

ALVADI ANTONIO BALBINOT JUNIOR

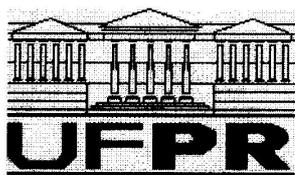
**USO DO SOLO NO INVERNO: PROPRIEDADES DO SOLO,
INCIDÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS E DESEMPENHO DA
CULTURA DE MILHO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Anibal de Moraes

Co-orientadores: Prof. Dr. Adelino Pelissari
Prof. Dr. Jeferson Dieckow
Pesquisador Dr. Milton da Veiga

CURITIBA
2007



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

PARECER

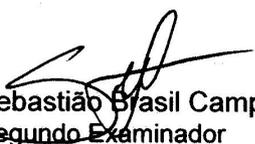
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pelo candidato **ALVADI ANTONIO BALBINOT JUNIOR**, sob o título "**USO DO SOLO NO INVERNO: PROPRIEDADES DO SOLO, INCIDÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS E DESEMPENHO DA CULTURA DE MILHO**", para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese.

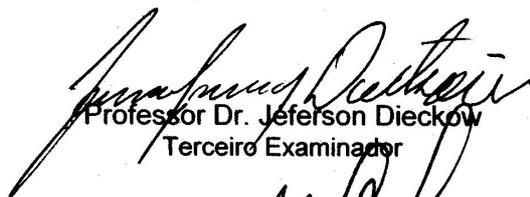
Curitiba, 07 de Dezembro de 2007.



Dr. Milton da Veiga
Primeiro Examinador



Professor Dr. Sebastião Brasil Campos Lustosa
Segundo Examinador



Professor Dr. Jeferson Dieckow
Terceiro Examinador



Professor Dr. Adelino Pelissari
Quarto Examinador



Professor Dr. Aníbal de Moraes
Presidente da Banca e Orientador

Aos meus pais Delvi e Alvadi,
exemplos de honestidade, trabalho,
sólido caráter e acima de tudo amor
à família.

Ofereço.

À minha esposa, mulher batalhadora,
cuja simplicidade encanta.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, porto seguro em nossa vida.

Ao professor Dr. Anibal de Moraes pela grande amizade e pelos ensinamentos de vida que estarão presentes em minha jornada.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), instituição que possui missão nobre e que possibilitou a execução do meu curso de doutorado.

À Universidade Federal do Paraná (UFPR) pela excelência acadêmica.

Aos Co-orientadores: professor Dr. Adelino Pelissari, professor Dr. Jeferson Dieckow e pesquisador Dr. Milton da Veiga, pelos conhecimentos compartilhados e pela amizade.

Às minhas irmãs e cunhados pelo apoio constante e incondicional.

Aos meus queridos sobrinhos Leonardo e Vinícius e à minha adorável sobrinha Ana Clara, fontes de muita alegria.

Ao meu sogro Antônio, à minha sogra Solange e aos meus cunhados Adriano e Luciano pelo companheirismo e motivação.

Ao grande educador Dr. Nilson Gilberto Fleck (UFRGS) pelos ensinamentos.

A todos os professores e professoras que contribuíram em minha formação pessoal e profissional.

A todos os amigos e amigas do Programa de Pós-graduação, em especial à Anne, Cristiano, Ester, Itacir, Jo, Lutécia, Renata e Veruska.

A todos os amigos e amigas da Epagri.

Aos amigos Dr. Alvimar Bavaresco e Dr. Rogério Luiz Backes pela grande amizade, apoio e confiança.

Aos agricultores Amélio Gudas, Danilo Guedes e Ivo Grein pela indispensável participação nos trabalhos de pesquisa.

Ao Técnico em Agropecuária Marcelo Bialeski e ao Extensionista Rural Luiz Meister, pelo auxílio na condução dos experimentos.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente auxiliaram na efetivação deste trabalho.

*Da terra o Senhor concedeu aos homens ciência e inteligência e também
mostrou-lhes o bem e o mal.*

(Eclesiástico, capítulo 17, versículo 6)

*Vigie seus pensamentos, porque eles se tornarão palavras;
Vigie suas palavras, pois elas se transformarão em atos;
Vigie seus atos, porque eles se tornarão seus hábitos;
Vigie seus hábitos, pois eles formarão seu caráter;
Vigie seu caráter, porque ele será o seu destino.*

Conforme se julga, escrito por Teócrito (310-250 a.C.).

A mente que se abre a uma idéia jamais voltará ao tamanho original.

Albert Einstein.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ALVADI ANTONIO BALBINOT JUNIOR, nascido no dia 23 de maio de 1977, em Curitibanos, SC, filho de Alvadi Antonio Balbinot e Delvi Terezinha Balbinot.

Engenheiro Agrônomo, formado na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) em 1999, Lages, SC.

No período de agosto de 1996 a agosto de 1999 desenvolveu atividades como Bolsista de Iniciação Científica (PROBIC/UDESC e PIBIC/CNPq).

Em fevereiro de 2002 defendeu sua dissertação de Mestrado em Fitotecnia, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com trabalho intitulado “Características de planta relacionadas à habilidade competitiva em cultivares de arroz irrigado”.

Em setembro de 2002 ingressou na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), onde desempenha função de pesquisador.

Em setembro de 2005 ingressou na Universidade do Contestado (UnC), Campus de Canoinhas, onde desempenha função de professor.

Em março de 2006 iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, na Universidade Federal do Paraná (UFPR), concluindo em dezembro de 2007, com apresentação da tese “Uso do solo no inverno: propriedades do solo, incidência de plantas daninhas e desempenho da cultura de milho”.

SUMÁRIO

1. RESUMO.....	ix
2. ABSTRACT.....	x
3. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
3.1. Uso do solo no inverno na região Sul do Brasil.....	1
3.2. Culturas de cobertura do solo de inverno.....	2
3.3. Pastagens anuais de inverno em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP).....	4
3.4. Hipótese e objetivos.....	10
3.5. Modelo conceitual da pesquisa.....	10
4. NITROGÊNIO AFETA A PRODUÇÃO E A COMPOSIÇÃO BOTÂNICA EM PASTAGEM DE GRAMÍNEAS CONSORCIADAS COM LEGUMINOSAS.....	13
Resumo.....	13
Summary.....	14
Introdução.....	15
Material e métodos.....	17
Resultados e discussão.....	19
Conclusões.....	22
Agradecimentos.....	23
Referências bibliográficas.....	23
5. PROPRIEDADES FÍSICAS EM CAMBISSOLO HÁPLICO MANEJADO NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA.....	32
Resumo.....	32
Abstract.....	33
Introdução.....	34
Metodologia.....	35
Resultados e discussão.....	38
Conclusão.....	41
Agradecimentos.....	41
Referências bibliográficas.....	41
6. PROPRIEDADES QUÍMICAS EM CAMBISSOLO HÁPLICO AFETADAS PELA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA.....	50
Resumo.....	50
Summary.....	51

Introdução.....	52
Material e métodos.....	54
Resultados e discussão.....	58
Conclusão.....	59
Agradecimentos.....	60
Referências bibliográficas.....	60
7. ESTRATÉGIAS DE USO DO SOLO NO INVERNO E SEU EFEITO NO MILHO CULTIVADO EM SUCESSÃO.....	70
Resumo.....	70
Abstract.....	71
Introdução.....	71
Material e métodos.....	73
Resultados e discussão.....	77
Conclusões.....	80
Agradecimentos.....	80
Referências.....	80
8. FORMAS DE USO DO SOLO NO INVERNO AFETAM A INFESTAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS EM MILHO (<i>Zea mays</i>) CULTIVADO EM SUCESSÃO.....	89
Resumo.....	89
Abstract.....	90
Introdução.....	90
Material e métodos.....	91
Resultados e discussão.....	94
Agradecimentos.....	96
Literatura citada.....	96
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102
9.1. Considerações sobre os resultados obtidos.....	102
9.2. Considerações sobre a pesquisa em propriedades de agricultores.....	106
9.3. Perspectivas de trabalhos futuros.....	107
10. REFERÊNCIAS.....	108
11. APÊNDICES.....	117

USO DO SOLO NO INVERNO: PROPRIEDADES DO SOLO, INCIDÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS E DESEMPENHO DA CULTURA DE MILHO¹

Autor: Alvadi Antonio Balbinot Junior²

Orientador: Anibal de Moraes³

Co-orientadores: Adelino Pelissari³

Jeferson Dieckow³

Milton da Veiga⁴

1. RESUMO

O cultivo de pastagens anuais de inverno, em sistema de integração lavoura-pecuária, pode ser uma estratégia adequada para uso do solo no período de inverno na região Sul do Brasil. O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos de diferentes estratégias de uso do solo no inverno sobre o desempenho da cultura de milho semeada em sucessão, infestação de plantas daninhas estivais e propriedades físicas e químicas do solo. Para tanto, foram conduzidos três experimentos na região do Planalto Norte de Santa Catarina, um no município de Canoinhas e dois no município de Major Vieira. Os experimentos foram implantados em maio de 2006. Foram avaliadas cinco estratégias de uso do solo: 1) consórcio de aveia-preta + azevém + ervilhaca + trevo-vesiculososo manejado sem pastejo e sem adubação nitrogenada (consórcio cobertura); 2) o mesmo consórcio, com pastejo e com 100 kg ha⁻¹ de N (pastagem com N); 3) o mesmo consórcio, com pastejo e sem adubação nitrogenada (pastagem sem N); 4) nabo forrageiro, sem pastejo e sem adubação nitrogenada (nabo forrageiro); e 5) pousio, sem pastejo e sem adubação nitrogenada (pousio). Avaliaram-se o desempenho da cultura de milho semeada em sucessão; infestação de plantas daninhas na cultura de milho; propriedades físicas do solo em maio e novembro de 2006 e em fevereiro de 2007 (densidade, porosidade total e resistência à penetração nas camadas de 2-7 cm e de 10-15 cm); e propriedades químicas do solo em maio e novembro de 2006 (pH, matéria orgânica, K, P, Ca, Mg, CTC, V% nas camadas de 0-2,5 cm; 2,5-5,0 cm e 5,0-10,0 cm). Pastagem com N produziu maior quantidade de massa vegetal do que a pastagem sem N. Os tratamentos de inverno não afetaram as propriedades físicas e químicas do solo avaliadas. Análise conjunta dos experimentos indicou que a pastagem anual de inverno, as coberturas de solo e o pousio não afetaram o desempenho da cultura de milho semeada em sucessão. O consórcio cobertura proporcionou a maior quantidade de palha para proteção do solo no verão e, conseqüentemente, menor infestação de plantas daninhas.

Palavras-chave: integração lavoura-pecuária, plantio direto, pastagem anual de inverno, palha.

¹ Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, UFPR.

² Eng. Agr., MSc., Pesquisador da Epagri.

³ Eng. Agr., Dr., Professor da UFPR.

⁴ Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Epagri.

WINTER SOIL USE: SOIL PROPERTIES, WEED INFESTATION AND MAIZE PERFORMANCE²

Author: Alvadi Antonio Balbinot Junior²

Adviser: Anibal de Moraes³

Co-advisers: Adelino Pelissari³

Jeferson Dieckow³

Milton da Veiga⁴

2. ABSTRACT

The winter annual pastures, in crop-livestock system, may be an adequate strategy to use the soil in Southern Brazil. The objective of this work was to evaluate the effect of different soil use during winter season on maize performance in succession, weed summer infestation and soil physical/chemical properties. Thus, three experiments were carried out in the North Plateau of Santa Catarina State, Brazil, one in Canoinhas and two in Major Vieira. The experiments were planted in May of 2006. Five strategies of soil use in the winter were investigated: 1) multicropping with black oat + ryegrass + vetch + *Trifolium vesiculosum* without grazing and nitrogen fertilization (multicropping cover); 2) the same multicropping, with grazing and nitrogen fertilization, 100 kg ha⁻¹ of N (pasture with N); 3) the same multicropping, with grazing and without nitrogen fertilization (pasture without N); 4) oil seed radish, without grazing and nitrogen fertilization (oil seed radish); and 5) natural vegetation, without grazing and nitrogen fertilization (fallow). In these experiments were evaluated: development and crop yield of maize in succession to the winter treatments; weed infestation in maize crop; physical properties at May and November of 2006 and at February of 2007 (bulk density, total porosity and penetration resistance in two layers: 2-7 cm and 10-15 cm); and chemical properties at May and November of 2006 (pH, organic matter, K, P, Ca, Mg, CTC, V% in three layers: 0-2,5 cm; 2,5-5,0 cm e 5,0-10,0 cm). Pasture with N produced higher forage mass than pasture without N. The winter treatments did not affect the physical and chemical soil properties. General analysis of experiments indicated that winter annual pasture, cover crops and fallow did not affect the maize performance cultivated in succession. The multicropping cover produced high straw quantity for soil protection in the summer and, consequently, low weed infestation on the maize crop was observed in this treatment.

Key words: crop-livestock system, no tillage system, annual winter pasture, straw.

² Thesis presented to Course of Pos-graduation in Agronomy, concentration area of Vegetal Production, UFPR.

² Eng. Agr., MSc., Researcher of Epagri.

³ Eng. Agr., Dr., Professor of UFPR.

⁴ Eng. Agr., Dr., Researcher of Epagri.

3. INTRODUÇÃO GERAL

3.1. Uso do solo no inverno na região Sul do Brasil

Os sistemas agropecuários do Sul do Brasil se caracterizam pelo elevado número de alternativas economicamente viáveis para utilização dos solos durante os meses de setembro a março. Culturas como a soja, o milho, o feijão, o fumo, o arroz irrigado e as pastagens anuais e perenes de verão ocupam expressiva porcentagem das áreas agricultáveis nesta época do ano.

Por outro lado, entre os meses de maio e setembro (período usualmente denominado de inverno) há poucas alternativas economicamente viáveis para utilização do solo no Sul do Brasil. Os cereais de estação fria - trigo, cevada, centeio, triticale e aveia branca - cultivados para produção de grãos, atualmente apresentam baixa competitividade em relação aos grãos importados e mesmo em relação aos grãos produzidos no Centro-oeste brasileiro. A falta de competitividade dos cereais de estação fria no Sul do Brasil é decorrente de fatores ambientais, especialmente climáticos e de políticas públicas que favorecem a importação de grãos e farinha de outros países, sobretudo da Argentina (Brum et al., 2005). Em função disso, na última década a renda obtida por área em cultivos com cereais de estação fria diminuiu. Este cenário reduz a importância destes cereais para os sistemas agropecuários do Sul do Brasil, principalmente para a agropecuária de base familiar, que não dispõe de extensas áreas para cultivo dos mesmos. Nesta condição, muitas áreas são mantidas em pousio no inverno, reduzindo a incorporação de carbono orgânico ao solo, aumentando a erosão hídrica devido à falta de proteção do solo e permitindo infestações de plantas daninhas (Argenta et al., 2001).

Alternativas de uso das áreas no inverno, como o cultivo de olerícolas e frutíferas de clima temperado, despertam interesse cada vez maior por parte de pequenos agricultores do Sul do Brasil. Contudo, estas alternativas muitas vezes não se ajustam aos sistemas de produção utilizados pelos agricultores. No caso das olerícolas, além de conhecimento técnico para o cultivo, que muitas vezes o agricultor não possui, há dificuldades de comercialização, relacionadas à sazonalidade de produção, baixa qualidade dos produtos e elevada distância de centros consumidores. Em relação às frutíferas, além das

dificuldades citadas anteriormente, a demora para início de produção é fator que desestimula muitos agricultores a entrarem na atividade. Adicionalmente, é necessário considerar que reduzido número de agricultores possuem cultura para produção de olerícolas e frutíferas, devido à falta de tradição familiar ou regional para produção de tais produtos. É certo que uma família de agricultores que cultivava feijão e milho há décadas tenha dificuldades em produzir maçãs, por exemplo.

Outras alternativas para uso de áreas no inverno podem e devem ser estudadas como, por exemplo, plantas medicinais, culturas para produção de biodiesel, flores e plantas ornamentais. No entanto, são opções que atualmente possuem aplicação prática limitada, devido ao reduzido tamanho de mercado, incipiência tecnológica e falta de tradição em produzir estes produtos. Neste contexto, outras alternativas, como culturas para cobertura do solo e pastagens anuais devem ser pesquisadas com maior profundidade, pois podem se constituir em opções adequadas para uso das áreas no inverno.

3.2. Culturas de cobertura do solo de inverno

As culturas de cobertura do solo constituem importante componente em sistemas agrícolas, já que melhoram as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Derpsch et al., 1985; Giacomini et al., 2003). A manutenção de elevadas quantidades de palha sobre o solo é fundamental para a sustentabilidade do sistema de plantio direto (Ceretta et al., 2002; Macilwain, 2004). A presença de palha sobre o solo reduz a erosão hídrica (Schick et al., 2000) e diminui a infestação por plantas daninhas (Voll et al., 1996; Yenish et al., 1996; Radosevich et al., 1997; Brandsaeter e Netland, 1999; Jacobi e Fleck, 2000; Caamal-Maldonado et al., 2001; Derksen et al., 2002; Balbinot et al., 2003; Balbinot et al., 2005) e nematóides (Mojtahedi et al., 1993). As culturas de cobertura do solo, cultivadas em sistema de plantio direto, podem melhorar a qualidade do solo, em especial devido ao incremento nos teores de carbono orgânico, o que pode se refletir em melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Amado et al., 2006), além da estruturação do solo ocasionada pelo crescimento de raízes destas plantas. Isso reforça a preocupação em produzir elevada quantidade de palha, com o objetivo de

manter o solo protegido por maior período de tempo, viabilizando o sistema de plantio direto.

Nos sistemas agropecuários da região Sul do Brasil, o cultivo de coberturas do solo durante o inverno pode proporcionar alta produção de palha, o que manterá o solo coberto durante o verão. A aveia preta é a espécie mais cultivada como cobertura de inverno no Sul do Brasil, antecedendo aos cultivos de milho e de soja, em sistema de plantio direto (Silva et al., 2006). Esta espécie apresenta elevada produção de massa seca, facilidade de aquisição de sementes e implantação, rusticidade, rapidez de formação de cobertura, decomposição lenta e ciclo adequado. No entanto, por produzir palha com relação C/N elevada, há requerimento de maiores doses de nitrogênio para a cultura de milho semeada em sucessão. Outra cultura de cobertura que pode ser usada com sucesso antecedendo o milho é o nabo forrageiro. Embora esta espécie não possua a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, como as leguminosas, ela apresenta alta capacidade de extrair nutrientes de camadas mais profundas do solo, promovendo eficiente ciclagem de nutrientes (Silva et al., 2006).

Uma alternativa viável e eficiente para produzir elevada quantidade de massa pelas culturas de cobertura do solo é o consórcio entre espécies que possuem diferentes características morfofisiológicas (Fontaneli e Freire Junior, 1991; Balbinot et al., 2004). É possível produzir mais de 8 t ha⁻¹ de palha por meio do cultivo consorciado de aveia preta, azevém, centeio, ervilhaca e nabo forrageiro, sob as condições edafoclimáticas do Planalto Norte de Santa Catarina (Balbinot et al., 2004).

A palha produzida pelas plantas de cobertura do solo pode dificultar a emergência de várias espécies de plantas daninhas, em razão do efeito físico de sombreamento e da conseqüente redução da amplitude térmica do solo (Severino e Christoffoleti, 2001). Em adição, a palha em decomposição pode liberar aleloquímicos, que, por sua vez, podem reduzir a emergência e/ou crescimento de plantas daninhas em virtude do efeito alelopático (Jacobi e Fleck, 2000; Balbinot et al., 2003; Balbinot et al., 2005; Dhima et al., 2006). Segundo Balbinot et al. (2007) palha de azevém e de consórcio entre aveia preta, azevém, centeio, ervilhaca e nabo forrageiro apresentam elevada

capacidade de supressão de plantas daninhas, ao passo que a palha de nabo forrageiro permite elevada infestação destas plantas.

Contudo, é importante enfatizar que o uso de culturas de cobertura do solo no inverno não traz benefícios econômicos imediatos, mas se constitui num investimento (Monegat, 1991). Este aspecto, somado ao alto custo de aquisição de sementes, limita o uso de culturas de cobertura de solo pelos agricultores.

3.3. Pastagens anuais de inverno em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP)

A produção animal no período de inverno em áreas agrícolas se caracteriza em uma forma de uso do solo que pode beneficiar número expressivo de famílias que atuam no setor agropecuário. Na região Sul do Brasil, o sistema de produção de grãos no verão e pastagem no inverno – denominado sistema de integração lavoura pecuária – pode ser sustentável ao longo do tempo sob as óticas ambiental, social e econômica. O Sul do Brasil possui características importantes para o uso do sistema de ILP, quais sejam:

- a) elevada disponibilidade de áreas para cultivo de pastagens anuais de inverno. Por exemplo, em Santa Catarina as culturas de milho, soja e feijão ocupam área de aproximadamente 1,2 milhões de hectares, enquanto o trigo, principal cereal de estação fria, ocupa somente 60 mil hectares no inverno (Síntese..., 2006);
- b) há espécies forrageiras anuais de inverno que apresentam baixo custo de sementes, podem ser implantadas em sistema de plantio direto e possuem boa produtividade e excelente qualidade nutricional;
- c) os preços da carne e do leite, em geral, são maiores no período invernal em relação ao estival, pois há menor oferta de produto;
- d) há mercado local para a carne e para o leite, ou seja, o agricultor pode vender o seu produto;
- e) a produção de carne e de leite a base de pasto possui menor custo, comparativamente à produção baseada em concentrados;
- f) a produção animal em pastagens apresenta reduzido impacto ambiental em relação ao confinamento;

- g) o cultivo de pastagens no inverno, se bem manejadas, pode melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo ao longo do tempo, reduzindo a erosão hídrica e incorporando carbono atmosférico ao solo;
- h) expressiva porcentagem de famílias de agricultores do Sul do Brasil possui tradição de produzir animais em áreas também utilizadas para produção de grãos, embora ainda a façam de maneira inapropriada, na maioria dos casos; e
- i) A ILP é um sistema eficiente para diversificar as atividades das propriedades agropecuárias (Moraes et al., 2004; Russelle et al., 2007; Sulc e Tracy, 2007), o que pode melhorar o uso de mão-de-obra e equipamentos, além de reduzir riscos de insucesso econômico.

Em propriedades agropecuárias que possuem reduzida área e utilizam mão-de-obra familiar, a produção de leite em integração com lavouras certamente se constitui em uma importante fonte de renda, já que é uma atividade que pode apresentar elevada densidade econômica. Já em propriedades com maior extensão, a bovinocultura de corte no inverno pode ser interessante para constituir o sistema de ILP.

Na agricultura familiar, a bovinocultura de leite representa uma das principais atividades econômicas, onde a introdução de tecnologia como o sistema de ILP, em plantio direto, cria novas demandas de pesquisa, já que o sistema solo-planta-animal é mais complexo do que o sistema solo-planta.

Pastagem formada pelo consórcio de gramíneas e leguminosas anuais de inverno pode ser uma estratégia eficiente para aumentar a produção de leite a base de pasto. Devido ao elevado custo do nitrogênio, é recomendada a utilização de leguminosas para formação de pastagens, especialmente consorciadas com gramíneas. Isto ocorre porque as espécies leguminosas possuem capacidade de fixar N atmosférico (N_2), reduzindo a necessidade de aplicação deste nutriente e, assim, o custo de produção (Boller e Nösberger, 1987; Campillo et al., 2005). Por outro lado, a adubação nitrogenada de pastagens de inverno pode se constituir em prática eficiente em aumentar a produtividade dos componentes vegetal e animal do sistema de ILP, além de favorecer a sustentabilidade do sistema ao longo do tempo (Assmann et al., 2003). O nitrogênio é um nutriente que pode aumentar expressivamente a produção forrageira (Brockman e Wolton, 1963; Lesama e Moojen, 1999; Moreira et al., 2001; Garay et al., 2004; Newman e Sollenberger, 2005).

O sistema de ILP pode proporcionar benefícios à produtividade das culturas e das pastagens (Assmann et al., 2003; Lang et al., 2004; Moraes et al., 2004). Nos Estados Unidos da América, constatou-se que 71% dos agricultores que usam o sistema de ILP obtêm maiores produtividades em cultivos anuais semeados após pastagens em relação a sistemas que não usam a pecuária (Entz et al., 1995). Da mesma forma, Hoyt (1990) observou que o trigo produziu de 66 a 114% mais quando semeado em sucessão à alfafa em relação ao plantio de trigo sem rotação de culturas. As pastagens também podem ser beneficiadas no sistema de ILP, devido ao aproveitamento da adubação residual deixada pelas culturas anuais (Kluthcouski et al., 2003).

O aumento de produtividade obtido em sistema de ILP se deve, em grande parte, à melhoria da qualidade do solo (Entz et al., 2002). Em geral, as espécies forrageiras apresentam sistema de raízes mais vigoroso e profundo comparativamente às espécies cultivadas para produção de grãos. Assim, estas plantas realizam eficiente ciclagem de nutrientes, melhorando o aproveitamento deste recurso. A formação de sistema de raízes profundo por parte das forrageiras também auxilia na redução da lixiviação de nitrato (Entz et al., 2002). Após cinco anos de experimento, Mc Gill et al. (1986) observaram que em áreas cultivadas sob rotação com trigo, aveia, cevada e forragem, os teores de nitrogênio no solo e nos microorganismos foram 38 e 117% maiores, respectivamente, em relação à área cultivada somente com trigo. O aumento no teor de nitrogênio em decorrência do cultivo de leguminosas também é documentado por Badaruddin e Meyer (1989). O sistema de ILP provocou aumento de aproximadamente 100% na biomassa microbiana em relação ao monocultivo de algodão (Acosta-Martínez et al., 2004).

No sistema solo-planta-animal, o componente animal se constitui em agente acelerador da ciclagem de nutrientes, pois ingere forragem que apresenta nutrientes pouco disponíveis e excreta fezes e urina, que apresentam nutrientes facilmente mineralizáveis, os quais podem ser novamente absorvidos pelas plantas, formando massa vegetal. Esta aceleração da ciclagem de nutrientes pode aumentar os níveis de nutrientes na camada superficial do solo, uma vez que as excreções são depositadas na superfície (Powell e Williams, 1993).

Devido ao aumento nos teores de nitrogênio e de matéria orgânica e formação de sistema de raízes vigoroso e profundo proporcionados pelo sistema de ILP, pode haver aumento na estabilidade de agregados, o que pode refletir em redução da erosão hídrica e aumento na condutividade hidráulica do solo. O cultivo de alfafa por quatro anos proporcionou aumento na condutividade hidráulica do solo saturado em 10 vezes em relação à ausência de cultivo de leguminosas (Shepherd et al., 2003). Salienta-se que além do teor de matéria orgânica, a qualidade desta também é um importante fator a ser considerado, já que as diferentes frações da matéria orgânica possuem funções ecológicas distintas.

Em decorrência da melhoria de algumas propriedades físicas do solo ocasionada pelo sistema de ILP, pode haver aumento na taxa de infiltração de água em relação a solos cultivados sem a presença de animais. Mapfumo et al. (1999) questionaram essa afirmativa, pois, segundo os autores, a pressão exercida sobre o solo pelo pisoteio bovino é cerca de quatro vezes maior do que a pressão exercida pelos pneus de tratores. Assim, na presença de animais haveria maior compactação do solo e menor taxa de infiltração de água, especialmente na camada superficial do solo. Isso ocorre porque a pressão aplicada por meio das patas do animal se dissipa na camada superficial do solo, uma vez que, para um mesmo grau de consolidação do solo, a profundidade de efeito da aplicação de uma pressão na superfície é proporcional à sua largura (Soehne, 1958). Todavia, os mesmos autores verificaram em experimento de campo que o pisoteio não alterou significativamente propriedades físicas do solo. Santos et al. (2003) verificaram que a presença de bovinos em pastejo rotacionado não afetou as propriedades físicas do solo, comparativamente às áreas que não apresentaram pisoteio. Da mesma forma, Spera et al. (2004) também verificaram que a presença de bovinos no inverno não afetou as propriedades físicas do solo e a produtividade de culturas de verão.

Por outro lado, com o uso de alta carga animal em curto período, houve aumento da resistência do solo à penetração, diminuição da macroporosidade e redução da infiltração de água no solo na camada de 0 a 7,5 cm (Trein et al., 1991). Em alta pressão de pastejo, houve redução da produtividade de grãos em milho cultivado após pastagem anual de inverno em relação ao cultivo de

milho após cobertura do solo (sem pastejo) (Nicoloso et al., 2006). A pecuária é vista, muitas vezes, como uma atividade que dificulta a agricultura, principalmente quando o solo é manejado sob sistema de plantio direto (Dijkstra, 1993). Segundo Albuquerque et al. (2001) e Conte et al. (2007) a compactação superficial do solo pode comprometer o sistema de plantio direto. É evidente que a ação de bovinos sobre o grau de compactação do solo depende de uma série de fatores, tais como: espécie forrageira cultivada, altura de pastejo (Cardoso et al., 2007), categoria animal, características do solo e condições atmosféricas, especialmente regime pluvial. Nesse sentido, os efeitos da presença de animais sobre as propriedades físicas do solo devem ser observados e analisados para cada situação de ambiente e de manejo. No Brasil, um grande paradigma que existe entre agricultores e técnicos é de que a pastagem ocasiona, obrigatoriamente, compactação do solo, o que não é verdade.

Em relação ao efeito da presença de bovinos no inverno sobre a incidência de plantas daninhas durante o verão subsequente, Marchezan et al. (2003) verificaram, no estado do Rio Grande do Sul, que o pisoteio de bovinos não afetou a dinâmica do banco de sementes de arroz-vermelho (planta daninha encontrada em lavouras de arroz irrigado) e, conseqüentemente a incidência desta invasora. Na literatura há dados de que o sistema de ILP pode reduzir a infestação de plantas daninhas, em especial quando são utilizadas forrageiras perenes (Entz et al., 2002). O uso de forragens com elevada velocidade de crescimento e que possuam metabolismo fotossintético C_4 , pode constituir-se em uma ferramenta eficiente no manejo de plantas daninhas. O manejo dos animais interfere no potencial de supressão de plantas daninhas exercido pelas forrageiras.

Na região Sul do Brasil, o uso do solo no inverno com pastagens pode fornecer pouca palha para proteção do solo no verão, devido ao elevado aproveitamento de forragem. Isso pode aumentar a infestação de plantas daninhas na cultura subsequente em relação a sistemas que utilizam culturas para cobertura do solo no inverno. Há correlação negativa entre quantidade de palha sobre o solo e infestação de plantas daninhas (Radosevich et al., 1997; Theisen et al., 2000; Vidal & Trezzi, 2004; Balbinot et al., 2005; Salvador et al., 2007). O manejo cultural de plantas daninhas em sistema de ILP pode ser

dificultado pela baixa quantidade de palha que permanece sobre o solo no verão, o que pode aumentar a dependência de controle químico para controle adequado de plantas daninhas e obtenção de elevadas produtividades de grãos no verão. A sustentabilidade do sistema de ILP em plantio direto depende do manejo adequado de plantas daninhas. Porém, há falta de informações na literatura a respeito dos efeitos da integração bovinos (inverno) - lavoura (verão) em sistema de plantio direto, sobre a emergência, crescimento, desenvolvimento e produção de diásporos por plantas daninhas nas culturas de verão.

No tocante a aspectos econômicos, na região de Passo Fundo, RS, em sistema de ILP, a renda líquida obtida por área foi maior do que a obtida em sistemas que não utilizam a pecuária (Fontaneli et al., 2000). Por meio de análise de dominância estocástica, que considera a rentabilidade e o risco da adoção de determinada tecnologia, Ambrosi et al. (2001) constataram que o sistema de ILP possui menor risco de insucesso econômico em relação a sistemas que utilizam somente grãos. O sistema de ILP aparece como uma estratégia promissora para desenvolver sistemas de produção menos intensivos no uso de insumos e mais sustentáveis no tempo (Entz et al., 2002; Assmann et al., 2003; Rao et al., 2003). Além disso, em regiões pobres, que apresentam problemas de estresses ambientais, como no Oeste da África, o sistema de ILP se constitui em uma eficiente estratégia para garantir alimentação à população, já que a fertilização das áreas cultivadas é feita com o esterco dos animais (Powell et al., 2004). Esses indicativos comprovam que o sistema de ILP pode melhorar o sistema de produção dos agricultores familiares. No entanto, há necessidade de pesquisas que avaliem de maneira integrada os efeitos do sistema de ILP sobre fatores que interferem no sistema de produção de agricultores familiares. Para tanto, a execução de pesquisas interdisciplinares é indispensável.

A condução de experimentos juntamente com agricultores é outra estratégia que pode melhorar o planejamento, a condução, a avaliação, a interpretação de resultados e a difusão do conhecimento gerado (Geilfus, 1997). No entanto, a pesquisa realizada em parceria com agricultores não deve prescindir, em nenhuma situação, de rigor metodológico pertinente em trabalhos de investigação científica.

3.4. Hipótese e objetivos

A hipótese geral desta pesquisa é que o uso do solo no inverno com pastagem adubada com nitrogênio e cobertura do solo melhora as propriedades físicas e químicas do solo e reduz a infestação de plantas daninhas de verão, proporcionando elevadas produtividades de grãos de milho cultivado em sucessão.

O objetivo geral desta pesquisa é auxiliar na definição de sistemas de produção apropriados à agricultura familiar presente no Sul do Brasil, por meio do melhor aproveitamento do solo no inverno.

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- a) Avaliar o efeito da adubação nitrogenada em pastagem anual de inverno (consórcio de gramíneas e leguminosas) sobre a produção e a composição botânica da pastagem em três ambientes;
- b) Avaliar o efeito de estratégias de uso do solo no inverno sobre propriedades físicas do solo relacionadas à compactação em três ambientes;
- c) Avaliar o efeito de estratégias de uso do solo no inverno sobre propriedades químicas do solo em três ambientes;
- d) Avaliar o efeito de estratégias de uso do solo no inverno sobre o desempenho da cultura de milho semeada em sucessão, em três ambientes; e
- e) Avaliar o efeito de estratégias de uso do solo no inverno sobre a infestação de plantas daninhas estivais em dois ambientes.

3.5. Modelo conceitual da pesquisa

Esta investigação científica teve como base o modelo conceitual proposto na Figura 1.

A presente tese apresentará, além da Introdução geral, cinco artigos científicos e as considerações finais. O primeiro artigo se refere ao efeito da adubação nitrogenada em pastagem anual de inverno, formada pelo consórcio

de gramíneas e leguminosas, sobre a produção e a composição botânica da pastagem. Este artigo foi elaborado seguindo as normas da Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, SC. O segundo artigo se refere ao efeito de estratégias de uso do solo no inverno sobre propriedades físicas do solo relacionadas à compactação e foi elaborado seguindo as normas da Revista Scientia Agrária, Curitiba, PR. O terceiro artigo se refere ao efeito das estratégias de uso do solo no inverno sobre propriedades químicas do solo e foi elaborado seguindo as normas da Revista de Ciências Agroveterinárias. O quarto artigo se refere ao efeito das estratégias de uso do solo sobre o desempenho da cultura de milho semeada em sucessão e foi elaborado seguindo as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF. O quinto artigo trata do efeito das estratégias de uso do solo sobre a infestação de plantas daninhas na cultura de milho semeada em sucessão e foi elaborado seguindo as normas da revista Planta Daninha, Viçosa, MG. Análise e interpretação global dos resultados obtidos são realizadas no item Considerações finais.

