

PRODUÇÃO DE GRÃOS DE TRIGO E ALTERAÇÕES DE PROPRIEDADES QUÍMICAS ANTE A CALAGEM EM SOLOS DE SANTA CATARINA¹

HANS WINKLER² e GEDI JORGE SFREDO³

RESUMO - Em 1970 e 1971 foram conduzidos, nas regiões Oeste, Vale do Rio do Peixe e Norte de Santa Catarina, 12 experimentos para determinar os efeitos da calagem e adubação na produção de trigo e nas propriedades químicas do solo. A quantidade de calcário foi calculada com base na recomendação do método do SMP para elevar o pH a 6,5. O plantio variou entre fins de maio e meados de julho com a variedade de trigo IAS-50. As amostras de solo foram coletadas antes da aplicação do calcário, 9 meses após. Houve resposta a calcário nos solos LbD e Cd onde a saturação de alumínio era maior que 25%, e a relação AL (Ca + Mg), 0,580 superior à saturação de alumínio; os parâmetros pH, SMP, K⁺, K/(Ca + Mg) e Al/(Ca + Mg) explicam de 52 a 99% das variações de produção; os teores de potássio no solo não foram modificados pela aplicação de calcário; a relação (AL (Ca + Mg) é um parâmetro que pode ser usado na avaliação do efeito da acidez sobre o desenvolvimento do trigo.

Termos para indexação: calcário, adubação, solos, alumínio, potássio e acidez.

YIELD OF WHEAT AND CHANGES IN CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS DUE TO LIMING AT SANTA CATARINA STATE

ABSTRACT - During the 1970 and 1971 growing seasons, 12 liming and fertilization experiments were conducted to determine the effect of lime applications on the yield of wheat and some chemical properties of soils at the West, "Rio do Peixe" valey, and North regions of Santa Catarina, South Brazil. The amount of lime was calculated based on the SMP method in order to raise the pH to 6.5. The IAS-50 wheat cultivar was sown between late 9 and 21 months after lime application. There was response to lime in the soils with aluminum saturation higher than 25% and Al/(Ca + Mg) ratio higher than 0.580. The wheat cultivar IAS-50 was moderately sensitive to aluminum saturation. Variations in the yield from 52 to 99% may be explained by the pH, SMP, K⁺, K/(Ca + Mg), and Al/(Ca + Mg), parameters. The potassium contents of soils were not modified by lime application. The Al/(Ca + Mg) ratio is a useful parameter in evaluating the effect of acidity on wheat development.

Index terms: lime application, soils, fertilizers, aluminum, potassium, acidity.

INTRODUÇÃO

A produtividade das culturas se prende, entre outros fatores, ao nível de fertilidade do solo. A fertilidade da maior parte dos solos do Estado de Santa Catarina é baixa. Uma das

causas determinantes que contribuem para a baixa fertilidade dos solos, tanto do Rio Grande do Sul como de Santa Catarina, é a ocorrência de teores elevados de alumínio e manganês (Volkweiss 1970, Pundek 1971, Borkert 1973). Esses elementos causam implicações fisiológicas e nutricionais para as plantas cultivadas. Com base nos dados de Pundek (1971), pode ser verificado que 80% dos solos de Santa Catarina mostram valores de pH inferiores a 5,5; e em 60% dos solos, a necessidade de calcário é superior a 2,5 t/ha.

O presente trabalho foi executado com o objetivo de determinar o efeito da aplicação de

¹ Aceito para publicação em 5 de novembro de 1990.

² Eng. - Agr., em Mission Technique Allemande à l'O.D.P.G., B.P. 112, Gonaïves/Haiti. Anteriormente, Estação Experimental de Lages, SC. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina.

³ Eng. - Agr., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), Caixa Postal 1061, CEP 86001 Londrina, PR.

calcário sobre a produção do trigo e sobre algumas propriedades químicas do solo, relacionadas à acidez, em quatro unidades de solo de Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

Em 1970 e 1971 foram conduzidos, nas regiões Oeste, Vale do Rio do Peixe e Norte de Santa Catarina, doze experimentos de trigo com calagem e adubação.

