

Sistemas de produção com integração lavoura pecuária: fertilidade do solo sob sistema plantio direto

Henrique Pereira dos Santos¹
Renato Serena Fontaneli¹
Fabiano Daniel de Bona¹
Amauri Colet Verdi²
Ana Maria Vargas²

Introdução

Em geral, a correção da acidez em solos manejados sob sistema plantio direto é realizada a partir da análise de uma camada superficial de solo (0-10 cm) e, subsequentemente, aplicação de corretivos com dose reduzida e parcelada ao longo do tempo na superfície do solo (NORA et al., 2013). O calcário, principal corretivo da acidez do solo, tem como característica a baixa solubilidade em água, o que geralmente restringe a melhoria da qualidade química do solo às camadas superficiais (RAMPIM et al., 2011).

Objetivo

Avaliar a fertilidade do solo em sistemas de produção com integração lavoura pecuária sob sistema plantio direto, após aplicação de 4 t ha⁻¹ de calcário, em 2008 e 2009, na camada superficial.

Método

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Trigo, no município de Coxilha - RS, desde 1995, em Latossolo Vermelho Distrófico típico. Os dados que serviram de base para o presente trabalho foram coletados nos anos de 2008, 2010 e 2012. Os tratamentos foram constituídos por seis sistemas de produção com integração lavoura pecuária (SPILP): Sistema I: trigo/soja e ervilhaca/milho; II: trigo/soja e pastagem de aveia preta/milho; III: trigo/soja e pastagem de aveia preta/soja; IV: trigo/soja e ervilha/milho; V: trigo/soja, triticale duplo propósito/soja e ervilhaca/soja; e VI: trigo/soja, aveia branca de duplo propósito/soja e trigo duplo propósito/soja.

Em maio de 2008 e de 2009, aplicaram-se 2,0 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, com base no método SMP (pH 6,0), em cada ano, em todas as parcelas. A adubação de manutenção durante o período de condução do experimento foi realizada de acordo com a indicação para cada cultura (MANUAL..., 2004) e baseada nos resultados de análise de solo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. A área das parcelas foi de 200 m².

Em abril de 2008, de 2010 e de 2012, foram coletadas amostras de solo compostas (duas subamostras por parcela) nas camadas 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm. Na floresta subtropical situada ao lado do experimento, coletaram-se amostras de solo nas mesmas camadas de solo, em quatro repetições. Realizaram-se as seguintes análises químicas de solo: pH em água, matéria orgânica do solo (MOS), teor de P e K extraídos por Mehlich, Al, Ca e Mg. As referidas análises de solo foram realizadas de acordo com os métodos descritos em Tedesco et al. (1995). O carbono orgânico acumulado no perfil do solo, em cada camada, foi calculado pela expressão: $C_{\text{acumulado}} = C \cdot D_s \cdot L$, onde $C_{\text{acumulado}}$ corresponde ao carbono acumulado em Mg ha⁻¹; C é o conteúdo de carbono em g kg⁻¹ de solo; D_s é a densidade do solo em g cm⁻³; e L é a espessura da camada em centímetros (CORAZZA et al., 1999). Os SPILP foram comparados para cada atributo químico de solo em camadas amostradas similares (SAS, 2008). Em adição, as camadas do solo foram comparadas no mesmo SPILP. As médias dos SPILP foram

¹ Pesquisador da Embrapa Trigo, Cx.P. 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: henrique.santos@embrapa.br; renato.fontaneli@embrapa.br; fabiano.debona@embrapa.br.

