

EFEITO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM PASTAGENS SOBRE RENDIMENTO E FERTILIDADE DO SOLO SOB PLANTIO DIRETO

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS¹, RENATO SERENA FONTANELI², SILVIO TULIO SPERA³ e GILBERTO OMAR TOMM⁴

RESUMO - Os atributos de solo relativos à fertilidade química e ao rendimento foram avaliados num Latossolo Vermelho Distrófico típico, em Passo Fundo, RS, oito anos após o estabelecimento (1993 a 2000) dos seguintes sistemas de produção: sistema I (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema II (trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema III [pastagens perenes de estação fria (festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)]; sistema IV [pastagens perenes de estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)]; e sistema V (alfafa para feno), acrescentado como tratamento adicional, sendo repetido, em áreas contíguas ao experimento em 1994. Tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições. Valores de Al trocável, de Ca + Mg trocáveis, de matéria orgânica, de P extraível e de K trocável diferiram entre os sistemas de produção. Os sistemas de produção elevaram o nível de matéria orgânica e o teor de K trocável, principalmente na camada de solo 0-5 cm. Os níveis de matéria orgânica e os teores de Al trocável, de P extraível e de K trocável diminuíram da camada 0-5 cm para a camada 15-20 cm, enquanto para os valores de pH e de Ca + Mg trocáveis ocorreu o contrário.

Palavras-chave: rotação de culturas, integração lavoura-pecuária, pastagem anual, pastagem perene.

EFFECT OF PRODUCTION SYSTEMS WITH FORAGES ON YIELD AND SOIL FERTILITY UNDER NO-TILLAGE

ABSTRACT - Soil fertility and yield was evaluated on a typical dystrophic Red Latosol (Typic Haplorthox) located in Passo Fundo, State of Rio Grande do Sul, Brazil, after eight years under mixed production systems (1993 to 2000). Five production systems were evaluated: system I (wheat/soybean, common vetch/corn, and white oat/soybean); system II (wheat/soybean, grazed black oat + grazed common vetch/corn, and white oat/soybean); system III [perennial cool season pastures (fescue + white clover + red clover + birdsfoot trefoil)]; system IV [perennial warm season pastures (bahiagrass + black oat + rye grass + white clover + red clover + birdsfoot trefoil)]; and system V (alfalfa as hay crop), which was established in replicated plots in an adjacent area in 1994. The treatments were arranged in a randomized complete block design, with four replications. Exchangeable Al, exchangeable Ca + Mg, organic matter, extractable P, and exchangeable K levels displayed differences among crop production systems, whereas the production systems raised the corresponding contents, chiefly in the 0-5 cm layer. Organic matter, exchangeable Al, extractable P, and exchangeable K levels decreased from the 0-5 cm soil layer to the 15-20 cm layer, while the opposite occurred with the pH and exchangeable Ca + Mg contents.

Key words: crop rotation, ley farming, annual pasture, perennial pasture.

¹ Eng^o Agr^o, Dr., Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo), Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo RS. Bolsista CNPq - PQ E-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br - Autor para correspondência.

² Eng^o Agr^o, Ph.D., Embrapa Trigo e Professor Titular da UPF-FAMV. E-mail: renatof@cnpt.embrapa.br

³ Eng^o Agr^o, M.Sc., Embrapa Trigo. E-mail: spera@cnpt.embrapa.br

⁴ Eng^o Agr^o, Ph.D., Embrapa Trigo. E-mail: tomm@cnpt.embrapa.br
Recebido para publicação em 05-11-2002

INTRODUÇÃO

Poucos são os trabalhos, no Brasil, dedicados a avaliar aspectos agronômicos relacionados a sistemas de produção de grãos ou sistemas mistos (lavoura + pecuária). Além disso, existem relativamente poucas informações publicadas sobre comparações entre sistemas para produção de grãos com sistemas com pastagens perenes de estação fria ou de estação quente, e alfafa, quanto a fertilidade do solo.

Quando estuda-se somente sistemas de produção manejados sob plantio direto, na região sul do Brasil e em outros países, têm sido observados maiores valores para matéria orgânica e para teor de cálcio, de magnésio, de fósforo e de potássio na camada superficial do solo, em relação às camadas mais profundas (SÁ, 1993; DE MARIA et al., 1999; MATOWO et al., 1999; SANTOS e TOMM, 1999; SILVEIRA e STONE, 2001). Por outro lado, também na camada superficial, tem sido verificada acidificação do solo (ECKERT, 1991; PAIVA et al., 1996; SALET, 1994), com aumento dos teores de alumínio trocável e não trocável (SIDIRAS e PAVAN, 1985) e necessidade de recalagem.

Para sistemas de produção mistos que incluem combinação de pastagens perenes de gramíneas e de leguminosas, além de culturas anuais, têm sido relatados como mais eficientes na manutenção de níveis adequados de nutrientes (ANDREOLA et al., 2000). Nesse caso, as pastagens perenes atuam por períodos mais prolongados, permitindo que as gramíneas desenvolvam sistema radicular extenso e em constante renovação, e, ainda, os resíduos de leguminosas contribuem com nitrogênio, induzindo aumento na taxa de decomposição pela baixa relação C/N (CARPENEDO e MIELNICZUK, 1990). Essa reciclagem e incorporação de nutrientes poderão aumentar a produtividade das culturas em seqüência.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de produção de grãos integrando pastagens anuais de inverno e pastagens perenes, sob plantio direto, após oito anos de cultivo, sobre parâmetros de fertilidade do solo, no Planalto Médio do RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento foi conduzido na Embrapa Trigo, município de Passo Fundo, RS, longitude 28° 15' S, latitude 52° 24' W e altitude 684 m, no período de 1993

a 2000, em Latossolo Vermelho Distrófico típico (STRECK et al., 2002) de textura muito argilosa e relevo suave ondulado. Os teores médios de argila, de silte e de areia na superfície são respectivamente: 720, 130 e 150 g kg⁻¹. As culturas componentes dos sistemas de produção que precederam o experimento foram soja, no verão, e cevada ou trigo, no inverno.