Na classificação de Köppen (1948), o tipo de clima das regiões mencionadas é definido como cfb. As precipitações pluviais ocorridas durante os ciclos da cultura, em 1970 e 1971, tiveram distribuição regular e possibilitaram o desenvolvimento normal do trigo.

De acordo com a classificação de solos (Santa Catarina 1973), as áreas dos experimentos ficaram localizadas nas seguintes unidades: Brunizém Avermelhado raso (BVr), Latossolo Bruno distrófico (LBd), Rubrozém (RB) e Cambissolo distrófico (Cd).

Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo a calagem nas parcelas principais, e a adubação, nas subparcelas. Foram utilizadas, em geral, quatro repetições; em dois dos experimentos, apenas três, em virtude da não disponibilidade da área. A menor unidade experimental constou de 24 m², a área útil tinha 10 m². Os tratamentos e os níveis dos nutrientes (N - P₂O₅ - K₂O em kg/ha), testados sem e com calcário, respectivamente, foram: 0 - 0 - 0, 0 - 200 - 30, 25 - 200 - 30, 50 - 200 - 30, 75 - 200 - 30, 50 - 0 - 30, 50 - 300 - 30, 50 - 200 - 0, 50 - 200 - 60, 25 - 100 - 30 e 75 - 300 - 30.

As fontes dos adubos empregados foram: uréia, com 45% de N; superfosfato triplo, com 45% de P₂O₅, e cloreto de potássio, com 60% de K₂O. Na segunda semeadura, foram aplicados nitrogênio e potássio, conforme esquema do primeiro ano, e 50 kg/ha de P₂O₅ em dosagem única em todas as parcelas, exceto a da testemunha. Foi realizada adubação a lanço com leve incorporação, por ocasião da semeadura do trigo. Na época de entressafra foi cultivada soja na resteva do trigo, sem adubação.

A quantidade de calcário foi calculada para cada parcela com base na recomendação do método SMP, visando elevar o pH a 6,5 (Bohnen et al. 1969). Foi usado calcário de origem dolomítica com a seguinte composição química: CaO 30,5% MgO 11,6% R₂O₃

2,7%. A seguir são apresentadas, resumidas, as respectivas quantidades de calcário (t/ha CaCO₃): 17,0; 13,2; 10,4; 8,0; 6,0; 4,0; 3,4; 2,4; 1,6; 0,8; 0,3; 0. O calcário foi incorporado na camada arável, dois a três meses antes da semeadura.

A época de plantio variou entre fim de maio e meados de julho, de acordo com as diferenças climáticas nas três regiões tritícolas (Coppola 1969). A variedade de trigo reagente foi IAS-50 (Alvorada), semeada com 10 kg/ha com espaçamento de 20 cm entre as linhas. A umidade dos grãos colhidos foi corrigida a 13%.

Antes da aplicação do calcário e 9 e 21 meses após, foram efetivadas as amostragens do solo da área útil, na profundidade de 0 a 18 cm. Coletaram-se dez subamostras da área útil, que representaram uma só amostra composta. As análises de solo foram realizadas no Laboratório do Instituto Físico-Químico e Biológico da Secretaria da Agricultura e Abastecimento de Santa Catarina, segundo os "Métodos usados pelo Programa Nacional de Análise de Solo" (Vettori 1964).

Na análise dos dados, foram consideradas as médias (produções, propriedades químicas) procedentes dos doze tratamentos das parcelas, respectivamente sem e com calcário. Esses dados, agrupados conforme as unidades de solo, foram submetidos à análise de variância segundo o esquema para experimentos em blocos casualizados. Para fins de análise de variância, os dados percentuais foram transformados em arco seno \sqrt{x} . As diferenças entre as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises de regressão foram feitas para as características químicas dos solos entre si e as produções de trigo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção do trigo

As produções médias do trigo obtidas em quatro unidades de solo durante dois anos são apresentadas na Tabela 1.

