

Boletim Técnico Nº 4

**CALAGEM EM
PLANTIO DIRETO**



Passo Fundo, RS
1998

Boletim Técnico N° 4

CALAGEM EM PLANTIO DIRETO

Delmar Pöttker

Ivo Ambrosi

José Renato Bent

Rainoldo Alberto Kochhann

José Eloir Denardin



**Passo Fundo, RS
1998**

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Trigo
Rodovia BR 285, km 174
Telefone: (054) 311-3444
Fax: (054) 311-3617
Caixa Postal 451
99001-970 Passo Fundo, RS

Tiragem: 2.000 exemplares

Comitê de Publicações - Embrapa Trigo

Rainoldo Alberto Kochhann - Presidente
Amarilis Labes Barcellos
Dirceu Neri Gassen
Erivelton Scherer Roman
Geraldino Peruzzo
Irineu Lorini

Assessoramento Revisional

José Eloir Denardin
Rainoldo Alberto Kochhann

Tratamento Editorial

Fátima Maria De Marchi

Capa

Liciane Toazza Duda Bonatto

Referências Bibliográficas

Maria Regina Martins

PÖTTKER, D.; AMBROSI, I.; BEN, J.R.;
KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J. E.
Calagem em plantio direto. Passo Fundo:
EMBRAPA-CNPT/Projeto METAS, 1998. 40p.
(Projeto METAS. Boletim Técnico, 4).

Plantio Direto; Solo; Calcário; Correção; Acidez

CDD: 631.51



PROJETO METAS - "Viabilização e difusão do sistema plantio direto no planalto do Rio Grande do Sul", uma parceria entre empresas públicas e privadas.



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Trigo
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*



Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural-RS



Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

MONSANTO
Alimento · Saúde · Esperança™



Monsanto do Brasil Ltda.



Semeato S.A. Ind. e Com.

agroceres.

Sementes Agroceres S.A.

Assistentes técnicos de cooperativas, secretarias municipais de agricultura e iniciativa privada.

Aduvos Trevo S.A. - Grupo Trevo foi parceira do Projeto METAS no período de 1993 a 1995.

APRESENTAÇÃO

O sistema plantio direto na palha, revolução tecnológica do fim do milênio, veio de forma definitiva para tornar a agricultura brasileira mais competitiva e sustentável. Para a Embrapa Trigo, a necessidade de desenvolver novos conhecimentos, com vistas a adaptar as tecnologias existentes a esse novo processo revolucionário de praticar agricultura, tornou-se fundamental. Esse processo está tão inserido na programação deste centro de pesquisa que, nas suas áreas experimentais, praticamente não existe nenhum projeto sendo desenvolvido por processo convencional de manejo de solos.

Esta publicação, que a Embrapa Trigo tem orgulho de oferecer em parceria com as instituições e empresas parceiras no projeto Metas, é um testemunho de que estamos direcionando nossos esforços de investigação em busca de informações adicionais para que o sistema plantio direto seja, ainda mais, ecologicamente eficiente, economicamente sustentável, socialmente preocupado e tecnologicamente exequível.

A busca de maneiras eficientes e pouco dispendiosas de corrigir a acidez dos solos que são manejados em sistema plantio direto na palha tornou-se uma necessidade fundamental. Em solos em que o processo de plantio direto na palha é contínuo, a acidificação, principalmente da camada superficial, ocorre de forma rápida e previsível. A busca de tecnologias para corrigir esses solos é de que trata esta publicação.

Esperamos que com esta nova obra possamos contribuir para melhorar o processo produtivo em nosso país, assim como cumprir o papel a nós atribuído como instituição de pesquisa e desenvolvimento.

Benami Bacaltchuk
Chefe-Geral da Embrapa Trigo

SUMÁRIO

Introdução.....	9
Metodologia.....	11
Resultados e discussão.....	14
1. Calagem nos solos de lavouras manejadas sob sistema plântio direto.....	14
1.1. Análise econômica.....	16
1.2. Efeito sobre algumas características químicas dos solos.....	18
2. Calagem nos solos originários de campo natural.....	19
2.1. Análise econômica.....	21
2.2. Efeito sobre algumas características químicas dos solos.....	22
Conclusões.....	22
Recomendações de calagem para sistema plântio direto...	23
Referências Bibliográficas.....	25

CALAGEM EM PLANTIO DIRETO

Delmar Pöttker¹

Ivo Ambrosi¹

José Renato Ben[†]

Rainoldo Alberto Kochhann¹

José Eloir Denardin¹

Introdução

O plantio direto é enfocado como um sistema de exploração agropecuário que envolve diversificação de espécies, via rotação de culturas, as quais são estabelecidas mediante a mobilização de solo, exclusivamente, na linha de semeadura, mantendo-se os resíduos vegetais das culturas anteriores na superfície do solo. Ao refletir esse conceito, o sistema plantio direto objetiva expressar o potencial genético das espécies cultivadas através da maximização do fator ambiente e do fator solo, sem, contudo, degradar os recursos naturais, atuando como um mecanismo de transformação, de reorganização e de sustentação da agricultura. Sob esse enfoque, o sistema plantio direto é atualmente adotado em cerca de 3,1 milhões de hectares no Rio Grande do Sul, o que representa cerca de 52 % da área cultivada no período primavera-verão.

A acidificação do solo é um processo contínuo e acentuado em regiões úmidas. Em lavouras manejadas sob sistema plantio direto esse fenômeno é acelerado na camada

¹ Eng.-Agr., Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS.

[†] In memoriam.

superficial do solo. Além disso, observa-se que sob esse sistema há tendências de elevação do nível de matéria orgânica e da capacidade de troca de cátions na camada superficial do solo, bem como de incremento no gradiente de concentração de fósforo e de potássio. Contudo, a técnica tradicional de correção de acidez, mediante incorporação de calcário ao solo com aração e gradagem, se contrapõe aos fundamentos do plantio direto, podendo interferir negativamente nos benefícios proporcionados pela supressão de mobilizações de solo.

Outrossim, no Rio Grande do Sul há ainda cerca de 13 milhões de hectares ocupados com pastagens nativas, comumente denominadas campos naturais, que sob preparo convencional de solo, apresentam limitações de ordem física para exploração com culturas anuais. Com o advento do plantio direto, estima-se que cerca de 10 % dessa área poderia ser incorporada ao processo de produção de grãos e/ou de forragens. Contudo, a acidez do solo, presente em significativa parcela dos solos dessas áreas, impõe limitações ao uso, demandando a prática da calagem. A mobilização desses solos, mediante arações e gradagens, objetivando a incorporação de calcário de forma tradicional, além de apresentar, em muitos casos, limitações por condicionantes de ordem física, a exemplo do que ocorre em lavouras já estabelecidas sob sistema plantio direto, coloca em risco a estrutura natural desses solos, adquirida ao longo do processo de formação destes.

Considerando o exposto, técnicas alternativas para a correção de acidez do solo são de grande importância para preservar as melhorias de solo advindas do processo de condução do sistema plantio direto e do processo de formação do solo.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de doses e métodos de aplicação de calcário em solos manejados a longo tempo sob sistema plantio direto e em solos originários de campo natural, a serem incorporados a processos intensivos de produção agropecuária.

Metodologia

Para a execução do trabalho, foram selecionadas duas áreas de lavoura manejadas, há mais de cinco anos, sob sistema plantio direto e duas áreas de campo natural, a serem incorporadas ao processo intensivo de exploração agropecuária. A seleção das áreas experimentais foi baseada no teor de argila e no nível de acidez dos solos. Para cada tipo de uso foram selecionados dois solos, sendo um Latossolo Roxo distrófico (LRd) e outro Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LEd).