Os tratamentos consistiram de cinco sistemas: sistema I (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema II (trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema III [pastagens perenes da estação fria (festuca + trevo branco + cornichão)]; sistema IV [pastagens perenes da estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + trevo vermelho + cornichão)]; e sistema V (alfafa para feno), acrescentado como tratamento adicional, com repetições, em áreas contíguas ao experimento, em 1994 (Tabela 1). As culturas produtoras de grãos, tanto de inverno quanto de verão, bem como as pastagens anuais de inverno, foram estabelecidas sob plantio direto. As pastagens perenes de estação fria e de estação quente foram estabelecidas em associação com trigo em 1993. As pastagens anuais de inverno e as pastagens perenes foram pastejadas por animais mestiços de raças européias, duas e cinco vezes por ano, respectivamente.

Em abril de 1993, antes da semeadura das culturas de inverno, para instalação do experimento, o solo da camada 0-20 cm foi amostrado, e os resultados da análise foram: pH = 6,0; Al trocável = 0,5 mmol_c dm⁻³; Ca + Mg trocáveis = 102,8 mmol_c dm⁻³; matéria orgânica = 23,0 g kg⁻¹; P extraível = 5,3 mg kg⁻¹; e K trocável = 60 mg kg⁻¹. Três anos antes da instalação do experimento, foi efetuada calagem com calcário dolomítico, com base no método SMP (pH 6,0). A acidez do solo das parcelas destinadas a alfafa foi corrigida novamente com 6,0 t ha⁻¹ de calcário (PRNT 100 %), para elevar o pH para 6,5, aplicadas em duas vezes: metade antes da aração (arado de discos) e metade antecedendo a gradagem (grade de discos). Foram usados, de 1993 a 2000, como adubação de manutenção para as culturas de inverno, de 200 a 280 kg ha⁻¹ das fórmulas 5-20-20 e 5-25-25; para milho, de 250 a 280 kg ha⁻¹ da fórmula 5-25-25; e para soja, de 200 a 300 kg ha⁻¹ das fórmulas 0-20-20 e 0-25-25. Foram aplicados, de 1993 a 1997, para as pastagens perenes de estação fria e de estação quente, 200 kg ha⁻¹ das fórmulas 0-25-25 e 5-25-25; e para alfafa, de 1994 a 1996, de 110 a 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de 240 a 260 kg ha⁻¹ de K₂O.

A adubação de manutenção foi baseada na média dos valores observados nas análises químicas da área experimental. Amostras de solo foram coletadas após cada três anos, depois da colheita das culturas de verão. Em maio de 2000, após a colheita das culturas de verão, foram coletadas amostras de solo compostas de duas subamostras por parcela, em cada uma das seguintes profundidades: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm e 15-20 cm. As análises (pH em água, P extraível, K trocável, matéria orgânica, Al trocável e Ca + Mg trocáveis) seguiram o método descrito por TEDESCO et al. (1985).

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo a área de cada parcela de 400 m². Os diversos sistemas de produção integrando pastagens anuais de inverno e pastagens perenes com produção de grãos foram comparados para cada parâmetro de fertilidade de solo numa determinada profundidade de amostragem. As profundidades de amostragem de solo foram comparadas em um mesmo sistema de produção. Todas as comparações foram realizadas por meio de contrastes com um grau de liberdade (STEEL e TORRIE, 1980). A significância dos contrastes foi dada pelo teste F, levando-se em conta o desdobramento dos graus de liberdade do erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características químicas do solo - A seguir, são apresentados e discutidos dados sobre pH, Al, Ca + Mg trocáveis, matéria orgânica, P extraível e K trocável referentes à amostragem realizada em 2000, que representam o efeito acumulativo dos sistemas no período de 1993 a 2000 (oito anos), com exceção do sistema V, o qual foi estabelecido em 1994. Foram realizadas duas avaliações, uma preliminar em maio de 1998 e outra em maio de 2000. Na avaliação de 2000, o pH do solo (Tabela 2), em todas as camadas e em todos os sistemas de produção, apresentou valores menores do que o verificado nas camadas estudadas, após dois anos de cultivo (maio de 1998) sob plantio direto (SANTOS et al., 2001). Por outro lado, não foi observada diferença entre pH do solo, nos cinco sistemas estudados. Resultados semelhantes foram obtidos por SANTOS e TOMM (1999) com sistemas de rotação de culturas para trigo, durante cinco anos, sob sistema plantio direto, em Latossolo Bruno álico. Deve ser levado em conta que, nos quatro primeiros sistemas, havia sido

aplicado calcário há mais de oito anos, bem como no sistema V, em abril de 1994. Na avaliação de maio de 1998, este último sistema apresentou pH, na camada 0-5 cm, superior ao dos demais sistemas. Isso foi reflexo da aplicação de 6,0 t ha⁻¹ de calcário (PRNT 100 %), aproximadamente quatro anos antes.

