

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JEFERSON TIAGO PIANO

**MANEJOS DE CEREAIS DE INVERNO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA PECUÁRIA E SUA INFLUÊNCIA SOBRE AS PROPRIEDADES
FÍSICAS DO SOLO, RESÍDUOS CULTURAIS E PLANTAS DANINHAS**

Marechal Cândido Rondon

2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JEFERSON TIAGO PIANO

**MANEJOS DE CEREAIS DE INVERNO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA PECUÁRIA E SUA INFLUÊNCIA SOBRE AS PROPRIEDADES
FÍSICAS DO SOLO, RESÍDUOS CULTURAIS E PLANTAS DANINHAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Professor Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira
Coorientadora: Professora Dr^a. Edleusa Pereira Seidel

Marechal Cândido Rondon

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

P581m	<p>Piano, Jeferson Tiago</p> <p>Manejos de cereais de inverno em sistema de integração lavoura pecuária e sua influência sobre as propriedades físicas do solo, resíduos culturais e plantas daninhas / Jeferson Tiago Piano - Marechal Cândido Rondon, 2014. 89 p.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira Coorientadora: Prof. Dr. Edleusa Pereira Seidel</p> <p>Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2014.</p> <p>1. Culturas de inverno. 2. Solo - Porosidade. 3. Integração lavoura-pecuária. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 22.ed. 633.2 631.4 633 CIP-NBR 12899</p>
-------	--



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000
Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

Ata da reunião da Comissão Julgadora da Defesa de Dissertação do Engenheiro Agrônomo **JEFERSON TIAGO PIANO**. Aos vinte e sete dias do mês de fevereiro de 2014, às 14h, sob a presidência do Prof. Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira, em sessão pública, reuniu-se a Comissão Julgadora da Defesa da Dissertação do Engenheiro Agrônomo Jeferson Tiago Piano, discente do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Agronomia - Nível Mestrado e Doutorado com área de concentração em **"PRODUÇÃO VEGETAL"**, visando à obtenção do título de **"MESTRE EM AGRONOMIA"**, constituída pelos membros: Prof.^a Dr.^a Deize Dalazen Castagnara (Unipampa), Prof. Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi (Unioeste) e Prof. Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira (Orientador).

Iniciados os trabalhos, o candidato apresentou seminário referente aos resultados obtidos e submeteu-se à defesa de sua Dissertação, intitulada: **"Manejos de cereais de inverno em sistema de integração lavoura pecuária e sua influência sobre as propriedades físicas do solo, resíduos culturais e plantas daninhas"**.

Terminada a defesa, procedeu-se ao julgamento dessa prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição:

Prof.^a Dr.^a Deize Dalazen Castagnara.....Aprovado
Prof. Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi.....Aprovado
Prof. Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira (Orientador).....Aprovado

Apurados os resultados, verificou-se que o candidato foi habilitado, fazendo jus, portanto, ao título de **"MESTRE EM AGRONOMIA"**, área de concentração em **"PRODUÇÃO VEGETAL"**. Do que, para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Comissão Julgadora.

Marechal Cândido Rondon, 27 de fevereiro de 2014.

Prof.^a Dr.^a Deize Dalazen Castagnara

Prof. Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi

Prof. Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira (Orientador)

GRADECIMENTOS

A Deus acima de tudo, pois sem Ele nada seria possível.

À Universidade Estadual do Oeste de Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pela oportunidade de realização do Mestrado.

Ao meu Orientador Professor Dr. Paulo Sergio Rabello de Oliveira e, a minha coorientadora Professora Dr^a. Edleusa Pereira Seidel, pela amizade, orientação, paciência, confiança e credibilidade em mim depositada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Agronomia (PPGA) da UNIOESTE, Campus de Marechal Candido Rondon, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos meus familiares pela ajuda, apoio e compreensão.

Aos colegas de mestrado e doutorado pela convivência e amizade, especialmente a Poliana Ferreira da Costa e Loreno Egídio Taffarel pelo companheirismo, apoio e incentivo.