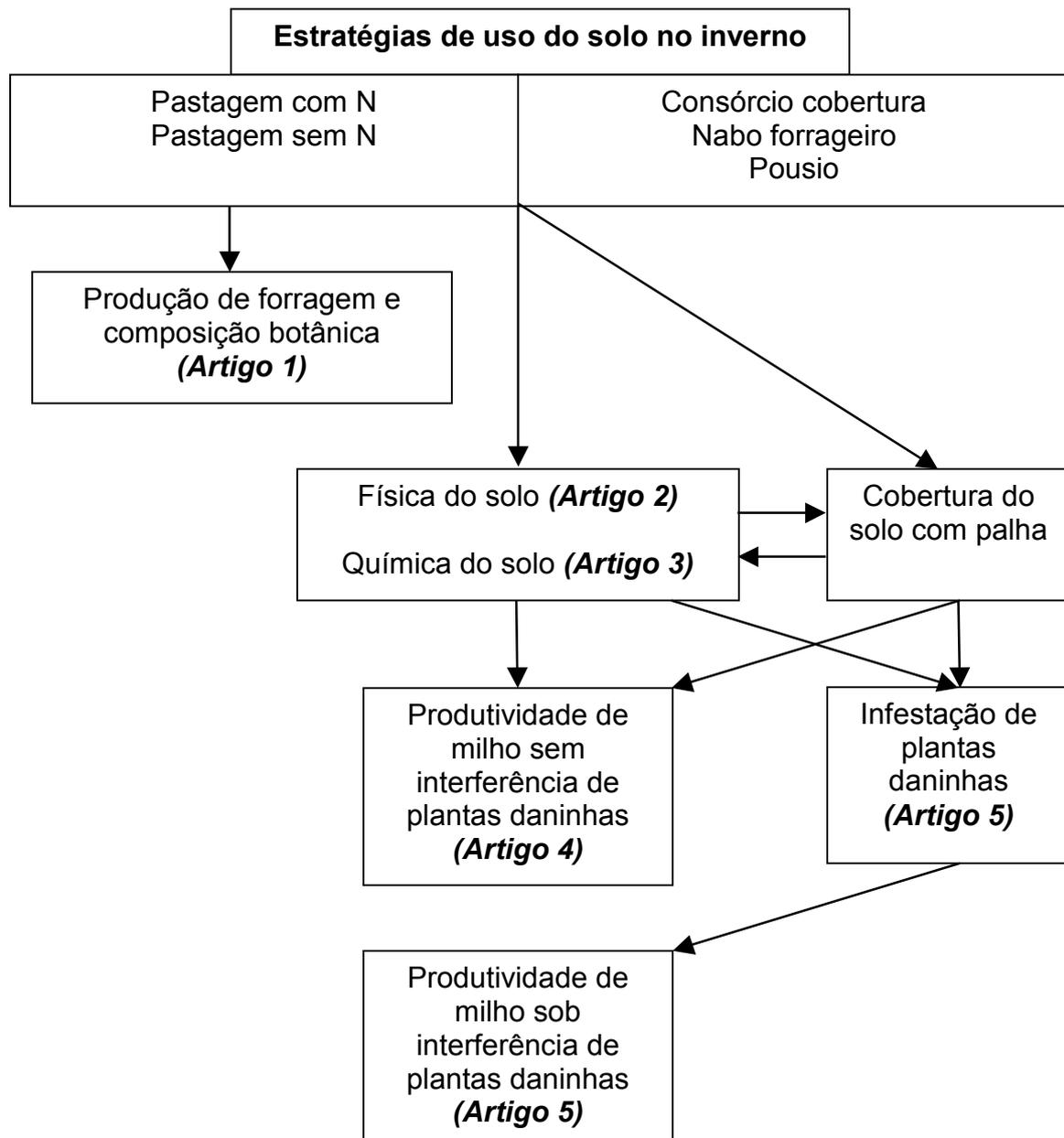


Figura 1. Organograma do modelo conceitual da pesquisa, com indicativo da estratégia para publicação dos artigos científicos.

4. NITROGÊNIO AFETA A PRODUÇÃO E A COMPOSIÇÃO BOTÂNICA EM PASTAGEM DE GRAMÍNEAS CONSORCIADAS COM LEGUMINOSAS

NITROGEN AFFECTS THE PRODUCTION AND THE BOTANICAL COMPOSITION
IN GRASS/LEGUMES PASTURE

**Alvadi Antonio Balbinot Junior³, Anibal de Moraes², Adelino Pelissari², Jeferson
Dieckow³, Milton da Veiga⁴**

RESUMO

O nitrogênio é um nutriente que afeta diretamente a produção forrageira em gramíneas. Contudo, há falta de informações acerca do efeito do nitrogênio sobre o desempenho de pastagens anuais de inverno formadas pelo consórcio de gramíneas e leguminosas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de dois níveis de nitrogênio sobre a produção e a composição botânica de pastagem formada pelo consórcio de aveia preta + azevém + ervilhaca + trevo vesiculoso. Foram conduzidos três experimentos nos municípios de Canoinhas e Major Vieira, SC, no ano de 2006. O delineamento experimental utilizado foi

³ Engenheiro Agrônomo, MSc., Doutorando do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da UFPR e Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Estação Experimental de Canoinhas, BR 280, km 219,5, bairro Campo da Água Verde, CP 216, 89.460-000, Canoinhas, SC. E-mail: balbinot@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da Universidade Federal do Paraná/Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo. E-mail: anibalm@ufpr.br; linopeli@hotmail.com.

³ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da Universidade Federal do Paraná/Departamento de Solos. E-mail: jefersondieckow@ufpr.br.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Epagri, Estação Experimental de Campos Novos. E-mail: milveiga@epagri.sc.gov.br.

o de blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliados dois níveis de nitrogênio na pastagem anual de inverno: 0 e 100 kg ha⁻¹, aplicados quando a aveia preta apresentava em média dois afilhos. A aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N em pastagem de aveia preta + azevém + ervilhaca + trevo vesiculoso aumenta a produção de forragem e a participação das gramíneas na composição botânica. Há aumento da participação da ervilhaca e do trevo vesiculoso na composição forrageira com a evolução do ciclo da pastagem.

PALAVRAS-CHAVE: consórcio de aveia preta + azevém + ervilhaca + trevo vesiculoso, massa seca de forragem, competição interespecífica.

SUMMARY

The nitrogen affects directly the pasture production in grass. However, there is lack of information about the nitrogen effect on the performance of grass/legumes mixed pastures cultivated in the winter. The objective of this work was to evaluate the effect of two levels of nitrogen fertilization on the production and botanical composition in pasture constituted by black oat + ryegrass + vetch + arrow leaf clover. Three field experiments were conducted in Canoinhas and Major Vieira, State of Santa Catarina, Brazil, during 2006. The treatments were arranged in a randomized block design, with three replicates. Two levels of nitrogen fertilization were evaluated: 0 and 100 kg ha⁻¹ with application when black oat showed, in average, two tillers. The application of 100 kg ha⁻¹ of N in pasture of black oat + ryegrass + vetch + arrow leaf clover increases the forage production and the grass participation in the botanical composition. There is increase of vetch and arrow leaf clover participation with the evolution of forage cycle.

KEY WORDS: multicropping among black oat + ryegrass + vetch + arrow leaf clover, dry mass of forage, interspecific competition.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a pecuária tem como base as pastagens, sobretudo formadas por gramíneas. No Sul do Brasil, há elevada produtividade de forragem na primavera e verão, devido à adequada disponibilidade hídrica, às altas temperaturas e à elevada luminosidade. No entanto, nas estações de outono e inverno a produção de forragem pode ser considerada baixa, especialmente em campos naturais e naturalizados (CÓRDOVA et al., 2004). Este cenário cria grande possibilidade para produção de forragem no período de maior escassez, por meio de cultivo de espécies anuais de inverno, que podem ser cultivadas para fornecer forragem no outono e inverno, proteger o solo neste período e, ainda, fornecer palha para cultivo de grãos no verão em sistema de integração lavoura-pecuária (NICOLOSO et al., 2006). Neste sentido, o cultivo de espécies de leguminosas consorciadas com gramíneas anuais de inverno pode ser uma alternativa interessante para produção de carne e/ou leite.

A baixa disponibilidade de nitrogênio (N) é um fator que limita a produção forrageira, já que as pastagens de gramíneas necessitam elevadas quantidades deste nutriente para que sejam obtidas altas produtividades de massa vegetal (LESAMA e MOOJEN, 1999; MOREIRA et al., 2001; SOARES e RESTLE, 2002; GARAY et al., 2004). A disponibilidade de N também afeta a persistência e a qualidade da forragem produzida (NEWMAN e SOLLENBERGER, 2005). Devido ao elevado custo do N, há estímulo para utilização de leguminosas para formação de pastagens, principalmente

consorciadas com gramíneas. Isto ocorre porque as espécies leguminosas possuem capacidade de fixar N atmosférico (N_2), reduzindo o custo de produção (BOLLER e NÖSBERGER, 1987; CAMPILLO et al., 2005).

O uso de consórcios de gramíneas + leguminosas está baseado na possibilidade de produção de forragem com elevados teores de proteína bruta, com aplicação de baixas doses de N mineral, ou mesmo sem aplicação deste nutriente e melhorar a distribuição temporal da produção forrageira (SLEUGH et al., 2000). Espécies de gramíneas cultivadas em consórcio com leguminosas podem ser beneficiadas pelo N fixado pelas últimas. Leguminosas arbóreas liberam nitrogênio para a pastagem de Survenola (híbrido de *Digitaria setivalva* e *D. valida*) em cultivo consorciado, melhorando a produtividade de forragem (DIAS et al., 2007). Além disso, há liberação de N à solução do solo quando a massa vegetal da leguminosa se decompõe, melhorando a disponibilidade deste nutriente.

O uso de N mineral em pastagens de gramíneas tem aumentado significativamente a produção forrageira (LESAMA e MOOJEN, 1999; MOREIRA et al., 2001; GARAY et al., 2004) e a produção animal (SOARES e RESTLE, 2002). No entanto, há falta de informações acerca dos efeitos da fertilização nitrogenada sobre a produção forrageira e a composição botânica de consórcios entre leguminosas e gramíneas anuais de inverno cultivadas na região Sul do Brasil. Em adição, não há informação sobre a produção forrageira deste tipo de consórcio frente à aplicação de N em solos com altos teores de matéria orgânica.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de dois níveis de nitrogênio sobre a produção e a composição botânica de pastagem formada pelo consórcio

de aveia preta (*Avena strigosa*) + azevém (*Lolium multiflorum*) + ervilhaca (*Vicia villosa*) + trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) em três experimentos, cujos solos possuem altos teores de matéria orgânica.

MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos foram conduzidos na região do Planalto Norte de Santa Catarina em 2006. Um no município de Canoinhas (experimento 1: longitude 50°28' W; latitude 26°07' S e altitude de 780 m) e dois no município de Major Vieira (experimento 2: longitude 50°18' W; latitude 26°27' S e altitude de 791 m e experimento 3: longitude 50°24' W; latitude 26°29' S e altitude de 822 m). Os três experimentos foram conduzidos em propriedades particulares. O clima da região é úmido com verões amenos, do tipo Cfb, segundo a classificação de Köppen (PANDOLFO et al., 2002). As características do solo de cada experimento, no momento da sua implantação, são apresentadas na Tabela 1. Os solos dos experimentos foram identificados como Cambissolo Háptico (EMBRAPA, 1998) e apresentam teores altos de matéria orgânica (>5%) (Tabela 1).

Antes da instalação dos experimentos, as áreas vinham sendo cultivadas em sistema de integração lavoura-pecuária, com uso de pastagens anuais de inverno, formadas com aveia preta e/ou azevém. Na safra estival 2005/06 havia sido cultivada soja (*Glycine max*) no experimento 1, milheto (*Pennisetum americanum*) no experimento 2 e milho (*Zea mays*) para silagem de planta inteira no experimento 3.

A pastagem foi implantada nos dias 22/05/2006 (Experimentos 2 e 3) e 24/05/2006 (Experimento 1). As quantidades de sementes utilizadas foram: 40 kg ha⁻¹ de aveia preta +

30 kg ha⁻¹ de azevém + 30 kg ha⁻¹ de ervilhaca + 8 kg ha⁻¹ de trevo vesiculoso. As sementes de trevo vesiculoso foram semeadas a lanço após serem escarificadas mecanicamente, inoculadas com *Rhizobium leguminosarum* bv. trifolii e peletizadas. Em seguida, as demais espécies foram semeadas em espaçamento entre fileiras de 17 cm e profundidade de aproximadamente 4 cm. Nos três experimentos foram instalados pluviômetros para medida do volume de chuvas (Figura 1).

Foram testados dois tratamentos de adubação nitrogenada em cobertura: 0 e 100 kg ha⁻¹ de N, aplicados a lanço no dia 28/06/2006, quando a aveia preta apresentava em média dois afilhos. A forma de N aplicada foi a uréia. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições. Cada parcela possuía área total de 64 m² (8 x 8 m) e área útil de 36 m² (6 x 6 m).

Foram avaliados três cortes, realizados quando a pastagem atingia altura de 25 a 30 cm. A altura de resteva foi de 10 cm. Depois de realizados os cortes, a pastagem contida nas parcelas era consumida por vacas em lactação, raça Jersey no experimento 1 e raça Holandesa nos experimentos 2 e 3. O primeiro corte foi avaliado nos dias 30/08/2006 (experimento 1) e 05/09/2006 (experimento 2 e 3); o segundo nos dias 03/10/2006 (experimento 1) e 05/10/2006 (experimentos 2 e 3); e o terceiro nos dias 23/10/2006 (experimentos 1 e 3) e 25/10/2006 (experimento 2). Em cada corte coletaram-se duas amostras de 0,25 m² em cada parcela.

A forragem coletada foi levada ao laboratório, separando-se a massa de cada espécie (aveia preta, azevém, ervilhaca e trevo vesiculoso). Em seguida, a massa verde de cada espécie foi colocada em estufa a 65°C, com ventilação forçada. Após estabilização da

massa das amostras, as mesmas foram pesadas em balança de precisão. Neste sentido, a composição botânica da pastagem foi determinada por meio da massa vegetal de cada espécie. Também avaliou-se a composição da pastagem por gramíneas (aveia preta + azevém) e leguminosas (ervilhaca + trevo vesiculoso).

Realizou-se análise conjunta dos dados, os quais foram submetidos à análise de variância e ao teste F e, quando constatados efeitos significativos de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de forragem foi afetada pela aplicação de N, experimentos e cortes. Com a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N houve maior produção de forragem em relação à ausência de aplicação de N (Tabela 2). Isto demonstra que mesmo com a presença de leguminosas na pastagem e em solos com elevados teores de matéria orgânica, a aplicação N mineral aumenta a produção de massa forrageira. No experimento 1 houve maior produção de forragem em relação ao experimento 3 (Tabela 3). Além disso, o segundo corte avaliado apresentou maior quantidade de massa em relação aos demais (Tabela 4). Apesar da estiagem que ocorreu nos meses de maio a julho (Figura 1), a produção de forragem com aplicação de N atingiu valores similares aos obtidos por Assman et al. (2004) e Moreira et al. (2001). Por outro lado, em pastagem de triticale consorciado com azevém, a produção de forragem foi aproximadamente o dobro da obtida na presente pesquisa (SOARES e RESTLE, 2002), possivelmente devido às melhores condições de solo e de precipitação pluvial.

A participação de azevém na pastagem foi afetada pela dose de N e pelas épocas de corte. A aplicação de N favoreceu o crescimento do azevém em detrimento das outras espécies, aumentando sua participação na massa forrageira (Tabela 2). Este comportamento já era esperado, pois o azevém, sendo uma gramínea, é mais favorecido pela adubação nitrogenada em relação às leguminosas, que fixam nitrogênio atmosférico. No entanto, não houve efeito da adubação nitrogenada sobre a participação da aveia preta na massa forrageira total. Com a evolução do ciclo da pastagem, houve aumento da participação do azevém (Tabela 4), em função de que o azevém possui maior crescimento a partir do mês de setembro, sendo considerado uma espécie de produção tardia.

A participação da aveia preta e do trevo vesiculoso foi influenciada pelos experimentos e pelas épocas de corte. Houve maior acúmulo relativo de massa pela aveia preta e pelo trevo vesiculoso no experimento 3 em relação aos outros dois experimentos (Tabela 3). Com a evolução do ciclo da pastagem, houve menor participação da aveia preta e maior participação do trevo vesiculoso na massa forrageira (Tabela 4). Estes dados comprovam que a aveia preta possui acúmulo precoce de massa, enquanto o trevo vesiculoso acumula maior quantidade de massa em outubro. Nos três experimentos, verificou-se baixa participação do trevo vesiculoso, indicando baixa viabilidade de sua utilização em consórcio com aveia preta, azevém e ervilhaca.

Houve interação entre adubação nitrogenada e cortes para a participação isolada de ervilhaca e conjunta de gramíneas e leguminosas na massa forrageira (Tabela 5). Com a evolução do ciclo da pastagem, houve aumento da participação da ervilhaca na composição botânica, nas duas situações de adubação nitrogenada. Isto demonstra que, assim como o

azevém e o trevo vesiculososo, a ervilhaca também é uma espécie tardia. No segundo e terceiro corte, a participação da ervilhaca foi maior na ausência de N mineral, comparativamente à aplicação deste nutriente. Na ausência de N, o primeiro corte apresentou maior participação de gramíneas em relação aos demais, fato não observado quando aplicou-se N (Tabela 5). No segundo e terceiro cortes, a participação das gramíneas foi maior quando aplicou-se N em relação à não aplicação, comprovando que a adubação nitrogenada aumenta a habilidade das gramíneas em competir com as leguminosas (CAMPILLO et al., 2005). Observa-se na Tabela 5 que, no segundo e terceiro cortes, a participação das leguminosas foi maior na ausência de N em relação à aplicação de 100 kg ha⁻¹ deste nutriente.

Os resultados obtidos comprovam que, em situação de maior disponibilidade de N, as gramíneas conseguem aproveitar de forma mais intensa este nutriente, o que se reflete em vantagem competitiva por água, luz e outros nutrientes em relação às leguminosas, que se beneficiam menos do N mineral. Resultados de pesquisas demonstram que a aplicação de nitrogênio aumenta a habilidade de espécies gramíneas em competir com espécies leguminosas pelos recursos do meio, alterando as relações de competição mútua a favor das gramíneas (BROCKMAN e WOLTON, 1963; BOLAN et al., 2004; CAMPILLO et al., 2005).

A diferença observada entre as espécies avaliadas quanto à época de maior produção forrageira é um indicativo de que o consórcio destas pode proporcionar disponibilidade de forragem mais constante ao longo do período de pastejo em relação a cultivos solteiros (SLEUGH et al., 2000).

Houve interação entre adubação nitrogenada e experimentos para a participação de ervilhaca, gramíneas e leguminosas na massa forrageira (Tabela 6). Na ausência de N mineral, houve maior participação da ervilhaca no experimento 2, enquanto que com aplicação de 100 kg ha^{-1} de N, maior participação de ervilhaca foi observada no experimento 1, não diferindo significativamente do experimento 2 (Tabela 6). No experimento 2 houve redução da participação da ervilhaca com a aplicação de N, fato não observado nos experimentos 1 e 3. Nas duas situações de adubação, houve maior participação das gramíneas no experimento 3. A participação das leguminosas sem aplicação de N foi maior no experimento 2 e, com aplicação de N, foi maior no experimento 1 em relação ao experimento 3 (Tabela 6). No experimento 2, maior participação de leguminosas foi observada na ausência de N em relação à aplicação deste nutriente. Estes dados comprovam que há efeitos significativos de ambientes na composição botânica de pastagens consorciadas, fato já observado por Boller e Nösberger (1987). Além disso, é importante considerar que a composição botânica é dinâmica ao longo do tempo, sendo a concentração de nitrato no solo fator chave nesta evolução. Quanto maior a concentração de nitrato, maior a participação de gramíneas na massa forrageira (LOISEAU et al., 2001).

CONCLUSÕES

Em solos com teores elevados de matéria orgânica, a aplicação de nitrogênio em pastagem de aveia preta + azevém + ervilhaca + trevo vesiculoso aumenta a produção de forragem e a participação das gramíneas na composição botânica.

Há aumento da participação da ervilhaca e do trevo vesiculoso na composição da massa forrageira total com a evolução do período de pastejo.

AGRADECIMENTOS

Aos produtores rurais Amélio Gudas, Danilo Guedes e Ivo Grein pela participação nos trabalhos de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSMANN, A.L.; PELISSARI, A.; MORAES, A. de et al. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.37-44, 2004.

BOLAN, N.S.; HORNE, D.J.; CURRIE, L.D. Growth and chemical composition of legume-based pasture irrigated with dairy farm effluent. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.47, n.1, p.85-93, 2004.

BOLLER, B.C.; NÖSBERGER, J. Symbiotically fixed nitrogen from field-grown white and red clover mixed with ryegrasses at low levels of ¹⁵N-fertilization. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.104, n.2, p.219-226, 1987.

BROCKMAN, J.S.; WOLTON, K.M. The use of nitrogen on grass/white-clover swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.18, n.1, p.7-13, 1963.

CAMPILLO, R.; URQUIAGA, S.; UNDURRAGA, P. et al. Strategies to optimize biological nitrogen fixation in legume/grass pastures in the southern region of Chile. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.273, n.1, p.57-67, 2005.

CÓRDOVA, U.A.; PRESTES, N.E.; SANTOS, O.V. dos; ZARDO, V.F. **Melhoramento e manejo de pastagens naturais no Planalto Catarinense**. Florianópolis: Grafine, 2004. 274p.

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; RESENDE, A.S. et al. Transferência de N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consórcio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.352-356, 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Mapa de solos do estado de Santa Catarina. Disponível em <http://200.20.158.13/website/pub/Santa_Catarina>. Acesso em 22 JUN 2007.

GARAY, A.H.; SOLLENBERGER, L.E.; MCDONALD, D.C. et al. Nitrogen fertilization and stocking rate affect stargrass pasture and cattle performance. **Crop Science**, Madison, v.44, n.4, p.1348-1354, 2004.

LESAMA, M.F.; MOOJEN, E.L. Produção animal em gramíneas de estação fria com fertilização nitrogenada ou associadas com leguminosa, com ou sem fertilização nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.1, p.123-128, 1999.

LOISEAU, P.; SOUSSANA, J.F.; LOUAULT, F. et al. Soil N contributes to the oscillations of the white clover content in mixed swards of perennial ryegrass under conditions that simulate grazing over five years. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.56, n.3, p.205-217, 2001.

MOREIRA, F.B.; CECATO, U.; PRADO, I.N. et al. Avaliação de aveia preta cv Iapar 61 submetida a níveis crescentes de nitrogênio em área proveniente de cultura de soja. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.4, p.815-821, 2001.

NEWMAN, Y.C.; SOLLENBERGER, L.E. Grazing management and nitrogen fertilization effects on vaseygrass persistence in limpograss pastures. **Crop Science**, Madison, v.45, n.5, p.2038-2043, 2005.

NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M.E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1799-1805, 2006.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.S.; SILVA JR., U.P. et al. **Atlas climático digital do Estado de Santa Catarina. (CD-ROM)**. Florianópolis: Epagri, 2002.

SLEUGH, B.; MOORE, K.J.; GEORGE, R. et al. Binary legume-grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution. **Agronomy Journal**, Madison, v.92, n.1, p.24-29, 2000.

SOARES, A.B.; RESTLE, J. Produção animal e qualidade de forragem de pastagem de triticales e azevém submetida a doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.908-917, 2002.

Tabela 1. Características de solo na camada de 0 a 10 cm, no momento da implantação dos experimentos (maio de 2006).

Características	Experimentos ¹		
	1	2	3
Matéria orgânica (%)	5,1	5,2	6,1
Argila (%)	54,6	52,5	49,9
Silte (%)	40,8	39,8	44,2
Areia (%)	4,6	7,7	5,9
pH água 1:1	5,9	5,6	5,2
pH SMP	6,0	5,6	5,3
P (mg dm ⁻³)	4,5	8,0	11,4
K (mg dm ⁻³)	67,7	136,6	124,8
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,08	0,09	0,7
Ca (cmol _c dm ⁻³)	7,8	11,1	8,7
Mg (cmol _c dm ⁻³)	5,0	6,1	4,9
CTC (cmol _c dm ⁻³)	17,7	25,2	24,2
V (%)	71,8	70,2	57,7
Fe (mg dm ⁻³)	0,42	0,40	0,43
Zn (mg dm ⁻³)	2,36	0,96	1,12
Mn (mg dm ⁻³)	2,04	2,48	4,60
B (mg dm ⁻³)	0,09	0,10	0,09
Cu (mg dm ⁻³)	0,72	0,44	0,52

¹ Experimento 1: Canoinhas, SC; Experimentos 2 e 3: Major Vieira, SC

Tabela 2. Massa seca de forragem e participação de azevém na pastagem (% da massa seca, na média de três cortes e três experimentos), em função da adubação nitrogenada.

Adubação nitrogenada	Massa seca de forragem (t ha ⁻¹)	Participação de azevém na pastagem (%)
0 kg de N ha ⁻¹	2,81 b ¹	26,3 b
100 kg de N ha ⁻¹	4,70 a	58,0 a
Médias	3,76	42,1
C.V. (%)	19,6	26,1

¹ Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

Tabela 3. Massa seca de forragem por corte e participação da aveia preta e do trevo vesiculoso na pastagem (% da massa seca), em função de experimentos (média de três cortes e duas doses de nitrogênio).

Experimentos	Massa seca de forragem (kg ha ⁻¹)	Participação de aveia preta na pastagem (%)	Participação de trevo vesiculoso na pastagem (%)
1	1.381 a ¹	26,7 ab (369) ²	1,8 b (25)
2	1.228 ab	17,1 b (210)	1,2 b (15)
3	1.151 b	31,3 a (360)	3,9 a (45)
Médias	1.253	25,0	2,3
C.V. (%)	19,6	36,0	90,2

¹ Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

² Médias entre parênteses se referem à produção absoluta (kg ha⁻¹).

Tabela 4. Massa seca de forragem por corte e participação da aveia preta, azevém e trevo vesiculoso na pastagem (% da massa seca), em função de cortes (média de três experimentos e duas doses de nitrogênio).

Cortes	Massa seca de forragem (kg ha ⁻¹)	Participação de aveia preta na pastagem (%)	Participação de azevém na pastagem (%)	Participação de trevo vesiculoso na pastagem (%)
Primeiro	1.079 b ¹	53,4 a (576) ²	27,9 c (301)	0,6 b (6)
Segundo	1.530 a	17,2 b (263)	41,7 b (638)	1,6 b (24)
Terceiro	1.151 b	4,5 c (52)	56,8 a (654)	4,7 a (54)
Médias	1.253	25,0	42,1	2,3
C.V. (%)	19,6	36,0	26,1	90,2

¹ Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

² Médias entre parênteses se referem à produção absoluta (kg ha⁻¹).

Tabela 5. Participação de ervilhaca, gramíneas (aveia preta + azevém) e leguminosas (ervilhaca + trevo vesiculoso) (%) na pastagem em função da adubação nitrogenada e cortes (média de três experimentos).

Cortes	Adubação nitrogenada	
	0 kg de N ha ⁻¹	100 kg de N ha ⁻¹
	Participação de ervilhaca	
Primeiro	19,9 b ¹ A ¹ (148) ²	16,3 b A (233)
Segundo	49,8 a A (587)	29,2 a B (547)
Terceiro	42,2 a A (377)	25,7 a B (360)
Médias	37,3	23,8
C.V. (%)	28,5	
	Participação de gramíneas	
Primeiro	79,5 a A (593)	83,0 a A (1.187)
Segundo	48,0 b B (565)	69,8 a A (1.307)
Terceiro	52,2 b B (466)	70,4 a A (985)
Médias	59,9	74,4
C.V. (%)	13,3	
	Participação de leguminosas	
Primeiro	20,4 b A (152)	17,0 b A (243)
Segundo	52,0 a A (612)	30,2 a B (566)
Terceiro	47,8 a A (427)	29,6 a B (414)
Médias	40,1	25,6
C.V. (%)	27,2	

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

² Médias entre parênteses se referem à produção absoluta (kg ha⁻¹).

Tabela 6. Participação de ervilhaca, gramíneas (aveia preta + azevém) e leguminosas (ervilhaca + trevo vesiculoso) (%) na pastagem em função da adubação nitrogenada e experimentos (média de três cortes).

Experimentos	Adubação nitrogenada	
	0 kg de N ha ⁻¹	100 kg de N ha ⁻¹
Participação de ervilhaca		
1	34,3 b ¹ A ¹ (380) ²	30,3 a A (494)
2	57,1 a A (473)	25,0 ab B (414)
3	20,5 c A (180)	16,0 b A (227)
Médias	37,3	23,8
C.V. (%)	28,5	
Participação de gramíneas		
1	63,7 b A (706)	68,1 b A (1.111)
2	41,2 c B (341)	74,3 ab A (1.230)
3	74,9 a A (659)	80,8 a A (1.137)
Médias	59,9	74,4
C.V. (%)	13,3	
Participação de leguminosas		
1	36,3 b A (402)	31,9 a A (520)
2	58,8 a A (487)	25,7 ab B (426)
3	25,1 c A (221)	19,2 b A (272)
Médias	40,1	25,6
C.V. (%)	27,2	

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

² Médias entre parênteses se referem à produção absoluta (kg ha⁻¹).

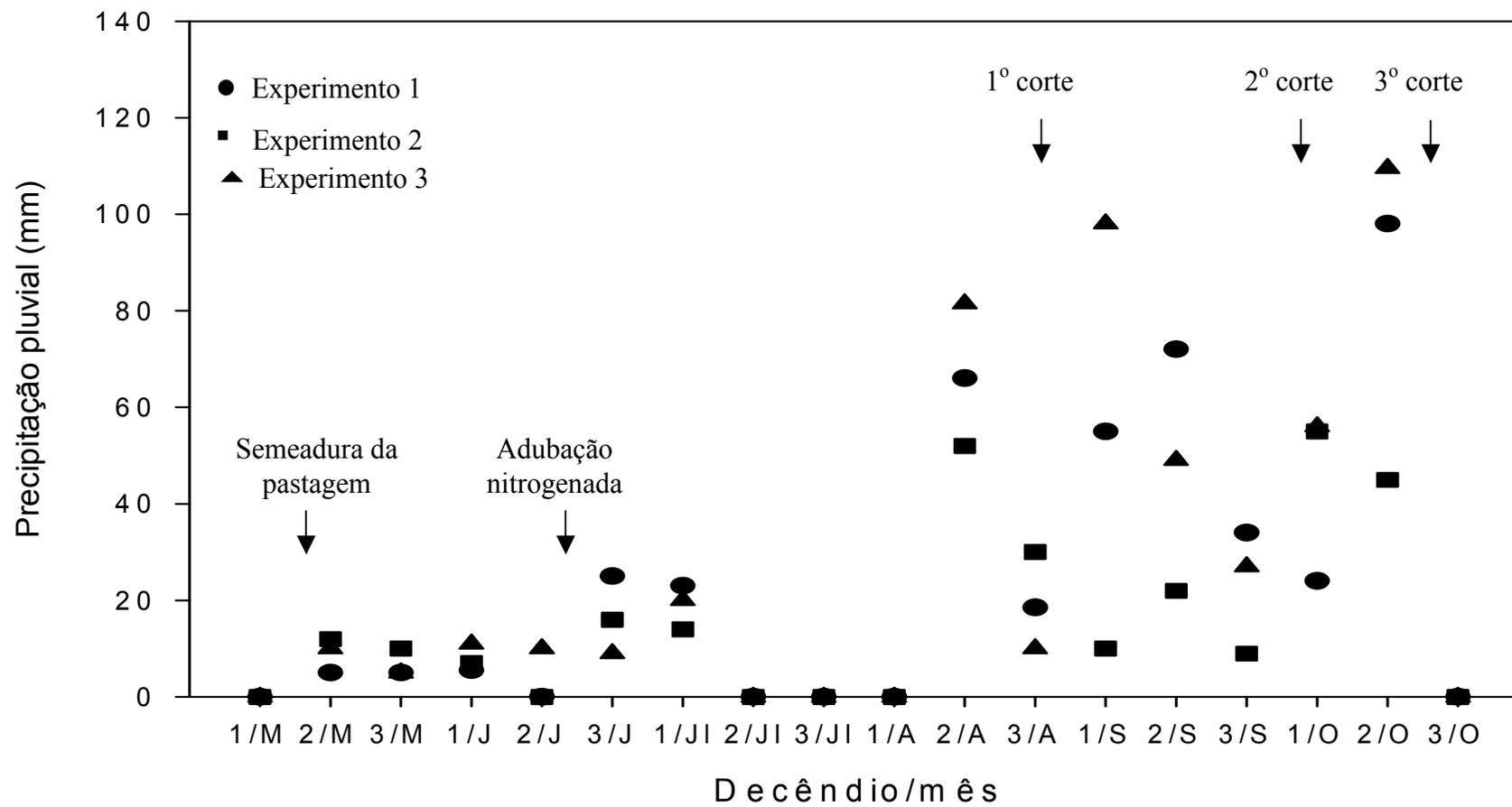


Figura 1. Precipitação pluvial entre o primeiro decêndio de maio e o terceiro decêndio de outubro de 2006, em três experimentos conduzidos em Canoinhas e Major Vieira, Planalto Norte de SC.

5. PROPRIEDADES FÍSICAS EM CAMBISSOLO HÁPLICO MANEJADO NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Alvadi Antonio BALBINOT JR.⁴, Anibal de MORAES², Adelino PELISSARI², Milton da VEIGA³, Jeferson DIECKOW⁴, Cristiano Nunes NESI⁵

RESUMO – A presença de animais em áreas cultivadas em sistema de integração lavoura-pecuária pode ocasionar compactação superficial do solo devido ao pisoteio. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de pastagem anual de inverno, em sistema de integração lavoura-pecuária, e de outras formas de uso do solo no inverno sobre variáveis relacionadas à compactação do solo (porosidade total, densidade do solo e resistência do solo à penetração). Três experimentos foram conduzidos de maio de 2006 a fevereiro de 2007 na região do Planalto Norte de Santa Catarina. Foram avaliados cinco tratamentos de inverno: 1) consórcio de aveia preta + azevém + ervilhaca + trevo vesiculoso manejado sem pastejo e sem adubação nitrogenada (consórcio cobertura); 2) o mesmo consórcio, com pastejo e com 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura (pastagem com N); 3) o mesmo consórcio, com pastejo e sem adubação nitrogenada (pastagem sem N); 4) nabo forrageiro, sem pastejo e sem adubação nitrogenada (nabo forrageiro); e 5) pousio, sem pastejo e sem adubação nitrogenada (pousio). Avaliaram-se a porosidade total, a densidade do solo e a resistência do solo à penetração em amostras coletadas com estrutura preservada nas camadas de 2 a 7 cm e de 10 a 15 cm de profundidade. Estas avaliações foram realizadas na implantação

¹ Eng. Agr., MSc., Doutorando do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da UFPR, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Estação Experimental de Canoinhas, BR 280, km 219, CP 216, CEP 89460-000. E-mail: balbinot@epagri.sc.gov.br (autor para correspondência).