Em todos os sistemas, houve perda gradual do efeito residual da calagem que foi realizada antes do estabelecimento deste experimento, e principalmente no sistema V. Nos quatro primeiros sistemas continua havendo acidificação da camada 0-5 cm, necessitando nova calagem após sete anos para o cultivo eficiente de leguminosas (CFSRS/SC, 1995). A acidificação nessa camada pode ser consequência da liberação de ácidos orgânicos pelas culturas em virtude do acúmulo de palha na superfície ou do uso de fertilizantes nitrogenados (PAIVA, et al., 1996; FRANCHINI et al., 2000). Em estudo conduzido por SANTOS e TOMM (1999), verificou-se que, após cinco anos de aplicação de calcário (11,7 t ha⁻¹), ainda não havia sido atingido o pH em nível desejado (5,0 a 6,0). Entretanto, para correção de acidez de Latossolos Brunos, em razão das características químicas, a demanda de calcário é maior que nos demais Latossolos (RESENDE et al., 1988). Portanto, essa quantidade de calcário pode ter sido insuficiente. Nos quatro primeiros sistemas de produção foram observadas diferenças em pH do solo entre determinadas profundidades de amostragem. Entretanto, no tratamento V, o pH não diferiu entre as profundidades, provavelmente devido ao revolvimento do solo. Do mesmo modo que na avaliação de 1998, o pH aumentou gradativamente, com o aumento da profundidade do solo (0-5 cm e 10-15 cm) nos diversos sistemas. SANTOS e TOMM (1996), estudando sistemas de rotação de culturas para trigo, em Latossolo Bruno álico, durante 4,5 anos, sob plantio direto, no Paraná, verificaram que o pH aumentou da camada 0-5 cm (4,8) para a camada 15-20 cm (5,2). Parte da resposta positiva das culturas à calagem pode ocorrer pelo aumento de absorção de N pelas plantas (EDMEADES et al., 1981). Por outro lado, a acidificação do solo tende a reduzir a atividade microbiana para decomposição dos materiais orgânicos, a liberação de nitrogênio mineral e a absorção de N, que, por sua vez, limita o crescimento de plantas. Porém, isso não foi verificado entre os sistemas de produção estudados, em virtude de acúmulo de material orgânico na superfície como decorrência do plantio direto.

O valor de Al trocável do solo (Tabela 2), na maioria das camadas e nos quatro primeiros sistemas de produção, sob plantio direto, foi mais elevado do que na avaliação de maio de 1998 (SANTOS et al., 2001). Com exceção da camada 0-5 cm de profundidade, nas demais camadas não foram verificadas diferenças no teor de Al trocável entre os sistemas de produção. Na profundidade 0-5 cm, os sistemas I, II, III e IV apresentaram valores de Al trocável do solo maior que o do sistema V. Nessa mesma camada, o sistema IV foi superior ao sistema III, para o teor de Al trocável. A neutralização do teor de Al trocável no tratamento V deveu-se à quantidade de calcário aplicada em abril de 1994. Em três dos cinco sistemas de produção, foram observadas diferenças no teor de Al trocável entre as profundidades do solo. Contudo, os sistemas II e V não diferiam entre as profundidades de amostragem para o valor de Al trocável. Nos sistemas I, III e IV, o teor de Al trocável do solo diminuiu da camada 0-5 cm para a camada 10-15 cm. SANTOS e TOMM (1996) obtiveram dados semelhantes somente para um sistema de rotação de culturas para trigo, durante 4,5 anos (trigo/soja: de $10,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para $4,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Em ensaio conduzido por SIDIRAS e PAVAN (1985), com sistemas de rotação de culturas para trigo, sob plantio direto, também, no Paraná, os resultados foram inversos, ou seja, houve aumento dos valores de Al trocável da camada 0-10 cm ($2,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) para a camada 10-20 cm ($4,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$).

Nesta avaliação, e principalmente nos quatro primeiros sistemas de produção, houve diminuição do pH e aumento do valor de Al trocável na camada 0-5 cm, em relação aos valores de maio de 1998, caracterizando acidificação nos primeiros centímetros do solo. Isso pode ser atribuído à aplicação de fertilizantes nitrogenados, nos dois primeiros sistemas de produção, e à mineralização de resíduos culturais na superfície do solo (SALET, 1994). Para os demais sistemas de produção estudados, essa explicação não é totalmente válida, já que não foi aplicado fertilizante nitrogenado e grande parte da massa vegetal foi consumida pelos animais, exceto pelo esterco dos animais. Além disso, deve ser observado que, os valores de Al trocável de solo mantiveram-se abaixo daqueles considerados prejudiciais.

Os teores médios de Ca + Mg trocáveis do solo (Tabela 2), em todas as camadas, são considerados elevados para crescimento e desenvolvimento de culturas tradicionais da região (CFSRS/SC, 1995).

Contudo, esses valores estiveram abaixo do observado dois anos antes, na camada 0-5 cm (SANTOS et al., 2001). A aplicação de calcário dolomítico, antes da instalação do experimento, forneceu quantidades de Ca e de Mg, suficientes para que os teores críticos desses elementos, exigidos pelas culturas (CFSRS/SC, 1995), fossem ultrapassados, em todas as camadas, superando os teores medidos antes do início do experimento.