Na média dos dois anos, os solos RB e BVr proporcionaram 1.733 e 1.459 kg/ha, respectivamente, as produções mais altas. Seguiram os solos LBd e Cd onde foram obtidos, respectivamente, 1.331 e 996 kg/ha.

Com relação aos anos, verificou-se que a produção do primeiro ano foi significativamente superior à do segundo, exceto para o

solo Cd na presença do calcário, onde não houve diferença estatística. O nível mais baixo da produção no segundo ano é explicado pelo ataque da ferrugem, que ocorreu com maior intensidade nas regiões mais quentes do Estado (Oeste), afetando, assim, principalmente os experimentos instalados nos solos BVr e LBd. Devido a este ataque, dois experimentos localizados em LBd e em BVr, respectivamente, foram eliminados. A comparação das produções entre os anos deve ser feita com reserva.

O efeito da calagem foi positivo e estatisticamente significativo nos solos ácidos, LBd e Cd, sendo no LBd só no primeiro ano, e no Cd, nos dois anos. Abstraindo do solo Cd, a resposta do trigo à aplicação do corretivo foi pequena, sendo até inexpressiva. Tal fato, muitas vezes observado, é atribuído à tolerância das plantas à acidez do solo, que é uma característica de variedades anteriormente cultivadas (Patella et al. 1968, Machado 1970). Foy et al. (1965) e Merdag & Ilvotmakev (1969) afirmam que as variedades brasileiras

de trigo apresentam maior tolerância à acidez do solo que outras.

Mohr (1960) relacionou o efeito tóxico da acidez com o índice "M" = $100 \times \text{Al/T}$, encontrando valor limite de tolerância à acidez do solo para trigo de 30%. Já Muzilli & Kalkmann (1971) constataram ser de 45% o limite acima do qual a saturação de Al seria prejudicial ao desenvolvimento das plantas em geral. Muzilli et al. (1978) estabeleceram valores limites da % Al para diversas cultivares de trigo, considerando sensíveis à acidez as que não se desenvolvem bem abaixo do valor de 20%, medianamente sensível de 21 a 35%, tolerante de 36 a 45% e muito tolerante quando suporta valores acima de 45%.

Pela Tabela 2, verifica-se que a saturação de Al nos solos onde houve resposta a calcário, LBd e Cd, estava acima de 25%, na análise inicial, e nos solos onde não houve resposta, BVr e RB, abaixo de 20%. Potanto, a cultivar utilizada nesses experimentos, IAS-50 (Alvorada), pode ser considerada medianamente sensível à acidez, segundo Muzilli et al. (1978). Outro parâmetro que pode ser analisado é a relação $\text{Al/Ca} + \text{Mg}$, pois nos dois solos em que houve resposta a calcário a relação ficou acima de 0,580, enquanto nos outros dois solos ficou abaixo de 0,300.

Mesmo com teores de Al^{3+} de 1,7 meq (Tabela 2), não houve resposta a calcário no solo RB. Isso mostra que os parâmetros como teor de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, % Al e $\text{Al/Ca} + \text{Mg}$ devem ser melhor estudados, pois parecem ser indicadores precisos da acidez do solo no desenvolvimento do trigo.

Em solos com teores baixos de Al (0,3 meq), associados com teores baixos de Ca + Mg (3,3 meq), também houve resposta significativa do trigo à aplicação do calcário, indicando possivelmente a necessidade de Ca + Mg como nutrientes (Raij 1981). Freitas (1954) indicou 0,5 meq de Al como limite de toxidez de alumínio no cultivo de trigo. Teores de Ca + Mg acima de 10 meq impediram, de modo geral, um efeito positivo da calagem;

TABELA 1. Produção de grãos de trigo (kg/ha) em função da calagem, em quatro solos de Santa Catarina em dois anos de cultivo. EMPASC. Caçador, SC. 1988.