² Acadêmico de Agronomia da UPF, Passo Fundo, RS. E-mail: 119553@upf.br; anavargasra@yahoo.com.br.

comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Resultados

Nas avaliações de 2010 e de 2012, o pH do solo (Tabela 1) nas camadas de 0-5 e 5-10 cm dos sistemas de produção integração lavoura-pecuária (SPILP) apresentaram valores maiores do que os observados em 2008. Isso foi devido à aplicação de calcário dolomítico em 2008 e em 2009, no total de 4,0 t ha⁻¹ (MANUAL..., 2004). Nesse caso, houve aumento do efeito residual da calagem efetuada, principalmente, na camada de 0-5 cm. Em 2010, foram constatadas diferenças de pH entre os SPILP em todas as camadas estudadas. Os sistemas IV e VI mostraram valores de pH maior em relação ao sistema II e a floresta subtropical (FST), na camada de 0-5 cm. Porém, na camada de 5-10, a FST foi superior para o valor de pH em relação a todos os SPILP. Em 2010, os valores de pH dos sistemas I, V e VI foram maiores na camada 0-5 cm, em relação às camadas 5-10 e 10-15 cm. Em 2012, houve diferença de pH entre os SPILP nas duas camadas superficiais de amostragem (Tabela 1). O sistema I apresentou valor de pH mais elevado do que os sistemas III e IV e a FST, na camada de 0-5 cm. Todavia, na camada de 5-10 cm, os sistemas I, II, IV e VI e FST foram superiores para o valor de pH, em comparação com o sistema III. Em 2012, os valores de pH dos sistemas I, II, V e VI foram maiores na camada 0-5 cm, em relação às camadas 5-10 a 15-20 cm.

O valor de Al do solo (Tabela 1), em 2010 e em 2012, nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, em todos SPILP foi menor do que o verificado em 2008. A diminuição no teor de Al é consequência da aplicação de calcário nos anos de 2008 e de 2009. Em 2010 e em 2012, a FST apresentou valor de Al do solo, na camada 0-5 cm mais elevado, em comparação aos SPILP. Porém, na camada de 10-15 cm, observou-se o inverso. Em 2010, os valores de Al em todos os SPILP foram menores na camada 0-5 cm em comparação as demais camadas estudadas.

Os teores de Ca e Mg na camada superficial do solo em todos os SPILP (Tabela 2), de 2010 e de 2012, foram maiores do que os valores críticos para o crescimento e desenvolvimento das culturas tradicionais da região (Comissão..., 2004). Nas avaliações de 2010 e de 2012, os valores de Ca e Mg na maioria dos SPILP foram maiores do que os observados em 2008, em função da área experimental ter sido corrigida com calcário dolomítico em 2008 e em 2009. Em 2010, não houve diferença entre os SPILP para o valor de Ca nas camadas de 0-5 e 10-15 cm do solo. Considerando a camada superficial, a FST foi superior a todos os SPILP para o valor de Ca. Em 2012, não houve diferença entre os SPILP para o valor de Ca nas camadas amostradas de 10-15 e 15-20 cm do solo.

Quanto ao valor de Mg, em 2010 não houve diferença entre os SPILP na camada de 0-5 cm. Em 2012 isso foi verdadeiro para o valor de Mg nas camadas amostradas de 10-15 e 15-20 cm. Todavia, em 2010, na camada superficial, a FST foi inferior a todos os SPILP para o valor de Mg. A FST, em 2010, mostrou valor de Ca mais elevado, em relação aos SPILP nas camadas de 0-5 e de 5-10 cm. Para o valor de Mg, na camada 0-5 cm, isso ocorreu ao contrário. Era de se esperar que na camada superficial a FST apresentasse valores de Ca e Mg menores que os SPILP. Os maiores valores de Ca e Mg, nestas camadas da FST, podem estar relacionados ao acúmulo de bases, decorrente da erosão de solo agrícola, cujos sedimentos foram carregados por enxurrada até a FST. Em 2010, nos sistemas I, V e VI, houve diminuição dos teores de Ca e Mg da camada de 0-5 cm para a camada de 10-15 cm, enquanto que, em 2012, essa diminuição dos teores de Ca e Mg ocorreu nos sistemas I, II V e VI, da camada de 0-5 para a camada de 10-20 cm.

