0,4 cmolc Ca/dm³ de solo. Considerar que pode haver adsorção específica de Ca (+- 50%).

Método de Recomendação de Gesso

**Método de Recomendação proposto para o sul do Brasil:
Caires & Guimarães (2016)**

Camada diagnóstica: 20–40 cm

**Aplicar gesso para solo com saturação por
Ca na CTC efetiva (CTCe) < 50%**

Elevação da saturação por Ca na CTCe

**O método se baseia em elevar a saturação por Ca na CTCe
do subsolo (20–40 cm) a 60%**

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

RECOMENDAÇÃO FINAL

CALAGEM E GESSAGEM: Amostragem estratificada

LABORATÓRIO: análises de solo = **ROLAS**

RECOMENDAÇÕES: Engenheiro Agrônomo



O HOMEM COMEÇA A VALER QUANDO APRENDE A ENTENDER E A RESPEITAR A TERRA EM QUE PISA”

Atahualpha Yupanqui



MUITO OBRIGADO

IV) Adubação

Definição genérica da adubação

Adubação = demanda da planta - estoque de nutrientes disponíveis no solo

Se o “estoque” for = a demanda, então, **adubação** = 0.

O aporte de nutrientes deve ser proporcional ao rendimento esperado (a base é o **rendimento referência**, Tab 7.2 do Manual 2004, p.78, ou Manual 2016, Tabela 6.1.2, p.106).

No manejo da adubação considerar que:

P e K são elementos “imóveis” no solo.

N é “móvel” no solo, movimentando-se com a água (NO_3^-) e, por isso, existe a adubação em cobertura, ao longo do desenvolvimento da cultura.

Trigo, cevada, aveia, milho, arroz e gramíneas em geral:

O estoque de N no solo é sempre < que a demanda.

Adubação

Tipos:

**1) Adubação de base (NPK),
manutenção ou reposição.**

**2) Adubação de cobertura (N)
(K em solo arenoso se dose muito alta).**

3) Adubação tardia (ex. N).

Trigo: Talvez 1 kg N/ha por cada 100 kg de grãos que se espera colher mais, mas há muita incerteza sobre sua validade.

P é "imóvel" no solo

29/3/2017

Cálculo do potencial de lixiviação de P

Supondo que a velocidade do rito = 0,05 ppm P

Se 0,1 ppm,

Supondo que 1000 mm infiltram/ano.
= 1000 L/m²

total chuva
em Pando =

0,05 ppm = 0,05 mg P/L de H₂O de rito do solo = 1800 mm = 1800 L/m²

$$\frac{0,05 \text{ mg P}}{\text{L rito do solo}} \times \frac{1000 \text{ L}}{\text{H}_2\text{O da chuva}} = 50 \text{ mg/m}^2$$

$$\times 10.000 \text{ m}^2 = 500.000 \text{ mg P/ha}$$

$$= 500 \text{ g P/ha}$$

$$= \frac{1}{2} \text{ kg P/ha/ano}$$

Então, 1 kg P/ha/ano

Por isso concentra-se na superfície do solo

Por isso, P é considerado um elemento "imóvel" no solo.

Com K os valores são maiores, talvez 100 x, ou seja, lixiviação:

0,5 kg x 100 = 50 kg K num solo arenoso
Em solo argiloso será muito menor.

SMM

Sistema de produção de grãos:

- 1) É um sistema simples, de entrada e de saída de nutrientes.**
- 2) A adubação deve ser feita com base na reserva de nutrientes no solo e no rendimento esperado.**

Qualquer outra modalidade pode criar dois problemas:

- a) Acúmulo excessivo de nutrientes imóveis (P, K, Ca, Mg, micronutrientes, etc);**
- b) Deficiência de nutrientes ou exaustão do solo (é o que estava acontecendo antes da Operação Tatu na década de 1960).**

Alterado em 2016

Interpretação do teor P do solo (Mehlich-1)