A direção e funcionários do Núcleo de Estações Experimentais pelo apoio na realização do experimento.

A todos os funcionários e estagiários dos laboratórios de Química Agrícola e Ambiental, Fertilidade do Solo e Física do Solo da UNIOESTE pela ajuda na realização das análises.

Aos membros componentes da banca examinadora, pela avaliação do trabalho, orientação, sugestões e contribuições fornecidas.

E a todos aqueles que não foram citados, mas que direta ou indiretamente contribuíram na realização desse trabalho.

Muito Obrigado!

“A mente que se abre a uma nova idéia,
jamais voltará ao seu tamanho normal.”
(Albert Einstein)

MANEJOS DE CEREAIS DE INVERNO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA E SUA INFLUENCIA SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO, RESÍDUOS CULTURAIS E PLANTAS DANINHAS

Resumo

O estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes manejos de cereais de inverno cultivados e submetidos ao pastejo, sobre as propriedades físicas do solo, a quantidade e os teores de nutrientes dos resíduos culturais, além da incidência de plantas daninhas. O trabalho foi desenvolvido em área experimental da Universidade Estadual do Oeste Paraná - *Campus* Marechal Cândido Rondon, em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (LVdf). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema de faixas, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de três diferentes cereais de inverno (aveia IPR 126, trigo BRS Tarumã e triticale IPR 111) nas faixas A e os manejos nas faixas B: sem pastejo, um pastejo e dois pastejos. Com relação às propriedades físicas do solo (macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade), determinadas com anéis volumétricos, constatou-se que estas sofreram pequenas influências, com exceção da densidade do solo, devido aos tratamentos empregados, nas avaliações após a colheita dos cereais de inverno e da cultura da soja. A resistência do solo à penetração, determinada com penetrometro de impacto, foi influenciada pela cultura, após a colheita dos cereais de inverno e, pelo manejo após a colheita da soja, na camada de 20 a 25 cm e de 25 a 30 cm de profundidade. Os diferentes cereais de inverno utilizados influenciaram na quantidade de resíduos orgânicos remanescente, nos teores de C, P e na relação C:N. A maior quantidade de resíduos culturais foi encontrada no manejo em que não foi realizado pastejo. Através do método do quadrado inventário, foram identificadas 11 famílias e 16 espécies, de plantas daninhas na área, destacando-se as famílias Poaceae e Asteraceae.

Palavras-chave: porosidade do solo, resistência a penetração, culturas de inverno, fitossociologia.

WINTER CEREALS MANagements IN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK AND ITS INFLUENCE ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF SOIL, CULTURAL RESIDUES AND WEED

Abstract

The study aimed and was conducted to evaluate the effects of different managements of cereals grown and subjected to grazing on soil physical properties, quantity and nutrient content of winter crop residues, besides the incidence of weeds. The study was conducted in the experimental area of the State University of West Paraná - Campus Marechal Cândido Rondon in Dystrophic Oxisol. The experimental design was randomized blocks in split-plot, with four replications. The treatments consisted of three different winter cereals (oats IPR 126, wheat and triticale BRS Tarumã IPR 111) in bands A and managements in B bands: ungrazed , one grazing and two grazing. With respect to soil physical properties (macroporosity, microporosity, total porosity and density), determined by collecting soil core, it was found that they suffered minor influences, with the exception of soil density due to treatments, evaluations after harvest of winter cereals and soybeans. The resistance to penetration, determined with an impact penetrometer, was influenced by the crop after harvest of winter cereals and by management after the soybean harvest in 20-25 cm layer and 25-30 cm depth. The different winter cereals used influenced the amount of remaining organic waste, the levels of C and P in the C:N. The largest amount of crop residues was found that the management was not performed grazing. Through the inventory square method, were identified 11 families and 16 species of weeds in the area, highlighting the Poaceae and Asteraceae families .