Em todos os sistemas de produção houve diferenças quanto aos teores de Ca + Mg trocáveis do solo, na mesma profundidade. Somente os sistemas I e II não diferiram entre si para os teores de Ca + Mg trocáveis. Os sistemas I e II apresentaram menores teores de Ca + Mg do que os demais sistemas estudados. Isso pode ser devido a que, nesses sistemas, tais elementos químicos foram exportados para os grãos e retirados da lavoura mais intensamente do que nos sistemas III, IV e V, que contemplam somente pastagens perenes. O sistema V apresentou valores maiores de Ca + Mg trocáveis, em todas as camadas, em comparação aos demais sistemas estudados. Isso pode ser atribuído à aplicação de calcário, em 1994, no sistema V. Por sua vez, o sistema III foi superior aos sistemas II e IV quanto aos teores de Ca + Mg trocáveis. Da mesma forma, o sistema IV apresentou teores de Ca + Mg trocáveis mais elevados do que o do sistema II. SILVEIRA e STONE (2001), estudando sistemas de rotação de culturas, em Latossolo Vermelho Distrófico perférrico, durante cinco anos, observaram teores de Ca + Mg trocáveis mais elevados que os dos sistemas soja/trigo ($29,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e soja/trigo/soja/feijão/arroz/feijão ($27,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Entretanto, este último sistema foi igual a milho/feijão ($25,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e milho/feijão/milho/feijão/arroz/feijão ($25,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), na camada 0-10 cm. Nas comparações em um mesmo sistema de rotação, foram observadas diferenças significativas para a maioria das profundidades de amostragem quanto aos teores de Ca + Mg trocáveis do solo. Nos sistemas III e IV os teores de Ca + Mg trocáveis aumentaram da camada 0-5 cm para a camada 15-20 cm. SANTOS e TOMM (1996), estudando nas mesmas profundidades, obtiveram dados semelhantes para os teores de Ca + Mg trocáveis (de $70,0$ para $85,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Por outro lado, FRANCHINI et al. (2000), em sistemas de rotação de culturas com soja, no estado do Paraná (de $90,0$ para $70,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), e SILVEIRA e STONE (2001), em sistemas de rotação de culturas de culturas para arroz e feijão, no

estado de Goiás (de 25,4 para 24,8 mmol_c dm⁻³), observaram maiores teores de Ca + Mg trocáveis na camada 0-10 cm, em relação aos da camada 10-20 cm. Por sua vez, os sistemas I e II elevaram os teores de Ca + Mg trocáveis até a camada 10-15 cm. Esses resultados foram o inverso dos obtidos para pH e para Al trocável. O sistema V não diferiu entre as profundidades de amostragem para os teores de Ca + Mg trocáveis.

Nesta avaliação, o nível de matéria orgânica do solo (Tabela 3), em todas as camadas e sistemas de produção foi igual ou superior ao registrado dois anos antes (SANTOS et al., 2001). Na maioria dos estudos sobre plantio direto, tem sido observado acúmulo de matéria orgânica nas camadas próximas à superfície do solo. Por sua vez, esse acúmulo de matéria orgânica sob plantio direto aumenta a força iônica da solução de solo na camada superficial (SALET, 1994). Isso explica, em parte, a não ocorrência de toxicidade de alumínio, resultante de menor atividade iônica do alumínio trocável.

Nos sistemas de produção estudados, em algumas camadas de amostragem houve diferenças entre as médias para matéria orgânica do solo. Porém, o nível de matéria orgânica não diferiu entre os sistemas de produção, na camada 0-5 cm. O sistema V apresentou matéria orgânica do solo maior, em relação aos sistemas I, II, III e IV, nas camadas 5-10 cm, 10-15 cm e 15-20 cm. Na camada 5-10 cm, os sistemas III e IV foram superiores ao sistema II, para níveis de matéria orgânica. Nessa avaliação, não ficou evidente a diferença nos níveis de matéria orgânica entre os sistemas para produção de grãos, em comparação com os sistemas formados por pastagens perenes. DE MARIA et al. (1999), estudando sistemas rotação de culturas, em Latossolo Vermelho Distrófico perférrico, durante nove anos, observaram que o nível de matéria orgânica em soja (32-25 g kg⁻¹) e em milho em monocultura (31-27 g kg⁻¹) foi mais elevado do que na sucessão milho/soja (28-23 g kg⁻¹) ou na soja/milho (31-24 g kg⁻¹), nas camadas de 0-5 cm a 10-20 cm. Foram verificadas diferenças no nível de matéria orgânica entre determinadas profundidades do solo na maioria dos sistemas de produção. Em todos os sistemas houve redução progressiva da camada superficial para a camada mais profunda. Resultados semelhantes sobre variações entre níveis de matéria orgânica da camada 0-5 cm para a camada 15-20 cm foram verificados por SÁ (1993), de 53 para 35 g kg⁻¹, e por SANTOS e TOMM (1996), de

72-74 para 69-71 g kg⁻¹, em sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo, sob plantio direto. A manutenção do nível de matéria orgânica em valores mais elevados na camada superficial do solo decorre do acúmulo de resíduos vegetais sobre a superfície do solo sob plantio direto, pela ausência de incorporação física através do revolvimento do solo, praticada no preparo convencional de solo, o que diminui a taxa de mineralização no sistema plantio direto. Resultados similares foram relatados por MUZILLI (1983) e por BAYER e MIELNICZUK (1997).