As áreas de lavoura manejadas sob sistema plantio direto não haviam recebido calcário nos últimos cinco anos, apresentando problemas de acidez de solo, manifestados por baixos valores de pH em água e por altos teores de alumínio trocável. Algumas características químicas e físicas das quatro áreas experimentais estão dispostas na Tabela 1.

A definição dos tratamentos foi embasada na recomendação de calcário indicada pelo método SMP modificado (Tedesco et al., 1995), para elevar o pH em água a 6,0, determinada em amostras de solo da camada de 0 a 20 cm de profundidade.

Nas áreas de lavoura manejadas sob sistema plantio direto, comparou-se a técnica tradicional de incorporação de calcário a 20 cm de profundidade, em dose equivalente a 1

SMP, com aplicações únicas de calcário na superfície do solo, em doses equivalentes a 1 SMP, 1/2 SMP, 1/4 SMP, 1/8 SMP e 1/16 SMP, bem como com aplicações parceladas de calcário na superfície do solo, anualmente ou intercaladamente no 1º e 3º anos.

Nas áreas originárias de campo natural, comparou-se a técnica tradicional de incorporação de calcário a 20 cm de profundidade, em dose equivalente a 1 SMP, com aplicações únicas de calcário na superfície do solo, em doses equivalentes a 1 SMP, 1/2 SMP, 1/4 SMP e 1/8 SMP, e com a aplicação de calcário finamente moído (filler) nas linhas de semeadura de soja e de milho, nas doses de 225 e 450 kg ha⁻¹, bem como com aplicações anuais parceladas de calcário na superfície do solo, em doses equivalentes a 1/4 SMP e 1/8 SMP, durante 4 anos.

Aplicou-se calcário dolomítico, com poder relativo de neutralização total (PRNT) igual a 85 %, sendo as quantidades corrigidas para PRNT de 100 %. Nas quatro áreas experimentais o calcário foi distribuído manualmente, em junho de 1993. No tratamento envolvendo a técnica de incorporação de calcário, metade da dose foi aplicada antes da aração do solo e metade antes da gradagem do solo.

As áreas originárias de campo natural foram, inicialmente, roçadas e a seguir dessecadas com herbicida de ação sistêmica, aplicando-se os tratamentos na seqüência.

Em todos os experimentos aplicou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso. Nas áreas de lavoura manejadas sob sistema plantio direto os experimentos foram constituídos por 12 tratamentos em três repetições, e nas áreas originárias de campo natural os experimentos foram constituídos por 10 tratamentos em quatro repetições. As

unidades experimentais mediram 4 m de largura por 8 m de comprimento.

Na condução dos experimentos aplicaram-se as recomendações técnicas para cada cultura, principalmente quanto aos aspectos de fertilização e de controle de plantas daninhas, de pragas e de doenças.

Aos 10 dias após a aplicação do calcário foram semeadas, como culturas de cobertura de solo, aveia branca (*Avena sativa* L.) nas áreas de lavoura e aveia preta (*Avena strigosa* Schieb) nas áreas originárias de campo natural.

As avaliações de rendimento de grãos, nas áreas de lavoura manejadas sob sistema plantio direto, foram realizadas para as culturas de soja 1993/94, trigo 1994, milho 1994/95, aveia branca 1995, soja 1995/96, cevada 1996 e soja 1996/97, e, nas áreas originárias de campo natural, foram realizadas para as culturas de soja 1993/94, trigo 1994, soja 1994/95, milho 1995/96, trigo 1996 e soja 1996/97. No inverno de 1995, nas áreas originárias de campo natural, foi cultivada aveia preta como cultura de cobertura de solo.

Após as colheitas das culturas produtoras de grãos, os rendimentos foram ajustados para umidade de 13 %. Para a cultura de trigo o rendimento de grãos foi corrigido para peso hectolítrico de 78 kg. O rendimento de grãos de cevada foi expresso segundo classificação comercial classe I.

Os rendimentos de grãos foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias entre tratamentos mediante o teste de Duncan, a 5 %.

Para a análise da relação custo/benefício, foi usado o preço histórico por tonelada de grãos do período de 1986 a 1995, expresso em reais: soja = R\$ 178,20; trigo = R\$ 143,70; milho = R\$ 106,50; aveia branca = R\$ 180,00; e cevada = R\$ 149,10. O custo do calcário foi considerado R\$ 28,00 por

tonelada, e o custo de sua incorporação ao solo foi estimado em R\$ 29,16 por hectare. Consideraram-se ainda três anos de prazo para o pagamento do investimento em calcário, a juros de 20 % ao ano.

Resultados e discussão

1. Calagem nos solos de lavouras manejadas sob sistema plantio direto

Os métodos de aplicação e as doses de calcário, nas áreas de lavoura manejadas sob sistema plantio direto, apresentaram respostas em quatro das sete safras agrícolas estudadas (Tabelas 2 e 3). Essas respostas evidenciaram-se apenas nas culturas mais sensíveis aos fatores de acidez do solo, ou seja, em soja e em cevada, corroborando os resultados obtidos por Sá (1995). Para as culturas de trigo, aveia branca e milho os tratamentos não diferiram, estatisticamente, entre si.

Na safra de soja 1993/94 não foram observadas diferenças significativas entre o rendimento de grãos obtido no tratamento com incorporação de calcário ao solo, na dose equivalente a 1 SMP, e os rendimentos de grãos obtidos nos tratamentos com aplicação de calcário, em dose única na superfície do solo, nas doses equivalentes a 1 SMP, 1/2 SMP, 1/4 SMP, 1/8 SMP e 1/16 SMP, à exceção dessa última dose no LRd (Tabelas 2 e 3).

Na safra de soja 1995/96 os tratamentos com doses equivalentes a 1/8 SMP e 1/16 SMP, no LEd, diferiram do tratamento com a dose equivalente a 1 SMP aplicada na superfície do solo (Tabela 2). Nessa mesma safra, para o LRd, as doses equivalentes a 1 SMP, 1/2 SMP e 1/4 SMP, aplicadas

na superfície do solo, diferiram das doses equivalentes a 1/8 SMP e 1/16 SMP, indicando perda de efeito residual das doses mais baixas de calcário aplicadas na superfície do solo (Tabela 3).

Para a cultura de cevada, observou-se, em ambos os solos, semelhança entre o rendimento de grãos obtido no tratamento com incorporação de calcário ao solo, na dose equivalente a 1 SMP, e os rendimentos de grãos obtidos nos tratamentos com aplicação de calcário, em dose única, na superfície do solo, nas doses equivalentes a 1 SMP e 1/2 SMP (Tabelas 2 e 3).

A safra de soja 1996/97 apresentou rendimentos de grãos relativamente baixos no LEd, possivelmente devido ao intenso ataque da praga “tamanduá-da-soja”, *Sternechus subsignatus*, não sendo observadas diferenças significativas entre os tratamentos que receberam calcário nas doses equivalentes a 1 SMP, 1/2 SMP e 1/4 SMP, independentemente da forma de aplicação (Tabela 2). No solo LRd os rendimentos de grãos de soja não diferiram entre si nos tratamentos que receberam calcário em dose única, à exceção do tratamento com a dose equivalente a 1/8 SMP aplicada na superfície do solo, provavelmente por algum problema relacionado com a estimativa do rendimento. Esse resultado parece confirmar a perda do efeito residual dos tratamentos.

Os resultados interpretados conjuntamente demonstram viabilidade para a técnica de aplicação de calcário na superfície do solo sem o processo de incorporação, conforme verificado por Moschler et al. (1973) e por Blevins et al. (1978). O parcelamento da calagem, em doses anuais ou a cada dois anos, aplicada na superfície do solo, não apresentou produtividades superiores àquelas verificadas com a aplicação em dose única.