Key-words: soil porosity, penetration resistance, winter crops, phytosociology

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

MANEJOS DE CEREAIS DE INVERNO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA E SUA INFLUENCIA SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICAS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO

Figura 1. Resistência do solo a penetração (MPa), na camada de 0 a 35 cm de profundidade, antes da implantação das culturas de inverno35

Figura 2. Médias mensais das temperaturas máxima, mínima e média e precipitação pluviométrica acumulada durante os meses do período experimental. SC, CC, SS, CS sementeira dos cereais de inverno, colheita cereais de inverno, sementeira soja, colheita da soja, respectivamente. 1 e 2: pastejos dos cereais de inverno.36

Figura 3. Resistência do solo a penetração (MPa), na camada de 0 a 35 cm de profundidade, após a colheita das culturas de inverno (A) e após a colheita da cultura da soja (B). Aveia, trigo e triticale: culturas de inverno. SP, 1P e 2P: sem pastejo, um pastejo e dois pastejos, respectivamente.48

CAPÍTULO 3

PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ACÚMULO DE NUTRIENTES DE RESÍDUOS DE CEREAIS DE INVERNO MANEJADOS SOB SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

Figura 1. Médias mensais das temperaturas máxima, mínima e média e precipitação pluviométrica acumulada durante os meses do período experimental. S: sementeira dos cereais de inverno. C: colheita cereais de inverno. R: coleta dos resíduos culturais. 1 e 2: pastejos dos cereais de inverno.61

CAPÍTULO 4

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS EM ÁREA CULTIVADA COM DIFERENTES CEREAIS DE INVERNO MANEJADOS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

Figura 1. Médias mensais das temperaturas máxima, mínima e média e precipitação pluviométrica acumulada durante os meses do período experimental. s: sementeira dos cereais de inverno. c: colheita cereais de inverno. a: levantamento fitossociológico. 1 e 2: pastejos dos cereais de inverno.78

Figura 2. Índice de importância relativa (I_r) das principais espécies infestantes em função dos diferentes manejos empregados.84

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

MANEJOS DE CEREAIS DE INVERNO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA E SUA INFLUENCIA SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICAS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO

Tabela 1. Características químicas e textural do solo, na camada de 0 a 30 cm de profundidade, antes da implantação das culturas de inverno.	34
Tabela 2. Propriedades físicas do solo, na camada de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm de profundidade, antes da implantação das culturas de inverno.	35
Tabela 3. Valores de F calculado para as propriedades físicas do solo na camada de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, após a colheita dos cereais de inverno.	39
Tabela 4. Valores de F calculado para as propriedades físicas do solo na camada de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, após a colheita da cultura da soja.	39
Tabela 5. Propriedades físicas do solo na camada de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm de profundidade de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico sob diferentes manejos de cereais de inverno, após a colheita dos cereais de inverno.	40
Tabela 6. Propriedades físicas do solo na camada de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm de profundidade de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico sob diferentes manejos de cereais de inverno, após a colheita da soja.	41
Tabela 7. Valores de F calculado para a resistência do solo a penetração após a colheita dos cereais de inverno.	46
Tabela 8. Valores de F calculado para a resistência do solo a penetração após a colheita da cultura da soja.	47

CAPÍTULO 3

PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ACÚMULO DE NUTRIENTES DE RESÍDUOS DE CEREAIS DE INVERNO MANEJADOS SOB SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

Tabela 1. Características químicas e textural do solo, na camada de 0 a 30 cm de profundidade, antes da implantação das culturas de inverno.	60
Tabela 2. Valores de F calculado para a produção e composição química da palhada residual, de diferentes cereais de inverno, manejados em sistema de integração lavoura pecuária.	64
Tabela 3. Valores de F calculado para o acúmulo de nutrientes da palhada residual, de diferentes cereais de inverno, manejados em sistema de integração lavoura pecuária.	65
Tabela 4. Quantidade e composição química da palhada residual, de diferentes cereais de inverno, manejados em sistema de integração lavoura pecuária.	66
Tabela 5. Acúmulo de nutrientes da palhada residual, de diferentes cereais de inverno, manejados em sistema de integração lavoura pecuária.	67