Os teores de MOS, determinados em 2010 e em 2012, foram menores do que os encontrados em 2008 na maioria dos SPILP, independente da camada de solo estudada (Tabela 3). Isso pode ser devido às inadequadas quantidades de biomassa produzidas em alguns anos nos SPILP. As quantidades de biomassa produzidas foram insuficientes para manter estáveis os teores de MOS no solo. Em 2010, a FST exibiu maior teor de MOS nas camadas superficiais. No mesmo ano, não se observaram diferenças entre os SPILP nas camadas de 0-5 e 15-20 cm. Em adição, na camada de 15-20 cm não houve diferença entre os SPILP e a FST para o teor de MOS. Isso também ocorreu em 2012 na camada de 0-5 cm para o teor de MOS. Em 2010 e 2012, o teor de MOS também foi maior na camada superficial da maioria dos SPILP. A manutenção do teor de MOS, ou de valores mais elevados,

na camada superficial do solo decorre da permanência de resíduos vegetais sobre a superfície do solo. A ausência de incorporação física deste material mediante revolvimento do solo diminui a taxa de mineralização. Deve ser considerado que, nas espécies destinadas à produção de grãos e nas plantas forrageiras, foram aplicadas as doses indicadas de nitrogênio como adubação de manutenção e de cobertura, com exceção da soja, que foi inoculada com rizóbio específico, o que, repercutiu no teor de MOS na camada de 0-20 cm, em todos os sistemas estudados.

O teor de P encontrado em 2010 e em 2012, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-15 cm (Tabela 3), em todos os SPILP, foi superior ao valor considerado crítico para o crescimento e desenvolvimento de culturas tradicionais ($9,0 \text{ mg kg}^{-1}$) no solo estudado (Comissão..., 2004). Em 2010, o teor de P em todas as camadas estudadas e nos sistemas I, III e VI, foi menor do que o avaliado em 2008. Isso foi verdadeiro nos sistemas II e V para o teor de P avaliado em 2012. Em 2010, o sistema II mostrou maior valor de P do que a maioria dos SPILP, na camada 0-5 cm. Na camada 5-10 cm, o sistema IV foi superior ao sistema I para o teor de P. Na camada 10-15 cm, o sistema VI apresentou valor de P superior aos sistemas I, III e IV. Na camada 15-20 cm, o sistema II foi superior aos sistemas III, IV e V, para o teor de P. Em 2012, não houve diferença para o teor de P entre os SPILP nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. Já na camada de 10-15 cm, o sistema I foi superior para o teor de P em comparação ao sistema VI e a FST. Por outro lado, na camada de 15-20 cm, os sistemas I, III e IV mostraram maior teor de P do que os sistemas V e VI. Em 2010 e 2012, os SPILP mostraram teor de P mais elevado, em comparação a FST, nas camadas estudadas de 0-5 e 5-10 cm. A concentração elevada do P nos SPILP, em comparação com a FST, está relacionada a pouca disponibilidade natural desse nutriente nos solos não cultivados. Em 2010 e 2012, os teores de P na maioria dos SPILP, na camada de 0-5 cm, foram maiores do que os teores verificados na camada de 15-20 cm do solo. O acúmulo de P na superfície do solo é decorrente das aplicações anuais de fertilizantes fosfatados e da liberação de P durante a decomposição de resíduos vegetais, sendo que a não incorporação destes favorece menor contato com os colóides do solo, o que diminui a fixação deste elemento no solo.

Em 2010 e 2012, os teores de K no solo (Tabela 4), em todas as camadas e SPILP, encontravam-se na classificação de fertilidade como alto a muito alto. Essa condição permite adequada biodisponibilidade deste nutriente para o crescimento e desenvolvimento das culturas (Comissão..., 2004). Em 2010 e 2012, os teores de K na camada de 0-5 cm e, na maioria dos SPILP, permaneceram acima dos valores encontrados em 2008. Em 2010, entre os SPILP, na camada de 0 a 5 cm, o sistema V mostrou maior teor de K do que nos sistemas I e VI. Porém, nas camadas de 5-10, 10-15 e 15-20 cm, o sistema I foi superior aos demais sistemas, no que se refere ao teor de K no solo. Em 2010 e 2012, todos os SPILP mostraram, nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, teores de K mais elevados em relação a FST. Em 2012, os sistemas I e VI mostraram maior teor de K do que o sistema III, na camada de 0-5 cm, enquanto que, na camada de 10-15 cm, o sistema II destacou-se para o teor de K em relação aos sistemas V e VI. Já na camada de 15-20 cm, o sistema IV foi superior aos sistemas V e VI para o teor de K. Em 2010 e 2012, houve diferenças de teores de K entre as camadas na maioria dos SPILP. Tal como o verificado com o P, ocorreu acúmulo de K na camada superficial. Nos sistemas de produção integração lavoura e pecuária, os fertilizantes à base de K são depositados na linha de semeadura e, além disso, os resíduos vegetais são mantidos na superfície, o que fez com que esse elemento acumulasse na camada superficial do solo.