1.1. Análise econômica

A análise econômica processada para os experimentos conduzidos nas áreas de lavoura manejadas sob sistema plantio direto demonstrou que o investimento foi totalmente amortizado após a safra agrícola de 1996/97. Contudo, para o LEd, os tratamentos com maior retorno econômico, em ordem decrescente, foram: dose equivalente a 1/8 SMP, em aplicações anuais durante 4 anos, perfazendo o equivalente a 1/2 SMP; dose equivalente a 1/2 SMP, em aplicação única; dose equivalente a 1/8 SMP, em aplicações intercaladas no 1º e 3º anos, perfazendo o equivalente a 1/4 SMP; dose equivalente a 1/4 SMP, em aplicação única; e dose equivalente a 1/16 SMP, em aplicações anuais durante 4 anos, perfazendo o equivalente a 1/4 SMP (Figura 1). Para o solo LRd, os tratamentos com maior retorno econômico, em ordem decrescente, foram: dose equivalente a 1/8 SMP, em aplicações anuais durante 4 anos, perfazendo o equivalente a 1/2 SMP; dose equivalente a 1/8 SMP, em aplicações no 1º e 3º anos, perfazendo o equivalente a 1/4 SMP; dose equivalente a 1/2 SMP, em aplicação única; e dose equivalente a 1/4 SMP, em aplicações no 1º e 3º anos, perfazendo o equivalente a 1/2 SMP (Figura 1).

Os tratamentos correspondentes às doses equivalentes a 1/8 SMP, em aplicações anuais durante 4 anos, perfazendo o equivalente a 1/2 SMP, a 1/8 SMP, em aplicações a cada dois anos, perfazendo o equivalente a 1/4 SMP, e a 1/2 SMP, em aplicação única, apresentaram os maiores retornos econômicos em ambos os solos. O tratamento correspondente ao calcário incorporado, na dose equivalente a 1 SMP, apresentou retorno econômico próximo daquele obtido com o tratamento correspondente a esta mesma dose aplicada na

superfície do solo e inferior aos observados com as demais doses de calcário aplicadas na superfície, nos dois solos estudados, demonstrando não ser necessária a incorporação de calcário ao solo.

A reaplicação de doses menores de calcário a cada ano ou em anos intercalados, entretanto, não se mostrou adequada do ponto de vista de produtividade, pois a aplicação de uma determinada dose a cada ano ou em duas vezes, no 1º e 3º anos, não superou a produtividade da dose completa, aplicada no início dos experimentos (Tabelas 2 e 3). No entanto, do ponto de vista econômico, o parcelamento da aplicação produziu maior retorno financeiro em alguns casos, em razão de menores custos com o financiamento (Figura 1). Não havendo despesas com financiamento, não há ganhos econômicos com o parcelamento da aplicação de calcário, devendo-se optar pela aplicação única.

No caso de a cultura de cevada não ter sido incluída no sistema de produção, observou-se que a receita marginal líquida é acentuadamente reduzida em ambos os solos (Figura 2).

Para o LEd, em Passo Fundo, os tratamentos com maior retorno econômico foram aqueles correspondentes à dose equivalente a 1/16 SMP, em aplicação única, e à dose equivalente a 1/8 SMP, aplicada anualmente.

Para o LRd, em Sarandi, o tratamento com destaque para a receita marginal líquida foi aquele correspondente à dose equivalente a 1/8 SMP, em aplicação a cada dois anos, sendo que para a dose equivalente a 1 SMP, com incorporação ao solo, a receita marginal líquida foi negativa (Figura 2).

Desses resultados depreende-se que, a exemplo da análise que inclui a cultura de cevada, não há vantagens econômicas na aplicação da dose completa de calcário

recomendada pelo método SMP, independentemente da forma de aplicação.

1.2. Efeito sobre algumas características químicas dos solos

Os valores de pH em água e de alumínio trocável das amostras de solo coletadas antes do início dos experimentos e aproximadamente três anos após a calagem são apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Observou-se que a aplicação de calcário na superfície melhorou as características químicas do solo, principalmente na camada de 0 a 5 cm de profundidade, com menor efeito na camada de 5 a 10 cm, dependendo da dose aplicada. Os valores máximos de pH em água observados no tratamento com a dose equivalente a 1 SMP, aplicada em dose única na superfície, foram, para o LEd e para o LRd, respectivamente, 6,7 e 6,5 na camada de 0 a 5 cm e 5,6 e 5,2 na camada de 5 a 10 cm de profundidade. A dose equivalente a 1/2 SMP, aplicada em dose única na superfície, elevou o pH para 6,0 no LEd e para 5,6 no LRd na camada de 0 a 5 cm, neutralizando o alumínio trocável. Já na camada de 5 a 10 cm de profundidade os valores de pH em água foram 5,2, com $0,97 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de alumínio trocável, e 5,0, com $1,51 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de alumínio trocável, respectivamente para o LEd e para o LRd. A presença de alumínio trocável na camada de 5 a 10 cm de profundidade, nas concentrações verificadas no tratamento equivalente à dose 1/2 SMP, com aplicação única na superfície, entretanto, não afetou significativamente o rendimento de grãos das culturas avaliadas (Tabelas 2 e 3). A aplicação da dose equivalente a 1/4 SMP, em dose única aplicada na superfície, elevou o pH para 5,5, na camada de 0 a 5 cm, neutralizando o alumínio trocável no LEd, e elevou para 5,3 o pH em água,

reduzindo o teor de alumínio trocável para $0,62 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ no LRd. Na camada de 0 a 10 cm de profundidade, os valores de pH em água observados foram 5,2, com $1,02 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de alumínio trocável, no LEd e 4,9, com $2,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de alumínio trocável, no LRd. A acidez de solo verificada nesta dose de calcário, 1/4 SMP, especialmente na camada de 5 a 10 cm, afetou negativamente o rendimento de grãos de cevada, não influenciando nas demais culturas.

Como o calcário é produto de baixa solubilidade em água ($<0,02 \text{ g L}^{-1}$), só reage se houver acidez no solo (presença de íons H^+) e apresenta baixa mobilidade, neutralizações da acidez em profundidade maior que 10 cm não devem ser esperadas a curto prazo. Assim, a excessiva concentração de raízes próximo da superfície do solo, especialmente de culturas sensíveis à acidez, como cevada, pode ocasionar problemas de deficiência hídrica em anos de baixa precipitação pluvial.

2. Calagem nos solos originários de campo natural

Os rendimentos de grãos obtidos pelas diferentes culturas no LEd e no LRd, respectivamente, são apresentados nas Tabelas 6 e 7.

O experimento localizado no LEd possui resultados para cinco culturas, pois no inverno de 1995 foi cultivada aveia preta como cobertura de solo, e no verão de 1995/96 foi cultivado milho, o qual foi totalmente perdido em decorrência de estiagem. O experimento localizado no LRd possui resultados para apenas quatro culturas, visto que, além da aveia preta, usada como cobertura de solo, e do milho 1995/96, perdido por estiagem, não foi possível aproveitar os dados da safra de soja 1996/97.

Observou-se resposta à aplicação de calcário em ambos os solos e em todas as culturas. É importante salientar que na cultura de soja 1993/94 o efeito visual proporcionado pelo calcário incorporado e pelas duas doses de calcário finamente moído (filler), aplicado na linha de semeadura, pôde ser constatado em dezembro de 1993, mês com precipitação pluvial abaixo da normal. Por outro lado, esse mesmo efeito visual, nos tratamentos em que o calcário foi aplicado na superfície do solo, somente foi observado no mês de fevereiro de 1994, quando a precipitação pluvial foi de 333,6 mm, ou seja, muito superior à normal.