Solos	Calcário	Produção kg/ha		Média
		1970	1971	
LBd	s/Ca	1.477 bA ¹	1.002 aB	1.240
	c/Ca	1.714 aA	1.127 aB	1.421
BVr	s/Ca	1.871 aA	1.162 aB	1.517
	c/Ca	1.851 aA	951 aB	1.401
RB	s/Ca	1.956 aA	1.404 aB	1.680
	c/Ca	2.046 aA	1.523 aB	1.785
Cd	s/Ca	803 bA	500 bB	652
	c/Ca	1.421 aA	1.258 aA	1.340

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, dentro de cada solo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 2. Alterações de algumas propriedades químicas ante a calagem em Latossolo Bruno distrófico (LBd), Brunizém Averme-lhado raso (BVR), em solo Rubrozém (RB) e Cambissolo distrófico (Cd) de Santa Catarina. EMPASC, Caçador, SC. 1988.

Propriedades químicas	LBd			BVR			RB			Cd								
	Calcário			2º ano ¹			1º ano ¹			2º ano ¹			1º ano			2º ano		
	Inicial ¹	1º ano ¹	2º ano ¹	Inicial	1º ano	2º ano	Inicial ¹	1º ano ¹	2º ano ¹	Inicial	1º ano ¹	2º ano ¹	Inicial	1º ano	2º ano			
pH	s/Ca 4,7 B ²	5,0 aA	5,1 bA	5,6 A	5,7 aA	5,8 bA	4,8 B ²	5,2 bA	4,8 bb	4,1 A	4,2 bA	4,3 bA	4,1 A	4,2 bA	4,3 bA			
H ₂ O	c/Ca 4,7 B	5,4 aA	5,7 aA	5,6 B	6,0 aAB	6,3 aA	4,8 B	5,9 aA	5,6 aA	4,1 C	4,7 aB	5,3 aA	4,1 C	4,7 aB	5,3 aA			
Ca + Mg	s/Ca 6,4 A	5,9 bA	6,7 bA	12,1 A	11,2 aA	13,0 aA	7,3 A	7,4 bA	7,1 bA	2,1 A	1,9 bA	2,5 bA	2,1 A	1,9 bA	2,5 bA			
meq/100 g	c/Ca 6,4 B	8,4 aB	10,3 aA	12,1 A	13,7 aA	14,3 aA	7,3 B	12,1 aA	12,6 aA	2,1 C	4,5 aB	10,7 aA	2,1 C	4,5 aB	10,7 aA			
Al ³⁺	s/Ca 2,4 A	2,1 aA	2,2 aA	0,2 A	0,4 aA	0,3 aA	1,7 B	3,1 aA	2,4 aA	5,0 A	5,0 aA	4,7 aA	5,0 A	5,0 aA	4,7 aA			
meq/100 g	c/Ca 2,4 A	1,0 bb	0,8 bb	0,2 A	0,3 aA	0,2 aA	1,7 A	1,1 bAB	0,5 bb	5,0 A	4,3 aA	0,8 bb	5,0 A	4,3 aA	0,8 bb			
K ⁺	s/Ca 147 A	126 aA	127 aA	175 A	171 aA	154 aA	177 A	170 aA	174 aA	136 A	153 aA	160 aA	136 A	153 aA	160 aA			
ppm	c/Ca 147 A	124 aA	124 aA	175 A	171 aA	152 aA	177 A	169 aA	181 aA	136 A	143 aA	131 aA	136 A	143 aA	131 aA			
K	s/Ca 0,07 A	0,058 aA	0,054 aA	0,040 A	0,043 aA	0,032 aB	0,081 A	0,064 aA	0,073 aA	0,163 A	0,211 aA	0,169 aA	0,163 A	0,211 aA	0,169 aA			
Ca + Mg	c/Ca 0,07 A	0,039 bb	0,033 bb	0,040 A	0,033 aB	0,028 aB	0,081 A	0,038 bB	0,041 bb	0,163 A	0,084 bb	0,031 bC	0,163 A	0,084 bb	0,031 bC			
Al	s/Ca 0,585 A	0,479 aA	0,493 aA	0,024 A	0,041 aA	0,024 aA	0,299 A	0,445 aA	0,366 aA	2,350 AB	2,700 aA	1,950 aB	2,350 AB	2,700 aA	1,950 aB			
Ca + Mg	c/Ca 0,585 A	0,127 bb	0,101 bb	0,024 A	0,023 aA	0,016 aA	0,299 A	0,097 bAB	0,040 bb	2,350 A	0,963 bb	0,073 bC	2,350 A	0,963 bb	0,073 bC			
Saturação	s/Ca 26,8 A	24,8 aA	24,6 aA	2,2 A	3,7 aA	2,2 aA	19,1 A	28,7 aA	24,5 aA	66,8 AB	69,3 aA	62,5 aB	66,8 AB	69,3 aA	62,5 aB			
Al%	c/Ca 26,8 A	10,1 bb	8,1 bb	2,2 A	2,2 aA	1,5 aA	19,1 A	8,2 bb	3,7 bb	66,8 A	47,1 bb	6,5 bC	66,8 A	47,1 bb	6,5 bC			
pH	s/Ca 5,4 A	5,7 aA	5,5 bA	6,2 A	6,4 aA	6,3 bA	5,2 A	5,6 bA	5,4 bA	4,6 A	4,8 aA	4,9 bA	4,6 A	4,8 aA	4,9 bA			
SMP	c/Ca 5,4 B	6,0 aA	6,0 aA	6,2 B	6,5 aA	6,6 aA	5,2 B	6,2 aA	6,1 aA	4,6 B	4,9 aA	6,0 aA	4,6 B	4,9 aA	6,0 aA			