O teor de P extraível do solo na camada superficial (0-5 cm), em todos os sistemas, foi superior ao valor considerado crítico (9,0 mg.kg⁻¹), nesse tipo de solo, para crescimento e desenvolvimento de culturas tradicionais (CFSRS/SC, 1995) (Tabela 3). Na avaliação realizada, somente o teor de P extraível das camadas 0-5 cm e 10-15 cm, nos sistemas I e III aumentou, em relação ao teor medido em 1998 (SANTOS et al., 2001). Como tem sido observado, o plantio direto provoca alterações nas propriedades químicas, as quais, por sua vez, têm reflexos na dinâmica e na eficiência de uso de nutrientes pelas plantas (ECKERT, 1991; SÁ, 1992; PAIVA et al., 1996). A rotação de culturas tem importante papel na reciclagem de nutrientes, uma vez que as espécies vegetais diferem entre si no que se refere à quantidade e à qualidade de resíduos, à eficiência de absorção de íons e à exploração de nutrientes em profundidades no solo.

Houve diferenças entre sistemas de produção para teor de P extraível do solo apenas na camada 0-5 cm. O teor de P extraível do solo, nessa camada, foi maior no sistema II do que nos sistemas III, IV e V, em razão das maiores quantidades aplicadas de fertilizantes fosfatados. Nesses sistemas, as aplicações foram realizada uma vez por ano, enquanto nos sistemas I e II, duas vezes ao ano. DE MARIA et al. (1999), não encontraram diferença entre teor de P extraível em nenhum dos sistemas estudados. Os sistemas avaliados diferiram quanto ao teor de P extraível na maioria das profundidades. Em todos os sistemas, o valor de P extraível na camada 0-5 cm foi 3,2 a 5,5 vezes maior do que o teor registrado na camada 20-30 cm. Resultados semelhantes foram obtidos em outros estudos, em plantio direto, por SÁ (1993), de 87,8 para 6,4 mg kg⁻¹, por MATOWO et al. (1999), de 87,7 para 14,6 mg kg⁻¹, e por SANTOS e TOMM (1999), de 9,6 para 3,4 mg kg⁻¹. Segundo SIDIRAS e PAVAN (1985), o acúmulo de P extraível próximo à superfície do solo decorre de aplicações anuais de fer-

tilizantes fosfatados, da liberação de P durante a decomposição de resíduos vegetais e da menor fixação de P, em razão do menor contato desse elemento com os constituintes inorgânicos do solo, uma vez que não há incorporação de resíduos vegetais através do revolvimento de solo no plantio direto.

O teor de K trocável do solo observado na camada 0-5 cm (Tabela 3), em todos os sistemas, foi superior ao considerado crítico (80 mg kg^{-1}) para crescimento e desenvolvimento de culturas tradicionais (CFSRS/SC, 1995). Além disso, o teor de K trocável observado nos sistemas I, II e III, nas camadas de 0-5 cm a 10-15 cm, manteve-se acima do teor registrado na avaliação de 1998 (SANTOS et al., 2001).

O valor de K trocável do solo diferiu entre alguns sistemas de produção. O teor de K trocável, nas camadas 0-5 cm a 10-15 cm, foi mais elevado no sistema I do que nos sistemas III e IV. O sistema II foi superior aos sistemas III e IV, para trocável, em todas as camadas estudadas. Isso, da mesma forma, deve-se à adubação potássica, que nos sistemas I e II foi duas vezes por ano, e nos sistemas II e IV, somente uma vez ao ano. Na camada 0-5 cm, o sistema IV apresentou teor de K trocável maior do que o do sistema III. Na camada 5-10 cm ocorreu o inverso. SILVEIRA e STONE (2001), encontraram diferença somente na camada 10-20 cm, em que as rotações milho/feijão/milho/feijão/arroz/feijão (83 mg kg^{-1}), milho/feijão (79 mg kg^{-1}), arroz consorciado com calopogônio/feijão (76 mg kg^{-1}) e arroz/feijão (72 mg kg^{-1}) apresentaram teor de K trocável mais elevado. Contudo, estes dois últimos sistemas foram semelhantes a soja/feijão (64 mg kg^{-1}) e soja/trigo/soja/feijão/arroz/feijão (64 mg kg^{-1}). Foram verificadas diferenças significativas de K trocável entre todas as profundidades de solo de todos os sistemas de produção avaliados. Houve acúmulo de K trocável na camada próxima à superfície nos diferentes sistemas de rotação. O teor de K trocável, na camada 0-5 cm, foi de 3,0 a 3,8 vezes maior que a concentração verificada na camada 10-20 cm. Acúmulos semelhantes de K trocável, na camada 0-5 cm, em relação à camada 15-20 cm, em sistemas de rotação de culturas, sob PD, foram observados por DE MARIA et al. (1999), de 47 para 17 mg kg^{-1} , e por SANTOS e TOMM (1999), de 189 para 79 mg kg^{-1} .