Em relação ao rendimento total de grãos no LEd, os tratamentos que receberam calcário finamente moído (filler) foram os de menor produtividade, pois esse calcário foi aplicado apenas nas safras de verão de 1993/94, 1994/95 e 1995/96. Assim mesmo, esses rendimentos totais de grãos foram 19,5 % (média das duas doses) maiores do que a testemunha sem calcário (Tabela 6).

No LRd a resposta da cultura de soja verificou-se até a maior dose de calcário "filler", que foi de 450 kg ha⁻¹. Na média das duas doses, o calcário "filler" aumentou em 29,7 % o rendimento total de grãos em relação à testemunha sem calagem (Tabela 7).

Quanto ao calcário aplicado na superfície do LEd, verificou-se que os tratamentos com doses equivalentes a 1/4 SMP e 1/8 SMP proporcionaram menor rendimento total de grãos em relação ao tratamento com dose equivalente a 1 SMP aplicado na superfície, respectivamente, 8,0 % e 3,4 % (Tabela 6). Para o LRd a redução no rendimento total de grãos foi de 6,3 % e 12,3 %, respectivamente, para as doses equivalentes a 1/4 SMP e 1/8 SMP aplicadas na superfície do

solo, em relação à dose equivalente a 1 SMP aplicada dessa mesma forma (Tabela 7).

2.1. Análise econômica

A análise econômica efetuada para os experimentos conduzidos nas áreas originárias de campo natural, considerando três anos para pagamento do calcário, demonstrou que os tratamentos que receberam doses anuais de calcário foram totalmente amortizados após a colheita de verão 1996/97. Consideraram-se, para essa análise, 20 % de juros ao ano e preços médios do período 1986 a 1995 para os grãos produzidos. As doses de maior retorno econômico para o LEd foram aquelas equivalentes a 1/4 SMP e a 1/2 SMP, aplicadas em dose única na superfície do solo, enquanto para o LRd foram as doses equivalentes a 1/2 SMP, aplicadas em dose única na superfície do solo, e 450 kg ha⁻¹ de calcário "filler" aplicados na linha de semeadura da cultura de soja (Figura 3). Observa-se que todos os tratamentos, em termos de retorno financeiro, foram superiores à dose equivalente a 1 SMP incorporado ou a 1 SMP aplicado na superfície do solo, exceto para as doses de calcário "filler", aplicadas na linha de semeadura de soja, no LEd (Passo Fundo). Isso implica, do ponto de vista econômico, a inexistência de vantagem na incorporação de calcário ao solo ou no uso da dose de calcário completa recomendada pelo método SMP.

A reaplicação de doses menores de calcário revelou que, em termos econômicos, a dose equivalente a 1/4 SMP, aplicada anualmente na superfície do solo, foi melhor do que a dose equivalente a 1 SMP, em aplicação única, não tendo sido observado o mesmo para a comparação entre a dose equivalente a 1/8 SMP, aplicada anualmente, e a dose

equivalente a 1/2 SMP, em aplicação única no primeiro ano (Figura 3). Assim, no caso de o solo apresentar elevada necessidade de calagem e havendo custos significativos com o financiamento da prática de calagem, poderá ser vantajoso parcelar a aplicação de calcário.

2.2. Efeito sobre algumas características químicas dos solos

Semelhantemente ao ocorrido nas áreas de lavoura previamente cultivadas sob sistema plantio direto, a aplicação de calcário na superfície dos solos LEd e LRd sob pastagem natural corrigiu os fatores de acidez apenas na camada superficial de 0 a 5 cm, com algum reflexo na camada de 5 a 10 cm de profundidade, dependendo da dose aplicada (Tabelas 8 e 9), corroborando os dados obtidos por Ben et al. (1997). Destaca-se porém que no LEd a dose equivalente a 1 SMP aplicada na superfície do solo reduziu em 50 % o teor de alumínio trocável na camada de 5 a 10 cm de profundidade. Em contrapartida, no LRd essa dose de calcário não alterou o teor de alumínio trocável nessa mesma camada.

Conclusões

Com base nos resultados obtidos e para as condições dos experimentos, conclui-se que:

- 1) a aplicação de calcário na superfície do solo mostrou-se uma técnica alternativa à incorporação de calcário no solo para o controle dos fatores de acidez, tanto em áreas de lavoura cultivadas sob sistema plantio direto como em áreas de campo natural, destinadas a culturas anuais;

- 2) a técnica de aplicação de calcário finamente moído (filler) na linha de semeadura mostrou-se indicada para o cultivo de soja em campos naturais, sob sistema plantio direto;
- 3) a aplicação anual de pequenas doses de calcário na superfície do solo não mostrou vantagem em relação à aplicação de doses maiores em uma única oportunidade, havendo, porém, maior retorno econômico, em alguns casos;
- 4) em termos de receita adicional líquida, todos os tratamentos que receberam calcário foram iguais ou superiores à dose equivalente a 1 SMP, tanto na forma incorporado como aplicado na superfície do solo, exceto para as doses de calcário finamente moído (filler) no LEd, em campo natural.

Recomendações de calagem para sistema plantio direto

Os dados de rendimentos de grãos, a análise econômica e as análises de solo das áreas experimentais contribuíram para a elaboração das seguintes recomendações técnicas:

- 1) para áreas de lavoura em que o sistema plantio direto já foi iniciado e que ainda não receberam calcário na superfície, a necessidade de calagem deve ser determinada com base na análise de solo de amostras coletadas na camada de 0 a 20 cm de profundidade. A aplicação de calcário deve ser feita quando o pH em água for menor do que 6,0 e/ou quando a saturação em bases for menor que 60 %. Recomenda-se a dose equivalente a 1/4 SMP para pH em água igual a 6,0, em aplicação na superfície do solo;
- 2) para áreas de lavoura cultivadas sob sistema plantio direto que já receberam calcário na superfície, a necessidade de calagem deve ser determinada com base na análise de solo de amostras coletadas na camada de 0 a 10 cm de

- profundidade. A aplicação de calcário deve ser realizada quando o pH em água for menor do que 5,5 e/ou quando a saturação em bases for menor que 60 %. Recomenda-se a dose equivalente a 1/4 SMP para pH em água igual a 6,0, em aplicação na superfície do solo. Três anos após a aplicação de calcário na superfície, o solo deve ser reamostrado na profundidade de 0 a 10 cm;
- 3) para áreas de lavoura oriundas diretamente de campo natural, a necessidade de calagem deve ser determinada com base na análise de solo de amostras coletadas na camada de 0 a 10 cm de profundidade. A dose de calcário a ser aplicada na superfície do solo pode variar de 1/4 SMP a 1/2 SMP determinada para pH em água igual a 6,0, dando-se preferência à dose equivalente a 1/2 SMP para solos com teor de argila superior a 55 %. Três anos após a aplicação de calcário na superfície, o solo deve ser reamostrado na profundidade de 0 a 10 cm;
 - 4) para a aplicação de calcário finamente moído (filler) na linha de semeadura de soja, indicam-se as quantidades de 200 a 400 kg ha⁻¹, sendo que para lavouras oriundas diretamente de campo natural, recomenda-se a quantidade maior no caso de o solo apresentar teor de argila superior a 55 %;
 - 5) em qualquer dos casos, o calcário a ser aplicado deve ser de boa qualidade e deve ser distribuído pelo menos seis meses antes da semeadura da cultura de soja. No caso de lavouras oriundas diretamente de campo natural, observar as demais técnicas de cultivo, principalmente as que se referem à inoculação de sementes de soja e à adubação.