¹ Inicial = análise antes da calagem; 1º e 2º ano = nove e vinte e um meses após a calagem.

² Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas linhas, dentro de cada solo e cada propriedade química, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

acima de 15 meq houve até um leve decréscimo da produção.

As relações das características químicas do solo com a produção do trigo são relatadas na Tabela 3. Foram escolhidas somente regressões que revelaram significância estatística dos coeficientes de regressão e coeficientes de determinação acima de 50%.

O comportamento da cultura em relação à calagem se reflete também nas relações entre produção e os parâmetros diretamente ligados à acidez do solo. Com exceção do Cd em 1971, as unidades de solo não apresentaram regressões significativas que relacionam a produção exclusivamente aos teores de Al^{3+} ou $Ca^{2+} + Mg^{2+}$. Adicionando a estes parâmetros os de pH, SMP, K^+ , $K/Ca + Mg$, é possível explicar de 52 a 99% das variações da produção.

Análise química dos solos

Os resultados da análise química para oito parâmetros de quatro unidades de solo são apresentados na Tabela 2. Com exceção de um local do solo RB, onde foi aplicada uma quantidade média de calcário quatro anos antes da instalação do experimento, os demais não tinham recebido calcário anteriormente. Deste modo, os valores iniciais são representativos da fertilidade natural das respectivas unidades de solo.

pH em água e pH SMP

A calagem elevou o pH em água e o pH SMP em todas as unidades de solo, separando significativamente os tratamentos sem e com o calcário, principalmente no segundo ano de amostragem.

Os acréscimos obtidos para pH SMP, dentro das unidades de solo na presença do calcá-

TABELA 3. Relação entre a produção e alguns parâmetros químicos em três unidades de solo, expressa por regressão linear e múltipla. EMPASC, Caçador, SC. 1988.