Rendimento de grãos, matéria seca da ervilhaca e ganho de peso animal – Deve ser considerado que, no sistema I (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja), havia somente culturas

produtoras de grãos, enquanto o sistema II (trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja) continha culturas produtoras de grãos mais pastagem anual de inverno e os sistemas III, IV e V foram compostos por pastagens perenes de estação fria, pastagens perenes de estação quente e alfafa, respectivamente (Tabelas 1 e 4). No ano de 2000, a alfafa foi ressemeada, devido a infestação de plantas daninhas perenes. No período de maio a outubro de 2000, não houve diferença significativa entre o ganho de peso animal da pastagem anual de inverno (413 kg ha^{-1}), das pastagens perenes de estação fria (481 kg ha^{-1}) e das pastagens perenes de estação quente (436 kg ha^{-1}). Na comparação das culturas de aveia branca (3.644 e 3.419 kg ha^{-1} - SANTOS e FONTANELI, 2003) e de trigo (2.270 e 2.271 kg ha^{-1} - FONTANELI e SANTOS, 2003), entre os sistemas I e II, respectivamente, não houve diferença significativa para rendimento de grãos. No período de novembro de 2000 a abril de 2001, as pastagens perenes de estação fria e perenes de estação quente, entraram em decadência, após oito anos de uso. Nesse período, o rendimento de grãos de milho, no sistema II ($10.282 \text{ kg ha}^{-1}$) foi superior ao do sistema I (8.926 kg ha^{-1} - FONTANELI et al., 2003). Para a cultura de soja, não houve diferença significativa entre os sistemas I (soja após aveia branca: 3.318 kg ha^{-1} e após trigo: 3.291 kg ha^{-1}) e II (soja após aveia branca: 3.256 kg ha^{-1} e trigo: 3.222 kg ha^{-1}) para rendimento de grãos (SANTOS et al., 2003).

CONCLUSÕES

Os valores de Al trocável, de cálcio + magnésio trocáveis, de matéria orgânica, de P extraível e de K trocável do solo diferiram entre os sistemas de produção estudados.

Os sistemas de produção favoreceram elevação do nível de matéria orgânica e o teor de K trocável, principalmente na camada de solo de 0-5 cm.

Os níveis de matéria orgânica e os teores de Al trocável, P extraível e de K trocável diminuíram progressivamente da camada 0-5 cm para a camada 15-20 cm, enquanto para os valores de pH e de Ca + Mg ocorreu o contrário.

Os rendimentos não foram afetados pelos sistemas de produção estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e ou mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.4, p.857-865, 2000.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.2, p.235-239, 1997.
- CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de latossolos roxos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.1, p.99-105, 1990.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – CFSRR/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do solo – Núcleo Regional Sul, 1995. 224 p.
- DE MARIA, I.C.; NNABUDE, P.C.; CASTRO, O.M. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferralsol in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.51, n.1, p.71-79, 1999.
- ECKERT, D.J. Chemical attributes of soils subjected to no-till cropping with rye cover crops. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.55, n.2, p.405-409, 1991.
- EDMEADES, D.C.; JUDO, M.; SARATHCHANDRA, S.U. The effect of lime on nitrogen mineralization as measured by grass growth. **Plant and Soil**, The Hague, v.60, n.2, p.177-186, 1981.
- FONTANELI, R.S.; SANTOS, H. P. dos. Efeito de pastagens perenes no rendimento de grãos de trigo, sob plantio direto. In: CONGRESSO MUNDIAL SOBRE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, 2., 2003. **Produzindo em harmonia com a natureza**: resumos expandidos e posteres. Fóz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha; Confederación de Asociaciones Americanas para la Agricultura Sustentavel, 2003. v. 2, p. 194-196.
- FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; SPERA, S. T. Rendimento de grãos de milho em sistemas de produção de grãos e de pastagens anuais de inverno e perenes, sob plantio direto. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 48.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 31., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: EMATER-RS: FEPAGRO, 2003. 4 p. 1 CD-ROM. Cultura do milho - Trabalho 38.
- FRANCHINI, J.C.; BORKERT, C.M.; FERREIRA, M.M.; GAUDÊNCIO, C.A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.459-467, 2000.
- MATOWO, P.R.; PIERZYNSKI, G.M.; WHITNEY, D.; LAMOND, R.E. Soil chemical properties as influenced by tillage and nitrogen source, placement, and rates after 10 years of continuous sorghum. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.50, n.1, p.11-19, 1999.
- MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, n.1, p.95-102, 1983.
- PAIVA, P.J.R.; VALE, F.R.; FURTINI NETO, A.E.; FAQUIN, V. Acidificação de um latossolo roxo do estado do Paraná sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.1, p.71-75, 1996.
- RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D.P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e implicações**. Brasília: MEC; Lavras, ESAL; Piracicaba: POTAFOS, 1988. 81p.
- SÁ, J.C.M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo, 1993. p.37-60.
- SALET, R.L. **Dinâmica de íons na solução de um solo submetido ao sistema plantio direto**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande Sul, 1994. 111p. (Dissertação). Mestrado em Agronomia, área de Concentração Solos, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S. Rendimento de grãos de aveia branca em sistemas de produção envolvendo pastagens anuais e perenes, sob plantio direto. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.8, n.1, p.123-128, 2003.
- SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R.S.; SPERA, S.T. Efeito de pastagens anuais e perenes no rendimento de grãos de soja, sob plantio direto. In: CONGRESSO MUNDIAL SOBRE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, 2., 2003. **Produzindo em harmonia com a natureza**: resumos expandidos e posteres. Fóz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha; Confederación de Asociaciones Americanas para la Agricultura Sustentavel, 2003. v. 2, p. 201-203.
- SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto sobre o nível de fertilidade do solo após cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.645-653, 2001.
- SANTOS, H.P.; TOMM, G.O. Estudos da fertilidade do solo sob quatro sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.3, p.407-414, 1996.
- SANTOS, H.P.; TOMM, G.O. Rotação de culturas para trigo, após quatro anos: efeitos na fertilidade do solo em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.2, p.259-265, 1999.
- SIDIRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, n.2, p.249-254, 1985.
- SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.387-394, 2001.
- STEEL, G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistic: a biometrical approach**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P. **Solos do**