Interpretação	Classe de solo com base no teor de argila				Corr
	1 (>60%)	2 (41-60%)	3 (21-40%)	4 (<=20%)	
	----- mg P/dm ³ -----				
Muito baixo	<= 2,0	<= 3,0	<= 4,0	<= 7,0	120
Baixo	2,1 – 4,0	3,1 – 6,0	4,1 – 8,0	7,1 – 14,0	60
Médio	4,1 – 6,0	6,1 – 9,0	8,1 – 12,0	14,1 – 21,0	30
Alto	6,1 – 12,0	9,1 – 18,0	12,1 – 24,0	21,1 – 42,0	
Muito alto	> 12,0	> 18,0	> 24,0	> 42,0	

Cap. tampão 30 20 15 8,5 15-20
kg P₂O₅/ha por 1 mg P/dm³ em 20 cm

Capacidade tampão de P para 20 cm de solo é ± 1/2 da % de argila !

Alterado em 2016

Interpretação do teor de K (Mehlich-1) e dose de K₂O para correção

K/CTC para as faixas de CTC:

15

10

5

% sat K:

$90/391=0,23/15 \times 100=1,5\%$

$60/391=0,15/10 \times 100=1,5\%$

$45/391=0,11/5 \times 100=2\%$

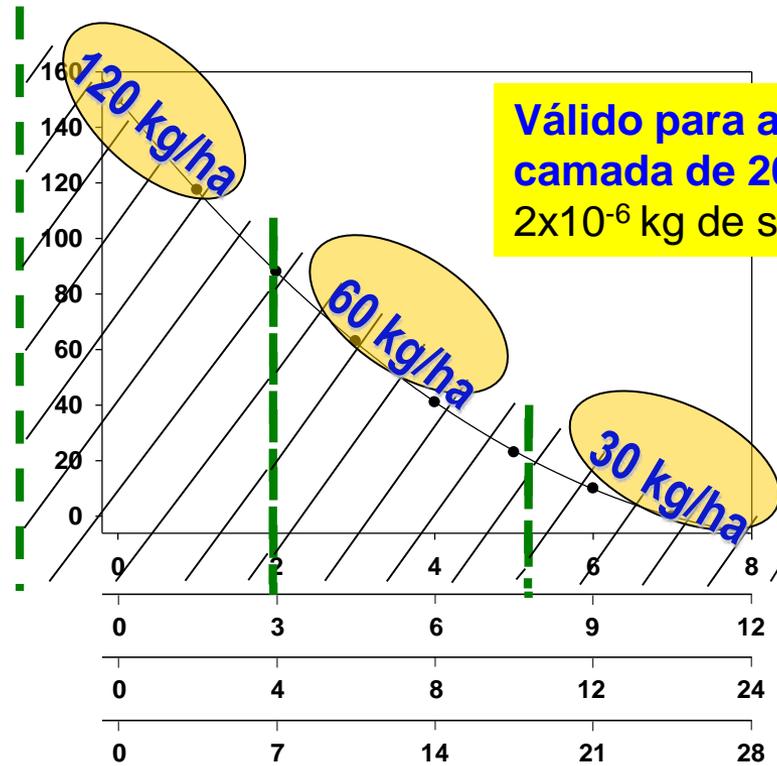
Interpretação	CTC _{pH 7,0} (cmol _c /dm ³)			Correção kg/ha
	> 15	5,1 – 15,0	<= 5,0	
	----- mg K/dm ³ -----			
Muito baixo	<= 30	<= 20	<= 15	120
Baixo	31 – 60	21 – 40	16 – 30	60
Médio	61 – 90	41 – 60	31 – 45	30
Alto	91 – 180	61 – 120	45 – 90	
Muito alto	> 180	> 120	> 90	
"Cap. tampão"	± 2	± 3	± 4	