Unidade de solo	Ano	Parâmetros antes (1)/ após (2) a colheita	Equação ¹ \hat{y}	R ²
LBd	1970	1	-2603 + 690**SMP + 6343**K/(Ca+Mg)	0,524
LBd	1970	2	2684 - 91,28**Ca + Mg - 278**Al	0,584
LBd	1971	2	1054 - 316**Al - 0,678*(Ca + Mg) ² + + 2172**K ²	0,942
LBd	1971	2	953 - 256**Al + 2192**K ²	0,906
BAr	1970	2	4482 - 505**pH - 1671**Al + 9607 Al/(Ca+Mg) + 3,75***(Ca+Mg)	0,815
BAr	1971	1	16342 - 2532*SMP + 8402*K - 87061* K/(Ca + Mg)	0,948
BAr	1971	2	-42886 + 5545**Al + 204528**K - 70420** K/(Ca+Mg) - 229695**K ²	0,999
Cd	1970	1	83208 + 2481*pH - 30031**Ca + Mg - -352937**K/(Ca+Mg) + 242301**K ²	0,958
Cd	1970	2	2422 - 568**Al/(Ca + Mg) - 22,71* (Ca + Mg) ²	0,956
Cd	1971	2	1393 - 190**Al	0,945

*,** = Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente.

¹ = K meq/100 g.

rio, variaram de 0,4 a 1,4 unidades em relação aos valores iniciais, sendo o valor mais baixo no BVr, e o mais alto, no Cd.

Os valores de pH que aumentaram de faixa 4,1 a 5,6 para 5,3 a 6,3 não alcançaram o objetivo da calagem para elevar o pH dos solos a 6,5. Resultados semelhantes obteve Pundek (1971), estudando o efeito da calagem sobre o pH de sete solos muito ácidos em Santa Catarina.

Embora alguns experimentos revelem tendências, não houve correlações significativas entre os teores da matéria orgânica, o pH e a quantidade de calcário aplicada, respectivamente. Tal fato não contradiz os resultados obtidos por Kaminski (1974) e Scherer (1976), mas sim, pode ser atribuído à homogeneidade dos teores de matéria orgânica das unidades de solo que variaram de 3,4 a 4,2.

Cálcio e magnésio (Ca^{2+} e Mg^{2+})

O solo BVr mostrou o valor inicial mais alto, 12,1 meq/100 g de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, destacando-se dos demais. Em solo Cd foram observados 2,1 meq/100 g $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, sendo o teor inicial mais baixo; RB e LBd apresentaram valores médios de 7,3 e 6,4 meq/100 g, respectivamente. A aplicação do corretivo causou, em relação aos teores iniciais, a partir do primeiro ou segundo ano, acréscimos de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ estatisticamente significativos, exceção do solo BVr. Registram-se, nos solos ácidos Cd, RB e LBd, aumentos entre 2,0 e 6,2 meq/100 g de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ por ano. No primeiro ano os acréscimos de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ nos solos ácidos de origem basáltica (LBd, Cd) foram menores que os de origem sedimentar (RB). Após o segundo ano, os teores de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ na presença de corretivo variaram de 10,3 a 14,3 meq/100 g. A comparação dos teores de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, registrados na ausência e presença do calcário, mostra durante os dois anos níveis significativamente mais altos a favor do corretivo, exceto no solo BVr, onde houve apenas uma tendência de aumento na presença do calcário.

Alumínio

Encontrou-se, no solo Cd com 5 - meq/100 g, o teor inicial mais alto de Al^{3+} , seguido pelo LBd (2,4 meq/100 g), RB (1,7 - meq/100 g) e BVr (0,2 meq/100 g). A aplicação de calcário causou uma redução do Al^{3+} , resultando em 0,2; 0,5; 0,8 e 0,8 meq/100 g, respectivamente para os solos BVr, RB, LBd e Cd após o segundo ano. Os solos revelaram diferenças significativas nos teores de Al^{3+} entre os tratamentos sem e com calcário, a partir do primeiro ou segundo ano, exceção do solo BVr (Tabela 2).

Saturação de alumínio

O limite da percentagem de saturação de Al com relação à cultura do trigo foi estabelecido por Mohr (1960) com 30%. No presente caso, com as saturações de 26,8 e 66,0% de Al, encontrada nos solos RBd e Cd, respectivamente, na ausência do corretivo, prejudicaram evidentemente a produção do trigo.