Tabela 1. Sistemas de produção grãos integrados com pastagens anuais de inverno, perenes de estação fria e perenes de estação quente, em plantio direto. Passo Fundo, RS

Sistema de Produção	Ano							
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Sistema I (somente produção de grãos)	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M
	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S
	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
Sistema II (pastagem anual de inverno)	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M
	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S
	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S
Sistema III (pastagem perene de inverno, depois produção de grãos)	T/PPF	PPF	PPF	PPF/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M
	T/PPF	PPF	PPF	PPF/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S
	T/PPF	PPF	PPF	PPF/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
Sistema IV (pastagem perene de verão, depois produção de grãos)	T/PPQ	PPQ	PPQ	PPQ/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M
	T/PPQ	PPQ	PPQ	PPQ/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S
	T/PPQ	PPQ	PPQ	PPQ/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
Alfafa (feno, depois produção de grãos)		Al	Al	Al/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M
		Al	Al	Al/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S
		Al	Al	Al/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S

Ab: aveia branca; Ap: aveia preta; Al: alfafa; E: ervilhaca; M: milho; PPF: pastagem perene de estação fria (festuca + cornichão + trevo branco + trevo vermelho); PPQ: pastagem perene de estação quente (pensacola + cornichão + trevo branco + trevo vermelho + aveia preta + azevém); S: soja; e T: trigo.

EFEITO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM PASTAGENS SOBRE RENDIMENTO E FERTILIDADE DO SOLO SOB PLANTIO DIRETO

Tabela 2. Valores médios de pH em água, de alumínio trocável e de cálcio + magnésio trocáveis, avaliados após as culturas de verão de 2000, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de produção.

Sistema de rotação	Profundidade (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15	5-10 x 15-20	10-15 x 15-20
pH (água 1:1)										
I	5,52	5,71	6,21	6,09	ns	**	**	**	*	ns
II	5,54	5,89	6,18	6,03	*	**	**	ns	ns	ns
III	5,65	6,05	6,58	6,50	*	**	**	ns	ns	ns
IV	5,55	6,03	6,33	6,18	**	**	**	**	**	ns
V	6,10	6,38	6,55	6,50	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Contrastes entre sistemas										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x IV	ns	ns	ns	ns						
I x V	ns	ns	ns	ns						
II x III	ns	ns	ns	ns						
II x IV	ns	ns	ns	ns						
II x V	ns	ns	ns	ns						
III x IV	ns	ns	ns	ns						
III x V	ns	ns	ns	ns						
IV x V	ns	ns	ns	ns						
Al (mmol_c dm⁻³)										
I	1,78	1,36	0,36	0,52	ns	*	*	ns	ns	ns
II	1,51	0,83	0,40	0,92	ns	ns	ns	ns	ns	ns
III	1,08	0,00	0,00	0,10	**	**	**	ns	ns	ns
IV	1,68	0,25	0,13	0,00	*	*	*	ns	ns	ns
V	0,00	0,00	0,00	0,48	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Contrastes entre sistemas										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x IV	ns	ns	ns	ns						
I x V	*	ns	ns	ns						
II x III	ns	ns	ns	ns						
II x IV	ns	ns	ns	ns						
II x V	*	ns	ns	ns						
III x IV	*	ns	ns	ns						
III x V	**	ns	ns	ns						
IV x V	**	ns	ns	ns						
Ca + Mg (mmol_c dm⁻³)										
I	62	70	78	77	ns	**	*	ns	ns	ns
II	56	71	75	74	**	**	**	ns	ns	ns
III	89	100	103	105	**	**	**	ns	ns	ns
IV	86	99	99	100	**	**	**	ns	ns	ns
V	104	111	111	108	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Contrastes entre sistemas										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	**	**	*	**						
I x IV	**	**	**	**						
I x V	**	**	**	**						
II x III	**	**	**	**						
II x IV	**	**	**	**						
II x V	**	**	**	**						
III x IV	**	**	**	**						
III x V	**	**	**	**						
IV x V	**	**	**	**						

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%. I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; III: pastagem de festuca + trevo branco + cornichão; IV: pastagem de pensacola + aveia preta + azevém + trevo vermelho + cornichão; e V: alfafa para feno.

Tabela 3. Valores médios de matéria orgânica, de fósforo extraível e de potássio trocável, avaliados após as culturas de verão de 2000, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de produção.