Os valores do C acumulados (Tabela 4) observados na maioria dos SPILP, foram menos elevados em 2010 e 2012 do que em 2008. Em 2010, o sistema III mostrou, na camada de 0-20 cm, maior teor de C acumulado em comparação aos sistemas I, II e IV. Por outro lado, em 2012 os sistemas IV e V foram superiores aos sistemas III e VI para o teor de C acumulado. Os demais SPILP não diferiram entre si e nem da FST quanto ao teor de K, nesta mesma camada. O uso do solo com atividades cuja intensidade de preparo é reduzida, ou mesmo onde não há preparo, favorece a recuperação e o acúmulo de C em valores que superam os observados em solo de vegetação nativa. Existe a possibilidade de sistemas com pastagens e lavouras sob plantio direto preservarem o estoque de C, contribuindo assim para o sequestro do C atmosférico. De modo contrário, o manejo de solo baseado em preparo convencional e que utiliza revolvimento frequente do solo tende a promover maior decomposição da matéria orgânica, e em consequência evolução mais intensa de CO_2 .

Tabela 1. Valores médios de pH em água e Al, avaliados após as culturas de verão, em 2008, 2010 e 2012, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de produção integração lavoura-pecuária (SPILP).

Sist. de produção	2008				2010				2012			
	Profundidade (cm)											
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20
pH (água 1:1)												
Sist I	5,0 bB	5,1 abB	5,3 abA	5,4 aA	6,2 abA	5,3 bB	5,3 aB	5,4 aB	6,2 aA	5,5 aB	5,4 aB	5,4 aB
Sist II	4,8 bC	4,9 bC	5,1 bB	5,3 aA	6,1 bA	5,1 cB	5,2 abB	5,2 abcB	5,9 abA	5,3 aB	5,3 aB	5,3 aB
Sist III	4,9 bB	4,9 bB	5,2 abA	5,4 aA	6,2 abA	5,1 cB	5,3 aB	5,3 abcB	5,6 cA	5,0 bB	5,2 aB	5,3 aAB
Sist IV	4,9 bB	5,0 bB	5,4 aA	5,5 aA	6,3 aA	5,2 bcB	5,3 aB	5,4 abB	5,8 bA	5,3 aB	5,2 aB	5,4 aAB
Sist V	5,0 bC	4,9 bC	5,2 abB	5,4 aA	6,2 abA	5,1 bcB	5,1 bB	5,1 cB	5,9 abA	5,2 abB	5,2 aB	5,2 aB
Sist VI	4,9 bC	4,9 bC	5,2 abB	5,4 aA	6,3 aA	5,3 bB	5,2 aB	5,2 bcB	6,0 abA	5,3 aB	5,3 aB	5,3 aB
Floresta	5,5 aA	5,2 aB	5,1 bB	5,1 bB	5,7 cA	5,4 aB	5,3 aBC	5,2 cC	5,6 cA	5,4 aB	5,2 aBC	5,2 aC
Alumínio (mmol _c dm ⁻³)												
Sist I	8,2 cA	12,8 aA	9,8 aA	7,5 aA	0,5 bB	8,9 bA	9,3 bA	8,2 abA	0,4 bB	9,1 abA	13,0 aA	11,9aA
Sist II	13,7 aAB	16,1 aA	13,9 aAB	11,1 aB	0,4 bcB	12,4 aA	9,3 bA	8,3 abA	1,7 bB	9,2 abAB	12,5 aA	11,7 aA
Sist III	13,3 aAB	17,0 aA	13,3 aAB	9,9 aB	0,1 cdB	11,0 abA	9,0 bA	7,6 abA	2,1 bB	12,9 aAB	13,8 aA	12,3 aAB
Sist IV	10,1 bcB	15,2 aA	9,7 aB	8,2 aB	0,0 dB	9,6 abA	7,8 bA	6,1 bcA	1,7 bB	6,2 bcAB	10,9 abA	9,7 aA
Sist V	8,7 cC	15,6 aA	12,9 aAB	10,8 aBC	0,3 bcdB	11,8 abA	12,9 aA	10,9 aA	0,7 bC	7,5 bcB	13,0 aAB	13,3 aA
Sist VI	9,9 bcB	16,3 aA	12,2 aAB	10,5 aB	0,0 dB	8,6 bA	8,7 bA	7,3 abcA	1,0 bB	7,5 bcA	11,1 abA	11,4 aA
Floresta	10,2 bcA	4,3 bA	7,0 aA	10,2 aA	2,8 aA	2,1 cA	2,7 cA	3,7 cA	6,6 aA	3,3 cA	4,9 bA	7,0 aA