Potássio

As variações dos teores de potássio entre os anos, bem como entre os tratamentos sem e com calcário, não foram significativamente diferentes. Os solos LBd e BVr apresentaram leve decréscimo dos teores de potássio a partir do primeiro e segundo ano, respectivamente (Tabela 2).

Os níveis de potássio, em todos os solos, foram muito além do nível considerado crítico de 80 ppm de K^+ , preconizado por Siqueira et al. (1987). As reservas de potássio no solo e a adubação de manutenção da ordem de 30 kg/ha de K_2O , aplicada por ocasião de cada cultivo de trigo, foram geralmente suficientes para compensar a absorção de potássio pelas culturas e manter o nível inicial no solo durante dois anos. Esses resultados parecem ser confirmados por pesquisas realizadas no Rio Grande do Sul com soja durante sete anos (Mielniczuk & Anghinoni 1976) e em Santa Catarina com milho durante quatro anos (Anjos et al. 1981). As pesquisas revelaram que

uma adubação anual da ordem de 40 kg/ha de K_2O foi suficiente para manter os teores de potássio acima do nível crítico.

$K/(Ca + Mg)$; $Al/(Ca + Mg)$

Com exceção do solo BVr, as relações $K/(Ca + Mg)$ de $Al/(Ca + Mg)$ diminuíram significativamente com a aplicação do calcário (Tabela 2). Isso é facilmente explicado, pois a adição de calcário aumentou significativamente os teores de $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ nesses solos.

Quando foi feita a regressão múltipla, verificou-se que a relação $K/(Ca + Mg)$ antes da colheita e a relação $Al/Ca + Mg$ após a colheita explicam boa parte das variações na produção (Tabela 3).

Nos solos LBd e Cd, onde houve resposta a calcário, a relação $Al/(Ca + Mg)$ foi superior a 0,580, enquanto nos outros solos foi inferior a 0,300 (Tabela 2). Isso mostra que esta relação pode indicar com precisão a influência da acidez do solo sobre o desenvolvimento do trigo.

CONCLUSÕES

1. Houve resposta ao calcário nos solos LBd e Cd onde a saturação de alumínio era maior que 25% e a relação $Al/(Ca + Mg)$ superior a 0,580.

2. A cultivar IAS-50 foi considerada moderadamente sensível à saturação de alumínio.

3. Os parâmetros pH, SMP, K^+ , $K/(Ca + Mg)$ explicam de 52 a 99% das variações de produção.

4. Os teores de potássio no solo não foram modificados pela aplicação de calcário.

5. A relação $Al/(Ca + Mg)$ é um parâmetro que pode ser usado na avaliação do efeito da acidez sobre o desenvolvimento do trigo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos agricultores de Santa Catarina que cederam suas lavouras e realizaram os trabalhos experimentais; ao serviço de Extensão Rural (ACARESC), à Estação Experimental de Caçador, SC (EMPASC) e à Deutsche Gesellschaft für Technische Zu-