² Eng. Agr., Dr., Professor da UFPR, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo. E-mail: anibalm@ufpr.br; linopeli@hotmail.com.

³ Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Epagri, Estação Experimental de Campos Novos. E-mail: milveiga@epagri.sc.gov.br.

⁴ Eng. Agr., Dr., Professor da UFPR, Departamento de Solos. E-mail: jefersondieckow@ufpr.br.

⁵ Eng. Agr., MSc., Pesquisador da Epagri, Centro de Pesquisa para a Agricultura Familiar. E-mail: cristiano@epagri.sc.gov.br.

dos experimentos (maio de 2006), na semeadura do milho cultivado em sucessão (novembro de 2006) e próximo à maturação fisiológica do milho (fevereiro de 2007). Sob as condições de ambiente e de manejo da pesquisa, a presença de bovinos em pastagem anual de inverno, o cultivo de coberturas invernais e o pousio não afetam variáveis relacionadas à compactação do solo no período estudado.

Palavras-chave: compactação, uso do solo no inverno, Sul do Brasil, plantio direto

PHYSICAL PROPERTIES OF A HAPLIC CAMBISSOL SUBJECTED TO INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEM

ABSTRACT- Animal trampling is one of the major causes of soil compaction in areas subjected to integrated crop-livestock system. The objective of this work was to evaluate the effect of winter annual pasture, in crop-livestock system, and other winter soil uses on soil compaction (total porosity, bulk density and penetration resistance of the soil). Experiments were carried out from May 2006 to February 2007 at three sites of the North Plateau of Santa Catarina State, Brazil. Five winter treatments were investigated in each site: 1) multicropping with black oat + ryegrass + vetch + arrow leaf clover without grazing and nitrogen fertilization (multicropping cover); 2) the same multicropping, with grazing and 100 kg ha⁻¹ of nitrogen, (pasture with N); 3) the same multicropping, with grazing and without nitrogen fertilization (pasture without N); 4) oil seed radish, without grazing and nitrogen fertilization (oil seed radish); and 5) natural vegetation, without grazing and nitrogen fertilization (fallow). Soil total porosity, bulk density and penetration resistance were evaluated in undisturbed cores, sampled in two layers (2 to 7 cm and 10 to 15 cm depth). These evaluations occurred at three times: at experiments implantation (May 2006), at maize seeding in succession of winter soil use (November 2006) and near to the physiological maize maturation (February 2007). According to the environmental and management conditions, as well as the time of

experimentation, the livestock presence in winter pastures, winter cover crops and fallow does not affect the soil compaction.

Key words: compaction, winter soil use, Southern Brazil, no tillage system

INTRODUÇÃO

Na região Sul do Brasil, o cultivo de pastagens anuais de inverno em sistema de integração lavoura-pecuária é uma alternativa de uso das áreas no período de maio a setembro (período denominado de inverno). A integração lavoura-pecuária é um sistema de produção com alternância de pastagens e outras culturas de interesse econômico, principalmente grãos, ao longo do tempo. Este sistema pode proporcionar vantagens financeiras e biológicas em relação a outros sistemas de produção (NICOLOSO et al., 2006).

O sistema de integração lavoura-pecuária aparece como uma estratégia promissora para desenvolver sistemas de produção menos intensivos no uso de insumos e mais sustentáveis no tempo (ENTZ et al., 2002; ASSMANN et al., 2003; RAO et al., 2003). O aumento de produtividade obtido em sistema de integração lavoura-pecuária deve-se, em grande parte, à melhoria da qualidade do solo (ENTZ et al., 2002). Em sistemas de integração lavoura-pecuária manejados adequadamente, a renda líquida obtida por área é maior do que a obtida em sistemas que utilizam somente grãos ou somente pecuária (FONTANELI et al., 2000).

Por outro lado, a presença de animais em áreas cultivadas pode provocar compactação do solo, especialmente na camada superficial (MAPFUMO et al., 1999). Isso ocorre porque a profundidade de efeito de uma pressão aplicada na superfície do solo é proporcional à sua área de contato (SOEHNE, 1958). Em solos argilosos, o pisoteio animal pode compactar a camada superficial e restringir o crescimento de raízes e a produtividade de culturas (ALBUQUERQUE et al., 2001). Segundo TREIN et al. (1991) uma das principais causas de degradação em áreas cultivadas é a compactação do solo, causada pelo intenso

tráfego de máquinas e pelo pisoteio animal em áreas de integração lavoura-pecuária manejadas em sistema de plantio direto. A compactação do solo reduz a aeração e a infiltração de água e aumenta a resistência do solo à penetração de raízes (WAGGER & DENTON, 1989). Estes processos podem reduzir significativamente a produtividade de culturas, já que afetam a disponibilidade de oxigênio, água e nutrientes. Devido a grande utilização do sistema de plantio direto e a necessidade de melhorar a utilização de áreas por meio da integração lavoura-pecuária, há necessidade de pesquisas que visem avaliar os efeitos da presença de bovinos sobre propriedades físicas do solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de pastagem anual de inverno, em sistema de integração lavoura-pecuária, e de outras formas de uso do solo no inverno sobre variáveis relacionadas à compactação do solo (porosidade total, densidade do solo e resistência do solo à penetração), em curto prazo e em três ambientes.

METODOLOGIA

Foram conduzidos três experimentos entre os meses de maio de 2006 e fevereiro de 2007 na região do Planalto Norte de Santa Catarina. Um no município de Canoinhas (experimento 1: longitude 50°28' W; latitude 26°07' S e altitude de 780 m) e dois no município de Major Vieira (experimento 2: longitude 50°18' W; latitude 26°27' S e altitude de 791 m e experimento 3: longitude 50°24' W; latitude 26°29' S e altitude de 822 m). Os três experimentos foram conduzidos em propriedades particulares. O clima da região é úmido com verões amenos, do tipo Cfb, segundo a classificação de Köppen (PANDOLFO et al., 2002). O solo dos experimentos foi classificado como Cambissolo Háplico (EMBRAPA, 1998) e algumas de suas características, por ocasião da instalação dos experimentos, são apresentadas na Tabela 1.

Antes da instalação dos experimentos, as áreas vinham sendo manejadas em sistema de integração lavoura-pecuária, com uso de pastagens anuais de inverno, formadas com aveia preta (*Avena strigosa*) e/ou azevém (*Lolium multiflorum*). Na safra estival 2005/06

havia sido cultivada soja (*Glycine max*) no experimento 1, milheto (*Pennisetum americanum*) no experimento 2 e milho (*Zea mays*) para silagem de planta inteira no experimento 3.

Nos três experimentos, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com três repetições. Foram avaliadas cinco formas de uso do solo no inverno: 1) consórcio de aveia preta + azevém + ervilhaca (*Vicia villosa*) + trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) manejado sem pastejo e sem adubação nitrogenada (consórcio cobertura); 2) o mesmo consórcio, com pastejo e com 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura (pastagem com N); 3) o mesmo consórcio, com pastejo e sem adubação nitrogenada (pastagem sem N); 4) nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), sem pastejo e sem adubação nitrogenada (nabo forrageiro); e 5) pousio, sem pastejo e sem adubação nitrogenada (pousio). Cada parcela apresentou área total de 64 m² (8 x 8 m). Nos três experimentos, foram instalados pluviômetros para medida da precipitação pluvial (Figura 1).

As culturas de inverno foram implantadas nos dias 22/05/2006 (Experimentos 2 e 3) e 24/05/2006 (Experimento 1). As quantidades de sementes utilizadas no consórcio foram 40 kg ha⁻¹ de aveia preta + 30 kg ha⁻¹ de azevém + 30 kg ha⁻¹ de ervilhaca + 8 kg ha⁻¹ de trevo vesiculoso e, no tratamento com nabo forrageiro, 20 kg ha⁻¹. As sementes de trevo vesiculoso foram semeadas a lanço após serem escarificadas mecanicamente, inoculadas com *Rhizobium leguminosarum* bv. trifolii e peletizadas. Em seguida, as demais espécies foram semeadas em espaçamento entre fileiras de 17 cm e profundidade de aproximadamente 4 cm, utilizando-se semeadora múltipla para plantio direto.

No dia 28/06/2006, quando a aveia preta apresentava em média dois afilhos, realizou-se adubação nitrogenada no tratamento pastagem com N. A dose aplicada foi de 100 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia, aplicada a lanço.

Para realizar o pastejo nos tratamentos 2 e 3, utilizaram-se duas vacas em lactação por parcela, agrupadas de modo que as unidades experimentais recebessem peso animal similar. As vacas utilizadas no experimento 1 eram da raça Jersey (peso de 400 a 450 kg cada), enquanto nos experimentos 2 e 3 eram da raça Holandesa (peso de 500 a 650 kg

cada). Antes de entrarem nas parcelas, os animais permaneceram em pastagem de aveia preta e azevém por, no mínimo, duas horas. O critério utilizado para determinar os momentos de entrada e de saída dos animais foi a altura da pastagem. Os animais entraram nas parcelas quando a altura média era de 25 a 30 cm e saíram quando a pastagem apresentava altura média de 10 cm. As parcelas com pastejo foram separadas das demais com cerca eletrificada.

Durante o ciclo de desenvolvimento da pastagem, foram promovidos quatro pastejos. O primeiro ocorreu nos dias 01/08/2006 (experimento 1) e 02/08/2006 (experimentos 2 e 3), com duração de 30 a 40 minutos. O segundo pastejo ocorreu nos dias 30/08/2006 (experimento 1) e 05/09/2006 (experimentos 2 e 3), com duração de quatro a cinco horas. O terceiro pastejo ocorreu nos dias 03/10/2006 (experimento 1) e 05/10/2006 (experimentos 2 e 3), com tempo de duração de cinco a seis horas. O quarto pastejo ocorreu nos dias 23/10/2006 (experimentos 1 e 3) e 25/10/2006 (experimento 2), com duração foi cinco a seis horas.

As coletas de amostras de solo para avaliação física foram realizadas em três épocas. A primeira ocorreu em maio de 2006, momento de implantação das culturas de inverno (marco zero); a segunda em novembro de 2006, por ocasião da semeadura do milho cultivado em sucessão; e a terceira em fevereiro de 2007, próximo à maturação fisiológica da cultura de milho.

Após abertura de uma pequena trincheira, amostras com estrutura preservada foram coletadas em anéis volumétricos com altura de 5 cm e diâmetro interno de 6 cm. Em cada parcela foram coletadas duas amostras, uma na camada de 2 a 7 cm e outra na camada de 10 a 15 cm de profundidade. As duas camadas de solo amostradas foram consideradas com subparcelas na análise estatística. No Laboratório de Física do Solo da Estação Experimental de Campos Novos/Epagri, determinaram-se a porosidade total e a densidade do solo (EMBRAPA, 1997) e a resistência do solo à penetração, utilizando-se um

penetrômetro de bancada marca Marconi, com velocidade de penetração de 1mm s^{-1} e umidade das amostras equilibrada em 100 kPa de tensão em câmara de Richards.

Realizou-se análise dos dados de cada experimento de forma individualizada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste F e, quando constatados efeitos significativos de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os dados de resistência do solo à penetração foram transformados pela equação $y=\sqrt{x}$, para atender às pressuposições da análise de variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em maio de 2006, momento de implantação dos experimentos (marco zero), não houve diferença entre tratamentos para densidade do solo e porosidade total nos três experimentos e nas duas camadas de solo avaliadas (Tabelas 2, 3 e 4), indicando que as áreas experimentais apresentavam homogeneidade para estas variáveis relacionadas à compactação do solo.

Os tratamentos de inverno não afetaram significativamente a porosidade total, a densidade do solo e a resistência à penetração nos três experimentos, em ambas as camadas de solo avaliadas e nas duas coletas realizadas após a implantação dos ensaios (Tabelas 2, 3 e 4). Mesmo considerando a camada superficial avaliada (2 a 7 cm), o pisoteio animal não ocasionou compactação significativa, pois o solo continuou apresentando valores de porosidade total, densidade e resistência à penetração não limitantes ao crescimento de raízes. Em pastagem de aveia consorciada com azevém, cultivada em solo argiloso, a presença de bovinos ocasionou pequeno aumento na densidade do solo na camada superficial, comparativamente à área não pastejada, porém isto não resultou em redução da produtividade da cultura de soja semeada em sucessão, comprovando que a pisoteio bovino não causou compactação (FLORES et al., 2007). Os mesmos autores

verificaram que variações em altura de pastejo de 10 a 40 cm não afetaram variáveis relacionadas à compactação do solo.

As diferenças numéricas entre tratamentos de inverno foram maiores na camada de 2 a 7 cm em relação à camada de 10 a 15 cm. Isto ocorreu porque a camada superficial do solo, até 10 cm, é a que sofre ação mecânica do pisoteio bovino (ALBUQUERQUE et al., 2001), uma vez que a profundidade do efeito de uma pressão aplicada na superfície do solo é proporcional a sua área de contato (SOEHNE, 1958).

A ausência de compactação pelo pisoteio animal, observada nos três experimentos, pode ser atribuída, principalmente, ao manejo adequado da pastagem. A manutenção da pastagem em alturas que permitem elevada interceptação de radiação solar é fator imperativo para que o sistema de integração lavoura-pecuária funcione (CARDOSO et al., 2007). Em condição de elevada interceptação de radiação, a pastagem possui elevado crescimento de folhas e raízes, o que confere ao solo maior capacidade de suporte de carga, no caso o pisoteio, sem sofrer deformação plástica, ou maior capacidade de recuperação após eventual compactação. O elevado crescimento de raízes é certamente fator importante para reduzir o nível de compactação decorrente de pressões mecânicas exercidas sobre o mesmo. Além disso, a parte aérea da pastagem atenua o efeito mecânico do pisoteio sobre o solo, reduzindo a compactação (BRAIDA et al., 2006). Outro fator a ser considerado, é que as pastagens foram implantadas com semeadora, sem uso de grade, o que mantém os níveis de compactação e de resistência do solo determinados pelo histórico de uso da área e reduz o efeito de compactação promovido pelo pisoteio.

Outro ponto a ser destacado é o fato dos pastejos não terem coincidido com os picos de precipitação pluvial (Figura 1), ou seja, os pastejos ocorreram com solo em condição de umidade abaixo do ponto friabilidade, condição esta detectada em campo por meio do tato. Neste caso, o solo apresentava maior capacidade de suporte de carga, sem sofrer deformação plástica.

Adicionalmente, os solos dos três experimentos não apresentavam teores muito elevados de argila (Tabela 1). A textura do solo influencia o processo de compactação, pois modifica várias propriedades do solo, como a relação do tamanho de poros, retenção de água, densidade do solo e resistência crítica do solo à penetração (ALBUQUERQUE et al., 2001). A resistência crítica do solo à penetração reduz à medida que há aumento do teor de argila no solo (GERARD et al., 1982). Um Argissolo de textura arenosa submetido a pastejo contínuo por período de 100 a 150 dias, não apresentou valores de macroporosidade e de densidade do solo que indicassem restrição ao crescimento vegetal (SILVA et al., 2000). Por outro lado, quando foi utilizada alta carga animal em um Argissolo de textura média, observou-se aumento da densidade do solo e redução da aeração e infiltração da água (TREIN et al., 1991).

Nos experimentos 1 e 2, nas coletas realizadas em novembro de 2006 (semeadura do milho) e fevereiro de 2007 (maturação fisiológica do milho), não houve diferença de porosidade total entre as duas camadas de solo avaliadas (Tabelas 2 e 3). Já no experimento 3, a porosidade total foi superior na camada de 10 a 15 cm em relação à camada de 2 a 7 cm, em coleta realizada em novembro de 2007 (Tabela 4).

No experimento 1, a camada superficial do solo apresentou menor densidade do solo em relação à camada de 10 a 15 cm (Tabela 2). O inverso foi observado no experimento 2, em coleta realizada em novembro de 2006 (Tabela 3). Por outro lado, no experimento 3 não houve variação entre camadas avaliadas para a densidade do solo (Tabela 4).

Em relação à resistência do solo à penetração, constatou-se diferença significativa entre camadas somente na coleta de fevereiro de 2007 para o experimento 1 (Tabela 2) e na coleta de novembro de 2006 para o experimento 2 (Tabela 3). Segundo TAYLOR & GARDNER (1963) a resistência do solo à penetração está mais associada ao crescimento de raízes do que a densidade do solo, embora sejam duas variáveis correlacionadas. Por outro lado, a resistência do solo à penetração, quando avaliada no campo, sofre forte

influência da umidade do solo, além de apresentar elevada variabilidade espacial (SOUZA et al., 2001).

CONCLUSÃO

Sob as condições de ambiente e de manejo da pesquisa, a presença de bovinos em pastagem anual de inverno, o cultivo de coberturas invernais e o pousio não afetam variáveis relacionadas à compactação do solo (densidade, porosidade total e resistência à penetração) em curto prazo.

AGRADECIMENTOS

Aos produtores rurais Amélio Gudas, Danilo Guedes e Ivo Grein pela participação nos trabalhos de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 ALBUQUERQUE, J.A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.717-723, 2001.

2 ASSMANN, A.L.; PELISSARI, A.; MORAES, A. de; ASSMANN, T.S.; OLIVEIRA, E.B. de; SANDINI, I. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.37-44, 2003.

3 BRAIDA, J.A.; REICHERT, J.M.; VEIGA, M. da; REINERT, D.J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.4, p.605-614, 2006.

4 CARDOSO, R.R.; CARVALHO, P.C.F.; CARASSAI, I.J.; FLORES, J.P.C.; NABINGER, C.; FREITAS, F.K.de; MACARI, S.; TREIN, C.R.; SILVA, T.J.M. O manejo do pastejo e seu impacto nos atributos físicos de um argissolo vermelho em integração lavoura-pecuária. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 1., 2007, Curitiba: UFPR, 2007. CD-ROM.

5 EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Mapa de solos do estado de Santa Catarina. Disponível em <http://200.20.158.13/website/pub/Santa_Catarina>. Acesso em 22 JUN 2007.

6 EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.

7 ENTZ, M.H.; BARON, V.S.; CARR, P.M.; MEYER, D.W.; SMITH JR., S.R.; McCAUGHEY, W.P. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v.94, n.1, p.204-213, 2002.

8. FLORES, J.P.C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L.C.; CARVALHO, P.C.F.; LEITE, J.G.D.; FRAGA, T.I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.4, p.771-780, 2007.

9 FONTANELI, R.S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H.P. dos; IGNACZAK, J.C.; ZOLDAN, S.M. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2129-2137, 2000.

10 GERARD, C.J.; SEXTON, P.; SHAW, G. Physical factors influencing soil strength and root growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, n.5, p.875-879, 1982.

11 MAPFUMO, E.; CHANASKY, D.S.; NAETH, M.A.; BARON, V.S. Soil compaction under grazing of annual and perennial forages. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.79, n.1, p.191-199, 1999.

12 NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M.E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1799-1805, 2006.

13 PANDOLFO, C.; BRAGA, H.S.; SILVA JR., U.P., MASSIGNAM, A.M.; PEREIRA, E.S.; THOMÉ, U.M.R. **Atlas climático digital do Estado de Santa Catarina. (CD-ROM)**. Florianópolis: Epagri, 2002.

14 RAO, S.C.; PHILLIPS, W.A.; MAYEUX, H.S.; PHATAK, S.C. Potential grain and forage production of early maturing pigeonpea in the Southern Great Plains. **Crop Science**, Madison, v.43, n.6, p.2212-2217, 2003.

15 SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.1, p.191-199, 2000.

16 SOEHNE, W. Fundamentals of pressure distribution and soil compaction under tractor tires. **Agricultural Engineering**, St. Joseph, v.39, n.1, p. 276-281, 1958.

17 SOUZA, Z.M.; SILVA, M.L.S.; GUIMARÃES, G.L.; CAMPOS, D.T.S.; CARVALHO, M.P.; PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos físicos em um latossolo vermelho distrófico sob semeadura direta em Selvíria (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.699-707, 2001.

18 TAYLOR, H.M.; GARDNER, H.R. Penetration of cotton seedling taproots as influenced by bulk density, moisture content, and strength of soil. **Soil Science**, New York, v.96, n.1, p.153-156, 1963.

19 TREIN, C.R.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo na rotação aveia+trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.15, n.1, p.105-111, 1991.

20 WAGGER, M.G.; DENTON, H.P. Influence of cover crop and wheel traffic on soil physical properties in continuous no-till corn. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.53, n.4, p.1206-1210, 1989.

Tabela 1. Características do solo na camada de 0 a 10 cm, no momento da implantação dos experimentos (maio de 2006).

Características	Experimentos ¹		
	1	2	3
Argila (%)	54,6	52,5	49,9
Silte (%)	40,8	39,8	44,2
Areia (%)	4,6	7,7	5,9
M.O. (%)	5,1	5,2	6,1
pH _{água} 1:1	5,9	5,6	5,2
pH _{SMP}	6,0	5,6	5,3
P (mg dm ⁻³)	4,5	8,0	11,4
K (mg dm ⁻³)	67,7	136,6	124,8
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,08	0,09	0,7
Ca (cmol _c dm ⁻³)	7,8	11,1	8,7
Mg (cmol _c dm ⁻³)	5,0	6,1	4,9
CTC (cmol _c dm ⁻³)	17,7	25,2	24,2
V (%)	71,8	70,2	57,7
Fe (mg dm ⁻³)	0,42	0,40	0,43
Zn (mg dm ⁻³)	2,36	0,96	1,12
Mn (mg dm ⁻³)	2,04	2,48	4,60
B (mg dm ⁻³)	0,09	0,10	0,09
Cu (mg dm ⁻³)	0,72	0,44	0,52

¹ Experimento 1: Canoinhas, SC; Experimentos 2 e 3: Major Vieira, SC

Tabela 2. Porosidade total, densidade do solo e resistência do solo à penetração em três épocas de avaliação, duas camadas de solo e cinco tratamentos de inverno. Experimento 1

Camadas de solo	Tratamentos de inverno	Porosidade total (m ³ m ⁻³)	Densidade do solo (kg dm ⁻³)	Resistência à penetração (MPa) ²
Coleta em maio de 2006 (marco zero)				
2 a 7 cm	Consórcio cobertura	0,389 a ¹	1,30 a	-
	Pastagem com N	0,443 a	1,13 a	-
	Pastagem sem N	0,352 a	1,30 a	-
	Nabo forrageiro	0,423 a	1,23 a	-
	Pousio	0,354 a	1,43 a	-
	Médias	0,392 A ¹	1,28 A	-
10 a 15 cm	Consórcio cobertura	0,394 a	1,30 a	-
	Pastagem com N	0,389 a	1,33 a	-
	Pastagem sem N	0,390 a	1,36 a	-
	Nabo forrageiro	0,416 a	1,26 a	-
	Pousio	0,401 a	1,30 a	-
	Médias	0,398 A	1,31 A	-
	C.V. (%)	8,7	6,6	-
Coleta em novembro de 2006				
2 a 7 cm	Consórcio cobertura	0,553 a	1,02 a	1,17 a
	Pastagem com N	0,494 a	1,23 a	2,31 a
	Pastagem sem N	0,514 a	1,14 a	1,28 a
	Nabo forrageiro	0,502 a	1,10 a	2,05 a
	Pousio	0,496 a	1,17 a	2,21 a
	Médias	0,512 A	1,13 B	1,80 A
10 a 15 cm	Consórcio cobertura	0,504 a	1,21 a	1,82 a
	Pastagem com N	0,493 a	1,25 a	2,34 a
	Pastagem sem N	0,512 a	1,13 a	1,65 a
	Nabo forrageiro	0,487 a	1,21 a	2,31 a
	Pousio	0,498 a	1,20 a	1,71 a
	Médias	0,499 A	1,20 A	1,97 A
	C.V. (%)	3,6	5,5	17,5
Coleta em fevereiro de 2007				
2 a 7 cm	Consórcio cobertura	0,540 a	1,08 a	0,89 a
	Pastagem com N	0,520 a	1,16 a	1,69 a
	Pastagem sem N	0,546 a	1,10 a	0,94 a
	Nabo forrageiro	0,607 a	1,03 a	1,27 a
	Pousio	0,521 a	1,11 a	1,61 a
	Médias	0,547 A	1,10 B	1,28 B
10 a 15 cm	Consórcio cobertura	0,521 a	1,19 a	1,50 a
	Pastagem com N	0,529 a	1,16 a	1,58 a
	Pastagem sem N	0,523 a	1,18 a	1,71 a
	Nabo forrageiro	0,519 a	1,19 a	1,75 a
	Pousio	0,524 a	1,22 a	1,62 a
	Médias	0,523 A	1,19 A	1,63 A
	C.V. (%)	5,2	7,1	23,7

¹ Letras minúsculas comparam médias de tratamentos de inverno e letras maiúsculas comparam médias de camadas do solo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

² Aplicou-se a transformação $y = \sqrt{x}$ antes da análise. Os dados são apresentados na escala original.

Tabela 3. Porosidade total, densidade do solo e resistência do solo à penetração em três épocas de avaliação, duas camadas de solo e cinco tratamentos de inverno. Experimento 2

Camadas de solo	Tratamentos de inverno	Porosidade total (m ³ m ⁻³)	Densidade do solo (kg dm ⁻³)	Resistência à penetração (MPa) ²
Coleta em maio de 2006 (marco zero)				
2 a 7 cm	Consórcio cobertura	0,481 a ¹	1,17 a	-
	Pastagem com N	0,479 a	1,23 a	-
	Pastagem sem N	0,497 a	1,17 a	-
	Nabo forrageiro	0,490 a	1,10 a	-
	Pousio	0,481 a	1,10 a	-
	Médias	0,486 A ¹	1,15 A	-
10 a 15 cm	Consórcio cobertura	0,477 a	1,10 a	-
	Pastagem com N	0,512 a	1,03 a	-
	Pastagem sem N	0,528 a	1,07 a	-
	Nabo forrageiro	0,507 a	1,07 a	-
	Pousio	0,484 a	1,17 a	-
	Médias	0,502 A	1,09 B	-
	C.V. (%)	5,5	4,1	-
Coleta em novembro de 2006				
2 a 7 cm	Consórcio cobertura	0,541 a	1,13 a	1,42 a
	Pastagem com N	0,504 a	1,23 a	1,89 a
	Pastagem sem N	0,485 a	1,22 a	1,73 a
	Nabo forrageiro	0,542 a	1,20 a	1,66 a
	Pousio	0,498 a	1,25 a	1,90 a
	Médias	0,514 A	1,21 A	1,72 A
10 a 15 cm	Consórcio cobertura	0,515 a	1,13 a	1,25 a
	Pastagem com N	0,531 a	1,07 a	1,25 a
	Pastagem sem N	0,534 a	1,08 a	1,29 a
	Nabo forrageiro	0,511 a	1,12 a	1,38 a
	Pousio	0,529 a	1,10 a	1,29 a
	Médias	0,524 A	1,10 B	1,29 B
	C.V. (%)	6,2	6,1	15,5
Coleta em fevereiro de 2007				
2 a 7 cm	Consórcio cobertura	0,559 a	1,06 a	0,96 a
	Pastagem com N	0,520 a	1,16 a	1,62 a
	Pastagem sem N	0,527 a	1,13 a	1,59 a
	Nabo forrageiro	0,525 a	1,13 a	1,31 a
	Pousio	0,529 a	1,10 a	1,27 a
	Médias	0,532 A	1,12 A	1,35 A
10 a 15 cm	Consórcio cobertura	0,526 a	1,19 a	1,46 a
	Pastagem com N	0,535 a	1,08 a	1,44 a
	Pastagem sem N	0,558 a	1,09 a	1,26 a
	Nabo forrageiro	0,527 a	1,13 a	1,45 a
	Pousio	0,547 a	1,12 a	1,14 a
	Médias	0,539 A	1,12 A	1,35 A
	C.V. (%)	4,4	5,7	21,8

¹ Letras minúsculas comparam médias de tratamentos de inverno e letras maiúsculas comparam médias de camadas do solo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

² Aplicou-se a transformação $y = \sqrt{x}$ antes da análise. Os dados são apresentados na escala original.

Tabela 4. Porosidade total, densidade do solo e resistência do solo à penetração em três épocas de avaliação, duas camadas de solo e cinco tratamentos de inverno. Experimento 3

Camadas de solo	Tratamentos de inverno	Porosidade total (m ³ m ⁻³)	Densidade do solo (kg dm ⁻³)	Resistência à penetração (MPa) ²
Coleta em maio de 2006 (marco zero)				
2 a 7 cm	Consórcio cobertura	0,450 a ¹	1,17 a	-
	Pastagem com N	0,460 a	1,17 a	-
	Pastagem sem N	0,478 a	1,16 a	-
	Nabo forrageiro	0,474 a	1,20 a	-
	Pousio	0,455 a	1,13 a	-
	Médias	0,463 B ¹	1,17 A	-
10 a 15 cm	Consórcio cobertura	0,526 a	1,07 a	-
	Pastagem com N	0,533 a	1,00 a	-
	Pastagem sem N	0,543 a	1,07 a	-
	Nabo forrageiro	0,540 a	1,10 a	-
	Pousio	0,543 a	1,03 a	-
	Médias	0,537 A	1,05 B	-
	C.V. (%)	4,8	2,4	-
Coleta em novembro de 2006				
2 a 7 cm	Consórcio cobertura	0,502 a	1,06 a	1,21 a
	Pastagem com N	0,471 a	1,15 a	1,77 a
	Pastagem sem N	0,492 a	1,12 a	1,47 a
	Nabo forrageiro	0,511 a	1,03 a	1,12 a
	Pousio	0,496 a	1,08 a	1,37 a
	Médias	0,494 B	1,09 A	1,39 A
10 a 15 cm	Consórcio cobertura	0,512 a	1,08 a	1,46 a
	Pastagem com N	0,518 a	1,06 a	1,40 a
	Pastagem sem N	0,532 a	1,02 a	1,25 a
	Nabo forrageiro	0,515 a	1,09 a	1,48 a
	Pousio	0,527 a	1,04 a	1,24 a
	Médias	0,521 A	1,06 A	1,37 A
	C.V. (%)	2,3	5,3	11,0
Coleta em fevereiro de 2007				
2 a 7 cm	Consórcio cobertura	0,553 a	1,09 a	1,43 a
	Pastagem com N	0,560 a	1,05 a	1,29 a
	Pastagem sem N	0,552 a	1,08 a	1,66 a
	Nabo forrageiro	0,561 a	1,05 a	1,22 a
	Pousio	0,537 a	1,08 a	1,44 a
	Médias	0,553 A	1,07 A	1,41 A
10 a 15 cm	Consórcio cobertura	0,552 a	1,08 a	1,37 a
	Pastagem com N	0,536 a	1,09 a	1,45 a
	Pastagem sem N	0,558 a	1,08 a	1,14 a
	Nabo forrageiro	0,589 a	1,09 a	1,37 a
	Pousio	0,566 a	1,05 a	1,19 a
	Médias	0,560 A	1,08 A	1,30 A
	C.V. (%)	4,4	3,8	22,1

¹ Letras minúsculas comparam médias de tratamentos de inverno e letras maiúsculas comparam médias de camadas do solo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

² Aplicou-se a transformação $y = \sqrt{x}$ antes da análise. Os dados são apresentados na escala original.

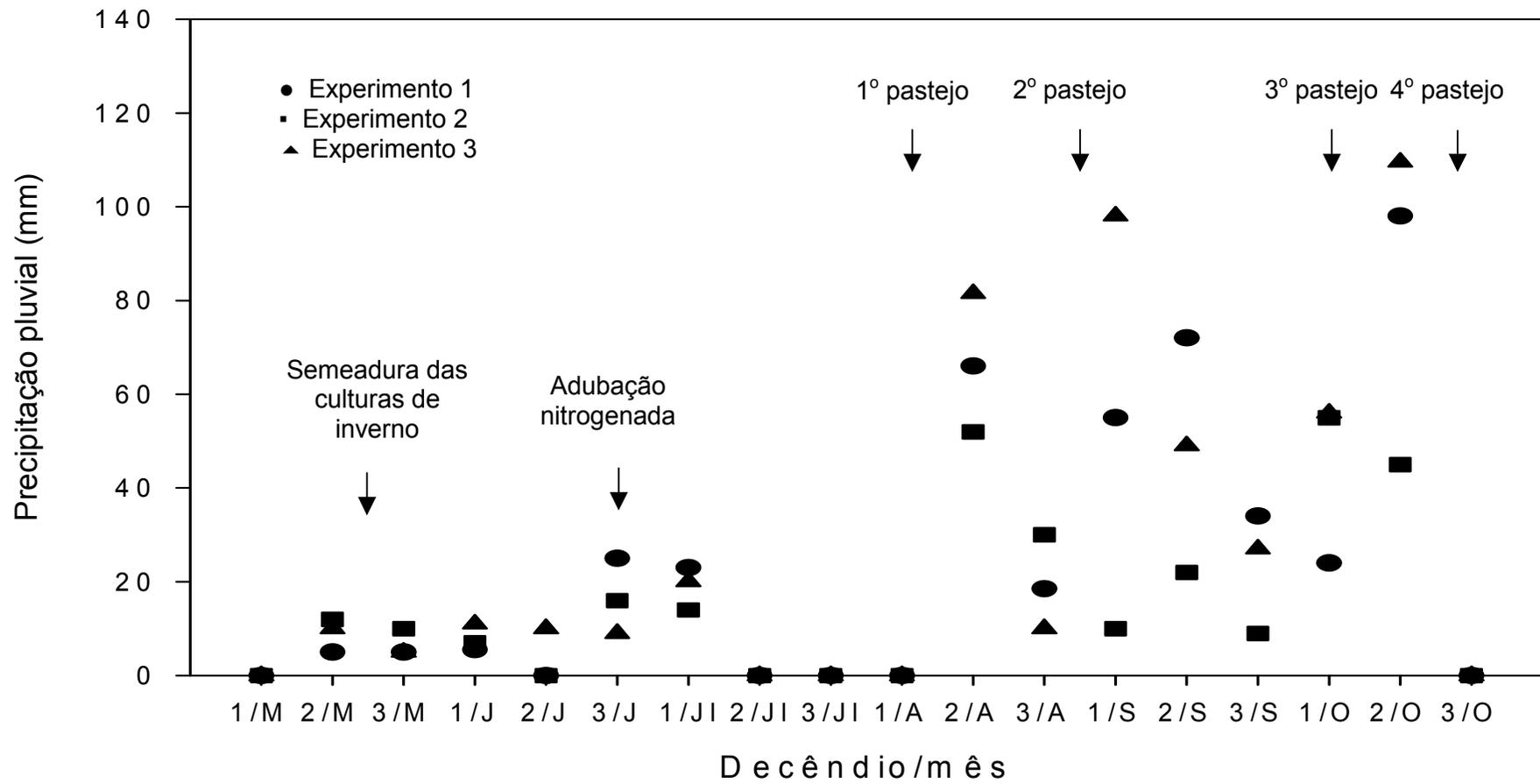


Figura 1. Precipitação pluvial entre o primeiro decêndio de maio e o terceiro decêndio de outubro de 2006, em três experimentos conduzidos em Canoinhas e em Major Vieira, Planalto Norte Catarinense.