Sist: Sistema. Sistema I: trigo/soja e ervilhaca/milho; sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta/milho; sistema III: trigo/soja e pastagem de aveia preta/soja; sistema IV: trigo/soja e ervilha/milho; sistema V: trigo/soja, triticale de duplo propósito/soja e ervilhaca/soja; sistema VI: trigo/soja, aveia branca de duplo propósito/soja e trigo de duplo propósito/soja; e floresta: floresta subtropical. Em cada ano, as médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e a mesma letra maiúscula, na horizontal, não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2. Valores médios de Ca e Mg trocáveis, avaliados após as culturas de verão, em 2008, 2010 e 2012, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de produção integração lavoura-pecuária (SPILP).

Sist de produção	2008				2010				2012			
	Profundidade (cm)											
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20
	Cálcio ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$)											
Sist I	41 bA	36 bA	39 aA	37 aA	66 bA	36 bcB	35 aB	40 abB	70 bA	43 abB	38 aB	36 aB
Sist II	32 cB	32 bB	36 aA	37 aA	66 bA	33 cB	38 aB	43 abB	63 bcdA	38 bcB	36 aB	36 aB
Sist III	32 cA	30 bA	35 aA	35 aA	70 bA	34 cB	37 aB	39 abcB	58 dA	33 cB	33 aB	37 aB
Sist IV	37 bcA	32 bA	38 aA	38 aA	70 bA	36 bcB	38 aB	45 aB	60 cdA	40 bcB	37 aB	42 aAB
Sist V	39 bcA	33 bA	34 aA	35 aA	71 bA	35 bcB	34 aB	37 bcB	69 bcA	42 bB	33 aC	32 aC
Sist VI	36 bcA	30 bA	35 aA	36 aA	71 bA	40 bB	39 aB	42 abB	66 bcdA	44 abB	36 aB	36 aB
Flor	99 aA	50 aB	40 aBC	37 aC	91 aA	52 aB	39 aBC	32 cC	95 aA	51 aB	39 aC	35 aC
	Magnésio ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$)											
Sist I	20 bA	17 bA	18 bA	18 abA	47 aA	23 abB	19 bB	22 abcB	43 aA	28 aB	24 aB	19 aB
Sist II	15 cA	14 bA	15 bA	16 bA	47 aA	21 bB	20 abB	25 abB	37 abA	24 abB	22 aB	21 aB
Sist III	16 bcA	15 bA	17 bA	18 abA	50 aA	23 abB	21 abB	21 abcB	34 bA	21 bB	20 aB	21 aB
Sist IV	20 bA	16 bA	20 abA	21 abA	51 aA	23 abB	20 abB	25 aB	38 abA	28 aAB	24 aB	24 aB
Sist V	19 bcA	16 bA	17 bA	18 abA	48 aA	23 abB	19 bB	19 cB	39 abA	26 abB	20 aC	18 aC
Sist VI	18 bcA	15 bA	18 bA	18 abA	48 aA	25 aB	21 abB	23 abcB	40 abA	28 aB	22 aBC	20 aC
Flor	41 aA	25 aB	22 aB	22 aB	35 bA	25 aB	22 aBC	18 cC	38 abA	25 abB	22 aC	20 aC