kg K₂O/ha por 1 mg K/dm³ para **20 cm**

Quanto adicionar ao solo para atingir o nível crítico de P, para 20 cm

Alterado em 2016

P_2O_5 a adicionar ao solo, kg/ha



Classe

- 12 1
- 18 2
- 24 3
- 42 4

Muito baixo

Baixo

Médio

Alto

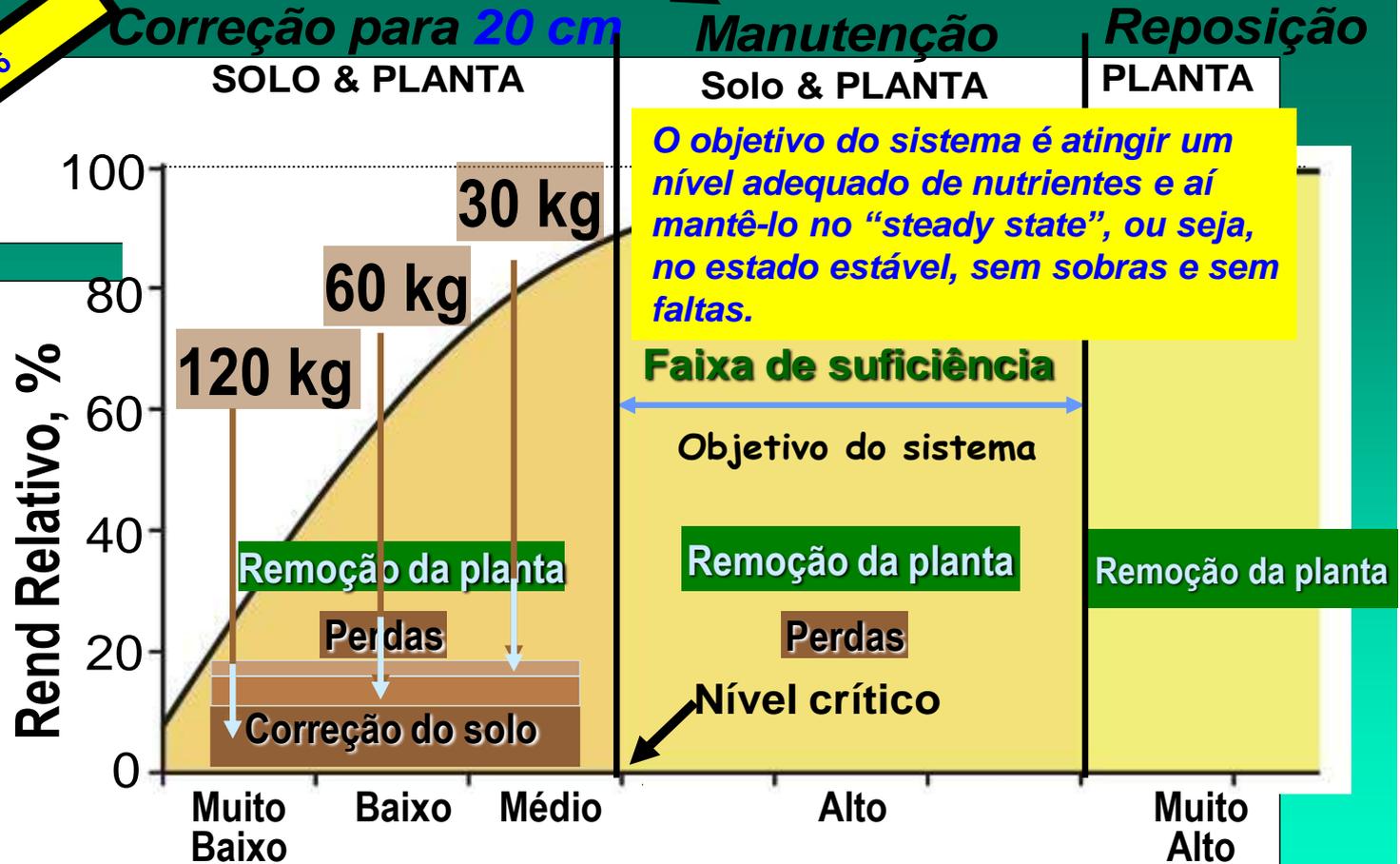
Teor de P no solo

Sistema de adubação para P e K, RS-SC/2004

±10 kg/ha

Manutenção = Reposição + 20 a 30 %, p.74

Alterado em 2016



Correção e + 20 a 30 % é ciclagem

Reposição = repor ou devolver o que foi retirado

Alterações no Manual 2016:

- 1) Aumento do valor do **nível crítico** de P e de K no solo
- 2) Aumento da dose de P e de K na adubação de **correção**
- 3) Aplicação da adubação de **correção** na camada de 10 cm
(**situação do plantio direto**)

Ou seja, a tendência é aplicar quantidade maior de P e de K.