6. PROPRIEDADES QUÍMICAS EM CAMBISSOLO HÁPLICO AFETADAS PELO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

CHEMICAL PROPERTIES OF A HAPLIC CAMBISSOL AFFECTED BY CROP-
LIVESTOCK SYSTEM

**Alvadi Antonio Balbinot Junior⁵, Anibal de Moraes², Milton da Veiga³, Jeferson
Dieckow⁴, Adelino Pelissari², Cristiano Nunes Nesi⁵**

RESUMO

A integração lavoura-pecuária pode melhorar a fertilidade do solo na camada superficial, devido à aceleração da ciclagem de nutrientes promovida pelos animais. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de pastagem anual de inverno, em sistema de integração lavoura-pecuária, e de outras formas de uso do solo no inverno sobre propriedades químicas do solo. Três experimentos foram conduzidos de maio a novembro de 2006, na região do Planalto Norte de Santa Catarina. Foram avaliados cinco tratamentos de inverno: 1) consórcio de aveia preta + azevém + ervilhaca + trevo vesiculoso manejado

⁵ Engenheiro Agrônomo, MSc., Doutorando do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da UFPR e Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Estação Experimental de Canoinhas, BR 280, km 219,5, bairro Campo da Água Verde, CP 216, 89.460-000, Canoinhas, SC. E-mail: balbinot@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da UFPR, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo. E-mail: anibalm@ufpr.br; linopeli@hotmail.com.

³ Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Epagri, Estação Experimental de Campos Novos. E-mail: milveiga@epagri.sc.gov.br.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da UFPR, Departamento de Solos. E-mail: jefersondieckow@ufpr.br.

⁵ Engenheiro Agrônomo, MSc., Pesquisador da Epagri, Centro de Pesquisa para a Agricultura Familiar. E-mail: cristiano@epagri.sc.gov.br.

sem pastejo e sem adubação nitrogenada (consórcio cobertura); 2) o mesmo consórcio, com pastejo e com 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura (pastagem com N); 3) o mesmo consórcio, com pastejo e sem adubação nitrogenada (pastagem sem N); 4) nabo forrageiro, sem pastejo e sem adubação nitrogenada (nabo forrageiro); e 5) pousio, sem pastejo e sem adubação nitrogenada (pousio). Avaliaram-se pH_{água}, P, K, Ca, Mg, matéria orgânica, CTC e saturação por bases nas camadas de 0 a 2,5; 2,5 a 5,0; e 5,0 a 10,0 cm. Estas avaliações foram realizadas na implantação dos experimentos (maio de 2006) e na semeadura do milho cultivado em sucessão (novembro de 2006). Após seis meses de condução dos experimentos, sob as condições de ambiente e de manejo da pesquisa, a presença de bovinos em pastagem anual de inverno em sistema de integração lavoura-pecuária, o cultivo de coberturas do solo e o pousio não afetaram propriedades químicas do solo.

PALAVRAS-CHAVE: plantio direto, ciclagem de nutrientes, Sul do Brasil, uso do solo no inverno.

SUMMARY

The crop-livestock system can improve soil fertility in the superficial layer due the acceleration of the nutrient cycling promoted by animals. In this way, the objective of this research was to evaluate the effect of winter annual pasture, in crop-livestock system, and other winter soil use alternatives on chemical soil properties. Three experiments were carried out from May to November of 2006, in the North Plateau of Santa Catarina State, Brazil. Five winter treatments were investigated: 1) multicropping with black oat + ryegrass + vetch + arrow leaf clover without grazing and nitrogen fertilization

(multicropping cover); 2) the same multicropping, with grazing and 100 kg ha⁻¹ of N (pasture with N); 3) the same multicropping, with grazing and without nitrogen fertilization (pasture without N); 4) oil seed radish, without grazing and nitrogen fertilization (oil seed radish); and 5) natural vegetation, without grazing and nitrogen fertilization (fallow). In this research were evaluated pH_{water}, P, K, Ca, Mg, organic matter, CTC and saturation by bases in three soil layers: 0 to 2,5; 2,5 to 5,0; and 5,0 to 10,0 cm. These variables were evaluated in two times: at experiment implantation (May of 2006) and after maize seeding cultivated in succession (November of 2006). Six month after experiments implantation, in environmental and management conditions of the experiments, the cattle presence in the winter annual pasture in crop-livestock system, the cover crop cultivation and the fallow did not affect chemical soil properties.

KEY WORDS: no tillage system, nutrient cycling, Southern Brazil, winter soil use.

INTRODUÇÃO

Na região Sul do Brasil, o sistema de plantio direto se difundiu expressivamente nas últimas décadas. Nesta região, culturas como a soja, o milho e o feijão são cultivadas nos meses de setembro a abril. No entanto, entre os meses de maio e setembro, período denominado de inverno, há carência de alternativas economicamente viáveis para cultivo e, por isso, muitas áreas são mantidas em pousio. Uma alternativa é o cultivo de coberturas do solo, com o objetivo de melhorar as propriedades edáficas. Porém, estas coberturas não geram renda imediata, o que reduz sua utilização, sobretudo por agricultores menos capitalizados (FRANZLUEBBERS, 2007).

O cultivo de pastagens anuais de inverno para produção de carne ou leite, integrado ao cultivo de grãos no período estival, é uma estratégia que pode proporcionar vantagens biológicas e econômicas. Em sistema de integração lavoura-pecuária manejado adequadamente, a renda líquida obtida por área é maior do que a obtida em sistemas que utilizam somente a pecuária ou somente lavouras (FONTANELI et al., 2000). Por meio de análise estocástica, Ambrosi et al. (2001) determinaram que a integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, foi o sistema que proporcionou maior rentabilidade e menor risco para a região de Passo Fundo, RS. Estas possíveis vantagens econômicas se originam, em parte, de benefícios que a integração lavoura-pecuária pode propiciar à fertilidade do solo. A integração lavoura-pecuária é uma estratégia promissora no desenvolvimento de sistemas de produção menos intensivos no uso de insumos e mais sustentáveis no tempo (ENTZ et al., 2002; ASSMANN et al., 2003; RAO et al., 2003). A integração lavoura-pecuária é indispensável à sustentabilidade em alguns sistemas de produção, principalmente naqueles que visem reduzir o aporte de insumos externos à propriedade (SCHIERE et al., 2002).

As espécies forrageiras, em geral, apresentam sistema de raízes bastante vigoroso e profundo, o que aumenta a capacidade destas plantas em absorver nutrientes que se encontram em camadas mais profundas, alocando-os mais próximos à superfície por ocasião da sua morte e decomposição. Este processo pode aumentar os níveis de nutrientes na camada superficial do solo, especialmente se a pastagem for mantida em adequado nível de Índice de Área Foliar (IAF), garantindo elevadas taxas fotossintéticas líquidas (POWELL e WILLIAMS, 1993) e produção de massa.

A criação de animais em sistema de integração lavoura-pecuária muda expressivamente a dinâmica da ciclagem de nutrientes (POWELL e WILLIAMS, 1993). No sistema solo - planta - animal, o componente animal se constitui em agente acelerador da ciclagem de nutrientes, pois ingere forragem que apresenta nutrientes pouco disponíveis e excreta fezes e urina, que apresentam nutrientes de fácil mineralização, os quais podem ser novamente absorvidos pelas plantas, formando novamente massa vegetal. Esta aceleração da ciclagem de nutrientes pode aumentar os níveis de nutrientes na camada superficial do solo, uma vez que as excreções são depositadas na superfície. Por outro lado, a integração lavoura-pecuária é um sistema complexo, que exige maior nível de conhecimento para manejo correto dos elementos que compõem o sistema (solo, planta e animal). Se um destes componentes não for adequadamente manejado, o sistema não é sustentável biológica e economicamente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de pastagem anual de inverno, em sistema de integração lavoura-pecuária, e de outras formas de uso do solo no inverno sobre propriedades químicas do solo, em curto prazo e em três ambientes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos em propriedades particulares entre os meses de maio e novembro de 2006, na região do Planalto Norte de Santa Catarina. Um no município de Canoinhas (experimento 1: longitude 50°28' W, latitude 26°07' S e altitude de 780 m) e dois no município de Major Vieira (experimento 2: longitude 50°18' W, latitude 26°27' S e altitude de 791 m e experimento 3: longitude 50°24' W, latitude 26°29'

S e altitude de 822 m). O clima da região é úmido com verões amenos, do tipo Cfb, segundo a classificação de Köppen (PANDOLFO et al., 2002). O solo dos experimentos foi classificado como Cambissolo Háplico (EMBRAPA, 1998).

Antes da instalação dos experimentos, as áreas vinham sendo manejadas em sistema de integração lavoura-pecuária, com uso de pastagens anuais de inverno, formadas com aveia preta (*Avena strigosa*) e/ou azevém (*Lolium multiflorum*). Na safra estival 2005/06 havia sido cultivada soja (*Glycine max*) no experimento 1, milheto (*Pennisetum americanum*) no experimento 2 e milho (*Zea mays*) para silagem de planta inteira no experimento 3.

Nos três experimentos, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com três repetições. Foram avaliadas cinco formas de uso do solo no inverno: 1) consórcio de aveia preta + azevém + ervilhaca (*Vicia villosa*) + trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) manejado sem pastejo e sem adubação nitrogenada (consórcio cobertura); 2) o mesmo consórcio, com pastejo e com 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura (pastagem com N); 3) o mesmo consórcio, com pastejo e sem adubação nitrogenada (pastagem sem N); 4) nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), sem pastejo e sem adubação nitrogenada (nabo forrageiro); e 5) pousio, sem pastejo e sem adubação nitrogenada (pousio). Cada parcela apresentou área total de 64 m² (8 x 8 m).

As culturas de inverno foram implantadas nos dias 22/05/2006 (Experimentos 2 e 3) e 24/05/2006 (Experimento 1). As quantidades de sementes utilizadas no consórcio foram de 40 kg ha⁻¹ de aveia preta + 30 kg ha⁻¹ de azevém + 30 kg ha⁻¹ de ervilhaca + 8 kg ha⁻¹ de trevo vesiculoso, e, no tratamento com nabo forrageiro, 20 kg ha⁻¹. As sementes de

trevo vesiculoso foram semeadas a lanço após serem escarificadas mecanicamente, inoculadas com *Rhizobium leguminosarum* bv. trifolii e peletizadas. Em seguida, as demais espécies foram semeadas em espaçamento entre fileiras de 17 cm e profundidade de aproximadamente 4 cm, utilizando-se semeadora múltipla para plantio direto.

No dia 28/06/2006, quando a aveia preta apresentava em média dois afilhos, realizou-se adubação nitrogenada no tratamento pastagem com N. A dose aplicada foi de 100 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia, aplicada a lanço.

Para realizar o pastejo nos tratamentos 2 e 3, utilizaram-se duas vacas em lactação por parcela, agrupadas de modo que as unidades experimentais recebessem peso animal similar. As vacas utilizadas no experimento 1 eram da raça Jersey (peso de 400 a 450 kg cada), enquanto nos experimentos 2 e 3 eram da raça Holandesa (peso de 500 a 650 kg cada). Antes de entrarem nas parcelas, os animais permaneceram em pastagem de aveia preta e azevém por, no mínimo, duas horas. O critério utilizado para determinar os momentos de entrada e de saída dos animais foi a altura da pastagem. Os animais entraram nas parcelas quando a altura média era de 25 a 30 cm e saíram quando a pastagem apresentava altura média de 10 cm. As parcelas com pastejo foram separadas das demais com cerca eletrificada.

Durante o ciclo de desenvolvimento da pastagem, foram promovidos quatro pastejos. O primeiro ocorreu nos dias 01/08/2006 (experimento 1) e 02/08/2006 (experimentos 2 e 3) e o tempo de duração foi de 30 a 40 minutos. O segundo pastejo ocorreu nos dias 30/08/2006 (experimento 1) e 05/09/2006 (experimentos 2 e 3) e o tempo de duração foi de quatro a cinco horas. O terceiro pastejo ocorreu nos dias 03/10/2006

(experimento 1) e 05/10/2006 (experimentos 2 e 3) e o tempo de duração foi de cinco a seis horas. O quarto pastejo ocorreu nos dias 23/10/2006 (experimentos 1 e 3) e 25/10/2006 (experimento 2) e o tempo de duração foi de cinco a seis horas.

As coletas de amostras de solo para avaliação química foram realizadas em duas épocas. A primeira ocorreu em maio de 2006, na implantação das culturas de inverno (marco zero). A segunda ocorreu em novembro de 2006, após semeadura do milho cultivado em sucessão. O solo foi coletado com o auxílio de uma pá reta em três camadas: 0 a 2,5 cm; 2,5 a 5,0 cm; e 5,0 a 10,0 cm, em quatro posições por parcela, sendo as subamostras misturadas para constituir uma amostra para cada parcela e camada. Procurou-se não coletar solo sob placas fecais visíveis. As camadas de solo foram consideradas subparcelas para a análise estatística. No Laboratório de Análises do Solo, do Centro de Pesquisa para a Agricultura Familiar/Epagri, avaliou-se $\text{pH}_{\text{água}}$, matéria orgânica (M.O.), fósforo (P) e potássio (K) extraíveis, Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) trocáveis, capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V%), utilizando metodologia descrita em Tedesco et al. (1985).

Realizou-se análise dos dados de cada experimento de forma individualizada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste F e quando constatados efeitos significativos de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na coleta de solo realizada em maio de 2006 (implantação dos experimentos), constatou-se ausência de variações significativas entre tratamentos para todas as variáveis avaliadas, indicando homogeneidade em relação às características químicas de solo avaliadas (Tabelas 1, 2 e 3).

Após seis meses da implantação dos experimentos, em novembro de 2006, verificou-se que os tratamentos de inverno não afetaram as propriedades químicas do solo avaliadas, nas três camadas amostradas (Tabelas 1, 2 e 3). Assim, a presença de animais no inverno e a aplicação de N na pastagem não afetaram significativamente as propriedades químicas do solo avaliadas neste estudo. Enfatiza-se que o tempo transcorrido entre a implantação dos ensaios e as avaliações de fertilidade do solo foi curto. Em experimentos com menos de um ano de avaliação, também constatou-se ausência de efeito da presença de animais sobre os teores de nutrientes no solo, mesmo considerando as camadas mais superficiais (NICOLOSO et al., 2005; SOUTO et al., 2006).

Por outro lado, também em experimento de curta duração, Lang (2005) verificou que a adubação de pastagem de aveia + azevém com 150 kg ha^{-1} de N aumentou o teor de carbono orgânico total do solo em relação à ausência de aplicação deste nutriente. Contudo, neste trabalho não houve efeito do pastejo sobre o teor de carbono orgânico do solo. Em experimento de duração de oito anos, observou-se que o $\text{pH}_{\text{água}}$ e os teores de Al, Ca+Mg, M.O., P e K foram afetados pelos sistemas de produção avaliados, embora essas diferenças não fossem associadas diretamente à presença de animais (SANTOS et al., 2003). Segundo os mesmos autores, a rotação de culturas tem importante papel na

ciclagem de nutrientes, uma vez que as espécies vegetais diferem entre si no que se refere à quantidade e à qualidade de resíduos fornecidos, à eficiência de absorção de íons e à exploração de diferentes profundidades de solo pelo sistema de raízes.

Nesta pesquisa, é possível que variações em propriedades químicas do solo decorrentes da presença de animais em pastagem possam ser detectadas em maior período de avaliação. Neste sentido, há necessidade de continuidade dos experimentos, com intuito de avaliar os efeitos das formas de uso do solo testadas ao longo dos anos.

Por outro lado, observou-se efeito significativo das camadas de solo sobre várias variáveis avaliadas (Tabelas 4, 5 e 6). Em geral, nos três experimentos, verificou-se decréscimo nos teores P, K, M.O. e Ca com o aumento da profundidade, demonstrando haver gradiente acentuado de fertilidade do solo. Em sistema de plantio direto, em virtude da localização superficial de fertilizantes, concentração de resíduos vegetais na superfície, da menor erosão e do reduzido revolvimento do solo, ocorre acúmulo de M.O., Ca, Mg, P e K na camada superficial do solo (DE MARIA et al., 1999; SILVEIRA e STONE, 2001; SANTOS et al., 2003).

CONCLUSÃO

Após seis meses de condução dos experimentos, sob as condições de ambiente e de manejo da pesquisa, a presença de bovinos em pastagem anual de inverno, em sistema de integração lavoura-pecuária, o cultivo de coberturas de solo e o pousio não afetaram propriedades químicas do solo.

AGRADECIMENTOS

Aos produtores rurais Amélio Gudas, Danilo Guedes e Ivo Grein pela participação nos trabalhos de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSI, I.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S. et al. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.10, p.1213-1219, 2001.

ASSMANN, A.L.; PELISSARI, A.; MORAES, A. de et al. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.37-44, 2003.

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.1-2, p.71-79, 1999.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Mapa de solos do estado de Santa Catarina. Disponível em <http://200.20.158.13/website/pub/Santa_Catarina>. Acesso em 22 JUN 2007.

ENTZ, M.H.; BARON, V.S.; CARR, P.M. et al. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v.94, n.1, p.204-213, 2002.

FONTANELI, R.S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H.P. dos et al. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2129-2137, 2000.

FRANZLUEBBERS, A.J. Integrated crop-livestock systems in the Southeastern USA. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, n.2, p.361-372, 2007.

LANG, C.R. **Atributos da fertilidade do solo e rendimento de milho submetidos à presença e ausência de pastejo e nitrogênio em sistema de integração lavoura-pecuária**. 2004. 91p. Doutorado (Doutorado em Produção Vegetal) Curso de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

NICOLOSO, R.S. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto**. 2005. 149p. Dissertação (Mestrado em

Ciência do Solo) – Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.S.; SILVA JR., U.P. et al. **Atlas climático digital do Estado de Santa Catarina. (CD-ROM)**. Florianópolis: Epagri, 2002.

POWELL, J.M.; WILLIAMS, T.O. **Livestock, nutrient cycling and sustainable agriculture in the West African Sahel**. London: International Institute for Environment and Development, 1993. p.7.

RAO, S.C.; PHILLIPS, W.A.; MAYEUX, H.S. et al. Potential grain and forage production of early maturing pigeonpea in the Southern Great Plains. **Crop Science**, Madison, v.43, n.6, p.2212-2217, 2003.

SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. et al. Efeito de sistemas de produção mistos sob plantio direto sobre fertilidade do solo após oito anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.3, p.545-552, 2003.

SCHIERE, J.B.; IBRAHIM, M.N.M.; VAN KEULEN, H. The role of livestock for sustainability in mixed farming: criteria and scenario studies under varying resource allocation. **Agriculture, Ecosystems and Environmental**, Amsterdam, v.90, n.1, p.139-153, 2002.

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.3, p.387-394, 2001.

SOUTO, M.S. **Pastagem de aveia e azevém na integração lavoura-pecuária**: produção de leite e características do solo. 2006. 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análise do solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 188p., 1985. (Boletim técnico de solos, 5).

Tabela 1. pH em água, matéria orgânica (M.O.), fósforo (P) e potássio (K) extraíveis, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis, capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V%) em duas épocas de amostragem (maio/2006 - marco zero e novembro/2006), em cinco tratamentos de inverno. Médias de três camadas de solo. Experimento 1

Amostragem	Tratamentos	pH _{água}	M.O. (%)	K (mg dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	Ca (cmol _c dm ⁻³)	Mg (cmol _c dm ⁻³)	CTC (cmol _c dm ⁻³)	V%
Maio/ 2006 (marco zero)	Consórcio cobertura	6,07 ns	5,23 ns	66,7 ns	4,59 ns	9,04 ns	5,41ns	18,7 ns	77,1 ns
	Pastagem com N	5,84	4,62	72,7	4,40	7,58	4,66	17,8	70,2
	Pastagem sem N	5,82	5,60	90,7	4,22	6,67	4,97	17,4	65,1
	Nabo forrageiro	5,90	5,30	72,7	4,19	8,57	5,21	18,9	72,9
	Pousio	6,02	5,03	69,1	5,21	7,03	4,54	16,0	73,6
	C.V.(%)	2,0	16,9	41,3	13,8	9,4	5,8	3,3	4,1
Novembro/ 2006	Consórcio cobertura	6,02 ns	4,12 ns	69,1 ns	4,74 ns	8,60 ns	4,46ns	17,4 ns	77,2ns
	Pastagem com N	5,96	4,27	74,4	4,56	8,82	4,67	18,4	74,8
	Pastagem sem N	5,90	4,46	71,1	4,58	8,20	4,49	18,2	71,2
	Nabo forrageiro	5,79	4,19	74,7	4,58	8,20	4,37	18,0	71,6
	Pousio	6,03	4,10	60,9	5,37	8,80	4,41	18,2	74,13
	C.V. (%)	4,0	5,3	20,3	15,7	6,2	12,1	4,2	8,8

ns Diferenças não significativas a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2. pH em água, matéria orgânica (M.O.), fósforo (P) e potássio (K) extraíveis, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis, capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V%) em duas épocas de amostragem (maio/2006 - marco zero e novembro/2006), em cinco tratamentos de inverno. Médias de três camadas de solo. Experimento 2

Amostragem	Tratamentos	pH _{água}	M.O. (%)	P (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	Ca (cmol _c dm ⁻³)	Mg (cmol _c dm ⁻³)	CTC (cmol _c dm ⁻³)	V%
Maio/ 2006 (marco zero)	Consórcio cobertura	5,80 ns	5,27 ns	7,90 ns	110,9 ns	12,02 ns	7,04 ns	25,8 ns	74,9 ns
	Pastagem com N	5,64	5,26	8,51	120,0	11,32	6,34	25,5	70,9
	Pastagem sem N	5,49	5,30	7,17	146,8	10,60	5,71	25,4	65,9
	Nabo forrageiro	5,48	5,05	8,62	132,7	10,45	5,56	25,5	64,4
	Pousio	5,69	5,19	7,94	172,7	11,38	5,91	23,8	75,1
	C.V.(%)	2,5	3,5	8,4	23,2	5,5	7,0	3,1	4,8
Novembro/ 2006	Consórcio cobertura	5,85 ns	4,32 ns	8,04 ns	113,6 ns	9,04 ns	5,45 ns	19,8 ns	74,6 ns
	Pastagem com N	5,50	4,30	7,86	112,4	8,30	4,70	20,7	64,7
	Pastagem sem N	5,43	4,42	7,12	179,1	8,17	4,54	19,9	66,5
	Nabo forrageiro	5,78	4,52	10,01	176,8	9,20	5,21	20,2	73,3
	Pousio	5,83	4,42	7,44	163,8	8,91	5,01	19,9	72,5
	C.V. (%)	2,5	5,3	9,6	16,6	4,7	9,4	4,9	5,4

ns Diferenças não significativas a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3. pH em água, matéria orgânica (M.O.), fósforo (P) e potássio (K) extraíveis, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis, capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V%) em duas épocas de amostragem (maio/2006 - marco zero e novembro/2006), em cinco tratamentos de inverno. Médias de três camadas de solo. Experimento 3

Amostragem	Tratamentos	pH _{água}	M.O. (%)	P (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	Ca (cmol _c dm ⁻³)	Mg (cmol _c dm ⁻³)	CTC (cmol _c dm ⁻³)	V%
Maio/ 2006 (marco zero)	Consórcio cobertura	5,19 ns	6,40 ns	12,06 ns	156,1 ns	9,10 ns	5,27 ns	25,0 ns	58,1 ns
	Pastagem com N	5,13	6,07	10,50	149,1	8,12	4,83	23,3	57,6
	Pastagem sem N	5,14	6,19	11,90	112,9	8,32	4,96	24,8	55,7
	Nabo forrageiro	5,23	6,24	11,72	114,0	9,14	4,64	23,7	59,1
	Pousio	5,19	5,90	10,80	92,4	8,60	5,08	24,2	58,0
	C.V.(%)	1,3	7,6	33,6	21,5	6,4	16,0	6,2	6,8
Novembro/ 2006	Consórcio cobertura	5,13 ns	5,72 ns	11,03 ns	178,7 ns	5,32 ns	4,63 ns	21,0 ns	49,7 ns
	Pastagem com N	5,00	5,54	13,36	93,7	5,22	4,33	20,7	47,4
	Pastagem sem N	4,98	5,63	15,17	175,4	5,40	4,49	21,2	49,2
	Nabo forrageiro	5,17	5,61	12,20	159,8	5,97	4,91	20,8	51,0
	Pousio	5,21	5,11	14,12	103,8	4,81	4,20	17,7	52,1
	C.V. (%)	2,8	4,6	26,3	26,2	13,9	7,9	10,1	14,7

ns Diferenças não significativas a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4. pH em água, matéria orgânica (M.O.), fósforo (P) e potássio (K) extraíveis, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis, capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V%) em duas épocas de amostragem (maio/2006 - marco zero e novembro/2006) em três camadas de solo. Médias de cinco tratamentos de inverno. Experimento 1

Amostragem	Camadas de solo	pH _{água}	M.O. (%)	P (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	Ca (cmol _c dm ⁻³)	Mg (cmol _c dm ⁻³)	CTC (cmol _c dm ⁻³)	V%
Maio/ 2006 (marco zero)	0 a 2,5 cm	5,85 b ¹	5,37 ns	4,81 a	100,7 a	8,07 a	5,05 ns	18,5 a	72,1 ns
	2,5 a 5,0 cm	5,99 a	5,12	4,72 a	73,6 b	7,89 a	4,94	17,6 b	71,8
	5,0 a 10 cm	5,95 a	4,99	4,03 b	48,8 b	7,38 b	4,88	17,2 c	71,5
	C.V.(%)	2,0	16,9	13,8	41,3	9,4	5,8	3,3	4,1
Novembro/ 2006	0 a 2,5 cm	5,97 ns	4,41 a	5,11 ns	117,7 a	8,72 ns	4,70 ns	18,5 a	74,6 ns
	2,5 a 5,0 cm	5,95	4,16 b	4,73	51,6 b	8,47	4,36	17,8 b	73,6
	5,0 a 10 cm	5,89	4,11 b	4,45	38,7 b	8,43	4,33	17,8 b	73,2
	C.V.(%)	4,0	5,3	15,7	20,3	6,2	12,1	4,2	8,8

ns Diferenças não significativas a 5% de probabilidade de erro.

¹ Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 5. pH em água, matéria orgânica (M.O.), fósforo (P) e potássio (K) extraíveis, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis, capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V%) em duas épocas de amostragem (maio/2006 - marco zero e novembro/2006) em três camadas de solo. Médias de cinco tratamentos de inverno. Experimento 2

Amostragem	Camadas de solo	pH _{água}	M.O. (%)	P (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	Ca (cmol _c dm ⁻³)	Mg (cmol _c dm ⁻³)	CTC (cmol _c dm ⁻³)	V%
Maio/ 2006 (marco zero)	0 a 2,5 cm	5,79 a ¹	5,43 a	8,59 a	196,4 a	12,01 a	6,62 a	25,6 a	74,5 a
	2,5 a 5,0 cm	5,68 b	5,27 b	7,79 b	123,1 b	11,58 b	6,40 b	24,9 b	73,7 b
	5,0 a 10 cm	5,39 c	4,93 c	7,71 b	90,4 c	9,87 c	5,32 c	25,1 b	62,5 c
	C.V.(%)	2,5	3,5	8,4	23,2	5,5	7,0	3,1	4,8
Novembro/ 2006	0 a 2,5 cm	5,78 ab	4,44 ns	9,27 a	241,0 a	8,70 ab	5,03 ab	20,2 ns	71,1 a
	2,5 a 5,0 cm	5,84 a	4,44	7,93 b	124,5 b	8,95 a	5,19 a	20,0	72,5 a
	5,0 a 10 cm	5,67 b	4,33	7,09 c	81,7 c	8,55 b	4,76 b	20,2	67,4 b
	C.V.(%)	2,5	5,3	9,6	16,6	4,7	9,4	4,9	5,4

ns Diferenças não significativas a 5% de probabilidade de erro.

¹ Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 6. pH em água, matéria orgânica (M.O.), fósforo (P) e potássio (K) extraíveis, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis, capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V%) em duas épocas de amostragem (maio/2006 - marco zero e novembro/2006) em três camadas de solo. Médias de cinco tratamentos de inverno. Experimento 3

Amostragem	Camadas de solo	pH _{água}	M.O. (%)	P (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	Ca (cmol _c dm ⁻³)	Mg (cmol _c dm ⁻³)	CTC (cmol _c dm ⁻³)	V%
Maio/ 2006 (marco zero)	0 a 2,5 cm	5,16 ns	6,95 a	18,92 a ¹	191,4 a	9,00 a	4,70 ns	24,6 ns	57,8 ns
	2,5 a 5,0 cm	5,21	6,03 b	8,57 b	106,3 b	8,91 a	5,20	24,4	58,9
	5,0 a 10 cm	5,16	5,51 c	6,69 c	77,0 c	8,07 b	4,96	23,7	56,3
	C.V.(%)	1,3	7,6	33,6	21,5	6,4	16,0	6,2	6,8
Novembro/ 2006	0 a 2,5 cm	4,92 b	5,89 a	17,82 a	238,1 a	5,17 ns	4,31 ns	20,6 ns	49,1 ns
	2,5 a 5,0 cm	5,17 a	5,59 b	13,61 b	117,2 b	5,47	4,61	20,2	49,5
	5,0 a 10 cm	5,21 a	5,09 c	8,09 c	71,5 c	5,39	4,63	20,0	51,1
	C.V.(%)	2,8	4,6	26,3	26,2	13,9	7,9	10,1	14,7

ns Diferenças não significativas a 5% de probabilidade de erro.

¹ Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

7. Estratégias de uso do solo no inverno e seu efeito no milho cultivado em sucessão.

Alvadi Antonio Balbinot Junior⁽¹⁾, Anibal de Moraes⁽²⁾, Adelino Pelissari⁽²⁾,

Milton da Veiga⁽¹⁾ e Jeferson Dieckow⁽²⁾

⁽¹⁾ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Caixa Postal 216, BR 280, km 219,5, CEP 89460-000, Canoinhas, SC, Brazil. E-mail: balbinot@epagri.sc.gov.br, milveiga@epagri.sc.gov.br ⁽²⁾ Universidade Federal do Paraná, Caixa Postal 19.061, CEP 81531-990, Curitiba, PR, Brazil. E-mail: anibalm@ufpr.br, linopeli@hotmail.com, jefersondieckow@ufpr.br

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de estratégias de uso do solo no inverno sobre a quantidade de palha remanescente, sobre a densidade do solo em camada superficial e sobre o desempenho de milho cultivado em sucessão. Na safra 2006/07 foram conduzidos três experimentos na região do Planalto Norte de Santa Catarina. Avaliaram-se cinco estratégias de uso do solo no inverno: 1) consórcio de aveia preta + azevém + ervilhaca + trevo vesiculoso manejado sem pastejo e sem adubação nitrogenada (consórcio cobertura); 2) o mesmo consórcio, com pastejo e com 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura (pastagem com N); 3) o mesmo consórcio, com pastejo e sem adubação nitrogenada (pastagem sem N); 4) nabo forrageiro, sem pastejo e sem adubação nitrogenada (nabo forrageiro); e 5) pousio, sem pastejo e sem adubação nitrogenada (pousio). O consórcio cobertura proporciona maior quantidade de palha para o cultivo de milho em sucessão. As estratégias de uso do solo no inverno estudadas não afetam a densidade do solo em camada de 0,02 a 0,07 m de profundidade. Pastagem anual de inverno em sistema de integração lavoura-pecuária,

25 coberturas de solo e pousio não afetam o desempenho da cultura de milho semeada em
26 sucessão.

27 Termos para indexação: integração lavoura-pecuária, plantio direto, plantas de cobertura,
28 compactação, Sul do Brasil, *Zea mays*.

29

30 **Different soil use in the winter season and its effect on the maize crop in succession**

31 Abstract – The objective of this study was to evaluate the effect of winter soil use on
32 reminiscent straw on the soil, bulk density in superficial soil layer and maize performance
33 cultivated in succession. Three experiments were carried out in the North Plateau of Santa
34 Catarina State, Brazil, during 2006/07 crop season. Five alternatives of soil use in the winter
35 were investigated: 1) multicropping with black oat + ryegrass + vetch + arrow leaf clover
36 without grazing and nitrogen fertilization (multicropping cover); 2) the same multicropping,
37 with grazing and nitrogen fertilization, 100 kg ha⁻¹ of N (pasture with N); 3) the same
38 multicropping, with grazing and without nitrogen fertilization (pasture without N); 4) oil seed
39 radish, without grazing and nitrogen fertilization (oil seed radish); and 5) natural vegetation,
40 without grazing and nitrogen fertilization (fallow). Higher straw dry mass is verified in
41 multicropping cover. The strategies of winter soil use does not affect the bulk density in 0,02
42 to 0,07 m of soil layer. Winter annual pasture in crop-livestock system, cover crops and
43 fallow does not affect the maize performance in succession.

44 Index terms: crop-livestock, no tillage, cover crops, compaction, Southern Brazil, *Zea mays*.

45

46 **Introdução**

47 Em sistemas de produção utilizados no Sul do Brasil, a soja, o milho e o feijão são
48 importantes culturas estivais. No entanto, nos meses de maio a setembro, período denominado
49 de inverno, há carência de alternativas economicamente viáveis de uso do solo, sobretudo em

50 pequenas propriedades rurais. Este fato se agravou nos últimos anos devido à redução da
51 margem líquida obtida em cultivo de cereais de estação fria, ocasionada pela importação em
52 larga escala destes grãos (Brum et al., 2005). Esta situação estimula o pousio no inverno, o
53 que pode se refletir em menor incorporação de carbono orgânico no solo, incremento na
54 infestação de plantas daninhas (Argenta et al., 2001) e aumento da erosão hídrica, gerando
55 degradação física, química e biológica do solo ao longo dos anos, especialmente em situações
56 de baixa cobertura do solo pela vegetação espontânea.

57 As culturas de cobertura do solo de inverno constituem importante componente em
58 sistemas agrícolas, já que melhoram várias propriedades do solo (Giacomini et al., 2003). A
59 manutenção de elevada quantidade de palha sobre o solo, por meio do cultivo de coberturas, é
60 fundamental para a sustentabilidade do Sistema de Plantio Direto (SPD) (Ceretta et al., 2002).
61 A presença de palha sobre o solo reduz a erosão hídrica (Schick et al., 2000) e a infestação
62 por plantas daninhas (Mateus et al., 2004) e nematóides (Mojtahedi et al., 1993). Uma
63 alternativa viável e eficiente para produzir elevada quantidade de massa pelas culturas de
64 cobertura de solo é o consórcio entre espécies (Balbinot et al., 2004). Contudo, o uso de
65 culturas de cobertura do solo no inverno não traz benefícios econômicos imediatos, mas se
66 constitui num investimento, cujo retorno ocorre na cultura subsequente e ao longo dos anos.

67 Uma alternativa que pode proporcionar benefícios biológicos e econômicos em curto
68 prazo é o cultivo de pastagens de inverno em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP)
69 (Fontaneli et al., 2000; Spera et al., 2004). Na região Sul do Brasil, há várias espécies de
70 inverno que podem produzir forragem de elevada qualidade. No entanto, o sistema de ILP
71 requer manejo adequado, já que o uso do solo no inverno com pastagens pode ocasionar
72 compactação do solo, devido ao pisoteio, e falta de palha para o adequado funcionamento do
73 SPD (Nicoloso et al., 2006).