Sist: Sistema. Sistema I: trigo/soja e ervilhaca/milho; sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta/milho; sistema III: trigo/soja e pastagem de aveia preta/soja; sistema IV: trigo/soja e ervilha/milho; sistema V: trigo/soja, triticale de duplo propósito/soja e ervilhaca/soja; sistema VI: trigo/soja, aveia branca de duplo propósito/soja e trigo de duplo propósito/soja; e floresta: floresta subtropical. Em cada ano, as médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e a mesma letra maiúscula, na horizontal, não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3. Valores médios de matéria orgânica e P extraível por Mehlich, avaliados após as culturas de verão, em 2008, 2010 e 2012, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de produção integração lavoura-pecuária (SPILP).

Sist de produção	2008				2010				2012			
	Profundidade (cm)											
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20
	Matéria Orgânica (g kg ⁻³)											
Sist I	49 bcA	38 aB	32 aC	30 abC	42 bcA	31 bcB	27 bB	26 aB	44 bA	33 bB	27 bC	26 bC
Sist II	50 bcA	39 aB	33 aC	31 abC	41 bcA	29 dB	26 bB	25 aB	46 bA	33 bB	30 aB	29 abB
Sist III	47 cA	37 aB	33 aC	29 bD	44 bA	32 bB	26 bC	26 aC	42 bA	33 bAB	29 aB	30 abB
Sist IV	52 bcA	38 aB	32 aC	29 bC	41 cA	30 cdB	26 bBC	24 aC	44 bA	35 abAB	31 aB	32 aB
Sist V	52 bcA	41 aB	32 aC	30 abC	41 bcA	31 bcB	25 bC	25 aC	49 bA	35 abB	29 aC	28 abC
Sist VI	53 bA	41 aB	34 aC	31 abD	42 bcA	32 bB	26 bB	25 aC	47 bA	35 abB	29 abC	28 abC
Flor	72 aA	41 aB	34 aBC	32 aC	62 aA	37 aB	29 aBC	24 aC	67 aA	39 aB	31 aC	28 abC
	Fósforo (mg kg ⁻³)											
Sist I	38,3 aA	30,4 aAB	23,2 abB	9,0 abC	33,2 cA	21,5 bAB	9,1 bBC	7,5 abC	34,8 aA	31,3 aA	22,0 aAB	7,4 aB
Sist II	38,7 aA	36,2 aA	29,1 aA	9,7 aB	53,2 aA	29,7 abB	12,5 abC	9,6 aC	30,7 aA	26,6 aAB	23,9 abAB	7,2 abB
Sist III	48,5 aA	37,3 aAB	23,1 abB	7,4 bcB	46,5 abA	26,5 abB	10,0 bC	6,8 bC	37,6 aA	30,3 aA	21,8 abA	14,7 aA
Sist IV	40,1 aA	30,0 aB	11,5 bcC	6,2 bcC	38,1 bcA	32,0 aA	9,9 bB	5,7 bB	34,1 aA	28,0 aA	21,5 abA	14,5 aA
Sist V	45,2 aA	34,6 aB	16,4 bC	6,2 bcD	39,0 bcA	29,5 abA	11,4 abB	6,8 bB	39,1 aA	28,5 aA	11,7 abcB	5,0 bB
Sist VI	40,2 aA	33,2 aA	21,6 abB	8,4 abC	41,3 bcA	31,5 abA	15,0 aB	8,2 abB	36,4 aA	34,9 aA	9,8 bcB	5,2 bB
Flor	6,2 bA	4,7 bB	4,3 cB	4,7 cB	5,2 dA	3,1 cB	1,9 cB	1,9 cB	5,7 bA	3,9 bB	3,01 cB	3,3 bB