Referências Bibliográficas

- BEN, J.R.; PÖTTKER, D.; FONTANELI, R.S.; WIETHÖLTER, S. Calagem e adubação de campos naturais cultivados no sistema plantio direto. In: NÜERNBERG, N. J. ed. **Plantio direto: conceitos, fundamentos e práticas culturais**. Lages: SBCS-NRS, 1997. 158p..
- BLEVINS, R.L.; MURDOCK; L.W.; THOMAS, G.W. Effect of lime application on no-tillage and conventionally tilled corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.70, p.322-326, 1978.
- MOSCHLER, W.W.; MARTENS, D.C.; RICH, C.I.; SHEAR, G.M. Comparative lime effects on continuous no-tillage and conventionally tilled corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.65, p.781-783, 1973.
- SÁ, J.C. de M. Calagem em solos sob plantio direto da região dos Campos Gerais, Centro-Sul do Paraná. In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1995, Castro. Castro: Fundação ABC, 1995. p.73-107.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 215p. (UFRGS. Boletim Técnico de Solos, 5).

Tabela 1. Localização dos ensaios, tipo de solo, histórico da área e características químicas e físicas na camada de 0 a 20 cm, em 1993, antes da instalação dos experimentos. Empresa Trigo, 1998

Local do ensaio	Tipo solo ¹	Histórico da área	Argila		pH		P	K	M.O.	Ca ²⁺ Mg ²⁺ Al ³⁺		N.C. ²	
			g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	H ₂ O	SMP				g kg ⁻¹	cmol _c dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³
Passo Fundo	LEd	Lavoura	380	380	4,7	4,9	8,1	124	21	1,85	0,66	2,31	10,7
Sarandi	LRd	Lavoura	580	580	4,6	5,3	45,1	118	25	2,45	0,95	1,88	7,2
Passo Fundo	LEd	C.Natural	300	300	4,5	5,2	3,0	92	21	0,51	0,45	2,29	8,0
Marau	LRd	C.Natural	630	630	4,8	5,1	3,3	138	37	1,85	1,13	2,33	8,8

¹ Solo: LEd = Latossolo vermelho escuro, distrófico, franco-argiloso.

LRd = Latossolo roxo, distrófico, argiloso.

² N.C. = necessidade de calagem.

Tabela 2. Efeito de modos de aplicação de calcário, em área cultivada sob sistema plantio direto, sobre o rendimento de grãos de soja, trigo, milho, aveia branca e cevada, no solo LEed, em Passo Fundo. Embrapa Trigo, 1998

Tratamento	Soja		Trigo	Milho	Aveia		Soja		Cevada	Soja	
	1993/94	1993/94			1995	1995/96	1996/97	1996/97		Total	
Sem calcário	2.290 b	1.773	4.307	1.588	2.548 c	1.515 g	1.200 d	15.221			
1 SMP incorp. dose única	2.704 a	2.180	4.874	2.075	3.092 ab	3.259 a	1.815 abc	19.999			
1 SMP sup. dose única	2.737 a	1.875	4.940	1.954	3.184 a	3.241 a	1.799 abc	19.730			
1/2 SMP sup. dose única	2.648 a	1.909	4.750	2.028	2.923 ab	2.984 abc	2.053 a	19.295			
1/4 SMP sup. dose única	2.581 a	1.870	4.707	1.727	2.947 ab	2.770 cd	1.782 abc	18.384			
1/8 SMP sup. dose única	2.545 a	1.896	4.786	1.674	2.825 bc	2.324 ef	1.692 bc	17.742			
1/16 SMP sup. dose única	2.531 a	1.944	4.750	1.803	2.881 b	2.115 f	1.627 c	17.601			
1/4 SMP sup. anualmente	2.672	1.853	4.783	1.824	2.992 ab	3.116 ab	1.782 abc	19.022			
1/8 SMP sup. anualmente	2.599	1.909	4.660	1.910	3.042 ab	2.872 bcd	1.857 abc	18.849			
1/16 SMP sup. anualmente	2.533	1.817	4.745	1.697	2.903 b	2.597 de	1.879 abc	18.171			
1/4 SMP sup. 1º e 3º anos	2.572	1.847	4.601	1.690	2.920 ab	2.923 bc	1.909 ab	18.462			
1/8 SMP sup. 1º e 3º anos	2.525	1.789	4.710	1.641	3.039 ab	2.762 cd	1.856 abc	18.322			
F	4,37*	0,71	0,38	1,68	2,90*	22,05**	5,04**				
C.V. (%)	4,78	11,40	9,36	11,79	5,59	6,93	9,11				

* = significativo a 5 %

** = significativo a 1 %

sup = superfície

Médias seguidas por letras iguais, na vertical, não diferem estatisticamente pelo método de Duncan, a 5 % de probabilidade.

Tabela 3. Efeito de modos de aplicação de calcário, em área cultivada sob sistema plantio direto, sobre o rendimento de grãos de soja, trigo, milho, aveia e cevada, no solo LRd, em Sarandi. Embrapa Trigo, 1998

Tratamento	Soja		Trigo		Milho		Aveia		Soja		Cevada		Soja		Total
	1993/94	1994/95	1994	1994/95	1994/95	1995	1995/96	1996	1996/97	1996	1996/97	1996	1996/97	1996/97	
	----- kg ha -----														
Sem calcário	2.841 c	6.464	2.172	6.464	1.550	2.775 e	2.018 f	2.661 cd	2.018 f	2.661 cd	2.018 f	2.661 cd	2.018 f	2.661 cd	20.481
1 SMP incorp. dose única	3.185 a	7.359	2.337	7.359	1.622	3.260 abc	3.550 a	2.757 abcd	3.550 a	2.757 abcd	3.550 a	2.757 abcd	3.550 a	2.757 abcd	24.070
1 SMP sup. dose única	3.183 a	7.308	2.393	7.308	1.637	3.336 a	3.437 ab	2.856 a	3.437 ab	2.856 a	3.437 ab	2.856 a	3.437 ab	2.856 a	24.150
1/2 SMP sup. dose única	3.060 ab	7.318	2.628	7.318	1.571	3.355 a	3.365 abc	2.836 ab	3.365 abc	2.836 ab	3.365 abc	2.836 ab	3.365 abc	2.836 ab	24.133
1/4 SMP sup. dose única	3.061 ab	7.304	2.415	7.304	1.563	3.280 ab	3.003 bcd	2.755 abcd	3.003 bcd	2.755 abcd	3.003 bcd	2.755 abcd	3.003 bcd	2.755 abcd	23.381
1/8 SMP sup. dose única	3.016 abc	7.378	2.523	7.378	1.629	3.097 cd	2.737 de	2.647 d	2.737 de	2.647 d	2.737 de	2.647 d	2.737 de	2.647 d	23.027
1/16 SMP sup. dose única	2.975 bc	7.464	2.396	7.464	1.579	3.008 d	2.309 ef	2.740 abcd	2.309 ef	2.740 abcd	2.309 ef	2.740 abcd	2.309 ef	2.740 abcd	22.471
1/4 SMP sup. anualmente	3.115	7.302	2.541	7.302	1.613	3.314 ab	3.344 abc	2.818 abc	3.344 abc	2.818 abc	3.344 abc	2.818 abc	3.344 abc	2.818 abc	24.047
1/8 SMP sup. anualmente	3.085	7.271	2.422	7.271	1.479	3.399 a	3.432 ab	2.888 a	3.432 ab	2.888 a	3.432 ab	2.888 a	3.432 ab	2.888 a	23.976
1/16 SMP sup. anualmente	2.965	7.214	2.535	7.214	1.547	3.165 bcd	3.128 abcd	2.678 bcd	3.128 abcd	2.678 bcd	3.128 abcd	2.678 bcd	3.128 abcd	2.678 bcd	23.232
1/4 SMP sup. 1º e 3º anos	3.134	7.261	2.396	7.261	1.573	3.387 a	3.186 abc	2.891 a	3.186 abc	2.891 a	3.186 abc	2.891 a	3.186 abc	2.891 a	23.828
1/8 SMP sup. 1º e 3º anos	3.006	7.345	2.525	7.345	1.763	3.285 ab	2.941 cd	2.778 abcd	2.941 cd	2.778 abcd	2.941 cd	2.778 abcd	2.941 cd	2.778 abcd	23.643
F	2,90*	1,29	1,59	1,29	0,65	10,66**	10,11**	2,26*	10,11**	2,26*	10,11**	2,26*	10,11**	2,26*	
C.V. (%)	3,31	6,74	6,74	5,36	9,29	3,02	8,51	3,52	9,29	3,02	8,51	3,52	9,29	3,02	

* = significativo a 5 %

** = significativo a 1 %

sup = superfície

Médias seguidas por letras iguais, na vertical, não diferem estatisticamente pelo método de Duncan, a 5 % de probabilidade.