74 O sistema de pastejo rotacionado se caracteriza por apresentar elevada carga animal
75 em um curto período de tempo, o que pode gerar compactação do solo (Nicoloso et al., 2006).
76 Com alta carga animal em curto período, houve aumento da resistência do solo à penetração,
77 diminuição da macroporosidade e redução da infiltração de água no solo na camada de 0 a
78 0,075 m (Trein et al., 1991). Práticas que favorecem o crescimento de raízes em pastagens
79 podem reduzir os efeitos mecânicos do pisoteio. Neste sentido, a adubação da pastagem com
80 nitrogênio pode ser uma estratégia para aumentar a produção de forragem e reduzir a
81 compactação superficial ocasionada pelo pisoteio, já que a parte aérea da forragem atenua a
82 pressão aplicada na superfície (Braidá et al., 2006) e o crescimento de raízes pode promover
83 descompactação (Abreu et al., 2004).

84 Devido à utilização intensa da massa vegetal produzida no inverno como forragem, é
85 comum no Sul do Brasil a semeadura de culturas estivais sobre solo descoberto, o que pode
86 tornar o SPD insustentável, já que um dos alicerces deste sistema é a manutenção do solo
87 permanentemente coberto (Ceretta et al., 2002).

88 O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de estratégias de uso do solo no inverno
89 sobre a quantidade de palha remanescente, sobre a densidade do solo em camada superficial e
90 sobre o desempenho de milho cultivado em sucessão, em três ambientes.

91

92

Material e Métodos

93 Três experimentos foram conduzidos em propriedades particulares na safra 2006/07 na
94 região do Planalto Norte de Santa Catarina. Um no município de Canoinhas (experimento 1:
95 longitude 50°28' W; latitude 26°07' S e altitude de 780 m) e dois no município de Major
96 Vieira (experimento 2: longitude 50°18' W; latitude 26°27' S e altitude de 791 m e
97 experimento 3: longitude 50°24' W; latitude 26°29' S e altitude de 822 m). O clima da região

98 é úmido com verões amenos, do tipo Cfb, segundo a classificação de Köppen (Pandolfo et al.,
99 2002). Algumas características do solo de cada experimento, no momento da sua implantação,
100 são apresentadas na Tabela 1. O solo dos experimentos foi classificado como Cambissolo
101 Háptico (Embrapa, 1998).

102 Antes da instalação dos experimentos, as áreas vinham sendo manejadas em sistema
103 de integração lavoura-pecuária, com uso de pastagens anuais de inverno, formadas com aveia
104 preta (*Avena strigosa*) e/ou azevém (*Lolium multiflorum*). Na safra 2005/06 havia sido
105 cultivada soja (*Glycine max*) no experimento 1, milho (*Pennisetum americanum*) no
106 experimento 2 e milho (*Zea mays*) para silagem de planta inteira no experimento 3.

107 Nos três experimentos, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos
108 completos casualizados, com três repetições. Foram avaliadas cinco formas de uso do solo no
109 inverno: 1) consórcio de aveia preta + azevém + ervilhaca (*Vicia villosa*) + trevo vesiculoso
110 (*Trifolium vesiculosum*) manejado sem pastejo e sem adubação nitrogenada (consórcio
111 cobertura); 2) o mesmo consórcio, com pastejo e com adubação nitrogenada de cobertura, 100
112 kg ha⁻¹ de N (pastagem com N); 3) o mesmo consórcio, com pastejo e sem adubação
113 nitrogenada (pastagem sem N); 4) nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), sem pastejo e sem
114 adubação nitrogenada (nabo forrageiro); e 5) pousio, sem pastejo e sem adubação nitrogenada
115 (pousio). Cada parcela possuía área total de 64 m² (8 x 8 m). Nos três locais foram instalados
116 pluviômetros para medida do volume de chuvas (Figuras 1 e 2).

117 As culturas de inverno foram implantadas nos dias 22/05/2006 (Experimentos 2 e 3) e
118 24/05/2006 (Experimento 1). As quantidades de sementes utilizadas foram as seguintes:
119 consórcio (40 kg ha⁻¹ de aveia preta + 30 kg ha⁻¹ de azevém + 30 kg ha⁻¹ de ervilhaca + 8 kg
120 ha⁻¹ de trevo vesiculoso), e; 20 kg ha⁻¹ de nabo forrageiro. As sementes de trevo vesiculoso
121 foram semeadas a lanço após serem escarificadas mecanicamente, inoculadas com *Rhizobium*

122 *leguminosarum* bv. trifolii e peletizadas. Em seguida, as demais espécies foram semeadas em
123 espaçamento entre fileiras de 0,17 m e profundidade de aproximadamente 0,04 m.

124 No dia 28/06/2006, quando a aveia preta apresentava em média dois afilhos, realizou-
125 se adubação nitrogenada no tratamento pastagem com N. A dose utilizada foi de 100 kg ha⁻¹
126 de N na forma de uréia, aplicada a lanço.

127 Para realizar o pastejo nos tratamentos 2 e 3, utilizaram-se duas vacas em lactação por
128 parcela, agrupadas de modo que as unidades experimentais recebessem peso animal similar.
129 As vacas utilizadas no experimento 1 eram da raça Jersey (peso de 400 a 450 kg cada),
130 enquanto nos experimentos 2 e 3 eram da raça Holandesa (peso de 500 a 650 kg cada). Antes
131 de entrarem nas parcelas, os animais permaneceram em pastagem de aveia preta e azevém
132 por, no mínimo, duas horas. A variável utilizada para determinar os momentos de entrada e
133 saída dos animais foi a altura da pastagem. Os animais entravam nas parcelas quando a altura
134 média era de 0,25 a 0,30 m e saíam quando a pastagem apresentava altura média de 0,10 m.
135 As parcelas com pastejo foram separadas das demais com cerca eletrificada.

136 Durante o ciclo de desenvolvimento da pastagem cultivada, foram promovidos quatro
137 pastejos. O primeiro ocorreu nos dias 01/08/2006 (experimento 1) e 02/08/2006
138 (experimentos 2 e 3) e o tempo de duração foi de 30 a 40 minutos. O segundo pastejo ocorreu
139 nos dias 30/08/2006 (experimento 1) e 05/09/2006 (experimento 2 e 3) e o tempo de duração
140 foi de quatro a cinco horas. O terceiro pastejo ocorreu nos dias 03/10/2006 (experimento 1) e
141 05/10/2006 (experimentos 2 e 3) e o tempo de duração foi de cinco a seis horas. O quarto
142 pastejo ocorreu nos dias 23/10/2006 (experimentos 1 e 3) e 25/10/2006 (experimento 2) e o
143 tempo de duração foi de cinco a seis horas.

144 No dia 31/10/2006, realizou-se a dessecação das plantas contidas em todos os
145 tratamentos. Para tanto, utilizou-se glyphosate (1.440 g e.a. ha⁻¹) e óleo mineral (1,5 L ha⁻¹),
146 aplicados em volume de calda de aproximadamente 200 L ha⁻¹, com pulverizador costal.

147 O milho foi semeado nos dias 08/11/2006 (experimentos 2 e 3) e 10/11/2006
148 (experimento 1). Os três experimentos foram implantados com semeadora equipada com
149 facão sulcador, com profundidade de ação de aproximadamente 0,12 m. No experimento 1, a
150 adubação de base foi de 30, 145 e 100 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. No
151 experimento 2 foi de 30, 135 e 70 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O. No experimento 3 foi de 30, 105
152 e 70 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O. Nos três ensaios, utilizou-se o híbrido Dekalb 214, cultivado
153 em espaçamento de 0,8 m entre fileiras e 60 mil plantas ha⁻¹. O controle de plantas daninhas
154 foi realizado com a mistura dos herbicidas atrazine (1.500 g e.a. ha⁻¹) e nicosulfuron (40 g e.a.
155 ha⁻¹). Nos dias 12/12/2006 (experimento 1) e 13/12/2006 (experimentos 2 e 3), quando as
156 plantas de milho estavam em estágio V4 (Ritchie et al., 1993) foram aplicados a lanço 70 kg
157 ha⁻¹ de N em cobertura, sob a forma de uréia.

158 Avaliaram-se a quantidade de palha remanescente dos tratamentos de inverno, por
159 meio de coleta da palha presente em amostra de 1 m² por parcela no momento da dessecação;
160 densidade do solo na camada de 0,02 a 0,07 m aos cinco dias após a semeadura do milho,
161 avaliada por meio de coleta de uma amostra indeformada por parcela, como indicador de
162 compactação do solo; porcentagem de plantas de milho emergidas, determinada pela
163 contagem de plantas emergidas em dois metros de fileira em cada parcela; número de folhas
164 verdes por planta de milho no estágio R4 (Ritchie et al., 1993), avaliado em dez plantas por
165 parcela; diâmetro do colmo no segundo entre nó das plantas de milho, avaliado em dez
166 plantas por parcela; altura da espiga e da planta de milho, avaliada em dez plantas por parcela;
167 número de espigas por planta, avaliada pela contagem de plantas e espigas contidas na área
168 útil das parcelas (12 m²); número de grãos por espiga, estimado tomando-se como base a
169 relação existente entre a massa de 500 grãos, massa de grãos da parcela e número de espigas
170 colhidas por parcela; massa média de grãos, avaliada por meio de pesagem de 500 grãos por
171 parcela; e produtividade de grãos de milho, avaliada pela colheita das espigas contidas na área

172 útil das parcelas, as quais foram trilhadas e determinado o peso de grãos da parcela, sendo
173 corrigido para 13% de umidade.

174 Após verificação de existência de homogeneidade de variâncias residuais entre
175 experimentos, para todas as variáveis avaliadas, procedeu-se análise conjunta dos mesmos. Os
176 dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste F e, quando constatados
177 efeitos significativos de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%
178 de probabilidade de erro.

179

180

Resultados e Discussão

181 Nos experimentos 1 e 3, o tratamento de cobertura do solo com o consórcio de aveia
182 preta + azevém + ervilhaca + trevo vesiculoso sem pastejo (consórcio cobertura),
183 proporcionou a maior quantidade de palha para a cultura de milho (Tabela 2). Já no
184 experimento 2, não houve diferença na palha remanescente entre os consórcios com e sem
185 pastejo mas, diferentemente dos outros experimentos, a menor quantidade de palha foi
186 verificada no tratamento com cobertura de nabo forrageiro. Isto possivelmente ocorreu devido
187 à estiagem que ocorreu nos meses de maio, junho e julho (Figura 1), prejudicando o
188 crescimento do nabo forrageiro em maior intensidade em relação às demais espécies. O
189 acúmulo de massa seca pelo nabo forrageiro é menor do que o observado em aveia preta e
190 consórcios entre espécies invernais (Balbinot et al., 2004).

191 Nos três experimentos, houve germinação espontânea de plantas no tratamento pousio,
192 as quais permaneceram na área durante a condução dos experimentos. Nos experimentos 1 e
193 2, a palha presente no tratamento pousio era composta basicamente por azevém, enquanto no
194 experimento 3 era composta por azevém e trevos branco e vermelho.

195 Não houve diferenças significativas entre tratamentos para densidade do solo, avaliada
196 na camada de 0,02 a 0,07 m após tratamentos de inverno (Tabela 3). Flores et al. (2007)

197 também verificaram que o pisoteio não alterou significativamente a densidade do solo em
198 relação as área não pastejadas. A ausência de compactação pelo pisoteio, observada nos três
199 experimentos, pode ser atribuída, principalmente, ao manejo adequado da pastagem. Em
200 condição de elevada interceptação de radiação solar pela pastagem, há elevado crescimento de
201 folhas e raízes, o que confere ao solo maior capacidade de suporte de carga, sem sofrer
202 deformação plástica, pois a parte aérea da pastagem atenua a pressão aplicada no pisoteio,
203 reduzindo a compactação (Braida et al., 2006). Além de apresentar maior capacidade de
204 recuperação após eventual compactação, devido à escarificação biológica promovida pelo
205 crescimento de raízes (Abreu et al., 2004). Outro ponto a ser destacado é o fato dos pastejos
206 não terem coincidido com os picos de precipitação pluvial (Figura 1), ou seja, os pastejos
207 ocorreram com solo em condição de umidade abaixo do ponto friabilidade, condição esta
208 detectada em campo por meio do tato. A umidade do solo, por ocasião da aplicação de
209 pressões na superfície, é um dos principais fatores determinantes da susceptibilidade à
210 compactação (Imhoff et al., 2000).

211 Adicionalmente, os solos dos três experimentos não apresentavam teores muito
212 elevados de argila (Tabela 1). A textura do solo influencia o processo de compactação, pois
213 modifica várias propriedades do solo, como a relação do tamanho de poros, retenção de água,
214 densidade do solo e resistência crítica do solo à penetração (Albuquerque et al., 2001).

215 As variáveis porcentagem de plantas de milho emergidas, altura de plantas e de
216 espigas, número de folhas verdes por planta no estágio R4 (Ritchie et al., 1993) e diâmetro do
217 colmo não foram afetadas pelas estratégias de uso do solo investigadas (Tabela 4). Isto
218 demonstra que o crescimento das plantas de milho não foi afetado pelas condições impostas
219 pelos cultivos antecessores.

220 Os componentes de rendimento de grãos de milho (número de espigas por planta,
221 número de grãos por espiga e massa de grãos) e a produtividade de grãos também não foram

222 afetados pelas estratégias de uso do solo testadas (Tabela 5). Assmann et al. (2003)
223 verificaram que o pastejo de aveia branca e azevém no inverno não afetou o desempenho do
224 milho semeado em sucessão. De acordo com Nicoloso et al. (2006) há redução da
225 produtividade do milho semeado em sucessão à pastagem de inverno somente quando há
226 elevada frequência e pressão de pastejo. Nos três experimentos a frequência de pastejo e o
227 tempo de permanência dos animais foram definidos pela altura da pastagem, seguindo
228 recomendações para manejo rotacionado.

229 Há muitos fatores que podem determinar efeitos positivos ou negativos do pastejo no
230 inverno sobre o desempenho de culturas semeadas em sucessão, sob sistema de ILP (Nicoloso
231 et al., 2006). Teores de argila e matéria orgânica do solo, espécies forrageiras utilizadas,
232 manejo da pastagem, palha remanescente sobre o solo, manejo das culturas de verão, regime
233 hídrico e rotação de culturas, certamente afetam em algum grau o desempenho de cultivos
234 estivais semeados após as pastagens de inverno. Salienta-se que não houve estresse hídrico
235 durante o ciclo de desenvolvimento do milho (Figura 2).

236 Não houve diferença de produtividade de grãos de milho em função da adubação
237 nitrogenada da pastagem de inverno (Tabela 5). Possivelmente isso tenha ocorrido devido à
238 compensação da ausência de adubação nitrogenada pela fixação deste elemento pela ervilhaca
239 e trevo vesiculoso. Além disso, a partir do mês de novembro de 2006, houve elevado volume
240 de precipitação (Figura 2), o que pode ter contribuído para o aumento da lixiviação do
241 nitrogênio aplicado na forma mineral, reduzindo a sua absorção. Em pastagem de aveia
242 branca e azevém, com e sem trevo-branco, constatou-se efeito residual da adubação
243 nitrogenada da pastagem de inverno sobre a produtividade de milho semeado em sucessão
244 (Assmann et al., 2003). Estas diferenças de resultados decorrem dos vários fatores ligados ao
245 solo, clima e vegetação que podem afetar a dinâmica do nitrogênio no solo.

246

247

248

Conclusões

249 1. Menor quantidade de palha remanescente sobre o solo é verificada nas pastagens formadas

250 pelo consórcio de aveia preta + azevém + ervilhaca + trevo vesiculoso com e sem adubação

251 nitrogenada, em relação ao mesmo consórcio sem pastejo.

252 2. As estratégias de uso solo estudadas (pastagem com e sem N, consórcio cobertura, nabo

253 forrageiro e pousio) não afetam a densidade do solo em camada de 0,02 a 0,07 m de

254 profundidade.

255 3. Pastagem anual de inverno, em sistema de integração lavoura-pecuária, coberturas de solo e

256 pousio não afetam a emergência de plantas de milho cultivadas em sucessão.

257 4. Pastagem anual de inverno, em sistema de integração lavoura-pecuária, coberturas de solo e

258 pousio não afetam a produtividade e os componentes de rendimento de grãos da cultura de

259 milho semeada em sucessão.

260

261

Agradecimentos

262 Aos produtores rurais Amélio Gudas, Danilo Guedes e Ivo Grein pela participação nos

263 trabalhos de pesquisa.

264

265

Referências

266 ABREU, S.L.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Escarificação mecânica e biológica para a

267 redução da compactação em Argissolo franco-arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira**268 **de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.3, p.519-531, 2004.

269 ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; FLECK, N.G.; BORTOLINI, C.G.; NEVES, R.;

270 AGOSTINETTO, D. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em

- 271 sucessão e no controle do capim-papuã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36,
272 n.6, p.851-860, 2001.
- 273 ASSMANN, T.S.; RONZELLI JÚNIOR, P.; MORAES, A.; ASSMANN, A.L.; KOEHLER,
274 H.S.; SANDINI, I. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o
275 sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista**
276 **Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.675-683, 2003.
- 277 BALBINOT JR., A.A.; BACKES, R.L.; TÔRRES, A.N.L. Desempenho de plantas invernais
278 na produção de massa e cobertura do solo sob cultivos isolado e em consórcios. **Revista de**
279 **Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.3, n.1, p.38-42, 2004.
- 280 BRAIDA, J.A.; REICHERT, J.M.; VEIGA, M. da; REINERT, D.J. Resíduos vegetais na
281 superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no
282 ensaio proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.4, p.605-614, 2006.
- 283 BRUM, A.L.; LEMES, C.L.; SILVA, C.V.K. da; MULLER, P.K. A competitividade do trigo
284 brasileiro diante da concorrência argentina. O comércio internacional e a competitividade pelo
285 custo de produção. **Revista Galega de Economia**, Santiago de Compostela, v.14, n.1-2, p.1-
286 15, 2005.
- 287 CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; HERBES, M.G.; POLETTO, N.; SILVEIRA, M.J. Produção
288 e decomposição de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da
289 adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.1, p.49-54, 2002.
- 290 EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Mapa de solos do estado de Santa
291 Catarina. Disponível em <http://200.20.158.13/website/pub/Santa_Catarina>. Acesso em 22
292 JUN 2007.
- 293 FLORES, J.P.C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L.C.; CARVALHO, P.C.F.; LEITE, J.G.D.;
294 FRAGA, T.I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em

- 295 integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de**
296 **Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.4, p.771-780, 2007.
- 297 FONTANELI, R.S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H.P. dos; IGNACZAK, J.C.; ZOLDAN, S.M.
298 Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em
299 sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2129-
300 2137, 2000.
- 301 GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E.R.O. Matéria seca, relação C/N e
302 acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo.
303 **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.27, n.2, p.325-334, 2003.
- 304 IMHOFF, S.; SILVA, A.P. da; TORMENA, C.A. Aplicações da curva de resistência no
305 controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,
306 Brasília, v.35, n.7, p.1493-1500, 2000.
- 307 MATEUS, G.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; NEGRISOLI, E. Palhada do sorgo de guiné gigante no
308 estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária**
309 **Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.539-542, 2004.
- 310 MOJTAHEDI, H.; SANTO, G.S.; INGHAM, R.E. Suppression of *Meloidogyne chitwoodi*
311 with sudangrass cultivars as green manure. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.25, n.2,
312 p.303-311, 1993.
- 313 NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M.E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e
314 potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do
315 Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1799-1805, 2006.
- 316 PANDOLFO, C.; BRAGA, H.S.; SILVA JR., U.P., MASSIGNAM, A.M.; PEREIRA, E.S.;
317 THOMÉ, U.M.R. **Atlas climático digital do Estado de Santa Catarina. (CD-ROM)**.
318 Florianópolis: Epagri, 2002.

319 RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa
320 State University of Science and Technology, 1993. 26p. Special Report, 48.

321 SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O; BALBINOT JR., A.A. Erosão hídrica em
322 Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo:
323 I. perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, n.3, p.427-
324 436, 2000.

325 SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Efeitos de sistemas de
326 produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na
327 produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.3, p.533-542, 2004.

328 TREIN, C.R.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e
329 ressemeadura do trevo na rotação aveia+trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista**
330 **Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.15, n.1, p.105-111, 1991.

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344 **Tabela 1.** Características de solo na camada de 0 a 0,10 m, no momento da implantação dos
 345 experimentos (maio de 2006). Epagri/Canoinhas, SC, 2006.

Características	Experimentos ¹		
	1	2	3
Argila (%)	54,6	52,5	49,9
Silte (%)	40,8	39,8	44,2
Areia (%)	4,6	7,7	5,9
M.O. (%)	5,1	5,2	6,1
pH água 1:1	5,9	5,6	5,2
pH SMP	6,0	5,6	5,3
P (mg dm ⁻³)	4,5	8,0	11,4
K (mg dm ⁻³)	67,7	136,6	124,8
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,08	0,09	0,7
Ca (cmol _c dm ⁻³)	7,8	11,1	8,7
Mg (cmol _c dm ⁻³)	5,0	6,1	4,9
CTC (cmol _c dm ⁻³)	17,7	25,2	24,2
V (%)	71,8	70,2	57,7
Fe (mg dm ⁻³)	0,42	0,40	0,43
Zn (mg dm ⁻³)	2,36	0,96	1,12
Mn (mg dm ⁻³)	2,04	2,48	4,60
B (mg dm ⁻³)	0,09	0,10	0,09
Cu (mg dm ⁻³)	0,72	0,44	0,52

346 ¹ Experimento 1: Canoinhas, SC; Experimentos 2 e 3: Major Vieira, SC

347
348

349 **Tabela 2.** Quantidade de palha remanescente sobre o solo (Mg ha⁻¹), em diferentes estratégias
 350 de uso do solo no inverno antecedendo a cultura de milho, em três experimentos.
 351 Epagri/Canoinhas, SC, 2006.

Tratamentos de inverno	Experimentos		
	1	2	3
Consórcio cobertura	5,66a ¹	2,91a	4,97a
Pastagem com N	1,95cd	2,42a	0,47b
Pastagem sem N	2,21c	1,80a	0,49b
Nabo forrageiro	1,14d	0,19b	0,77b
Pousio	4,10b	2,40a	1,69b
C.V.(%)	17,0	34,0	29,9

352 ¹ Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade
 353 de erro.

354

355

356

357

358 **Tabela 3.** Densidade do solo avaliada cinco dias após a semeadura do milho na camada de
 359 0,02 a 0,07 m em diferentes estratégias de uso do solo no inverno. Médias de três
 360 experimentos. Epagri/Canoinhas, SC, 2006.

Tratamentos de inverno	Densidade do solo (g cm ⁻³)
Consórcio cobertura	1,07 ^{ns}
Pastagem com N	1,20
Pastagem sem N	1,16
Nabo forrageiro	1,11
Pousio	1,17
Média	1,14
C.V.(%)	6,1

361 ^{ns} Diferenças não significativas a 5% de probabilidade de erro.

362

363

364 **Tabela 4.** Porcentagem de plantas de milho emergidas, altura de plantas e da espiga, número
 365 de folhas verdes em estágio R4 (Ritchie et al., 1993) e diâmetro do colmo em diferentes
 366 estratégias de uso do solo no inverno antecedendo a cultura de milho. Médias de três
 367 experimentos. Epagri/Canoinhas, SC, 2006/07.

Tratamentos de inverno	Plantas emergidas (%)	Altura de plantas (m)	Altura da espiga (m)	Número de folhas verdes	Diâmetro do colmo (mm)
Consórcio cobertura	93 ^{ns}	2,73 ^{ns}	1,26 ^{ns}	13,2 ^{ns}	21,2 ^{ns}
Pastagem com N	95	2,69	1,19	12,8	21,0
Pastagem sem N	92	2,67	1,20	12,8	20,3
Nabo forrageiro	93	2,75	1,23	13,1	20,7
Pousio	85	2,70	1,22	12,6	20,7
Médias	91	2,71	1,22	12,9	20,8
C.V.(%)	7,9	2,6	4,8	3,5	3,6

368 ^{ns} Diferenças não significativas a 5% de probabilidade de erro.

369

370

371

372

373

374

375 **Tabela 5.** Número de espigas por planta, número de grãos por espiga, massa de mil grãos e
 376 produtividade de grãos de milho em diferentes estratégias de uso do solo no inverno
 377 antecedendo a cultura de milho. Médias de três experimentos. Epagri/Canoinhas, SC,
 378 2006/07.

Tratamentos de inverno	Número de espigas por planta	Número de grãos por espiga	Massa de mil grãos (g)	Produtividade de grãos (Mg ha ⁻¹)
Consórcio cobertura	0,97 ^{ns}	474 ^{ns}	382 ^{ns}	11,34 ^{ns}
Pastagem com N	0,99	476	382	11,05
Pastagem sem N	0,98	476	376	10,90
Nabo forrageiro	0,98	476	381	11,80
Pousio	0,97	478	379	11,37
Médias	0,98	476	380	11,30
C.V.(%)	2,4	7,0	3,6	8,0

379 ^{ns} Diferenças não significativas a 5% de probabilidade de erro.

380
381

382

383

384

385

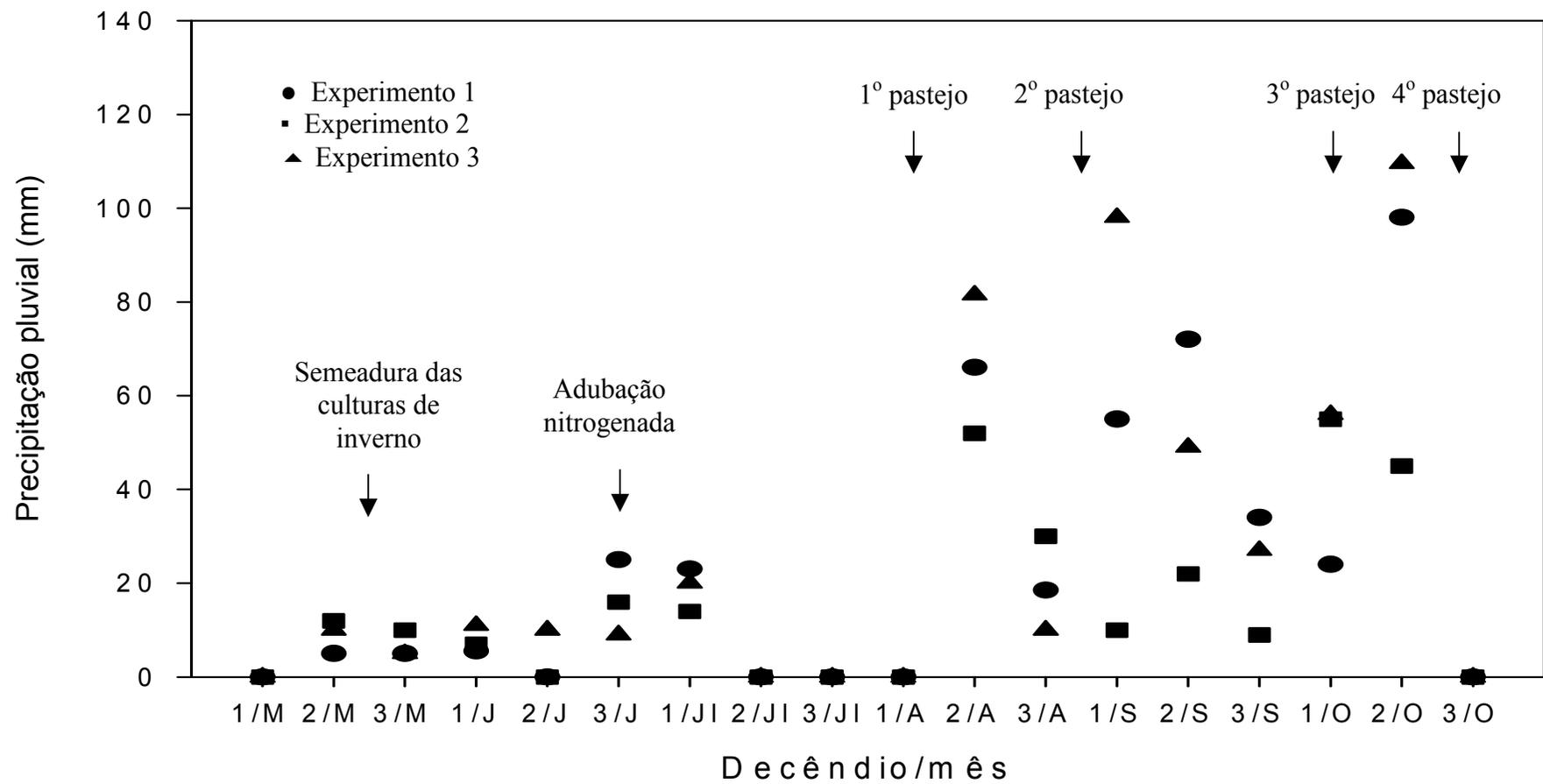


Figura 1. Precipitação pluvial entre o primeiro decêndio de maio e o terceiro decêndio de outubro de 2006, em três experimentos conduzidos em Canoinhas e em Major Vieira, Planalto Norte de SC. Epagri, 2006.

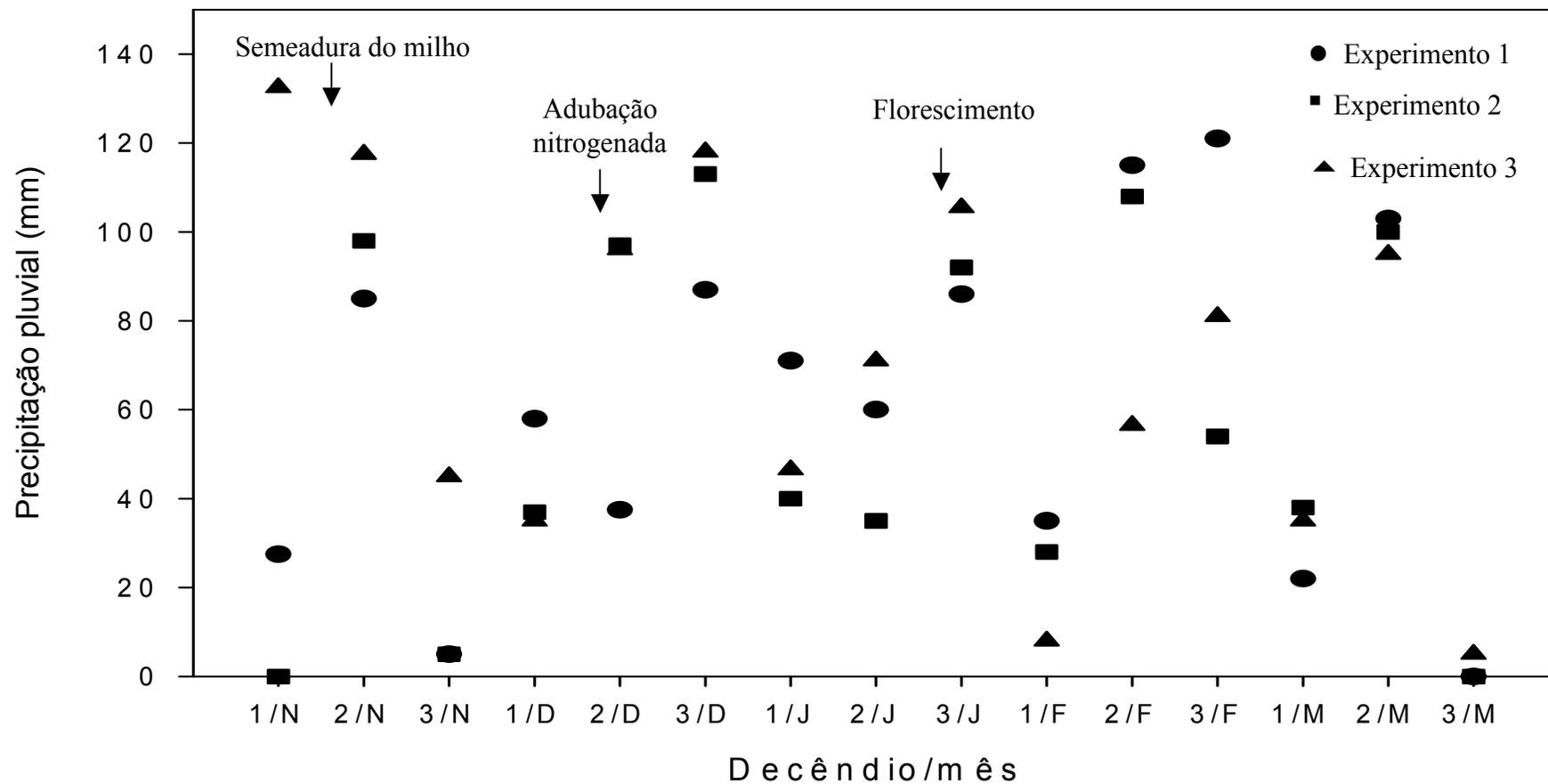


Figura 2. Precipitação pluvial entre o primeiro decêndio de novembro de 2006 e o terceiro decêndio de março de 2007, em três experimentos conduzidos em Canoinhas e em Major Vieira, Planalto Norte de SC. Epagri, 2006/07.

8. FORMAS DE USO DO SOLO NO INVERNO AFETAM A INFESTAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS EM MILHO (*Zea mays*) CULTIVADO EM SUCESSÃO⁶

Different soil use in the winter season affects the weed infestation in maize (*Zea mays*) in succession

BALBINOT JR., A.A.², MORAES, A.³, PELISSARI, A.³, DIECKOW, J.⁴, VEIGA, M.⁵

RESUMO – Na região Sul do Brasil há carência de alternativas economicamente viáveis para uso do solo durante os meses de maio a setembro. Neste período, uma alternativa é o cultivo de pastagens em sistema de integração lavoura-pecuária. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes formas de uso do solo no inverno sobre a infestação de plantas daninhas na cultura de milho semeada em sucessão. Foram conduzidos dois experimentos entre maio de 2006 e abril de 2007. Avaliaram-se cinco formas de uso do solo no inverno: 1) consórcio de aveia preta + azevém + ervilhaca + trevo vesiculoso manejado sem pastejo e sem adubação nitrogenada (consórcio cobertura); 2) o mesmo consórcio, com pastejo e com adubação nitrogenada de cobertura, 100 kg ha⁻¹ de N (pastagem com N); 3) o mesmo consórcio, com pastejo e sem adubação nitrogenada (pastagem sem N); 4) nabo forrageiro, sem pastejo e sem adubação nitrogenada (nabo forrageiro); e 5) pousio, sem pastejo e sem adubação nitrogenada (pousio). Utilização do solo no inverno com cultivo consorciado de espécies para cobertura do solo permite alta produção de palha para proteção do solo no verão, reduzindo a infestação de plantas daninhas. O uso do solo no inverno com pastagens anuais permite elevada infestação de plantas daninhas no verão, pois a quantidade de palha remanescente é baixa.

Palavras-chave: integração lavoura-pecuária, manejo cultural de plantas daninhas, plantio direto, Sul do Brasil

⁶ Recebido para publicação em ___/___/___ e na forma revisada em ___/___/___.