Sist: Sistema. Sistema I: trigo/soja e ervilhaca/milho; sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta/milho; sistema III: trigo/soja e pastagem de aveia preta/soja; sistema IV: trigo/soja e ervilha/milho; sistema V: trigo/soja, triticale de duplo propósito/soja e ervilhaca/soja; sistema VI: trigo/soja, aveia branca de duplo propósito/soja e trigo de duplo propósito/soja; e floresta: floresta subtropical. Em cada ano, as médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e a mesma letra maiúscula, na horizontal, não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4. Valores médios de K disponível e C acumulado, avaliados após as culturas de verão, em 2008, 2010 e 2012, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de produção integração lavoura-pecuária (SPILP).

Sist de produção	2008				2010				2012			
	Profundidade (cm)											
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20
	Potássio (mg kg ⁻³)											
Sist I	262 aA	181 aB	147 aBC	116 aC	229 bA	171 aA	160 aA	227 aA	289 aA	159 aB	126 abcB	117 abcB
Sist II	241 aA	169 aB	138 aB	108 aB	258 abA	138 bB	132 bB	133 bB	280 abA	173 aB	152 aB	130 abB
Sist III	215 aA	151 abB	134 aB	101 aC	261 abA	121 bcB	118 bcB	130 bB	226 bA	138 aB	123 abcB	126 abcB
Sist IV	223 aA	129 bB	101 aBC	81 abC	237 abA	127 bB	109 cB	100 bB	259 abA	145 aB	128 abB	145 aB
Sist V	221 aA	161 abB	131 aBC	106 aC	266 aA	123 bcB	117 bcB	117 bB	260 abA	142 aB	105 bcdBC	86 cdC
Sist VI	211 aA	138 abB	101 aBC	89 abC	229 bA	122 bcB	110 bcB	124 bB	287 aA	160 aB	96 cdC	86 bcdC
Flor	156 bA	74 cB	57 bB	54 bB	104 cA	105 cA	104 cA	104 bA	130 cA	89 bB	80 dB	79 dB
	Carbono acumulado (g kg ⁻³)											
				0-20				0-20				0-20
Sist I				108 ab				95 b				102 ab
Sist II				111 ab				92 b				103 ab
Sist III				104 b				97 a				94 b
Sist IV				109 ab				92 b				112 a
Sist V				113 ab				93 ab				109 a
Sist VI				115 a				95 ab				98 b
Flor				109 ab				94 ab				98 b

Sist: Sistema. Sistema I: trigo/soja e ervilhaca/milho; sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta/milho; sistema III: trigo/soja e pastagem de aveia preta/soja; sistema IV: trigo/soja e ervilha/milho; sistema V: trigo/soja, triticale de duplo propósito/soja e ervilhaca/soja; sistema VI: trigo/soja, aveia branca de duplo propósito/soja e trigo de duplo propósito/soja; e floresta: floresta subtropical. Em cada ano, as médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e a mesma letra maiúscula, na horizontal, não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Conclusões

Dois anos após a aplicação, o calcário dolomítico promoveu o aumento do pH e dos teores de Ca e Mg do solo e ocasionou a diminuição do Al tóxico, principalmente nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. Camadas do solo mais profundas exibiram redução nos teores de Ca, Mg, matéria orgânica, P e K.

Referências

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 425-432, 1999.

MANUAL de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.

NORA, D. D.; AMADO, T. J. C.; GIRARDELLO, V. C.; MERTINS, C. Gesso: alternativa para redistribuir verticalmente nutrientes no perfil do solo sob sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 133, p.8-20, 2013.

RAMPIM, L.; LANA, M. C.;FRANDOLOSO, J. F.; FONTANIVA, S. Chemical attributes of a soil and response of wheat and soybean to gypsum in no-tillage system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 5, p. 1.687-1.698, 2011.

SAS Institute. **SAS system for microsoft windows version 9.2**. Cary, 2008.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. 2. ed. rev. ampl. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p. (Boletim técnico, 5.)