Tabela 4. Valores de pH em água e de alumínio trocável no solo LEd, antes da aplicação e 34 meses após a aplicação de calcário, em Passo Fundo. Embrapa Trigo, 1998

Tratamento	Profundidade cm	1993		1996	
		pH H ₂ O	Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³	pH H ₂ O	Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³
Testemunha	0 - 5	5,0	1,00	4,5	0,98
	5 - 10	4,9	1,29	4,6	1,35
	10 - 20	4,7	2,95	4,8	2,85
1 SMP incorp.	0 - 20	4,8	1,96	4,7	2,01
	0 - 5	5,1	0,75	6,4	0,00
	5 - 10	5,1	1,40	6,2	0,00
1 SMP superf. ¹	10 - 20	4,7	3,06	5,2	1,35
	0 - 20	5,0	1,86	5,6	0,34
	0 - 5	4,9	1,39	6,7	0,00
1/2 SMP superf.	5 - 10	5,0	1,52	5,6	0,47
	10 - 20	4,7	2,68	5,1	1,40
	0 - 20	4,8	1,77	5,4	0,44
1/4 SMP superf.	0 - 5	5,0	1,08	6,0	0,00
	5 - 10	4,7	1,96	5,2	0,97
	10 - 20	4,7	2,95	4,7	2,84
1/8 SMP superf.	0 - 20	4,9	1,96	5,0	1,55
	0 - 5	5,0	1,52	5,5	0,13
	5 - 10	4,8	1,78	5,2	1,02
1/16 SMP superf.	10 - 20	4,5	3,26	4,8	2,96
	0 - 20	4,7	1,98	5,0	1,83
	0 - 5	5,1	1,49	5,2	0,87
1/8 SMP superf.	5 - 10	5,0	1,63	5,0	1,45
	10 - 20	4,7	2,80	4,8	2,90
	0 - 20	4,8	2,12	4,9	1,89
1/16 SMP superf.	0 - 5	4,9	1,61	4,8	1,48
	5 - 10	4,8	2,22	4,8	1,97
	10 - 20	4,6	2,68	4,8	2,42
	0 - 20	4,6	2,07	4,8	1,93

¹ Os tratamentos com calcário na superfície referem-se à aplicação única, efetuada em junho de 1993

Obs.: 1 SMP equivale a 10,7 t ha⁻¹ de calcário

Tabela 5. Valores de pH em água e de alumínio trocável no solo LRd, antes da aplicação e 35 meses após a aplicação de calcário, em Sarandi. Embrapa Trigo, 1998

Tratamento	Profundidade cm	1993		1996	
		pH H ₂ O	Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³	pH H ₂ O	Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³
Testemunha	0 - 5	4,9	2,09	4,6	2,01
	5 - 10	4,9	2,62	4,6	2,58
	10 - 20	5,0	2,69	4,7	2,77
1 SMP incorp.	0 - 20	4,9	2,45	4,7	2,40
	0 - 5	4,8	2,02	6,1	0,00
	5 - 10	4,9	2,56	5,9	0,05
1 SMP superf. ¹	10 - 20	4,9	2,69	5,2	1,02
	0 - 20	4,8	2,38	5,8	0,08
	0 - 5	4,8	1,99	6,5	0,00
1/2 SMP superf.	5 - 10	4,8	2,55	5,2	1,47
	10 - 20	4,8	2,68	5,0	1,72
	0 - 20	4,8	2,39	5,4	0,84
1/4 SMP superf.	0 - 5	4,9	2,03	5,6	0,05
	5 - 10	4,8	2,50	5,0	1,51
	10 - 20	5,0	2,70	4,9	2,22
1/8 SMP superf.	0 - 20	4,8	2,49	5,2	1,26
	0 - 5	4,8	2,05	5,3	0,62
	5 - 10	4,8	2,42	4,9	2,05
1/16 SMP superf.	10 - 20	4,8	2,60	4,8	2,55
	0 - 20	4,8	2,37	4,8	1,92
	0 - 5	4,8	1,95	5,0	1,26
1/8 SMP superf.	5 - 10	4,8	2,39	4,9	2,10
	10 - 20	4,9	2,59	4,8	2,39
	0 - 20	4,8	2,41	4,8	2,14
1/16 SMP superf.	0 - 5	4,8	2,02	4,6	2,00
	5 - 10	4,9	2,39	4,6	2,50
	10 - 20	4,8	2,56	4,6	2,72
	0 - 20	4,7	2,35	4,5	2,60

¹ Os tratamentos com calcário na superfície referem-se à aplicação única, efetuada em junho de 1993

Obs.: 1 SMP equivale a 7,2 t ha⁻¹ de calcário

Tabela 6. Efeito de modos de aplicação de calcário, em área sob campo natural, sobre a produção de grãos de soja e de trigo, no solo LEd, em Passo Fundo. Embrapa Trigo, 1998

Tratamento	Soja		Trigo		Soja		Total
	1993/94	1994	1994/95	1996	1996/97	1996/97	
	-----kg ha ⁻¹ -----						
Sem calcário	2.811 c	1.525 d	3.252 d	1.062 f	1.987 c	10.637	
1 SMP incorp.	3.271 a	2.420 a	3.552 ab	2.697 a	2.750 ab	14.690	
1 SMP superf.	3.264 a	2.155 ab	3.571 ab	2.433 abc	2.892 ab	14.315	
1/2 SMP superf.	3.202 a	2.140 ab	3.464 abc	2.378 abc	2.936 a	14.120	
1/4 SMP superf.	3.200 a	2.111 b	3.432 bc	2.238 bcd	2.845 ab	13.826	
1/8 SMP superf.	2.970 bc	1.920 bc	3.330 cd	2.134 cd	2.812 ab	13.166	
1/4 SMP superf. anualmente	3.138	2.136 ab	3.617 a	2.624 ab	2.883 ab	14.398	
1/8 SMP superf. anualmente	2.942	2.069 b	3.500 abc	2.304 bcd	2.936 a	13.751	
225 kg/ha Filler (soja e milho)	3.164 ab	1.666 cd	3.355 cd	1.618 e	2.664 b	12.467	
450 kg/ha Filler (soja e milho)	3.145 ab	1.715 cd	3.440 bc	1.984 de	2.680 b	12.964	
F	4,84**	6,85**	3,85**	13,68**	12,01**		
C.V. (%)	4,62	10,48	3,39	12,40	5,93		

** = significativo a 1 %

Médias seguidas por letras iguais, na vertical, não diferem estatisticamente pelo método de Duncan, a 5 % de probabilidade.