*Os itens 1 e 2 são desnecessários porque a eventual necessidade de aumentar a dose de P e de K já está prevista na adubação de manutenção (=reposição + 20 a 30 %), que pode ser ajustada ao longo do tempo, para manter o **steady state**.*

O item 3 é questão de entendimento. Se se deseja aumentar o P só nos 10 cm, então dever-se-ia usar somente a 1/2 da correção.

Do jeito que está proposto, haverá uma excessiva concentração de P na camada superficial e sem resposta das plantas.

Na essência, todo sistema de recomendação de adubação deve ser conservador, para evitar excessos desnecessários.

GRÃOS

± 10 kg/ha

Tabela 7.2. Valores de adubação de manutenção de fósforo e de potássio das culturas de grãos para os rendimentos especificados e quantidades a serem adicionadas por tonelada de grãos produzidos acima do rendimento de referência

Cultura	Rendimento referência t/ha	Valores de <u>manutenção</u> (M) para o rendimento referência ⁽¹⁾		Manutenção Adicional/t	
		kg de P ₂ O ₅ /ha	kg de K ₂ O/ha	kg de P ₂ O ₅ /ha	kg de K ₂ O/ha
Girassol	2	30	30	15	15
Linho	1,5	30	40	15	15
Milho	6 4	75 45	50 30	15	10
Milho pipoca	3	35	25	15	10
Nabo forrageiro	2	30	40	15	20
Painço	3 1,5	45 20	60 15	15	10
Soja	2	30	45	15	25
Sorgo	3	35	25	15	10
Tremoço	2	25	45	15	25
Trigo	3 2	45 30	30 20	15	10
Triticale	2	30	20	15	10

⁽¹⁾ Os valores de manutenção (M) podem ser diferentes do resultado da multiplicação do rendimento referência (coluna 2) pelos valores das colunas 5 e 6, pois os valores destas colunas foram ajustados para se enquadrarem em meia ou na dezena inteira.

Adubação de reposição (exportação), aplicável quando o teor é muito alto

Tabela 10.1. Teores médios de N, P (P₂O₅) e K (K₂O) nos grãos de algumas culturas

Culturas	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
	----- kg/t -----			
Amendoim	50	11	14	
Arroz	14	5	3	
Aveia branca	20	7	5	
Canola^a	33	15	9	4-7
Centeio	20	9	5	
Cevada	20	10	6	
Ervilha seca e ervilha forrageira	36	9	12	
Ervilhaca	35	15	19	
Feijão	50	10	15	
Girassol	25	14	6	
Milho	16	8	6	1,2
Milho pipoca	17	8	8	
Nabo forrageiro	20	11	18	
Painço	21	11	11	
Soja	60	14	20	5
Sorgo	15	8	4	
Tremçoço	30	12	15	
Trigo	22	10	6	1,6

**Canola em relação à soja:
1/2 de N e K e = P e S**

Milho

6 t/ha

**2/3 no 1° e
1/3 no 2° cultivo**

Correção gradual para 20 cm

Fósforo e potássio^(*) Grãos

Interpretação do teor de P ou de K no solo	Fósforo P por cultivo		Potássio K por cultivo	
	1°	2°	1°	2°
	kg de P ₂ O ₅ /ha		kg de K ₂ O/ha	
Muito baixo	80+75	125	80+50	110
Baixo	85	65	70	50
Médio	75	45	60	30
Alto	75	45	50	30
Muito alto	0	≤ 45	0	≤ 30

Para a expectativa de rendimento maior do que 4 t/ha, acrescentar aos valores da tabela 15 kg de P₂O₅/ha e 10 kg de K₂O/ha, por tonelada adicional de grãos a serem produzidos.

^(*) Ver itens 7.4 e 7.9.

Manutenção

Manutenção adicional

Muito obrigado pela atenção

sirio.wietholter@embrapa.br

Fone 54-3316-5897