² Eng. Agr., MSc., Doutorando do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da UFPR, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)/Estação Experimental de Canoinhas, BR 280, km 219, CP 216, CEP 89460-000. E-mail: balbinot@epagri.sc.gov.br

³ Eng. Agr., Dr., Professor da UFPR, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo. E-mail: anibalm@ufpr.br e linopeli@hotmail.com

⁴ Eng. Agr., Dr., Professor da UFPR, Departamento de Solos. E-mail: jefersondieckow@ufpr.br

⁵ Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Epagri/Estação Experimental de Campos Novos. E-mail: milveiga@epagri.sc.gov.br

ABSTRACT – There is lack of economically viable alternatives to winter soil use in Southern Brazil. In this period, the pasture cultivated in crop-livestock system is an alternative. The objective of this study was to evaluate the effect of different winter soil use on the weed infestation in maize cultivated in succession. Two experiments were carried out from May of 2006 to April of 2007. Five alternatives of soil use in the winter were investigated: 1) multicropping with black oat + ryegrass + vetch + arrow leaf clover without grazing and nitrogen fertilization (multicropping cover); 2) the same multicropping, with grazing and nitrogen fertilization, 100 kg ha⁻¹ of N (pasture with N); 3) the same multicropping, with grazing and without nitrogen fertilization (pasture without N); 4) oil seed radish, without grazing and nitrogen fertilization (oil seed radish); and 5) natural vegetation, without grazing and nitrogen fertilization (fallow). Cover crop in the winter, cultivated without grazing, produces high quantity of straw, reducing the weed summer infestation. Winter soil use with pasture allows high weed summer infestation, due the low quantity of straw that stay on the soil.

Key words: crop-livestock, weed cultural management, no tillage, Southern Brazil

INTRODUÇÃO

Na região Sul do Brasil, há várias alternativas economicamente viáveis para utilização dos solos agricultáveis durante o período de outubro a abril, com destaque para as culturas de soja, de milho e de feijão. Por outro lado, durante os meses de maio a setembro (período denominado de inverno), há carência de alternativas que gerem renda, sobretudo em pequenas propriedades (Brum et al., 2005). Neste período, muitas áreas são mantidas em pousio, reduzindo a cobertura do solo e a incorporação de carbono orgânico e aumentando as infestações de plantas daninhas (Argenta et al., 2001) e as perdas de nutrientes devido à erosão.

Uma alternativa de uso do solo durante o inverno é o cultivo de espécies de coberturas, as quais podem fornecer elevada quantidade de palha para cultivos estivais em sistema de plantio direto (Ceretta et al., 2002; Giacomini et al., 2003). No entanto, as culturas de cobertura do solo não fornecem renda imediata, o que reduz seu uso em muitos casos, principalmente quando há elevado preço de sementes. Outra alternativa é o uso das áreas no inverno com pastagens anuais, em sistema de integração lavoura-pecuária (Nicoloso et al., 2006). A integração lavoura-pecuária é um sistema de produção com alternância de pastagem e outras culturas de interesse econômico,

principalmente grãos, ao longo do tempo. É um sistema que pode apresentar vantagens financeiras e biológicas se bem conduzido (Entz et al., 2002).

Estas alternativas de uso do solo no inverno podem afetar a emergência de diásporos de plantas daninhas no início da primavera, momento em que é realizada a semeadura da cultura de milho. Isto pode ocorrer porque a palha remanescente sobre o solo é diferente para cada forma de uso do solo no inverno. Sabe-se que há correlação negativa entre quantidade de palha sobre o solo e infestação de plantas daninhas (Theisen et al., 2000; Vidal & Trezzi, 2004; Balbinot et al., 2005). A palha sobre o solo dificulta a emergência e/ou crescimento de várias espécies daninhas devido ao efeito físico de sombreamento (Radosevich et al., 1997); redução da amplitude térmica do solo (Severino & Chistoffoleti, 2001); aumento da população de microorganismos que podem infectar diásporos de plantas daninhas (Radosevich et al., 1997); e liberação de aleloquímicos (Trezzi & Vidal, 2004; Souza et al., 2006).

Além disso, a forma de uso do solo no inverno pode afetar variáveis químicas, físicas e biológicas do solo que, por sua vez, podem alterar a dinâmica do banco de diásporos de espécies daninhas (Marchezan et al., 2003), devido, em especial, às alterações em umidade e aeração do solo (Jakelaitis et al., 2003). O pisoteio de bovinos pode aumentar significativamente a densidade do solo em profundidade de até 10 cm, alterando a aeração e a retenção de água do solo (Albuquerque et al., 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes formas de uso do solo no inverno sobre a infestação de plantas daninhas na cultura de milho cultivada em sucessão, sob plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em propriedades particulares na safra 2006/07 na região do Planalto Norte de Santa Catarina, município de Major Vieira. Coordenadas geoprocessadas do experimento 1: longitude 50°18'; latitude 26°27' e altitude de 791 m e experimento 2: longitude 50°24'; latitude 26°28' e altitude de 822 m. O solo dos experimentos foi classificado como Cambissolo Háplico (Embrapa, 1998).

Nos dois experimentos, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com três repetições e tratamentos dispostos em parcelas subdivididas. Nas parcelas foram alocadas cinco formas de uso do solo no inverno: 1) consórcio de aveia preta (*Avena strigosa*) + azevém (*Lolium multiflorum*) + ervilhaca

(*Vicia villosa*) + trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) manejado sem pastejo e sem adubação nitrogenada (consórcio cobertura); 2) o mesmo consórcio, com pastejo e com adubação nitrogenada de cobertura, 100 kg ha⁻¹ de N (pastagem com N); 3) o mesmo consórcio, com pastejo e sem adubação nitrogenada (pastagem sem N); 4) nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), sem pastejo e sem adubação nitrogenada (nabo forrageiro); e 5) pousio, sem pastejo e sem adubação nitrogenada (pousio). Cada parcela apresentou área total de 64 m² (8 x 8 m). Nas subparcelas foram alocadas duas situações de infestação de plantas daninhas, ausência e presença destas. Cada subparcela apresentou área total de 32 m² (4 x 8 m) e área útil de 12 m² (2,4 x 5 m).

As culturas de inverno foram implantadas no dia 22/05/2006. As quantidades de sementes utilizadas foram as seguintes: consórcio (40 kg ha⁻¹ de aveia preta + 30 kg ha⁻¹ de azevém + 30 kg ha⁻¹ de ervilhaca + 8 kg ha⁻¹ de trevo vesiculoso), e; 20 kg ha⁻¹ de nabo forrageiro. As sementes de trevo vesiculoso foram semeadas a lanço após serem escarificadas mecanicamente, inoculadas com *Rhizobium leguminosarum* bv. trifolii e peletizadas. Em seguida, as demais espécies foram semeadas em espaçamento entre fileiras de 17 cm e profundidade de aproximadamente quatro cm.

No dia 28/06/2006, quando a aveia preta apresentava em média dois afilhos, realizou-se adubação nitrogenada no tratamento pastagem com N. A dose aplicada foi de 100 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia, aplicada a lanço.

Para realizar o pastejo nos tratamentos 2 e 3, utilizaram-se duas vacas em lactação por parcela, agrupadas de modo que as unidades experimentais recebessem peso animal similar. As vacas utilizadas eram da raça Holandesa (peso de 500 a 650 kg cada). Antes de entrarem nas parcelas, os animais permaneceram em pastagem de aveia preta e azevém por, no mínimo, duas horas. A variável utilizada para determinar os momentos de entrada e saída dos animais foi a altura da pastagem. Os animais entravam nas parcelas quando a altura média era de 25 a 30 cm e saíam quando a pastagem apresentava altura média de 10 cm. As parcelas com pastejo foram separadas das demais com cerca eletrificada.

Durante o ciclo de desenvolvimento da pastagem, foram promovidos quatro pastejos. O primeiro ocorreu no dia 02/08/2006 e o tempo de duração foi de 30 a 40 minutos. O segundo pastejo ocorreu no dia 05/09/2006 e o tempo de duração foi de quatro a cinco horas. O terceiro pastejo ocorreu no dia 05/10/2006 e o tempo de duração foi de cinco a seis horas. O quarto pastejo ocorreu nos dias 23/10/2006 (experimento 2) e 25/10/2006 (experimento 1) e o tempo de duração foi de cinco a seis horas.

No dia 31/10/2006, realizou-se a dessecação das plantas contidas em todos os tratamentos. Para tanto, utilizou-se glyphosate (1.440 g e.a. ha⁻¹) e óleo mineral (1,5 L ha⁻¹), aplicados com pulverizador costal.

O milho foi semeado no dia 08/11/2006. Os dois experimentos foram implantados com semeadora contendo facão para abrir o sulco, com profundidade aproximada de 12 cm. No experimento 1, a adubação de base foi de 30, 135 e 70 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O e no experimento 2 foi de 30, 105 e 70 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Nos dois ensaios, utilizou-se o híbrido Dekalb 214, cultivado em espaçamento de 0,8 m entre fileiras e 60 mil plantas ha⁻¹. O controle de plantas daninhas nas subparcelas livres de infestação foi realizado com os herbicidas atrazine (1.500 g e.a. ha⁻¹) e nicosulfuron (40 g e.a. ha⁻¹). No dia 13/12/2006 foram aplicados, a lanço, 70 kg ha⁻¹ de N em cobertura, sob a forma de uréia.

Avaliaram-se a quantidade de palha remanescente dos tratamentos de inverno, por meio de coleta da palha presente em amostra de 1 m² por subparcela; densidade de plantas daninhas aos 35 Dias Após a Semeadura (DAS) do milho, por meio de amostragem de dois pontos de 0,25 m² por subparcela infestada, que representava a infestação da subparcela; massa seca de plantas daninhas aos 100 DAS, por meio de amostragem de 0,25 m² por subparcela infestada; número de espigas por planta, avaliada pela contagem de plantas e espigas contidas na área útil das subparcelas (12 m²); número de grãos por espiga, estimado tomando-se como base a relação existente entre a massa de mil grãos, massa de grãos da subparcela e número de espigas colhidas por subparcela; massa média de grãos, avaliada por meio de pesagem de mil grãos por subparcela; e produtividade de grãos de milho, avaliada pela colheita das espigas contidas na área útil das subparcelas, as quais foram trilhadas e determinado o peso de grãos da subparcela, o qual foi corrigido para 13% de umidade. Realizou-se análise conjunta dos dados, os quais foram submetidos à análise de variância e ao teste F e, quando constatados efeitos significativos de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os dados de densidade de plantas daninhas foram transformados em $y = \sqrt{x+1}$ para atender às pressuposições da análise de variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável quantidade de palha remanescente sobre o solo, houve interação significativa entre tratamentos e experimentos. No experimento 2, o tratamento consórcio cobertura (aveia preta + azevém + ervilhaca + trevo vesiculoso) proporcionou a maior quantidade de palha para a cultura de milho (Tabela 1). Já no experimento 1, menor quantidade de palha foi verificada no tratamento com cobertura de nabo forrageiro, sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si. Nos dois experimentos, houve germinação espontânea de plantas de inverno no tratamento pousio, as quais permaneceram na área. No experimento 1, a palha presente no tratamento pousio era composta basicamente por azevém, enquanto no experimento 2 era composta por azevém e trevos branco (*Trifolium repens*) e vermelho (*T. pratense*). No experimento 2, o consórcio cobertura produziu mais palha do que no experimento 1. Contudo, nos tratamentos com pastagens, a palha remanescente foi maior no experimento 1 do que no 2 (Tabela 1).

Durante o ciclo de desenvolvimento da cultura de milho, as principais plantas daninhas presentes nos experimentos foram: papuã (*Brachiaria plantaginea*), guanxuma (*Sida* spp.) e milhã (*Digitaria* spp.). Para as variáveis densidade de plantas daninhas aos 35 Dias Após a Semeadura (DAS) do milho e acúmulo de massa pelas plantas daninhas avaliado aos 100 DAS, não houve interação significativa entre experimentos e tratamentos. Na média dos dois experimentos, o uso do solo no inverno com o consórcio cobertura, manejado sem pastejo e sem adubação nitrogenada, proporcionou menores densidades e acúmulo de massa pelas plantas daninhas em relação aos demais tratamentos, no entanto não diferiu significativamente do tratamento pousio (Tabela 2).

O consórcio cobertura proporcionou elevada supressão de plantas daninhas na cultura do milho semeada em sucessão porque deixou sobre o solo elevada quantidade de palha (Tabela 1). O pousio também proporcionou alta supressão de emergência e acúmulo de massa pelas plantas daninhas porque houve crescimento espontâneo de azevém neste tratamento. A palha de azevém possui elevado potencial em suprimir a emergência e o crescimento de plantas daninhas estivais (Balbinot et al., 2005). Os tratamentos com pastagens de inverno, com e sem adubação nitrogenada, bem como a cobertura do solo com nabo forrageiro permitiram elevada infestação de plantas daninhas de verão (Tabela 2), porque forneceram baixa quantidade de palha para cobertura do solo (Tabela 1). O pisoteio animal nos tratamentos com pastagens de inverno podem ter aumentado o contato dos diásporos de plantas daninhas com o solo, o

que pode ter incrementado a emergência de plantas daninhas estivais. Além disso, a palha de nabo forrageiro apresenta baixo potencial em suprimir a emergência e o crescimento de plantas daninhas, pois se decompõe rapidamente (Balbinot et al., 2005). Constata-se que a adubação nitrogenada da pastagem de inverno não afetou a emergência e o acúmulo de massa pelas plantas daninhas estivais.

O número de grãos por espiga e a massa do grão foram afetados pela situação de infestação de plantas daninhas. Sob interferência de plantas daninhas, o número de grãos por espiga e a massa do grão foram inferiores à situação de ausência de interferência destas plantas (Tabela 3). Isso ocorreu devido à competição pelos recursos do meio imposta pelas plantas daninhas, reduzindo a disponibilidade de água, luz e nutrientes para a cultura do milho. A massa do grão também foi afetada pelos tratamentos de inverno. Na média dos dois experimentos e das duas situações de infestação, o consórcio cobertura permitiu a formação de grãos com maior massa, comparativamente ao pousio no inverno (Tabela 4).

A produtividade de grãos de milho não foi afetada significativamente pelos tratamentos de inverno (Tabela 5). Desta forma, não houve efeito residual da adubação nitrogenada da pastagem de inverno para a cultura de milho. No entanto, houve efeito da situação de infestação sobre esta variável. Sob interferência de plantas daninhas, a produtividade de grãos de milho foi 10,1% inferior à situação de ausência de interferência. Devido à menor infestação de plantas daninhas na cultura de milho sobre palha do consórcio cobertura (Tabela 2), a redução de produtividade de grãos de milho devido à interferência exercida pelas plantas daninhas foi menor neste tratamento em relação aos demais (Tabela 5). Isso demonstra a importância da manutenção do solo coberto com palha para o manejo cultural de plantas daninhas em sistema de plantio direto. Fato este já observado e discutido por Theisen et al. (2000) e Trezzi & Vidal (2004).

Percebe-se que em sistema de integração lavoura no verão e pecuária no inverno, há baixa quantidade de palha remanescente para proteção do solo no verão, pois grande parte da massa vegetal produzida pela pastagem é consumida pelos animais. A falta de palha neste sistema pode aumentar a infestação de plantas daninhas ao longo do tempo. Segundo Ceretta et al. (2002) um dos alicerces do sistema de plantio direto é a manutenção do solo coberto durante todo o ano. Neste sentido, em áreas infestadas com plantas daninhas estivais é importante manejar a pastagem de inverno de forma que haja sobra de palha para proteção do solo no verão. Salienta-se que o cultivo de pastagens no

inverno pode gerar renda pela produção de carne e/ou leite, além de proporcionar vantagens biológicas, como melhoria das propriedades químicas e biológicas do solo, quando o sistema é manejado adequadamente (Entz et al., 2002).

Neste contexto, na região Sul do Brasil, a utilização do solo no inverno com consórcio de espécies para cobertura do solo, sem pastejo, permite alta produção de palha para proteção do solo no verão, reduzindo a infestação de plantas daninhas na cultura de milho semeada em sucessão. Por outro lado, o uso do solo no inverno com pastagens anuais e com cobertura de nabo forrageiro permite elevada infestação de plantas daninhas na cultura de milho.

AGRADECIMENTOS

Aos produtores rurais Amélio Gudas, Danilo Guedes e Ivo Grein pela participação nos trabalhos de pesquisa.

LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, J.A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.25, n.3, p.717-723, 2001.

ARGENTA, G. et al. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle do capim-papuã. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.36, n.6, p.851-860, 2001.

BALBINOT JR., A.A.; BIALESKI, M.; BACKES, R.L. Épocas de manejo de plantas de cobertura do solo de inverno e incidência de plantas daninhas na cultura do milho. **R. Agropec. Catarinense**, v.18, n.3, p.91-94, 2005.

BRUM, A.L. et al. A competitividade do trigo brasileiro diante da concorrência argentina. O comércio internacional e a competitividade pelo custo de produção. **R. Galega de Economia**, v.14, n.1-2, p.1-15, 2005.

CERETTA, C.A. et al. Produção e decomposição de plantas inverniais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ci. Rural**, v.32, n.1, p.49-54, 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Mapa de solos do estado de Santa Catarina. Disponível em <http://200.20.158.13/website/pub/Santa_Catarina>. Acesso em 22 JUN 2007.

ENTZ, M.H. et al. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. **Agron. J.**, v.94, n.1, p.204-213, 2002.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E.R.O. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.27, n.2, p.325-334, 2003.

JAKELAITIS, A. et al. Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.71-79, 2003.

MARCHEZAN, E. et al. Dinâmica do banco de sementes de arroz-vermelho afetado pelo pisoteio bovino e tempo de pousio da área. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.55-62, 2003.

NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M.E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ci. Rural**, v.36, n.6, p.1799-1805, 2006.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology**. 2.ed. New York: Wiley, 1997. 588p.

SEVERINO, F.J.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.19, n.2, p.223-228, 2001.

SOUZA, L.S. et al. Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.657-668, 2006.

THEISEN, G.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia-preta. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.35, n.4, p.753-756, 2000.

TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, v.22, n.1, p.1-10, 2004.

VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I Plantas em desenvolvimento vegetativo. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.217-223, 2004.

Tabela 1. Quantidade de palha remanescente sobre o solo (Mg ha^{-1}) em diferentes tratamentos de inverno antecedendo a cultura de milho em dois experimentos

Tratamentos de inverno	Experimentos	
	1	2
Consórcio cobertura	2,91 a ¹ B ¹	4,97 a A
Pastagem com N	2,42 a A	0,47 b B
Pastagem sem N	1,80 a A	0,49 b B
Nabo forrageiro	0,19 b A	0,77 b A
Pousio	2,40 a A	1,69 b A
C.V.(%)	38,1	

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

Tabela 2. Densidade de plantas daninhas aos 35 Dias Após a Semeadura (DAS) do milho e massa seca de plantas daninhas aos 100 DAS, em diferentes tratamentos de inverno antecedendo a cultura (média de dois experimentos)

Tratamentos de inverno	Densidade de plantas daninhas aos 35 DAS (plantas m^{-2})	Massa seca de plantas daninhas aos 100 DAS (g m^{-2})
Consórcio cobertura	213 ² b ¹	46,5 b
Pastagem com N	587 a	132,0 a
Pastagem sem N	513 a	110,2 a
Nabo forrageiro	510 a	113,0 a
Pousio	350 ab	79,5 ab
C.V.(%)	20,1	36,9

¹Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

² Aplicou-se a transformação $y = \sqrt{x + 1}$ antes da análise. Os dados são apresentados em escala original.

Tabela 3. Número de grãos por espiga de milho e massa do grão em duas situações de infestação de plantas daninhas (média de dois experimentos e cinco tratamentos de inverno antecedendo a cultura)

Situação de infestação	Número de grãos por espiga	Massa de mil grãos (g)
Sem plantas daninhas	479 a ¹	375 a
Com plantas daninhas	446 b	366 b
C.V.(%)	6,9	3,2

¹Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

Tabela 4. Massa de grãos de milho em diferentes tratamentos de inverno antecedendo a cultura (média de dois experimentos e de duas situações de infestação de plantas daninhas)

Tratamentos de inverno	Massa de mil grãos (g)
Consórcio cobertura	378 a ¹
Pastagem com N	374 a
Pastagem sem N	371 ab
Nabo forrageiro	370 ab
Pousio	359 b
C.V.(%)	3,2

¹Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

Tabela 5. Produtividade de grãos de milho em duas situações de infestação de plantas daninhas e redução média de produtividade de grãos em decorrência da interferência de plantas daninhas em diferentes tratamentos de inverno antecedendo a cultura (média de dois experimentos)

Tratamentos de inverno	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)		Redução de produtividade (%)
	Sem plantas daninhas	Com plantas daninhas	
Consórcio cobertura	10.986 a ¹	10.414 a	5,2
Pastagem com N	11.465 a	10.009 a	12,7
Pastagem sem N	11.079 a	10.104 a	8,8
Nabo forrageiro	11.697 a	10.188 a	12,9
Pousio	11.187 a	9.900 a	11,5
Médias	11.283 A ¹	10.123 B	10,1
C.V.(%)	7,6		

¹Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

9.1. Considerações sobre os resultados obtidos

Os dois tratamentos com pastagens, sem e com adubação nitrogenada (100 kg ha^{-1} de N) apresentaram variação significativa em produção de forragem. Com a aplicação de N, a pastagem produziu aproximadamente 67% a mais do que em ausência de aplicação, comprovando o grande efeito deste nutriente na produção forrageira. A produção forrageira foi baixa nos três experimentos devido à reduzida precipitação pluvial nos meses de maio, junho e julho do ano em estudo. Não foi realizada análise econômica dos dados, no entanto a aplicação de N poderia ser uma alternativa economicamente viável, em decorrência do elevado efeito em aumentar a produção forrageira. Isto evidencia que devem ser realizadas pesquisas para melhorar a eficiência da fixação simbiótica de N pelas leguminosas, com o intuito de obter elevadas produtividades de forragem com menor dependência de N mineral, já que possui alto custo energético.

É importante salientar que a pastagem foi cultivada em três locais, em sucessão à soja, ao milho e ao milheto. No experimento implantado após a soja, a produção de forragem foi maior em relação ao experimento implantado após o milho. Isto é um indicativo que a cultura antecessora afeta as pastagens implantadas em sucessão, mesmo as formadas com consórcio de gramíneas e leguminosas. Ou seja, a palha de soja libera N para as pastagens, enquanto as palhas de milho e milheto podem imobilizar temporariamente este nutriente.

O trevo vesiculoso apresentou baixa participação na composição da pastagem. Isto ocorreu devido à baixa germinação e reduzida velocidade de crescimento inicial, diminuindo sua habilidade em competir com a aveia preta, azevém e ervilhaca pelos recursos do ambiente (água, luz e nutrientes). Neste sentido, é questionável a viabilidade técnica de utilização de trevo vesiculoso em consórcio com aveia preta, azevém e ervilhaca.

Nos três experimentos, o nabo forrageiro produziu reduzida quantidade de massa seca. A estiagem que ocorreu nos meses de junho e julho de 2006 se constituiu em estresse abiótico que reduziu o crescimento inicial das plantas de nabo forrageiro. Por outro lado, o tratamento com pousio produziu quantidade considerável de palha, especialmente nos experimentos em que

houve emergência espontânea de azevém. Em pousio, o acúmulo de massa, e conseqüente cobertura do solo, ocorreu com maior intensidade nos meses de agosto e setembro; ou seja, nos meses de junho e julho o solo ficou descoberto. O tratamento consórcio cobertura (aveia preta + azevém + ervilhaca + trevo vesiculoso sem pastejo) acumulou quantidade elevada de palha nos três experimentos, indicando que é uma estratégia eficiente para produção de palha no sistema de plantio direto.

Os cinco tratamentos apresentaram variações acentuadas em quantidade de palha produzida e efeito mecânico de compactação do solo. Contudo, estas variações não se refletiram em mudanças nas propriedades físicas e químicas do solo avaliadas. É possível que isto seja decorrente do curto período de avaliação (seis meses). Provavelmente, as variações em propriedades edáficas se manifestem em períodos mais prolongados de tempo, por isso é fundamental a continuidade dos trabalhos de campo. É imperativa a avaliação conjunta de variáveis físicas e químicas do solo para obter dados consistentes sobre os efeitos das diferentes estratégias de uso do solo no inverno sobre o ambiente edáfico.

O pisoteio animal não afetou a porosidade total, a densidade e a resistência do solo à penetração, devido, principalmente, ao adequado manejo da pastagem. O manejo da pastagem constitui-se em fator-chave para o sucesso do sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), como representado na Figura 2. De certo modo, esta constatação quebra o paradigma de que o pisoteio bovino necessariamente compacta a camada superficial do solo, até 10 cm de profundidade.

O pisoteio animal no inverno não afetou a produtividade de milho cultivado em sucessão. Esta informação indica que em sistema de ILP, conduzido com manejo apropriado da pastagem anual de inverno, não há prejuízo para a cultura de milho semeada em sucessão, já que não houve compactação do solo, o que corrobora para a desmistificação de que a presença de animais em áreas de lavoura é prejudicial à cultura subsequente. Contudo, enfatiza-se que o manejo da pastagem deve seguir preceitos que evitem a compactação superficial do solo e mantenha adequada cobertura do solo com palha, já que estes fatores estão ligados à sustentabilidade do sistema de plantio direto empregado no sistema de ILP.

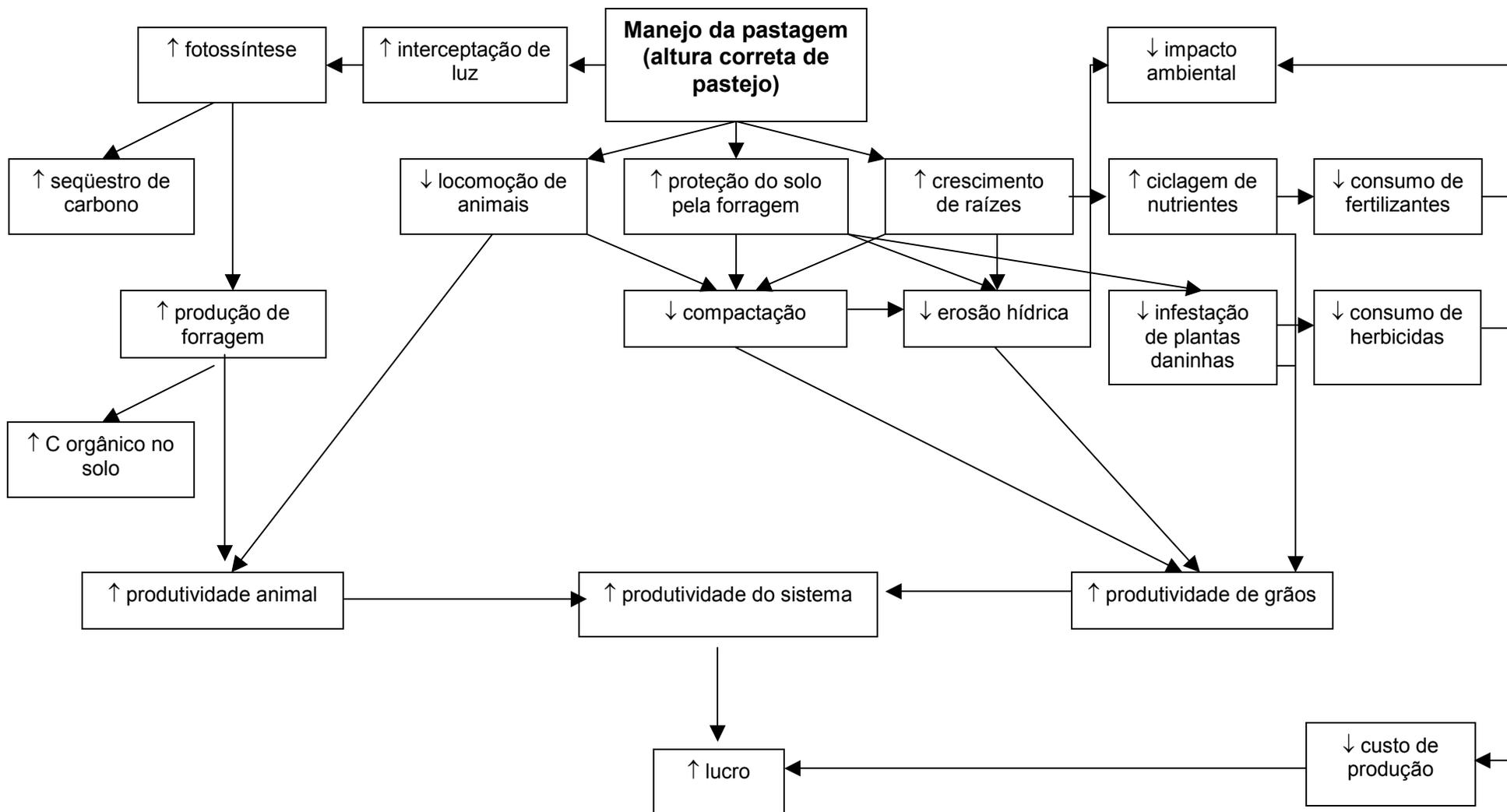


Figura 2. Esquema de interações entre manejo da pastagem e fatores que afetam o sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP).

Salienta-se que, em geral, a soja e o feijão possuem maior e menor tolerância à compactação superficial do solo em relação ao milho, respectivamente. Assim, há necessidade de continuidade dos experimentos, contemplando as culturas de soja e feijão, que são importantes em vários sistemas de produção utilizados no Sul do Brasil. No tocante à condição hídrica do solo, na safra estival 2006/07 houve adequada disponibilidade de água, minimizando os possíveis efeitos da compactação decorrente do pisoteio.

Dentre os três experimentos conduzidos, houve infestação de plantas daninhas em dois. Os tratamentos de pastagens (com e sem N), nabo forrageiro e pousio permitiram maior infestação de plantas daninhas no verão, comparativamente ao consórcio cobertura, manejado sem pastejo e sem adubação nitrogenada. Isto demonstra que uma das fragilidades do sistema em que há cultivo de pastagens no inverno e lavouras no verão (ILP) é a reduzida quantidade de palha para proteção do solo, especialmente em situações em que há elevada utilização da massa vegetal para alimentação de animais. Este cenário aumenta a dependência do controle químico de plantas daninhas para obtenção de elevadas produtividades de grãos no verão, já que as plantas daninhas competem com as plantas cultivadas por água, luz e nutrientes, reduzindo sua produtividade. Uma alternativa para que haja maior quantidade remanescente de palha, é antecipar a retirada dos animais da área em relação à dessecação das plantas, o que reduz o aproveitamento da forragem para a produção animal. Outra alternativa é associar à pastagem uma ou mais espécies vegetais que não são consumidas pelos animais, garantindo a produção de palha no sistema.

Embora empírica, uma análise conjunta de fatores econômicos e ambientais indica que o uso do solo no inverno com pastagem consorciada e adubada com N, destinada à alimentação de rebanho leiteiro, é a estratégia de uso de solo mais viável dentre as avaliadas, em especial em sistemas de produção de base familiar, que já possuem gado leiteiro nas propriedades. Esta estratégia pode gerar expressiva renda por área no inverno, em decorrência da produção de leite, e ao mesmo tempo, não altera a produtividade da cultura de verão, no caso o milho. No entanto, neste caso, deve haver cuidado especial com o controle de plantas daninhas, pois a quantidade de palha remanescente

para cobertura do solo no verão é baixa, o que permite elevada emergência de plantas daninhas.

9.2. Considerações sobre a pesquisa em propriedades de agricultores

A condução dos três experimentos em propriedades agropecuárias de base familiar possibilitou o acompanhamento das atividades experimentais pelas famílias dos agricultores. Em duas tardes de campo, aproximadamente 40 agricultores e 10 técnicos tiveram a oportunidade de conhecer e avaliar o trabalho desenvolvido. Este acompanhamento é importante para que os agricultores possam emitir suas sugestões, a fim de aprimorar a metodologia dos trabalhos, já que os mesmos detêm visão prática apurada para adaptação e uso do conhecimento gerado. Esta contribuição dos agricultores melhora a inserção das ações experimentais dentro dos sistemas de produção utilizados pelos mesmos. Ao mesmo tempo, os agricultores que auxiliam na condução da pesquisa tornam-se agentes de difusão regional, contribuindo expressivamente na utilização prática do conhecimento gerado. Salienta-se, contudo, que o desenvolvimento de pesquisas agropecuárias em propriedades particulares somente alcançará êxito se os anseios dos agricultores coadunarem com os interesses dos pesquisadores e extensionistas rurais envolvidos no processo. É certo que o desenvolvimento de pesquisas em parceria com agricultores apresenta maior nível de complexidade do que pesquisas conduzidas em estações experimentais.

A pesquisa agropecuária realizada com a participação de agricultores pode ser uma alternativa interessante para condução de experimentos que gerem conhecimento prontamente utilizável – pesquisa aplicada. Contudo, é imperativo que o método científico seja adotado em plenitude, respeitando os preceitos metodológicos que norteiam trabalhos de investigação científica. A junção de rigor científico com participação de agricultores pode aquilatar trabalhos de pesquisa.

Conhecimentos sobre o sistema de ILP, gerados em propriedades particulares ou em centros de pesquisa, devem ser discutidos, urgentemente, com extensionistas rurais que atuam no Sul do Brasil, haja vista que, em geral, há deficiente conhecimento sobre o tema por parte dos mesmos. A utilização

prática de conhecimentos gerados pela pesquisa é a alavanca para que novos trabalhos de investigação científica sejam justificados e realizados.

9.3. Perspectivas de trabalhos futuros

No caso dos experimentos objeto desta tese de doutorado, é imprescindível a continuidade da investigação científica por no mínimo mais dois anos, com o intuito de verificar efeitos das estratégias de uso do solo no inverno sobre variáveis físicas e químicas do solo ao longo do tempo. Ao mesmo tempo, é imperativa a observação de efeito destes usos do solo sobre o desempenho das culturas de soja e feijão, culturas estivais importantes nos sistemas agropecuários do Sul do Brasil, e que são cultivadas principalmente em sistema de plantio direto. Adicionalmente, variáveis relacionadas à biologia do solo e à viabilidade econômica das atividades de inverno poderiam ser determinadas, melhorando o aproveitamento dos recursos gastos para efetivação dos experimentos. Certamente a maximização de aproveitamento de experimentos é uma forma inteligente para alcançar resultados em quantidade e em qualidade com baixo aporte de recursos financeiros, os quais, na maioria das vezes, são escassos.

Outros experimentos devem ser conduzidos na região Sul do Brasil com análise mais detalhada de formas de manejo do sistema de ILP, seja contemplando pastagens perenes ou anuais. A demanda de novos conhecimentos nesta área é notória. Ou seja, há possibilidades interessantes para grupos de pesquisa articulados obterem recursos junto aos órgãos financiadores de trabalhos em inovação científica e tecnológica. Dentro do sistema de ILP, pesquisas sobre manejo de pastagens é fator importante para viabilizar o sistema em diferentes condições de clima, solo, relevo, estrutura fundiária e padrão cultural. Pesquisas com o sistema de ILP e com coberturas de solo de inverno devem ser planejadas a fim de subsidiarem a sustentabilidade econômica, ambiental e social dos estabelecimentos agropecuários, sobretudo daqueles familiares. Neste caso, a efetivação de trabalhos interdisciplinares, que envolvem várias instituições, é indispensável para o avanço científico nesta área. Como pressupostos básicos, os projetos de pesquisa devem ser economicamente viáveis, ambientalmente sustentáveis, socialmente justos, culturalmente aceitos e eticamente corretos.

10. REFERÊNCIAS

ACOSTA-MARTÍNEZ, V.; ZOBECK, T.M.; ALLEN, V. Soil microbial, chemical and physical properties in continuous cotton and integrated crop-livestock systems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.68, n.6, p.1875-1884, 2004.

ALBUQUERQUE, J.A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.717-723, 2001.