Tabela 7. Efeito de modos de aplicação de calcário, em área sob campo natural, sobre a produção de grãos de soja e de trigo, no solo LRd, em Marau. Embrapa Trigo, 1998

Tratamento	Soja		Trigo		Trigo		Total
	1993/94	1994/95	1994	1994/95	1996	1996	
Sem calcário	1.770 g	2.334 d	1.895 c	2.334 d	2.184 c	2.184 c	8.183
1 SMP incorp.	2.868 a	3.232 a	3.052 a	3.232 a	2.678 ab	2.678 ab	11.830
1 SMP superf.	2.635 bc	3.330 a	2.352 b	3.330 a	2.894 ab	2.894 ab	11.211
1/2 SMP superf.	2.535 cd	3.362 a	2.456 b	3.362 a	2.908 ab	2.908 ab	11.261
1/4 SMP superf.	2.293 e	3.186 ab	2.342 b	3.186 ab	2.688 ab	2.688 ab	10.509
1/8 SMP superf.	2.090 f	2.753 c	2.415 b	2.753 c	2.572 b	2.572 b	9.830
1/4 SMP superf. anualmente	2.355	3.350 a	2.459 b	3.350 a	2.905 ab	2.905 ab	11.069
1/8 SMP superf. anualmente	2.172	3.140 ab	2.403 b	3.140 ab	2.968 a	2.968 a	10.683
225 kg/ha Filler (soja e milho)	2.464 d	2.972 bc	2.009 c	2.972 bc	2.628 ab	2.628 ab	10.073
450 kg/ha Filler (soja e milho)	2.710 b	3.239 a	2.376 b	3.239 a	2.830 ab	2.830 ab	11.155
F	46,68**	17,69**	17,57**	17,69**	3,79**	3,79**	
C.V. (%)	4,32	5,01	6,13	5,01	8,83	8,83	

** = significativo a 1 %

Médias seguidas por letras iguais, na vertical, não diferem estatisticamente pelo método de Duncan, a 5 % de probabilidade.

Tabela 8. Valores de pH em água e de alumínio trocável no solo LED, originário de campo natural, antes da aplicação e 36 meses após a aplicação de calcário, em Passo Fundo, RS. Embrapa Trigo, 1998

Tratamento	Profundidade cm	1993		1996	
		pH H ₂ O	Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³	pH H ₂ O	Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³
Testemunha	0 - 5	4,5	2,00	3,9	2,43
	5 - 10	4,3	2,61	3,9	2,94
	10 - 20	4,2	2,61	3,9	2,86
	0 - 20	4,2	2,50	3,9	2,80
1 SMP incorp.	0 - 5	4,7	1,97	5,7	0,10
	5 - 10	4,4	2,36	5,8	0,08
	10 - 20	4,3	2,62	5,2	0,72
1 SMP superf. ¹	0 - 20	4,4	2,52	5,6	0,52
	0 - 5	4,6	1,81	6,2	0,00
	5 - 10	4,3	2,40	4,8	1,20
1/2 SMP superf.	10 - 20	4,2	2,58	4,4	2,49
	0 - 20	4,4	2,32	4,9	0,88
	0 - 5	4,6	1,88	5,8	0,08
1/4 SMP superf.	5 - 10	4,4	2,52	4,5	2,00
	10 - 20	4,4	2,76	4,2	2,58
	0 - 20	4,4	2,39	4,7	1,21
1/8 SMP superf.	0 - 5	4,5	1,87	5,2	0,46
	5 - 10	4,4	2,48	4,5	2,14
	10 - 20	4,3	2,60	4,3	2,64
1/8 SMP superf.	0 - 20	4,4	2,39	4,6	1,84
	0 - 5	4,6	1,87	4,4	1,67
	5 - 10	4,3	2,67	4,2	2,46
	10 - 20	4,2	2,58	4,0	2,78
	0 - 20	4,4	2,43	4,2	2,62

¹ Os tratamentos com calcário na superfície referem-se à aplicação única, efetuada em junho de 1993

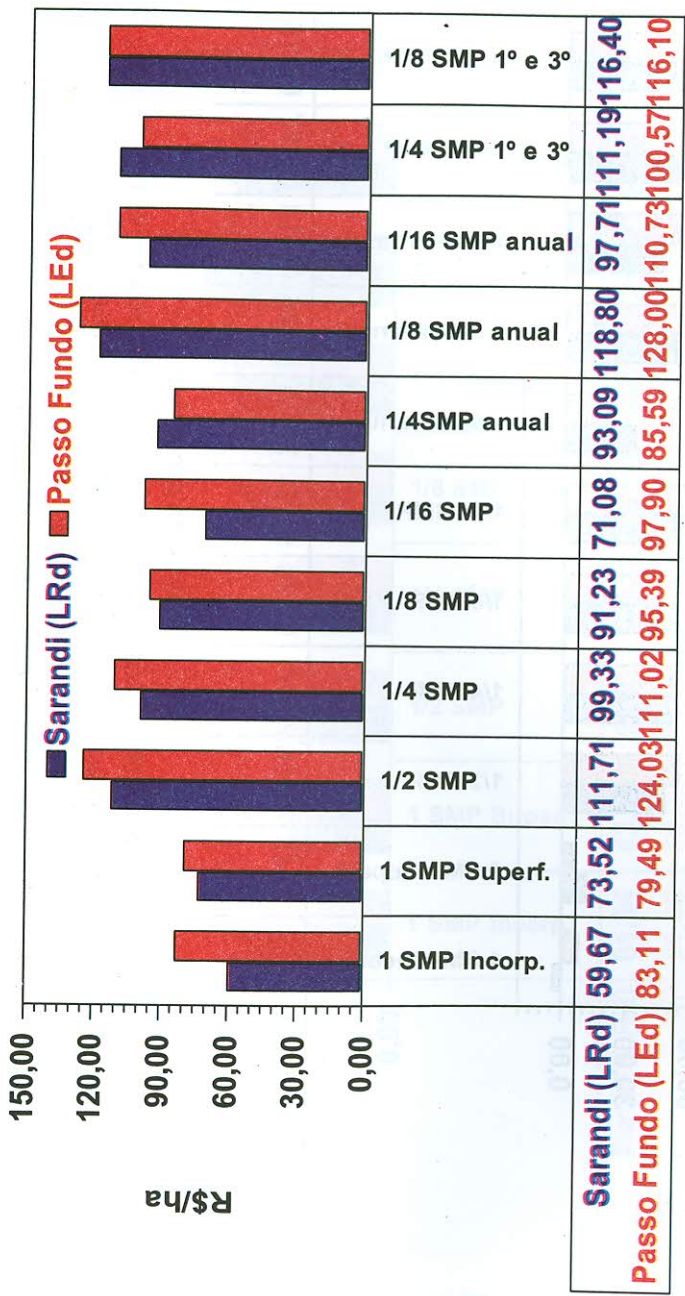
Obs.: 1 SMP equivale a 8,0 t ha⁻¹ de calcário

Tabela 9. Valores de pH em água e de alumínio trocável no solo LRd, originário de campo natural, antes da aplicação e 36 meses após a aplicação de calcário, em Marau, RS. Embrapa Trigo, 1998

Tratamento	Profundidade cm	1993		1996	
		pH H ₂ O	Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³	pH H ₂ O	Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³
Testemunha	0 - 5	4,7	2,60	4,4	2,60
	5 - 10	4,6	2,90	4,3	3,09
	10 - 20	4,5	3,06	4,3	2,92
	0 - 20	4,6	2,95	4,4	2,90
1 SMP incorp.	0 - 5	4,7	1,94	6,0	0,05
	5 - 10	4,6	2,62	5,6	0,66
	10 - 20	4,6	2,71	4,8	2,31
	0 - 20	4,6	2,69	5,3	0,61
1 SMP superf. ¹	0 - 5	4,6	2,27	5,7	0,11
	5 - 10	4,6	2,57	4,8	2,60
	10 - 20	4,6	3,00	4,6	2,82
	0 - 20	4,5	2,36	5,0	1,65
1/2 SMP superf.	0 - 5	4,5	2,38	5,4	0,51
	5 - 10	4,4	2,78	4,6	2,52
	10 - 20	4,3	2,88	4,6	2,74
	0 - 20	4,4	2,72	4,8	2,06
1/4 SMP superf.	0 - 5	4,6	2,28	5,0	1,33
	5 - 10	4,5	2,90	4,7	2,60
	10 - 20	4,6	2,88	4,6	2,63
	0 - 20	4,5	2,74	4,6	2,61
1/8 SMP superf.	0 - 5	4,4	2,68	4,9	1,54
	5 - 10	4,3	3,03	4,6	2,90
	10 - 20	4,3	3,04	4,6	2,88
	0 - 20	4,3	3,02	4,7	2,69