sammenarbeit (República Federal da Alemanha), pelo apoio humano e financeiro, bem como aos técnicos do Instituto Físico-Químico Biológico da Secretaria da Agricultura e Abastecimento de Santa Catarina, pelas análises químicas de solo.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, J.T.; PUNDEK, M.; TASSINARI, G.; GRIMM, S.S. Efeito da calagem e da adubação fosfatada sobre algumas propriedades químicas de um Cambissolo Húmico distrófico, cultivado com milho. *Revista Brasileira de Ciências do solo*, v.5, p.50-54, 1981.
- BOHNEN, H.; LUDWICK, A.E.; VOLKWEISS, S.J. *Métodos de análise do laboratório de análises de solo*. Porto Alegre: UFRGS, 1969. 9p.
- BORKERT, C.M. Efeito do calcário e do Cloreto de potássio sobre as concentrações de manganês e alumínio nos oxissolos Santo Ângelo e Passo Fundo e suas relações com a nodulação e rendimento de duas cultivares de soja. Porto Alegre: UFRGS, 1973. 97p. Tese de Mestrado.
- COPPOLA, G.C. *Recomendações técnicas para o trigo em SC*. Caçador: DNPEA, 1969. (DNPEA. Circular Técnica, 5).
- FOY, C.D.; ARMIGES, W.H.; BRIGGLE, L.W.; REID, D.A. Differential aluminium tolerance of wheat and barley varieties in acid soils. *Agronomy Journal*, Madison, v.57, p.413-417, 1965.
- FREITAS, G.G. Breves apresentados para interpretação de uma análise de terra. *Agronomia sulriograndense*, v.1, p.83-84, 1954.
- KAMINSK, J. *Fatores de acidez e necessidade de calcário em solos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: UFRGS, 1974. 96p. Tese Mestrado.
- KÖPPEN, W. *Climatologia*. México: Fundo de Cultura Econômica, 1948.
- MACHADO, M.O. *Ensaio de adubação e cultivares de trigo*. Resultados de 1970. Pelotas: IPEAS, 1970. Papers de solos. Mimeo.
- MERDAG, J.; ILVOTMAKEV, L.A.J. Classifying Wheat varieties for tolerance to high soil acidity. *Euphitica*, v.18, p.36-42, 1969.

- MIELNICZUK, J.; ANGHINONI, I. Avaliação da utilização de recomendações de adubo e calcário dos laboratórios oficiais de solos. **Trigo e Soja**, Porto Alegre, v.15, p.3-6, 1976.
- MOHR, W.A. Influência da acidez sobre a fertilidade dos solos. In: CONGRESSO NACIONAL CONSERVAÇÃO SOLOS, 1., Campinas. Campinas, SP: Secretaria da Agricultura - DEMA, 1960. p.62-75.
- MUZILLI, O.; KALKAMANN, R.E. **Análise de assistência**: interpretação de resultados e determinação de níveis críticos. II. Determinação de níveis críticos da acidez. Curitiba: UFPR-Agronomia, 1971. 18p. (Boletim, 1).
- MUZILLI, O.; SANTOS, D.; PALHANO, J.B.; MANETTI FILHO, J.; LANTMANN, A.F.; GARCIA, A.; CATANEO, A. Tolerância de cultivares de soja e de trigo à acidez de solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.2, n.1, p.34-40, 1978.
- PATELLA, J.F.; CARVALHO de, L.F.X.; MACHADO, M.O. **Alguns resultados de calagem com variedades de trigo no Rio Grande do Sul**. Pelotas: IPEAS, 1968. Mimeo.
- PUNDEK, M. **Efeito da calagem e da adubação fosfatada em oito solos de Santa Catarina**. Porto Alegre: UFRGS, 1971. 84p. Tese de Mestrado.
- RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Inst. de Potassa & Fosfato/ Inst. Intern. da Potassa, 1981.
- SANTA CATARINA. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina**. Santa Maria: Imprensa Universitária, UFSM, 1973. 2v, 494p.
- SCHERER, E.E. **Acidez de sete Latossolos do Planalto Sul-Riograndense e avaliação de dois métodos para determinação de suas necessidades de calcário**. Porto Alegre: UFRGS, 1976. 96p. Tese de Mestrado.
- SIQUEIRA, O.J.F. de; SCHERER, E.E.; TASSINARI, G.; ANGHIONI, I.; PATELLA, J.F.; TEDESCO, M.J.; MILAN, P.A.; ERNANI, P.R. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo, RS: EMBRAPA-CNPT, 1987. 100p.
- VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Equipe de pedologia e fertilidade do solo. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1964. (Boetim Técnico, 7).
- VOLKWEISS, S.J. **Influência de calcário no pH, alumínio, manganês e zinco de solos do Rio Grande do Sul e suas relações com o rendimento e absorção de manganês e zinco pelo milho**. Porto Alegre: UFRGS, 1970. 92p. Tese de Mestrado.