AMADO, T.J.C. et al. Potential of carbon accumulation in no-till soils with intensive use and cover crops in Southern Brazil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.35, n.4, p.1599-1607, 2006.

AMBROSI, I. et al. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.10, p.1213-1219, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; FLECK, N.G.; BORTOLINI, C.G.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle do capim-papuã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.6, p.851-860, 2001.

ASSMANN, A.L. et al. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.37-44, 2003.

BADARUDDIN, M.; MEYER, D.W. Forage legume effects on soil nitrogen and grain yield, and nitrogen nutrition of wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, n.2, p.419-424, 1989.

BALBINOT JR., A.A. et al. Palha de ervilhaca em cobertura morta do solo afeta a incidência de plantas daninhas e a produtividade do milho. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.2, n.1, p.42-49, 2003.

BALBINOT JR., A.A.; BACKES, R.L.; TÔRRES, A.N.L. Desempenho de plantas invernais na produção de massa e cobertura do solo sob cultivos isolado e em consórcios. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.3, n.1, p.38-42, 2004.

BALBINOT JR., A.A.; BIALESKI, M; BACKES, R.L. Épocas de manejo de plantas de cobertura do solo de inverno e incidência de plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.18, n.3, p.91-94, 2005.

BALBINOT JR., A.A.; MORAES, A. de; BACKES, R.L. Efeito de coberturas de inverno e sua época de manejo sobre a infestação de plantas daninhas na cultura de milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.3, p.473-480, 2007.

BOLLER, B.C.; NÖSBERGER, J. Symbiotically fixed nitrogen from field-grown white and red clover mixed with ryegrasses at low levels of ¹⁵N-fertilization. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.104, n.2, p.219-226, 1987.

BRANDSAETER, L.O.; NETLAND, J. Winter annual legumes for use as cover crops in row crops in Northern regions: I. Field experiments. **Crop Science**, Madison, v.39, n.6, p.1369-1379, 1999.

BROCKMAN, J.S.; WOLTON, K.M. The use of nitrogen on grass/white-clover swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.18, n.1, p.7-13, 1963.

BRUM, A.L. et al. A competitividade do trigo brasileiro diante da concorrência argentina. O comércio internacional e a competitividade pelo custo de produção. **Revista Galega de Economía**, Santiago de Compostela, v.14, n.1-2, p.1-15, 2005.

CAAMAL-MALDONADO, J.A. et al. The use of allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. **Agronomy Journal**, Madison, v.93, n.1, p.27-36, 2001.

CAMPILLO, R. et al. Strategies to optimize biological nitrogen fixation in legume/grass pastures in the southern region of Chile. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.273, n.1, p.57-67, 2005.

CARDOSO, R.R. et al. O manejo do pastejo e seu impacto nos atributos físicos de um argissolo vermelho em integração lavoura-pecuária. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 1., 2007, Curitiba: UFPR, 2007. CD-ROM.

CERETTA, C.A. et al. Produção e decomposição de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.1, p.49-54, 2002.

CONTE, O. et al. Esforço de tração em hastes sulcadoras de semeadoras e resistência do solo à penetração avaliados em sistema de integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 1., 2007, Curitiba: UFPR, 2007. CD-ROM.

DERKSEN, D.A. et al. Weed dynamics and management strategies for cropping systems in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v.94, n.1, p.174-185, 2002.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.7, p.761-773, 1985.

DHIMA, K.V. et al. Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effect on grass weed suppression and corn development. **Crop Science**, Madison, v.46, n.1, p.345-352, 2006.

DIJKSTRA, F. A integração agricultura-pecuária no plantio direto. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.63, p.1-2, 1993.

ENTZ, M.H.; BULLIED, W.J.; KATEPA-MUPONDWA, F. Rotational benefits of forages crops in Canadian prairie cropping systems. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.8, n.4, p.521-529, 1995.

ENTZ, M.H. et al. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v.94, n.1, p.204-213, 2002.

FONTANELI, R.S.; FREIRE JUNIOR, N. Avaliação de consorciações de aveia e azevém-anual com leguminosas de estação fria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.623-630, 1991.

FONTANELI, R.S. et al. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2129-2137, 2000.

GARAY, A.H. et al. Nitrogen fertilization and stocking rate affect stargrass pasture and cattle performance. **Crop Science**, Madison, v.44, n.4, p.1348-1354, 2004.

GEILFUS, F. **80 Herramientas para el desarrollo participativo**. 1997. 208p.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E.R.O. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas e cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.27, n.2, p.325-334, 2003.

HOYT, P.B. Residual effects of alfalfa and brome grass cropping on yields of wheat grown for 15 subsequent years. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.70, n.1, p.109-113, 1990.

JACOBI, U.S.; FLECK, N.G. Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia no início do ciclo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.11-19, 2000.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás, 2003. 570p.

LANG, C.R. et al. Fitomassa aérea residual da pastagem de inverno no sistema integração lavoura-pecuária. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.5, n.1-2, p.43-48, 2004.

LESAMA, M.F.; MOOJEN, E.L. Produção animal em gramíneas de estação fria com fertilização nitrogenada ou associadas com leguminosa, com ou sem fertilização nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.1, p.123-128, 1999.

MACILWAIN, C. Organic: is it the future of farming? **Nature**, London, v.428, n.6985, p.792-793, 2004.

MAPFUMO, E. et al. Soil compaction under grazing of annual and perennial forages. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.79, n.1, p.191-199, 1999.

MARCHEZAN, E. et al. Dinâmica do banco de sementes de arroz-vermelho afetado pelo pisoteio bovino e tempo de pousio da área. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.1, p.55-62, 2003.

McGILL, W.B. et al. Dynamics of soil microbial biomass and water-soluble organic C in Breton after 50 years of cropping to two rotations. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.66, n.1, p.1-19, 1986.

MOJTAHEDI, H.; SANTO, G.S.; INGHAM, R.E. Suppression of *Meloidogyne chitwoodi* with sudangrass cultivars as green manure. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.25, n.2, p.303-311, 1993.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo**: características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó, 1991. 742p.

MORAES et al. Integração agropecuária em sistema plantio direto: integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 9., 2004, Chapecó. **Anais...** Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2004. p.19-22.

MOREIRA, F.B. et al. Avaliação de aveia preta cv lapar 61 submetida a níveis crescentes de nitrogênio em área proveniente de cultura de soja. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.4, p.815-821, 2001.

NEWMAN, Y.C.; SOLLENBERGER, L.E. Grazing management and nitrogen fertilization effects on vaseygrass persistence in limpgrass pastures. **Crop Science**, Madison, v.45, n.5, p.2038-2043, 2005.

NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M.E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no

Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1799-1805, 2006.

POWELL, J.M.; WILLIAMS, T.O. **Livestock, nutrient cycling and sustainable agriculture in the West African Sahel**. London: International Institute for Environment and Development, 1993. p.7.

POWELL, J.M.; PEARSON, R.A.; HIERNAUX, P.H. Crop-livestock interactions in the West African drylands. **Agronomy Journal**, Madison, v.96, n.2, p.469-483, 2004.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology**. 2.ed. New York: Wiley, 1997. 588p.

RAO, S.C. et al. Potential grain and forage production of early maturing pigeonpea in the Southern Great Plains. **Crop Science**, Madison, v.43, n.6, p.2212-2217, 2003.

RUSSELLE, M.P.; ENTZ, M.H.; FRANZLUEBBERS, A.J. Reconsidering integrated crop-livestock systems in North America. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, n.2, p.325-334, 2007.

SALVADOR, F.L. et al. Efeito da luz e da quebra de dormência na germinação de sementes de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.2, p.303-308, 2007.

SANTOS, H.P. et al. Efeito de sistemas de produção mistos sob plantio direto sobre fertilidade do solo após oito anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.3, p.545-552, 2003.

SCHICK, J. et al. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, n.3, p.427-436, 2000.

SEVERINO, F.J.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.2, p.223-228, 2001.

SHEPHERD, K.D. et al. Rapid characterization of organic resource quality for soil and livestock management in tropical agroecosystems using near-infrared spectroscopy. **Agronomy Journal**, Madison, v.95, n.5, p.1314-1322, 2003.

SILVA, P.R.F. da et al. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p.1011-1020, 2006.

SÍNTESE ANUAL DA AGRICULTURA DE SANTA CATARINA 2005-2006. Florianópolis: Epagri/Cepa 2006. 294p.

SOEHNE, W. Fundamentals of pressure distribution and soil compaction under tractor tires. **Agricultural Engineering**, St. Joseph, v.39, n.1, p. 276-281, 1958.

SPERA, S.T. et al. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.3, p.533-542, 2004.

SULC, R.M.; TRACY, Integrated crop-livestock systems in the U.S. corn belt. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, n.2, p.335-345, 2007.

THEISEN, G.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.753-756, 2000.

TREIN, C.R.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo na rotação aveia+trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.15, n.1, p.105-111, 1991.

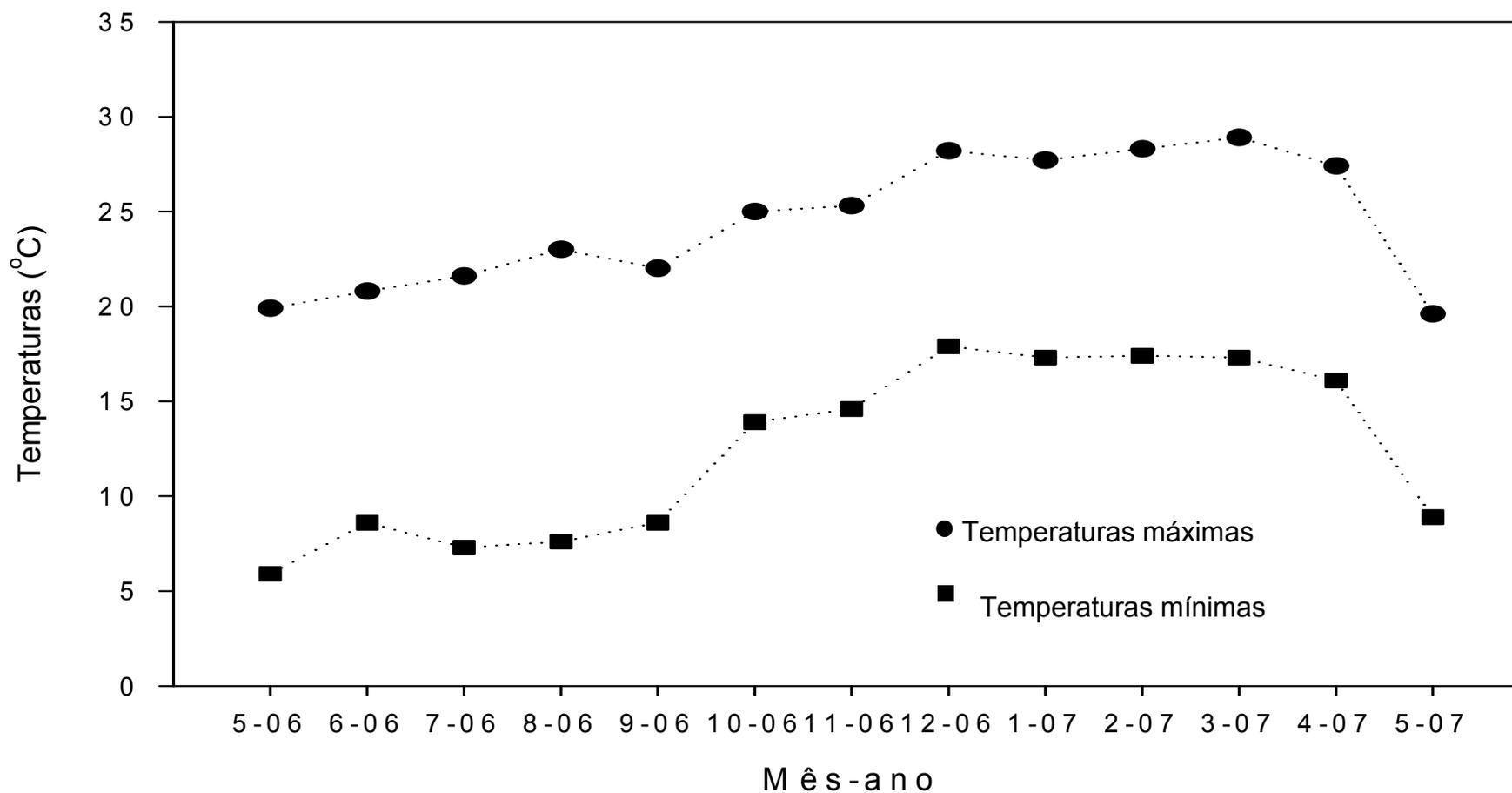
VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milheto na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I Plantas em desenvolvimento vegetativo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.2, p.217-223, 2004.

VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; KARAM, D. Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch. sob manejos de solo e de herbicidas. 2. Emergência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.1, p.27-35, 1996.

YENISH, J.P.; WORSHAM, A.D.; YORK, A.C. Cover crops for herbicide replacement in no-tillage corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, Lawrence, v.10, n.4, p.815-821, 1996.

11. APÊNDICES

APÊNDICE A - Temperaturas máximas e mínimas (médias mensais em °C), observadas no período de maio de 2006 a maio de 2007. Estação Meteorológica de Major Vieira (Epagri, 2007)



APÊNDICE B – Resumo da análise de variância para massa forrageira total e participação de aveia preta, azevém, gramíneas (aveia preta + azevém), trevo vesiculoso, ervilhaca e leguminosas (trevo vesiculoso + ervilhaca) na massa de forragem

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios						
		Massa total (kg ha ⁻¹)	Aveia preta (%)	Azevém (%)	Gramíneas (%)	Trevo vesiculoso (%)	Ervilhaca (%)	Leguminosas (%)
Nitrogênio (N)	1	768 *	41	3.549 *	2.821 *	11	2.477 *	2.822 *
Experimentos (E)	2	154 *	950 *	268	1.839 *	36 *	2.383 *	1.840 *
Cortes (C)	2	662 *	11.585	3.774 *	2.719 *	83 *	2.205 *	2.710 *
Blocos	2	72	212	44	77	9	78	77
N x E	2	95	3	1.072 *	1.175 *	1	1.159 *	1.175 *
N x C	2	29	36	214	426 *	4	353 *	426 *
E x C	4	207 *	393	1.257 *	450 *	2	653 *	450 *
N x E x C	4	41	89	67	89	1	75	89
Resíduo	34	37	81	121	80	4	75	80
Total	53							
Médias gerais		3.760	25,0	42,1	67,2	2,3	30,6	32,8
C.V. (%)		19,6	36,0	26,1	13,3	90,2	28,5	27,2

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE C - Resumo da análise de variância para porosidade total, densidade do solo e resistência à penetração em coletas realizadas em novembro de 2006 e em fevereiro de 2007. Experimento 1

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios					
		Coleta em novembro de 2006			Coleta em fevereiro de 2007		
		Porosidade total (m ³ m ³)	Densidade (kg dm ³)	Resistência à penetração (MPa) ¹	Porosidade total (m ³ m ³)	Densidade (kg dm ³)	Resistência à penetração (MPa) ¹
Tratamentos (T)	4	14	0,013	0,15	16	0,003	0,22
Blocos (B)	2	3	0,003	0,02	6	0,004	0,26
T x B	8	5	0,009	0,06	7	0,008	0,08
Camadas (C)	1	13	0,033 *	0,05	41	0,060 *	0,93 *
T x C	4	6	0,008	0,04	21	0,006	0,22
Resíduo	10	3	0,004	0,06	7	0,007	0,12
Total	29						
Médias gerais		0,51	1,16	1,88	0,53	1,14	1,45
C.V. (%)		3,6	5,5	17,5	5,2	7,1	23,7

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro;

¹ Dados transformados em \sqrt{x} .

APÊNDICE D - Resumo da análise de variância para porosidade total, densidade do solo e resistência à penetração em coletas realizadas em novembro de 2006 e em fevereiro de 2007. Experimento 2

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios					
		Coleta em novembro de 2006			Coleta em fevereiro de 2007		
		Porosidade total (m ³ m ³)	Densidade (kg dm ³)	Resistência à penetração (MPa) ¹	Porosidade total (m ³ m ³)	Densidade (kg dm ³)	Resistência à penetração (MPa) ¹
Tratamentos (T)	4	4	0,001	0,01	4	0,001	0,12
Blocos (B)	2	30	0,003	0,01	4	0,002	0,01
T x B	8	11	0,004	0,02	9	0,003	0,01
Camadas (C)	1	8	0,009 *	0,23 *	3	0,001	0,01
T x C	4	20	0,006	0,01	9	0,009	0,16
Resíduo	10	10	0,005	0,04	6	0,004	0,09
Total	29						
Médias gerais		0,52	1,15	1,50	0,53	1,12	1,35
C.V. (%)		6,2	6,1	15,4	4,4	5,7	21,8

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro;

¹ Dados transformados em \sqrt{x} .

APÊNDICE E - Resumo da análise de variância para porosidade total, densidade do solo e resistência à penetração em coletas realizadas em novembro de 2006 e em fevereiro de 2007. Experimento 3

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios					
		Coleta em novembro de 2006			Coleta em fevereiro de 2007		
		Porosidade total (m ³ m ³)	Densidade (kg dm ³)	Resistência à penetração (MPa) ¹	Porosidade total (m ³ m ³)	Densidade (kg dm ³)	Resistência à penetração (MPa) ¹
Tratamentos (T)	4	4	0,002	0,02	7	0,001	0,02
Blocos (B)	2	2	0,001	0,01	9	0,004	0,08
T x B	8	5	0,002	0,02	6	0,002	0,03
Camadas (C)	1	51 *	0,005	0,01	4	0,001	0,08
T x C	4	5	0,007	0,03	7	0,001	0,13
Resíduo	10	1	0,003	0,02	6	0,002	0,09
Total	29						
Médias gerais		0,51	1,07	1,35	0,56	1,07	1,36
C.V. (%)		2,3	5,3	11,0	4,4	3,8	22,1

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro;

¹ Dados transformados em \sqrt{x} .

APÊNDICE F – Resumo da análise de variância para algumas propriedades químicas do solo avaliadas em maio de 2006 (marco zero). Experimento 1

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios							
		pH água	Matéria orgânica (%)	K (mg dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	Ca (cmolc dm ⁻³)	Mg (cmolc dm ⁻³)	CTC (cmolc dm ⁻³)	V (%)
Tratamentos (T)	4	0,11	1,18	806	1,56	9,1	1,2	12,5	180
Blocos (B)	2	4,00 *	15,6	1.639	0,38	38,1 *	11,6 *	9,6 *	2.784 *
T x B	8	0,23	0,87	826	1,55	9,2	1,4	10,8	227
Camadas (C)	2	0,08 *	0,56	10.094 *	2,72 *	1,9 *	0,1	6,4 *	1
T x C	8	0,01	1,11	615	0,28	0,6	0,1	0,7	12
Resíduo	20	0,01	0,76	943	0,38	0,5	0,1	0,3	9
Total	44								
Médias gerais		5,9	5,2	74,3	4,5	7,8	4,9	17,7	71,8
C.V.(%)		2,0	16,9	41,3	13,8	9,4	5,8	3,3	4,1

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE G – Resumo da análise de variância para algumas propriedades químicas do solo avaliadas em maio de 2006 (marco zero). Experimento 2

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios							
		pH água	Matéria orgânica (%)	K (mg dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	Ca (cmolc dm ⁻³)	Mg (cmolc dm ⁻³)	CTC (cmolc dm ⁻³)	V (%)
Tratamentos (T)	4	0,17	0,08	5.307	3,0	3,6	3,2	5,4	222
Blocos (B)	2	0,03	0,40 *	42.571 *	48,2 *	1,5 *	0,3	2,4 *	0,5
T x B	8	0,12	0,09	3.322	12,7	3,6	2,6	1,9	141
Camadas (C)	2	0,62 *	0,99 *	44.202 *	3,6 *	19,2 *	7,2 *	2,3 *	673 *
T x C	8	0,04	0,04	533	0,3	0,4	0,2	1,0	100
Resíduo	20	0,02	0,03	1.004	0,4	0,4	0,2	0,6	11
Total	44								
Médias gerais		5,6	5,2	136	8,0	11,2	6,1	25,2	70,2
C.V.(%)		2,5	3,5	23,2	8,4	5,5	7,0	3,1	4,8

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE H – Resumo da análise de variância para algumas propriedades químicas do solo avaliadas em maio de 2006 (marco zero). Experimento 3

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios							
		pH água	Matéria orgânica (%)	K (mg dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	Ca (cmolc dm ⁻³)	Mg (cmolc dm ⁻³)	CTC (cmolc dm ⁻³)	V (%)
Tratamentos (T)	4	0,01	0,31	6.472	4,4	1,9	0,5	4,4	13,7
Blocos (B)	2	0,30 *	1,35 *	31.910 *	11,9	2,3 *	6,0 *	15,1 *	505 *
T x B	8	0,11	0,32	5.098	18,2	6,6	2,2	4,8	300
Camadas (C)	2	0,01	7,91 *	52.931 *	650,2 *	3,9 *	1,0	3,1	26
T x C	8	0,01	0,09	909	13,2	0,1	0,9	2,2	6
Resíduo	20	0,01	0,21	724	14,7	0,3	0,6	2,2	16
Total	44								
Médias gerais		5,2	6,2	124	11,4	8,6	4,9	24,2	57,7
C.V.(%)		1,3	7,6	21,5	33,6	6,4	16,0	6,2	6,8

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE I – Resumo da análise de variância para algumas propriedades químicas do solo avaliadas em novembro de 2006 (após tratamentos de inverno). Experimento 1

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios							
		pH água	Matéria orgânica (%)	K (mg dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	Ca (cmolc dm ⁻³)	Mg (cmolc dm ⁻³)	CTC (cmolc dm ⁻³)	V (%)
Tratamentos (T)	4	0,09	0,18	480	1,06	0,82	0,1	1,3	55
Blocos (B)	2	5,05 *	0,71 *	1.464 *	0,16	9,61 *	11,7 *	13,6 *	2.336 *
T x B	8	0,12	0,08	600	3,46	2,33	0,3	0,7	81
Camadas (C)	2	0,02	0,40 *	26.981 *	1,64	0,38	0,5	2,4 *	8
T x C	8	0,08	0,04	387	0,48	0,44	0,1	1,4	48
Resíduo	20	0,05	0,05	197	0,56	0,28	0,3	0,6	42
Total	44								
Médias gerais		5,9	4,2	69,3	4,75	8,5	4,5	18,0	73
C.V.(%)		4,0	5,3	20,3	15,7	6,2	12,1	4,2	8,8

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE J – Resumo da análise de variância para algumas propriedades químicas do solo avaliadas em novembro de 2006 (após tratamentos de inverno). Experimento 2

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios							
		pH água	Matéria orgânica (%)	K (mg dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	Ca (cmolc dm ⁻³)	Mg (cmolc dm ⁻³)	CTC (cmolc dm ⁻³)	V (%)
Tratamentos (T)	4	0,35	0,06	10.100	11,5	1,8	1,2	1,3	176
Blocos (B)	2	0,08 *	0,05	49.262 *	31,7 *	1,3 *	1,3 *	3,4 *	27
T x B	8	0,47	0,07	1.974	14,4	1,2	1,9	3,0	267
Camadas (C)	2	0,13 *	0,06	102.089 *	18,2 *	0,6 *	0,7 *	0,3	107 *
T x C	8	0,01	0,06	995	0,9	0,7	0,1	0,8	7
Resíduo	20	0,02	0,05	610	0,6	0,2	0,2	1,0	14
Total	44								
Médias gerais		5,7	4,4	149	8,1	8,7	5,0	20,1	70,3
C.V.(%)		2,5	5,3	16,6	9,6	4,7	9,4	4,9	5,4

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE K – Resumo da análise de variância para algumas propriedades químicas do solo avaliadas em novembro de 2006 (após tratamentos de inverno). Experimento 3

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios							
		pH água	Matéria orgânica (%)	K (mg dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	Ca (cmolc dm ⁻³)	Mg (cmolc dm ⁻³)	CTC (cmolc dm ⁻³)	V (%)
Tratamentos (T)	4	0,09	0,52	14.819	23,4	1,5	0,7	18,2	29
Blocos (B)	2	0,10 *	0,04	23.420 *	19,7	9,6 *	3,3 *	8,4	322 *
T x B	8	0,14	0,19	11.992	6,1	4,6	1,9	5,2	331
Camadas (C)	2	0,36 *	2,44 *	111.139 *	3.560,0 *	0,4	0,5	1,3	17
T x C	8	0,02	0,11	726	8,6	0,2	0,1	5,0	36
Resíduo	20	0,02	0,06	1.393	12,0	0,6	0,1	4,2	53
Total	44								
Médias gerais		5,1	5,5	142	13,2	5,3	4,5	20,3	49,9
C.V.(%)		2,8	4,6	26,2	26,2	13,9	7,9	10,1	14,7

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE L – Resumo da análise de variância para a quantidade de palha remanescente sobre o solo após tratamentos de inverno (kg ha^{-1}) em três experimentos

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio		
		Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3
Tratamentos	4	20,2 *	6,9 *	13,9 *
Infestação de plantas daninhas	1	2,0	0,1	0,3
Blocos	2	0,4	0,8	0,4
Resíduo	22	0,3	0,4	0,4
Total	29			
Médias gerais		3.011	1.917	1.573
C.V.(%)		17,0	34,0	29,9

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE M – Resumo da análise de variância para características de plantas de milho, componentes de rendimento e produtividade de grãos no Experimento 1

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio								
		Número de plantas emergidas em 2 m de fileira	Altura de plantas (m)	Altura da espiga (m)	Número de folhas verdes no estádio R4	Diâmetro do colmo (mm)	Número de espigas por planta	Número de grãos por espiga	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Tratamentos	4	1,5	0,01	0,01	0,18	0,62	0,01	3.858 *	281	2.206.066 *
Blocos	2	0,9	0,01	0,01	0,07	1,99 *	0,01	1.284	42	278.993
Resíduo	8	2,7	0,01	0,01	0,26	0,36	0,01	465	250	269.089
Total	14									
Médias gerais		15,7	2,71	1,19	13,4	20,5	0,99	471	390,4	11.313
C.V. (%)		10,5	2,8	5,7	3,8	2,9	2,5	4,6	4,0	4,5

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE N – Resumo da análise de variância para características de plantas de milho, componentes de rendimento e produtividade de grãos no Experimento 2

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio								
		Número de plantas emergidas em 2 m de fileira	Altura de plantas (m)	Altura da espiga (m)	Número de folhas verdes no estádio R4	Diâmetro do colmo (mm)	Número de espigas por planta	Número de grãos por espiga	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Tratamentos	4	1,7	0,01	0,01	0,16	0,33	0,01	1.951	56,8	341.459
Blocos	2	3,2	0,05	0,01	0,12	0,27	0,01	177	158,0	375.696
Resíduo	8	0,8	0,03	0,02	0,20	0,39	0,01	2.183	161,9	1.488.568
Total	14									
Médias gerais		16	2,73	1,27	13,1	21,2	0,97	479	388	11.669
C.V. (%)		5,4	2,2	4,0	3,4	2,9	2,5	9,7	3,2	10,4

APÊNDICE O – Resumo da análise de variância para características de plantas de milho, componentes de rendimento e produtividade de grãos no Experimento 3

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio								
		Número de plantas emergidas em 2 m de fileira	Altura de plantas (m)	Altura da espiga (m)	Número de folhas verdes no estádio R4	Diâmetro do colmo (mm)	Número de espigas por planta	Número de grãos por espiga	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Tratamentos	4	1,1	0,01	0,01	0,39	0,41	0,01	1.078	142	755.639
Blocos	2	2,9	0,02	0,02	0,02	0,91	0,01	743	97	387.473
Resíduo	8	1,1	0,01	0,01	0,20	0,20	0,01	1.069	178	991.427
Total	14									
Médias gerais		14,9	2,70	1,19	12,4	20,7	0,98	479	362	10.896
C.V. (%)		7,1	2,9	3,8	3,7	2,1	2,5	6,8	3,7	9,1

APÊNDICE P – Resumo da análise de variância para características de plantas de milho, componentes de rendimento e produtividade de grãos. Análise conjunta dos três experimentos

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio								
		Número de plantas emergidas em 2 m de fileira	Altura de plantas (m)	Altura da espiga (m)	Número de folhas verdes no estádio R4	Diâmetro do colmo (mm)	Número de espigas por planta	Número de grãos por espiga	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Tratamentos (T)	4	3,8	0,001	0,007	0,45	1,10	0,0005	40	44	1.072.548
Experimentos (E)	2	5,4 *	0,017 *	0,032 *	6,93 *	1,83 *	0,0011	323	3.790 *	2.248.718
Blocos	2	4,3	0,023	0,028	0,07	0,15	0,0001	1.447	1	548.518
T x E	8	1,2	0,005	0,003	0,14	0,12	0,0006	342	218	1.115.308
Resíduo	28	1,5	0,005	0,003	0,20	0,49	0,0005	1.116	190	820.712
Total	44									
Médias gerais		15,6	2,71	1,22	12,9	20,8	0,98	476	380	11.293
C.V. (%)		7,9	2,6	4,8	3,5	3,6	2,4	7,0	3,6	8,0

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE Q – Resumo da análise de variância para densidade e acúmulo de massa pelas plantas daninhas, avaliadas aos 35 e 100 dias após a semeadura do milho, respectivamente. Análise conjunta de dois experimentos

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	
		Densidade de plantas daninhas aos 35 dias após a semeadura do milho (plantas m ⁻²) ¹	Massa seca da parte aérea de plantas daninhas aos 100 dias após a semeadura do milho (g m ⁻²)
Tratamentos (T)	4	94,3 *	6.761 *
Experimentos (E)	1	104,3 *	48.884 *
Blocos	2	0,9	7.045 *
T x E	4	15,0	1.547
Resíduo	18	16,0	1.267
Total	29		
Médias gerais		435	96,2
C.V.(%)		20,1	36,9

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro

¹ Dados transformados em $\sqrt{x+1}$.

APÊNDICE R – Resumo da análise de variância para produtividade de grãos de milho e componentes de rendimento. Análise conjunta de dois experimentos

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio			
		Número de espigas por planta	Número de grãos por espiga	Massa de 1000 grãos	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Tratamentos (T)	4	0,0003	1.982	590 *	330.766
Infestação de plantas daninhas (I)	1	0,0013	16.293 *	1.109 *	2,1 x 10 ⁷ *
Experimentos (E)	1	0,0002	98	13.756 *	1,2 x 10 ⁷ *
Blocos (B)	2	0,0003	387	76	571.406
T x I	4	0,0003	1.428	115	427.496
T x E	4	0,0002	1.286	119	583.590
I x E	1	0,0001	91	264	338.164
T x I x E	4	0,0013	573	123	446.205
Resíduo	38	0,0006	1.008	143	670.010
Total	59				
Médias		0,97	462	370,4	10.688
C.V. (%)		2,3	6,9	3,2	7,6

* Valores significativos a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE S – Normas para publicação de trabalhos científicos na Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, SC.

• Os artigos científicos, revisões bibliográficas e notas deverão ser encaminhados em **três vias**, datilografados e/ou editorados em idioma Português ou Inglês e paginados. O trabalho deverá ser digitado em folha com tamanho de 21,0 x 27,0cm com no **máximo 28 linhas**, em **espaço duplo**, fonte Times New Roman, tamanho 12. Será permitido um número máximo de 20 páginas **para artigos científicos e revisões bibliográficas e 5 para notas**, incluindo tabelas, gráficos e ilustrações. **Enviar disquete somente quando solicitado.**

• O artigo científico deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo; Palavras-chave; Summary; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados; Discussão; Conclusões; Agradecimento(s); Fontes de Aquisição, quando houver, e Referências Bibliográficas.

• A revisão bibliográfica deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Summary; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusões; Referências Bibliográficas.

• A nota deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Summary; Key words; Texto, sem subdivisão, porém com Introdução; Metodologia; Resultados; Discussão e Conclusões (podendo conter tabelas ou figuras); Referências Bibliográficas.

• Serão fornecidos dois exemplares da Revista ao autor indicado para correspondência.

• Os nomes dos autores deverão ser colocados por extenso abaixo do título, um ao lado do outro, seguidos de números que serão repetidos no rodapé, para a especificação (profissão, titulação e instituição) e indicação de autor para correspondência (com endereço completo, CEP e preferencialmente **E-mail**).

• As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos:

Assim, MASON (1964) observou.....

A média citada por SANTOS & BARROS (1999) foi de.....

NAVARO et al. (1992) indicaram....

..... como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

BUXTON, apud GARCIA (1999), alterou a via....

• As Referências bibliográficas deverão ser efetuadas conforme ABNT (NBR 6023):

• **livro no todo:**

DENTON, G.W. **Iodophors** – disinfection, sterilization and preservation. 4ed. Philadelphia : Lea & Febiger, 1990. 614p.

SHORT, C.E. **Principles & Practice in Veterinary Anesthesia**. Baltimore : Willian & Wilkins, 1987. 669p.

PRINCE, J.H., DIESEM, C.D., EGLITIS, J. et al. **Anatomy and histology of the eye and orbit in domestic animals**. Oxford : Blackwell, 1960. 649 p.

• **Capítulo de livro com autoria:**

CONCANNON, P.W. & DIGREGORIO, G.B. Canine vaginal citology. In: BURKE, T.J. **Small animal reproduction and infertility: A clinical approach to diagnosis and treatment**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1986. Cap.2, p.96-111.

PENTEADO, S., DO, R.C. Principais pragas da erva-mate e medidas alternativas para seu controle. In: WINGLE, H., FERREIRA, A.G., MARIATH, J.E., et al. **Erva mate: biologia e cultivo no cone sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. Cap. 3, p. 109-120.

- **Capítulo de livro sem autoria:**

FORATINI, O.P. **Epidemiologia geral**. 2ª ed. São Paulo: artes médicas, 1986. cap. 7: A pesquisa epidemiológica. p. 92-104.

CORTÊS, J.A. **Epidemiologia: conceitos e princípios fundamentais**. São Paulo: Varela, 1993. Cap. 13: Vigilância epidemiológica: p. 139-157.

- **Artigo Completo:**

BLUM, L.E.B.; REIS, E.F.; AMARANTE, C.V.T. do. Carbendazin, prochloraz, propiconazole e tebuconazole para o controle de oídio da soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.1, n.1, p. 46-52, 2002.

SILVA, L.D.M. & VERSTEGEN, J.P. Comparisons between three different extenders for canine intrauterine insemination with frozen thawed spermatozoa. **Theriogenology**, v.44, p. 571-579, 1995.

NUNES, J.F. & COBARNOUS, Y. Utilização da água de côco e suas frações ativas como diluidor de sêmen dos mamíferos domésticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n.1, Jan/Fev, p. 120-130, 2000.

- **Resumos completos:**

GROLLI, P.R., SATO, F.K., VARGAS, J.F.R., et al. Propagação "in vitro" de *Limonium latifolium* Kuntze 15/O. Kuntze. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE BIOTECNOLOGIA VEGETAL, 1, 1993, Brasília. **Resumos** Brasília: EMBRAPA, 1993. p. 79.

PAIVA, J.R.de, CORDEIRO, E.R., ALVES, R.E., et al. Seleção e clonagem de plantas de acerola. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 14, 1999, Recife, **Anais** ...Recife: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. p. 53.