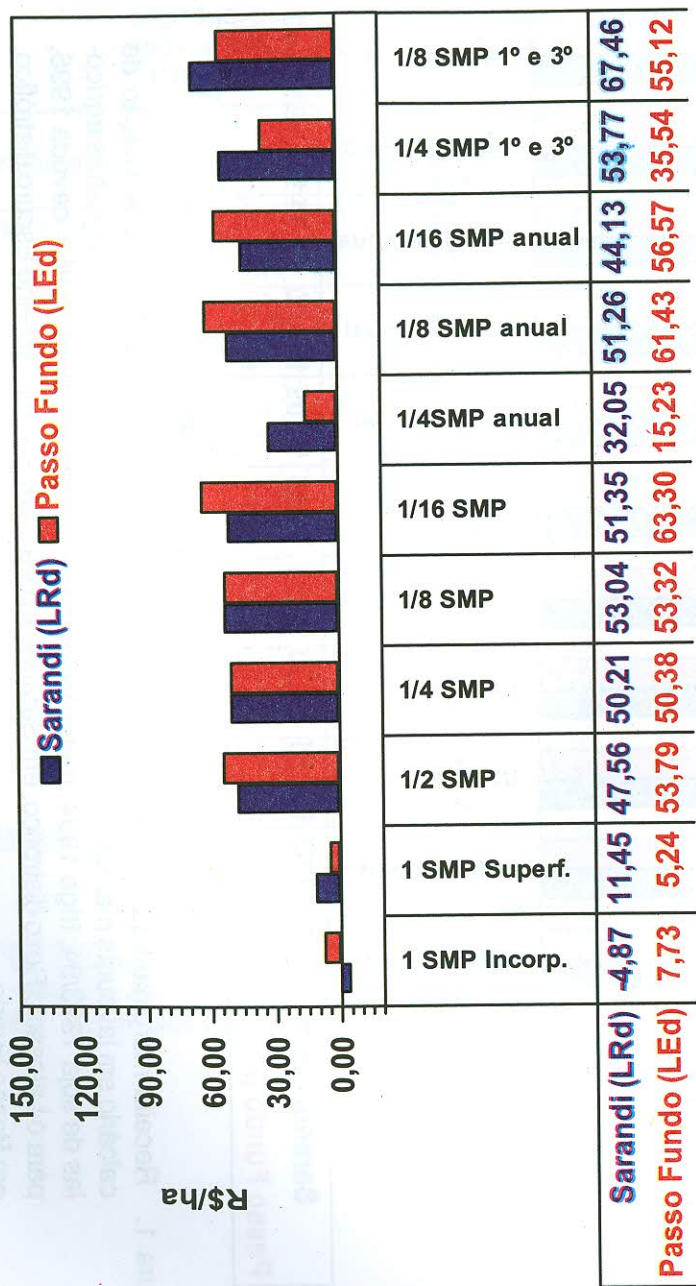
¹ Os tratamentos com calcário na superfície referem-se à aplicação única, efetuada em junho de 1993

Obs.: 1 SMP equivale a 8,8 t ha⁻¹ de calcário



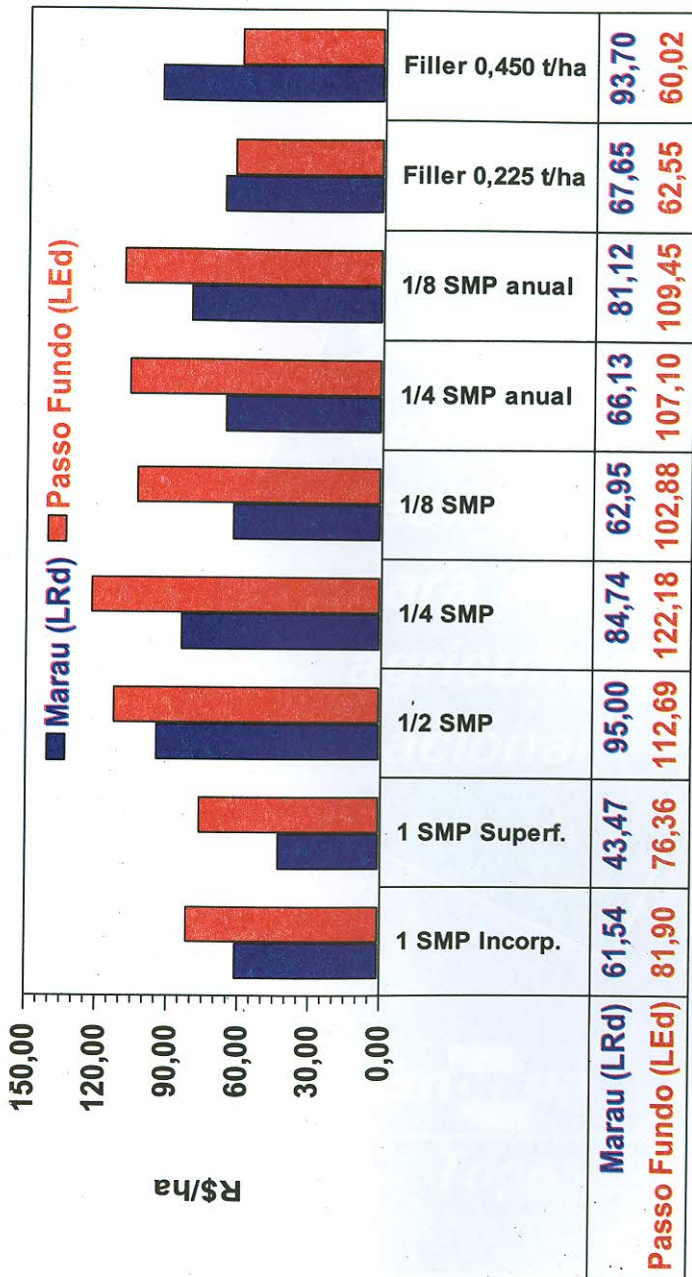
Doses de calcário

Figura 1. Receita marginal líquida média anual, expressa em R\$ ha⁻¹, referente à aplicação de calcário em lavouras manejadas sob sistema plantio direto, considerando as safras agrícolas de soja 1993/94, trigo 1994, milho 1994/95, aveia 1995, soja 1995/96 e cevada 1996, para o Latossolo Roxo distrófico, em Sarandi, e para o Latossolo Vermelho Escuro distrófico, em Passo Fundo.



Doses de calcário

Figura 2. Receita marginal líquida média anual, expressa em R\$ ha⁻¹, referente à aplicação de calcário em lavouras manejadas sob sistema plantio direto, considerando as safras agrícolas de soja 1993/94, trigo 1994, milho 1994/95, aveia 1995, soja 1995/96 e soja 1996/97, para o Latossolo Roxo distrófico, em Sarandi, e para o Latossolo Vermelho Escuro distrófico, em Passo Fundo.



Doses de calcário

Figura 3. Receita marginal líquida média anual, expressa em R\$ ha⁻¹, referente à aplicação de calcário em áreas sob campo natural, para o Latossolo Roxo distrófico, em Marau, e para o Latossolo Vermelho Escuro distrófico, em Passo Fundo.

*24 anos
desenvolvendo
tecnologias
para a
agricultura
nacional*

Embrapa

Trigo