Sistema de rotação	Profundidade (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15	5-10 x 15-20	10-15 x 15-20
-- Matéria orgânica (g kg ⁻¹) -										
I	33,6	28,8	25,4	23,9	**	**	**	**	**	ns
II	33,3	26,7	23,8	24,0	**	**	**	*	*	ns
III	37,0	30,8	25,8	27,3	**	**	**	**	**	ns
IV	37,3	30,8	26,0	26,8	**	**	**	**	*	ns
V	33,0	35,5	30,8	29,8	ns	ns	*	**	**	ns
----- Contrastes entre profundidades (P > F) -----										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x IV	ns	ns	ns	ns						
I x V	ns	**	**	**						
II x III	ns	*	ns	ns						
II x IV	ns	*	ns	ns						
II x V	ns	**	**	**						
III x IV	ns	ns	ns	ns						
III x V	ns	*	**	**						
IV x V	ns	*	**	**						
----- P (mg kg ⁻¹) -----										
I	18,4	12,3	5,7	3,5	**	**	**	**	**	ns
II	21,3	11,5	5,4	3,9	**	**	**	**	**	ns
III	13,0	5,7	4,4	4,1	**	**	**	ns	ns	ns
IV	17,5	6,3	3,6	2,8	**	**	**	ns	ns	ns
V	13,3	0,8	5,7	3,8	ns	**	**	*	**	ns
----- Contrastes entre profundidades (P > F) -----										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x IV	ns	ns	ns	ns						
I x V	ns	ns	ns	ns						
II x III	*	ns	ns	ns						
II x IV	*	ns	ns	ns						
II x V	*	ns	ns	ns						
III x IV	ns	ns	ns	ns						
III x V	ns	ns	ns	ns						
IV x V	ns	ns	ns	ns						
----- K (mg kg ⁻¹) -----										
I	194	116	74	51	**	**	**	**	**	ns
II	174	109	74	55	**	**	**	**	**	ns
III	69	48	32	23	*	**	**	ns	ns	ns
IV	89	44	26	26	**	**	**	**	**	ns
V	148	89	58	26	**	**	**	**	**	*
----- Contrastes entre profundidades (P > F) -----										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	**	**	**	ns						
I x IV	**	**	*	ns						
I x V	ns	ns	ns	ns						
II x III	**	**	**	*						
II x IV	**	**	*	*						
II x V	ns	ns	ns	*						
III x IV	**	*	ns	ns						
III x V	ns	ns	ns	ns						
IV x V	ns	ns	ns	ns						

ns = não significativo; * = nível de significância de 5 %; ** = nível de significância de 1 %. I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; III: pastagem de festuca + trevo branco + cornichão; IV: pastagem de pensacola + aveia preta + azevém + trevo vermelho + cornichão; e V: alfafa para feno.

Tabela 4. Rendimento de grãos de espécies de inverno e de verão, matéria seca da ervilhaca e ganho de peso animal para diferentes sistemas produção, 1993 a 2000

	Anos														
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000							
kg ha⁻¹															
Sistema I (somente produção de grãos)															
T	2.370	E	M	S	S	Ab	S	T	S	E	M				
975	2.370	- ¹	7.625	1.371	2.345	2.591	2.232	5.800 ⁵	7.240	1.899	- ⁷	3.811	3.060	5.020 ⁵	8.926
E	M	Ab	S	T	E	M	M	Ab	S	T	S	E	M	Ab	S
- ¹	4.238	597	2.631	2.745	2.387	6.020 ⁵	5.264	2.420	3.180	2.229	- ⁷	4.840 ⁵	6.731	3.644	3.318
Ab	S	T	S	E	M	Ab	S	T	S	E	M	Ab	S	T	S
1.166	2.263	992	2.698	- ¹	5.677	3.225	2.047	- ⁶	2.974	4.840 ⁵	7.928	2.946	3.219	2.270	3.291
Sistema II (pastagem anual de inverno)															
T	S	Ap + E	M	Ab	S	T	S	Ap + E	M	Ab	S	T	S	Ap + E	M
1.132	2.750	203 ²	7.809	1.513	2.659	2.824	2.167	338 ²	6.796	1.837	- ⁷	4.028	3.080	413 ²	10.282
Ap + E	M	Ab	S	T	S	Ap + E	M	Ab	S	T	S	Ap + E	M	Ab	S
170 ²	4.450	513	2.608	2.462	2.447	330 ²	5.668	2.315	3.256	2.520	- ⁷	129 ²	6.096	3.419	3.256
Ab	S	T	S	Ap + E	M	Ab	S	T	S	Ap + E	M	Ab	S	T	S
1.333	2.288	947	2.703	285 ²	4.837	3.112	2.137	- ⁶	2.956	222 ²	7.318	2.442	3.296	2.271	3.222
Sistema III (pastagem perene de inverno)															
- ²	223 ²	464 ²	417 ²	248 ²	296 ²	187 ²	298 ²	296 ²	370 ²	401 ²	- ⁸	252 ²	- ⁸	481	135 ²
Sistema IV (pastagem perene de verão)															
- ²	118 ²	191 ²	377 ²	433 ²	572 ²	132 ²	432 ²	328 ²	546 ²	416 ²	- ⁸	283 ²	- ⁸	436	136 ²
Alfafa (feno)															
- ⁴	- ⁴	192 ²	698 ²	411 ²	649 ²	259 ²	462 ²	369 ²	515 ²	532 ²	- ⁸	- ⁷	- ⁸	- ⁸	- ⁷

Ab: aveia branca; Ap: aveia preta; Al: alfafa; E: ervilhaca; M: milho; PPF: pastagem perene de estação fria (fescua + cornichão + trevo branco + trevo vermelho); PPQ: pastagem perene de estação quente (pensacola + cornichão + trevo branco + trevo vermelho + aveia preta + azevém); S: soja; e T: trigo.
¹A ervilhaca não foi avaliada neste ano; ²Ganho de peso animal; ³As pastagens perenes estavam sendo estabelecidas; ⁴A alfafa foi estabelecida partir de 1994; ⁵Quantidade de matéria seca de ervilhaca; ⁶O trigo não foi colhido, devido ao ataque de giberela; ⁷A soja não foi colhida, devido a estiagem; ⁸As pastagens entraram em decadência.