- **Tese, dissertação:**

RADUNZ NETO, J. **Desenvolvimento de técnicas de reprodução e manejo de larvas e alevinos de Jundiá (*Ramalia quelen*)**. 1981. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SOARES, C.M.S. **Flutuação populacional, aspectos comportamentais e levantamento de inimigos naturais de *Hadypathes betulinus* (Klug, 1825) (Coleoptera: Cerambycidae), em um povoamento puro de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. 1998. 73p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Curso de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

- **Boletim:**

BECK, A.A.H. **Eficácia dos anti-helmínticos nos nematódeos dos ruminantes**. Florianópolis: EMPASC, 1983. 10p. Boletim Técnico, 60.

VIEIRA, H.R.A. **Descrição da população bovina do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EMPASC, 1978. 66p. Boletim Técnico, Série Estudos, 1.

- **Documentos Eletrônicos:**

VETTORAZZO, S.C., POGGIANI, F., SCHUMACKER, M.V. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folheto de três espécies de *Eucalyptus*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, 1993, Curitiba. **Anais eletrônicos**.... Curitiba: UFPr, 1993. Disponível em: <<http://www.propesq.ufpr.br/anais/educ/cc04.htm>>. Acesso em 21 janeiro de 94.

RIBEIRO, P.S.G. Adoção à brasileira: uma análise sócio-jurídica. **Datavenia**, São Paulo, ano 3, n.18, ago..1998. Disponível em: <<http://www.datavenia.inf.br/frameartrig.html>>. Acesso em 10 set. 1998.

GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção**. Rio de Janeiro: Departamento de Nutrição, UFRRJ, 1986. CD-ROM.

EMPASC. Manual de métodos e análise do solo. **Correio Lageano**. Lages, 20 abr. 1999. Especiais. Capturado em 20 abr. 1999. On-line. Disponível na Internet: <http://www.zl.com.br/especial/index/htm>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Biblioteca Central. **Normas para apresentação de trabalhos**. Belo Horizonte, 1998. Base de dados Micro Isis, versão 3.7.

SOARES, A. **Documentação eletrônica** <mensagem pessoal>. Mensagem recebida por <mtmendes@uol.com.br> em 20 fev. 2000.

- Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. Tabelas e figuras deverão ser enviadas à parte, cada uma sendo considerada uma lauda. Os desenhos e gráficos deverão ter largura de 7,5 ou 16cm, sendo impressos a laser, preferencialmente em papel fotográfico, e deverão conter no verso o nome do autor, orientação da borda superior e o número das legendas correspondentes, as quais devem estar em folhas à parte. Fotografias deverão ser enviadas em jpg, com resolução de 300dpi. **Fotografias, desenhos e gráficos** deverão ser enviados, **obrigatoriamente, em três vias**. Cada tabela deverá conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não deverá exceder uma lauda.

- Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

- O ofício de encaminhamento dos artigos deverá conter, **obrigatoriamente, a assinatura de todos os autores** ou termo de compromisso do autor principal, responsabilizando-se pela inclusão dos co-autores. Estes ofícios deverão ser encaminhados aos cuidados do
Prof. Luiz Sangoi, Editor Chefe da revista:

Av. Luiz de Camões, 2090
Bairro Conta Dinheiro
Lages - Santa Catarina - Brasil
CEP 88520-000

- Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.

- Os artigos não aprovados serão devolvidos.

- Em caso de dúvida, consultar a Comissão Editorial.

APÊNDICE T – Normas para publicação de trabalhos científicos na Revista Scientia Agraria, Curitiba, PR.

1. POLÍTICA EDITORIAL

O periódico Scientia Agraria é publicação dos Programas de Pós Graduação em Agronomia - Produção Vegetal e Ciência do Solo, ambos do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Seu objetivo é a divulgação científica de trabalhos de pesquisadores de quaisquer instituições, que sajam do interesse das ciências agrárias e que contribuam para o avanço científico, preferencialmente nas áreas de fitotecnia, fitossanitarismo, ciência do solo, engenharia agrícola, e desenvolvimento rural. Serão recebidos para análise trabalhos escritos em português, inglês ou espanhol com redação compatível lexicologia e a sintaxe do idioma escolhido. Serão recebidas contribuições tais como artigos e notas científicas, e cartas ao editor. Revisões de bibliografia somente serão aceitas quando solicitadas ao autor pelo conselho editorial da revista. Os trabalhos encaminhados à revista não devem ter sido publicados ou encaminhados, simultaneamente, para outro periódico com a mesma finalidade.

Todos os trabalhos serão submetidos à avaliação preliminar pelo Editor Chefe para verificar a adequação do trabalho às normas e ao escopo da revista. Os trabalhos aprovados preliminarmente serão encaminhados (sem identificação dos autores) para, pelo menos, dois revisores científicos conceituados na área, que façam parte do corpo consultivo da revista, que indicarão as correções a serem feitas. As análises dos revisores científicos serão encaminhadas a um editor associado que emitirá parecer recomendando ou não a publicação, podendo este também condicionar sua aceitação à necessidade de realização de outras correções não indicadas pelos revisores. Os artigos serão publicados na revista por ordem de aprovação final pelo Conselho Editorial.

Será fornecido um exemplar da revista somente ao autor principal. Todos os trabalhos publicados estarão disponíveis no site <http://www.ser.ufpr.br/agraria>. Os autores que desejarem, poderão adquirir exemplares avulsos ao preço de custo, incluídas taxas de correio para remessa. A distribuição básica da revista Scientia Agraria é feita por meio de troca (permuta entre bibliotecas). Números avulsos podem ser adquiridos junto à secretaria administrativa da revista ou enviados via correio mediante pagamento prévio.

2. FORMATAÇÃO DO TRABALHO

Os trabalhos deverão ser digitados em editor de texto e impressos em 03 (TRÊS) CÓPIAS com tinta preta, em papel tamanho A4 (210 mm x 297 mm), obedecendo as margens superior, inferior e esquerda de 3,0 cm e direita de 2,0 cm. As páginas deverão ser numeradas no alto e à direita, e as linhas de texto à esquerda. O alinhamento deve ser justificado, o espaçamento entre linhas duplo e a fonte Arial tamanho 11.

Os artigos científicos deverão ter, no máximo, 15 (QUINZE) PÁGINAS DIGITADAS COM ESPAÇO DUPLO (não incluídas as Tabelas e Figuras, as quais devem ser anexadas no final do artigo) e as notas científicas deverão ter, no máximo, 10 (DEZ) PÁGINAS DIGITADAS COM ESPAÇO DUPLO (incluindo Tabelas e Figuras). Em caso de dúvida na formatação do artigo, sugere-se consultar o modelo disponível no site <http://www.sciagr.agrarias.ufpr.br>

Artigos e notas em português devem ter as seguintes partes: Título, título em inglês, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Palavras-chave, Abstract, Key-words, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, Tabelas e Figuras.

Artigos e notas em espanhol devem ter as seguintes partes: Título em espanhol, título em inglês, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Palabras-clave, Abstract, Key-words, Introducción, Material y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, Cuadros e Figuras.

Artigos e notas em inglês devem ter as seguintes partes: Título em inglês, título em português, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Key-words, Resumo, Palavras-chave, Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, Tables and Figures.

O TÍTULO deverá ser conciso e indicar o conteúdo do trabalho. Não deve incluir nomes científicos de espécies de plantas, animais ou outros organismos, excetuando-se quando não houver nome comum em português ou no idioma escolhido para publicação. No título devem ser evitados termos como avaliação, caracterização, comportamento, contribuição, determinação, efeito, estudo, importância, influência, resposta, ou semelhantes. Deve ser digitado em letras maiúsculas e centralizado em página inteira. Não deve ultrapassar 25 termos. Quando o idioma escolhido para apresentação do trabalho for o português ou espanhol, o TÍTULO deve ser apresentado, também em inglês, após o título em português ou espanhol.

Os NOMES completos dos autores devem ser digitados de modo centralizado, logo abaixo do TÍTULO, com as iniciais dos nomes e sobrenomes intermediários, em maiúsculas, e as demais letras, em minúsculas, e o último SOBRENOME, com todas as letras em maiúsculas. No caso de presença de indicativo de parentesco (Filho, Júnior, Neto, Sobrinho) nos SOBRENOMES estes também devem ser destacados em maiúsculas. Os SOBRENOMES COMPOSTOS devem ser unidos por hífen. Não devem ser omitidos NOMES e SOBRENOMES intermediários. A cada NOME será apenas

chamada numérica e seqüencial. Dessas notas constarão a qualificação profissional do autor, titulação, entidade onde trabalha, cargo que ocupa, e e-mail do autor. Um dos autores deverá ser identificado como correspondente, devendo informar o endereço completo para correspondência. Quando for o caso pode-se completar a qualificação dos autores com detalhes como, por exemplo, ser bolsista do CNPq. Deve ser evitado um número excessivo de autores.

O RESUMO, em português, ou o ABSTRACT, em inglês, ou o RESUMEN, em espanhol, devem ser redigidos em um único parágrafo, com no máximo 250 termos. Devem conter narrativa direta do que foi feito e estudado, definindo claramente os objetivos e apresentando os mais importantes resultados e conclusões. Na linha subsequente ao final do texto deve-se digitar o título dos termos de indexação, PALAVRAS-CHAVE, em português, KEY-WORDS, em inglês e PALABRAS-CLAVE, em espanhol, sendo a primeira letra em maiúsculas e as demais em minúsculas seguido de dois pontos e dos termos que devem ser no mínimo três e no máximo seis palavras ou expressões que identifiquem o conteúdo do trabalho. As PALAVRAS-CHAVE não devem repetir expressões existentes no título. Se o artigo for redigido em português ou espanhol deverá obrigatoriamente conter o TÍTULO (em inglês), ABSTRACT e KEY-WORDS.

A INTRODUÇÃO deve ser breve, embasada em referências bibliográficas, e orientada no sentido de identificar claramente o problema estudado, justificar a necessidade da pesquisa como contribuição para sua solução e definir, ao seu final, os objetivos do trabalho realizado. O título dessa parte, como também dos demais, deve ser digitado com todas as letras em maiúsculas e centralizado, separado por dois espaços da última linha do texto que o anteceder e por um espaço da primeira linha subsequente.

O MATERIAL E MÉTODOS deve conter informações e detalhamento necessários para que o trabalho possa ser repetido por outros pesquisadores. Equipamentos e instrumentos utilizados devem ser precisamente identificados seu conhecimento for de domínio público e, em caso contrário, serem descritos de forma a permitir a compreensão de suas características. Métodos analíticos e estatísticos não precisam ser descritos se citados em trabalhos mencionados nas referências. Há necessidade de informações sobre o delineamento experimental utilizado, tratamentos considerados e forma de análise estatística dos resultados das variáveis avaliadas. Nas Tabelas as fórmulas químicas devem estar no rodapé das mesmas. Os produtos químicos, em geral, devem ser apresentados por meio de nomes técnicos ou fazendo-se referência a seu princípio ativo. O Conselho Editorial não recomenda a utilização de nomes comerciais de quaisquer produtos, materiais ou equipamentos, exceto quando a descrição dos mesmos for considerada essencial, devendo-se, quando for o caso, indicá-los com o símbolo de marca registrada (®). Também deve ser indicado o local do estudo, e no caso de experimentos a campo devem preferencialmente constar informações como coordenadas geográficas, clima, e classe de solo (conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e/ou Soil Taxonomy e/ou FAO-WRB).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados devem conter apresentação concisa dos dados obtidos. Quando apresentados por meio de Tabelas não apresentá-los novamente como Figuras, e vice-versa. As Tabela e Figuras, devem ser auto-explicativos não devendo ser necessário recorrer ao texto para sua compreensão. Os resultados deverão ser apresentados de acordo com as unidades do Sistema Internacional de Unidades (ver o item 5. Redação de números e unidades). A discussão deve restringir-se aos resultados apresentados, que devem ser analisados de forma crítica, considerando-se o conhecimento atual sobre o assunto, e comparativa tendo-se por referência trabalhos já publicados. Não são recomendadas generalizações não fundamentadas nos resultados, ou fundamentadas em comunicações pessoais, bem como em publicações de circulação restrita.

A numeração de Tabelas e Figuras devem ser feitas seqüencialmente, com algarismos arábicos. Os termos Figura e Tabela devem ser digitados com todas as letras em maiúsculas, por exemplo, TABELA 3, FIGURA 2, seguido de hífen entre espaços e do texto do título. O texto do título terá a primeira letra, da primeira palavra, em maiúsculas e as demais em minúsculas, exceto aquelas que exigem naturalmente maiúsculas. Observe o modelo de artigo disponível no site <http://www.ser.ufpr.br/agraria>. As figuras devem ser apresentadas em preto e branco, com alta resolução. Fotografias a serem incluídas deverão constar no arquivo do trabalho, em preto e branco, com alta resolução e, além disso, serem encaminhadas em arquivos de imagem (formato jpg), separados do arquivo do trabalho. Apenas em casos excepcionais e sob consulta prévia serão aceitas fotografias coloridas e, neste caso, o(s) autor(es) deve(m) assumir os custos de reprodução.

As CONCLUSÕES devem ser elaboradas com base nos objetivos geral e específicos. Devem ser utilizadas frases objetivas que não sejam mera reapresentação dos resultados.

Os AGRADECIMENTOS, quando for o caso, devem ser sucintos e diretos e não devem aparecer em qualquer outra parte ou em nota de rodapé.

Antes das referências deverá também ser descrito, quando apropriado, que o trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética e Biossegurança da instituição, e que os estudos com animais ou seres humanos foram realizados de acordo com normas éticas

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Incluir somente os trabalhos citados no texto, Tabelas e Figuras, os quais devem ser numerados e listados alfabeticamente pelo sobrenome do primeiro autor. O Conselho Editorial recomenda enfaticamente que seja observado o cuidado de apresentar PELO MENOS 50% DAS REFERÊNCIAS PROVENIENTES DE PERIÓDICOS INDEXADOS, e que também PELO MENOS 50% DAS REFERÊNCIAS DEVEM SER DOS ÚLTIMOS DEZ ANOS (considerar o ano de encaminhamento do artigo, e não o ano de realização da pesquisa). Deve-se preferir a citação de trabalhos publicados na íntegra em periódicos indexados, evitando a citação de resumos e textos avulsos extraídos da Internet.

Embora não seja obrigatório, sugere-se a inclusão de pelo menos uma ou duas referências da revista Scientia Agraria no trabalho.

Abreviar títulos de periódicos não é recomendado pelo Conselho Editorial. A digitação das referências deve seguir as normas publicadas pela Biblioteca Central da UFPR que, simplificadas, podem ser apresentadas conforme os exemplos a seguir.

3.1. LIVROS, BOLETINS, CIRCULARES, DISSERTAÇÕES e TESES

FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **O feijão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1989. 303 p. (Circular, 63)

ROSOLEM, C. A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 93 p. (Boletim Técnico, 08)

SANTINI, J. E. **Alternativas para monitoramento e controle do processo de secagem de madeira serrada em estufa**. Curitiba: 1996. 198 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais - Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

3.2. ARTIGOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS

PAULETTI, V.; LIMA, M. R. de; BARCIK, C.; BITTENCOURT, A. Evolução nos atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes métodos de preparo de solo. **Scientia Agraria**, v. 6, n. 1-2, p. 9-14, 2005.

3.3. PARTE DE OBRA

MOTTA, A. C. V.; MONTE SERRAT, B. Princípios de adubação. In: LIMA, M. R. de (Ed.). **Diagnóstico e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, 2006. p. 143-190.

3.4. OBRAS PUBLICADAS EM ANAIS, ATAS, RESUMOS, RESUMOS EXPANDIDOS OU SIMILARES

GONÇALVES, D; KOZICKI, L. E. Dosagem de imunoglobulinas M, G e A no colostro e no leite de vacas leiteiras com e sem retenção de placenta. In: ENCONTRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 10., 1993, Campo Mourão. **Anais**. Campo Mourão: Sociedade Paranaense de Medicina Veterinária, 1993. p. 6.

AMADO, E. F.; NEGRELLE, R. B. Fitodiversidade em Floresta Ombrófila Densa Alto Montana no Estado do Paraná. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49., 1998, Salvador. **Resumos**. Salvador: UFBA, 1998. (Trabalho 942)

3.5. ARQUIVOS ELETRÔNICOS

Arquivos eletrônicos, programas e documentos encontrados em disquetes, CD-ROM ou via on line, devem seguir as normas de referência encontradas no documento Normas para apresentação de trabalhos: referências bibliográficas, publicado pela Biblioteca Central da UFPR. Alguns exemplos selecionados são apresentados a seguir.

Exemplo em disquete:

SÃO PAULO. Secretaria de Energia. Coordenadoria do Sistema de Informações Energéticas. **Balanco energético do Estado de São Paulo - 1996**: ano base 1995. São Paulo, 1996. 1 disquete 3 1/2" .

Exemplo em CD-ROM:

INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Catálogo Coletivo Nacional. In: **Bases de dados em ciência e tecnologia**. Brasília, 1996. 1 CD-ROM.

Exemplo via on line:

UNITED STATES. Environmental Protection Agency. Official of Pesticides Programs. **Using insect repellents safely**. Disponível em: <<http://www.epa.gov/pesticides/citizens/insectrp.htm>>. Acesso em 17 ABR 2001.

4. CITAÇÕES NO TEXTO

As citações no texto deverão ser feitas na forma: LIMA e SANTOS (2006) ou (LIMA e SANTOS, 2005). Quando houver mais de dois autores, usar a forma reduzida: (PEREIRA et al., 2007). Referências a dois ou mais artigos do(s) mesmo(s) autor(es), no mesmo ano, serão discriminadas com letras minúsculas (Ex.: CARVALHO, 2006 a).

Não se recomenda o uso de citação de citação, bem como a de trabalhos não publicados ou informação verbal. Esses recursos somente serão aceitos em caráter excepcional quando a informação for considerada relevante (no caso de

citação de trabalhos não publicados) ou quando for comprovada a dificuldade de acesso ao trabalho original (no caso de citação de citação). Nesses casos verificar a Norma da ABNT – NBR 10520.

5. REDAÇÃO DE NÚMEROS E UNIDADES

A redação de numerais deve ser feita, como regra, com algarismos arábicos. Números de zero a nove devem ser escritos por extenso, por exemplo, cinco tratamentos. Se aceita a redação com algarismos arábicos nas seqüências de números menores que nove e que representem porcentagens, massas, volumes, extensões, tempos ou similares, como, por exemplo, 1%, 2 kg, 3 L, 4 cm, 5 min. As frações deverão ser indicadas por algarismos arábicos exceto quando tanto numerador quanto denominador forem números de um a dez e quando forem decimais, por exemplo, quatro quintos ou 12/17.

As unidades de medida deverão ser redigidas de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI). Algumas das unidades, as mais comuns são comentadas a seguir. Volumes devem ser expressos em metros cúbicos (m³) e seus múltiplos e submúltiplos, porém, o litro (L) e seus múltiplos e submúltiplos são bem aceitos. A unidade de massa é o quilograma (kg) e seus múltiplos e submúltiplos embora a tonelada (t) seja aceita. A unidade de área é o metro quadrado (m²), e seus múltiplos e submúltiplos, no entanto, o hectare (ha) é utilizado sem restrições.

Destaca-se que o Conselho Editorial recomenda que a barra seja evitada na apresentação de resultados, por exemplo, no lugar de 450 kg/ha ou 450 kg.m³ indica-se 450 kg m⁻³. A unidade de tempo do SI é o segundo (s), no entanto é aceita, sem restrições, a utilização de minuto (min), hora (h) e dia (d). A unidade de força é o Newton (N). Temperaturas devem ser expressas em grau Kelvin (K), que é a unidade do SI, mas o grau Celsius (°C) é também aceito e até mais utilizado. Para matéria recomenda-se o mol sugerindo-se evitar as expressões equivalente grama (e), normal (N) e normalidade. Expressões como partes por mil, partes por milhão (ppm) e partes por bilhão (ppb) devem ser evitadas por não fazerem parte do SI e o mesmo ocorre com unidades como atmosfera, libra por polegada quadrada (psi), mm de Hg e bar, uma vez que a unidade SI de pressão é o Pascal (Pa).

6. OUTRAS INFORMAÇÕES

REVISÕES DE BIBLIOGRAFIA somente serão aceitas quando encomendadas pelo Conselho Editorial a profissionais de reconhecida competência no assunto. Esse tipo de trabalho deve seguir as normas de publicação de ARTIGOS CIENTÍFICOS. No entanto, as subdivisões Material e Métodos e Resultados e Discussão devem ser substituídos pelo desenvolvimento comentado da revisão e as demais partes permanecem sem alterações.

CARTAS AO EDITOR podem ser encaminhadas sobre comentários críticos a respeito de trabalhos publicados em números anteriores, e cuja publicação será condicionada a avaliação do Conselho Editorial da revista. Devem ser assinadas e não devem ultrapassar a três páginas digitadas no formato proposto para artigos científicos.

7. TAXAS DE TRAMITAÇÃO E DE PUBLICAÇÃO

Conforme decisão do Conselho Deliberativo da revista, os trabalhos recebidos a partir de 01/10/2007 deverão recolher a importância de R\$ 40,00 (quarenta reais) como taxa de publicação, a qual somente será cobrada após a efetiva aceitação do trabalho (quando será informada aos autores a forma de recolhimento desta taxa). Este valor visa cobrir somente as despesas de diagramação do trabalho. No momento, a revista Scientia Agraria não cobra taxas de tramitação. As despesas de tramitação, impressão, e manutenção da versão on-line continuarão a ser cobertas pela UFPR.

8. ENCAMINHAMENTO DO TRABALHO

Os trabalhos deverão ser enviados à Revista Scientia Agraria, no endereço abaixo, em 03 (três) cópias impressas e uma digital (em formato Word versão 2003 ou mais antiga), gravada em disquete 3½" ou CD (devidamente acondicionados). Os trabalhos deverão vir acompanhados de carta de encaminhamento assinada por todos os autores, ou declaração do autor principal se responsabilizando pelo conhecimento dos demais autores em relação ao conteúdo completo do trabalho. Na carta de encaminhamento, os autores também devem sugerir aos editores em qual seção da revista (fitotecnia, fitossanitarismo, ciência do solo, engenharia agrícola, desenvolvimento rural, nota científica) o trabalho deve ser enquadrado. No momento, a revista não está aceitando a submissão on-line dos trabalhos.

Secretaria da Revista *Scientia Agraria*
Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Rua dos Funcionários, 1540 - Bairro Juvevê
80035-050 - Curitiba - PR
E-mail: sciagr@ufpr.br

APÊNDICE U – Normas para publicação de trabalhos científicos na Revista Agropecuária Brasileira, Brasília, DF.

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

A Comissão Editorial faz análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como: escopo; apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; resultados com contribuição significativa; discussão dos fatos observados frente aos descritos na literatura; qualidade das tabelas e figuras; originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério só é aplicado aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas, Novas Cultivares e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor. Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

Os trabalhos devem ser encaminhados por via eletrônica para: pab@sct.embrapa.br

A mensagem que encaminha o trabalho para publicação deve conter:

- * Título do trabalho.
- * Nome completo do(s) autor(es).
- * Formação acadêmica e grau acadêmico do(s) autor(es).
- * Endereço institucional completo e endereço eletrônico do(s) autor(es).
- * Indicação do autor correspondente.
- * Acima de quatro autores, informar a contribuição de cada um no trabalho.
- * Destaque sobre o aspecto inédito do trabalho.
- * Indicação da área técnica do trabalho.
- * Declaração da não-submissão do trabalho à publicação em outro periódico.

Cada autor deve enviar uma mensagem eletrônica, expressando sua concordância com a submissão do trabalho.

O texto deve ser digitado no editor de texto Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, margens de 2,5 cm, com páginas e linhas numeradas.

Acesso aos ítems:

APRESENTAÇÃO DO ARTIGO CIENTÍFICO

Título

Autores

Resumo

Termos para indexação

Introdução

Material e Métodos

Resultados e Discussão

Conclusões

Agradecimentos

Referências

Citações

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

Tabelas

Figuras

NOTAS CIENTÍFICAS

NOVAS CULTIVARES

OUTRAS INFORMAÇÕES

APRESENTAÇÃO DO ARTIGO CIENTÍFICO

O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

Artigos em português – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

Artigos em inglês – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

Artigos em espanhol – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Material y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

Título ▲

- * Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.
- * Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- * Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como "efeito" ou "influência".
- * Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.
- * Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.
- * As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores ▲

- * Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.
- * O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à respectiva chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

- * São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.
- * Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.
- * Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo ▲

- * O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.
- * Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.
- * Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos empregados na pesquisa, os resultados e a conclusão.
- * O objetivo deve estar separado da descrição de material e métodos.
- * Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- * O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação ▲

- * A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- * Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- * Não devem conter palavras que componham o título.
- * Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

Introdução ▲

- * A palavra Introdução deve ser centralizada na página e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- * Deve ocupar, no máximo, duas páginas.
- * Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- * O último parágrafo deve expressar o objetivo, de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos ▲

- * A expressão Material e Métodos deve ser centralizada na página e grafada em negrito; Os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- * Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- * Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- * Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- * Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- * Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- * Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- * Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- * Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.
- * Pode conter tabelas e figuras.

Resultados e Discussão ▲

- * A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada na página e grafada em negrito; Os termos Resultados e Discussão devem ser grafados com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Deve ocupar quatro páginas, no máximo.
- * Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- * As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.
- * Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos frente aos apresentados por outros autores.
- * Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- * Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- * As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- * Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- * As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões ▲

- * O termo Conclusões deve ser centralizado na página e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo, e elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- * Não podem consistir no resumo dos resultados.
- * Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- * Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos ▲

- * A palavra Agradecimentos deve ser centralizada na página e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).
- * Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências ▲

- * A palavra Referências deve ser centralizada na página e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- * Devem ser normalizadas de acordo com as normas vigentes da ABNT.
- * Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- * Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- * Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- * Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- * Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- * Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

Teses e dissertações

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: <http://www.cpao.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=DOC&num=66&ano=2004>. Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações ▲

* Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.

* A autocitação deve ser evitada.

Redação das citações dentro de parênteses

* Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

* Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

* Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

* Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

* Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

* Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.

* Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

Redação das citações fora de parênteses

* Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas ▲

* Fórmulas, expressões, símbolos ou equações matemáticas, escritas no editor de equações do programa Word, devem ser enviadas também em arquivos separados, no programa Corel Draw, gravadas com extensão CDR.

* No texto, devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.

* Não devem apresentar letras em itálico ou negrito.

Tabelas ▲

* As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após referências.

* Devem ser auto-explicativas.

* Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.

* Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

* O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.

* No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.

* Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.

* Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.

* Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

* Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a

probabilidade.

* Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares.

* Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

* As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

Notas de rodapé das tabelas

* Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

* Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

* Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ^{ns} (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras ▲

* São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

* Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

* O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.

* Devem ser auto-explicativas.

* A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.

* Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.

* Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.

* O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.

* As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

* Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

* Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.

* As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

* Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.

* Devem ser gravadas no programa Word, Excel ou Corel Draw (extensão CDR), para possibilitar a edição em possíveis correções.

* Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

* No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).

* Não usar negrito nas figuras.

* As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.

* Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

NOTAS CIENTÍFICAS ▲

* Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

APRESENTAÇÃO DE NOTAS CIENTÍFICAS ▲

* A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.

As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

* Resumo com 100 palavras, no máximo.

* Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

* deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

NOVAS CULTIVARES ▲

- * Novas Cultivares são breves comunicações de cultivares que, depois de testadas e avaliadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), foram superiores às já utilizadas e serão incluídas na recomendação oficial.

APRESENTAÇÃO DE NOVAS CULTIVARES

Deve conter: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, título em inglês, Abstract, Introdução, Características da Cultivar, Referências, tabelas e figuras. As normas de apresentação de Novas Cultivares são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

* Resumo com 100 palavras, no máximo.

* Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

* deve apresentar, no máximo, 15 referências e quatro ilustrações (tabelas e figuras).

* A introdução deve apresentar breve histórico do melhoramento da cultura, indicando as instituições envolvidas e as técnicas de cultivo desenvolvidas para superar determinado problema.

* A expressão Características da Cultivar deve ser digitada em negrito, no centro da página.

* Características da Cultivar deve conter os seguintes dados: características da planta, reação a doenças, produtividade de vagens e sementes, rendimento de grãos, classificação comercial, qualidade nutricional e qualidade industrial, sempre comparado com as cultivares testemunhas.

OUTRAS INFORMAÇÕES ▲

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.
- **Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios: Embrapa Informação Tecnológica, Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB, Caixa Postal 040315, CEP 70770-901 Brasília, DF.**

APÊNDICE V – Normas para publicação de trabalhos científicos na Revista Planta Daninha, Viçosa, MG.

Normas para preparação de trabalhos científicos submetidos à publicação na revista Planta Daninha

A fim de prestigiar a comunidade científica nacional, é importante que os autores esgotem as informações disponíveis na literatura brasileira, principalmente aquelas já publicadas na revista *Planta Daninha*, o que pode ser feito consultando *resumos e abstracts* na página principal da revista. Os artigos poderão ser redigidos em português, espanhol ou inglês. Independentemente do idioma utilizado, é obrigatória a apresentação do resumo em inglês (abstract).

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Planta Daninha é um periódico trimestral de divulgação científica publicado pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD). **O artigo só será publicado se o primeiro autor for sócio da SBCPD e estar em dia com a anuidade. A publicação custará R\$50,00 por artigo até seis páginas impressas. Para cada página impressa adicional este valor será acrescido de R\$25,00. Caso o primeiro autor não seja o responsável pela submissão e acompanhamento do artigo, esse também terá que ser sócio da SBCPD e estar em dia com a anuidade**

Os trabalhos submetidos à publicação somente poderão ser enviados por meio deste site; basta acessar o link de **“Submissão de artigos”** na página inicial.

O cadastro deverá ser preenchido apenas pelo autor correspondente que se responsabilizará pelo artigo em nome dos demais autores. Os artigos devem ser enviados nas seguintes formas:

- Artigos ou notas científicas e revisões de literatura sobre tema específico, a convite da Comissão Editorial.

Solicita-se observar as seguintes instruções para o preparo dos artigos e notas científicas:

1. O original deve ser encaminhado completo e revisto.
2. Deve ser enviado digitado em espaço 1,5, utilizando fonte "Times New Roman 12", formato A4, **enumerando-se todas as páginas e as linhas do texto.**
3. O trabalho deve ser o mais claro e conciso possível.

4 . Os nomes dos autores, bem como a identificação dos mesmos na nota de rodapé não devem ser enviadas no artigo, quando da submissão. Devem ser incluídas no artigo apenas na fase final de publicação.

5. Os artigos deverão ser divididos, sempre que possível, em seções com cabeçalho, na seguinte ordem: RESUMO, ABSTRACT (precedido da tradução do título para o inglês), INTRODUÇÃO, MATERIAL E MÉTODOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO, AGRADECIMENTOS e LITERATURA CITADA. Não há necessidade dessa subdivisão para os artigos sobre revisões de literatura e notas científicas, embora devam ter, obrigatoriamente, RESUMO e ABSTRACT. Tais seções devem ser constituídas de:

TÍTULO do trabalho deverá ser claro e conciso e conter, se possível, não mais de 80 caracteres. Deverá ser escrito em letras maiúsculas, bem centrado na parte superior da página. Se houver subtítulo, deverá ser escrito em seguida ao título, apenas com a inicial maiúscula, e precedido de um número de ordem em algarismo romano. Os nomes comuns das plantas daninhas e das culturas devem ser seguidos pelo nome científico entre parênteses, em itálico, omitindo o classificador do nome latino. Deve ser usado somente o nome comum dos herbicidas. Colocar o número 1 sobrescrito no final do título. A nota de rodapé deverá ser a seguinte:

1 Recebido para publicação em (espaço para dia, mês e ano) e na forma revisada em (espaço para dia, mês e ano).

Palavras-chave e Key Words: devem ser apresentadas até seis (6) palavras-chave e Key Words imediatamente após o RESUMO e ABSTRACT, em ordem alfabética. Devem ser elaboradas de modo que o trabalho seja rapidamente resgatado nas pesquisas bibliográficas. Não podem ser retiradas do título do artigo. Digitá-las em letras minúsculas, com alinhamento justificado e separado por vírgulas. Não devem conter ponto final.

RESUMO que deve apresentar, objetivamente, uma breve frase introdutória, que justifique o trabalho, o que foi feito e estudado, os mais importantes resultados e conclusões. Será seguido da indicação dos termos de indexação, preferencialmente diferentes daqueles constantes do título. A tradução do RESUMO para o inglês constituirá o ABSTRACT.

INTRODUÇÃO que deve ser breve, esclarecendo o tipo de problema abordado ou a(s) hipótese(s) de trabalho, com citação da bibliografia específica e finalizar com a indicação do objetivo do trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS em que devem ser reunidas informações necessárias e suficientes que possibilitem a repetição do trabalho por outros pesquisadores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO deverão ser apresentados como um só capítulo. Não haverá um capítulo separado para conclusões, mas os autores poderão finalizar o capítulo "Resultados e Discussão" com uma conclusão sumarizada.

AGRADECIMENTOS deverão ser sucintos e colocados neste capítulo.

LITERATURA CITADA: Todos os trabalhos mencionados no texto deverão ser ordenados alfabeticamente pelo sobrenome do primeiro autor, sem numeração. As referências devem seguir as normas da ABNT. Os títulos dos periódicos devem ser abreviados segundo o sistema adotado para abreviação de títulos de revistas (periódicos) do "World List of Scientific Periodicals", conforme exemplos a seguir:

Periódicos:

OLIVEIRA Jr., R.S., KOSKINEN, W.C., FERREIRA, F. A. Spatial variability of imazethapyr sorption in soil. *Weed Sci.*, v.47, p.243-248, 1999.

Livros devem ser evitados.

Capítulos de livros:

SCHMIDT, R. R. Development herbicides - Role of bioassays. In: STREIBIG, J. C., & KUDSK, P. *Herbicide bioassays*. Boca Raton, CCR Press, 1993. p 7-29.

TESES e dissertação devem ser evitadas, procurando-se referenciar os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados.

SANTOS, J. B. dos Atividade microbiana após aplicação de herbicidas utilizados no cultivo do feijão. 2005. 80 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005

Não devem ser citados **Resumos** e **Relatórios de pesquisa**, a não ser que a informação seja muito importante e não tenha sido publicada sob outra forma. Comunicações pessoais devem ser colocadas no rodapé da página em que aparecem no texto, devendo, se possível, ser evitadas. Devem ser utilizados apenas artigos originais, evitando-se citações do tipo: Andrade (1991), citado por Martins (1993).

TABELAS devem ser digitadas em folhas separadas. A palavra Tabela deve ter somente a primeira letra maiúscula e seguida pelo número (arábico) e título.

FIGURAS E ILUSTRAÇÕES (gráficos, fotografias, desenhos e mapas) deverão ser designadas como Figuras, numeradas com algarismos arábicos e em maiúsculas.

Citação de trabalhos publicados em CD ROM

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [1999] 17par. CD-ROM. Forragicultura. Avaliação com animais. FOR-020.

Na citação de material bibliográfico obtido via internet, o autor deve procurar sempre usar artigos assinados, sendo também sua função decidir quais fontes têm realmente credibilidade e confiabilidade.

Citação de trabalhos em meios eletrônicos

Usenet News

Autor, < e-mail do autor, "Assunto", "Data da publicação", < foi que em (data)>

E.mail

Autor, < e-mail do autor. "Assunto", Data de postagem, e-mail pessoal, (data da leitura)