CAPÍTULO 4

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS EM ÁREA CULTIVADA COM DIFERENTES CEREAIS DE INVERNO MANEJADOS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

Tabela 1. Características químicas e textural do solo, na camada de 0 a 30 cm de profundidade, antes da implantação das culturas de inverno.77

Tabela 2. Distribuição das plantas daninhas por família e espécie coletadas em área de integração lavoura pecuária com diferentes cereais de inverno sob diferentes manejos.....81

Tabela 3. Número de presença em quadrados (Nq), número de indivíduos (Ni), frequência (F), frequência relativa (Fr) (%), densidade (D) (pl. m⁻²), densidade relativa (Dr) (%), abundância (A), abundância relativa (Ar) (%) e índice importância relativa (Ir) gerais, em área de integração lavoura pecuária com diferentes cereais de inverno sob diferentes manejos.....82

Tabela 4. Coeficiente de similaridade do levantamento fitossociológico realizado em área de integração lavoura pecuária com diferentes cereais de inverno sob diferentes manejos.85

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	12
1.1 Introdução	12
1.2 Revisão Bibliográfica	13
1.2.1 Sistema de Integração Lavoura Pecuária	13
1.2.2 Aveia	15
1.2.3 Triticale.....	17
1.2.4 Trigo	18
1.2.5 Soja	19
1.2.6 Propriedades Físicas do Solo	20
1.2.7 Resíduos Culturais	21
1.2.8 Levantamento Fitossociológico	23
1.3 Referências Bibliográficas	24
CAPÍTULO 2	33
MANEJOS DE CEREAIS DE INVERNO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA E SUA INFLUENCIA SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICAS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO	33
2.1 Introdução	33
2.2 Material e Métodos	34
2.3 Resultados e Discussão	38
2.3.1 Macroporosidade.....	41
2.3.2 Microporosidade.....	43
2.3.3 Porosidade Total	44
2.3.5 Resistência à Penetração	45
2.4 Conclusões	49
2.5 Referências Bibliográficas	50
CAPÍTULO 3	56
PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ACÚMULO DE NUTRIENTES DE RESÍDUOS DE CEREAIS DE INVERNO MANEJADOS SOB SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA	56
3.1 Introdução	59
3.2 Material e Métodos	60
3.3 Resultados e Discussão	63

3.4 Conclusões.....	69
3.5 Referências Bibliográficas	69
CAPÍTULO 4.....	74
LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS EM ÁREA CULTIVADA COM DIFERENTES CEREAIS DE INVERNO MANEJADOS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA	74
4.1 Introdução	75
4.2 Material e Métodos.....	77
4.3 Resultados e Discussão.....	80
4.4 Conclusões.....	86
4.5 Referências Bibliográficas	86

CAPÍTULO 1

1.1 Introdução

A região Oeste do Paraná é caracterizada pela predominância de pequenas propriedades, por isso existe uma preocupação na diversificação e sustentabilidade das mesmas. As atividades estão baseadas na produção de grãos, com predominância da semeadura direta e na produção animal, sendo a região uma importante bacia leiteira. A conciliação das atividades é importante para que ambas coexistam de forma harmônica, seja na produção de alimentos pela agricultura para os animais ou pela utilização de dejetos gerados pelos animais na agricultura.

Em se tratando da alimentação animal, existe uma diminuição natural na produção de forragem de plantas tropicais no período de inverno na região, devido à diminuição das temperaturas, sendo que a utilização de cereais de inverno é uma alternativa viável para produção de volumoso ou de grãos. Para se integrar a agricultura com a pecuária preconiza-se o uso do sistema de integração lavoura pecuária (SILP) como ferramenta para se atingir este objetivo. Sendo que, a utilização de cereais de inverno, no sistema de duplo propósito, permite fornecer aos animais forragem verde no período crítico de carência alimentar, além de, aumentar a estabilidade da receita e da produção, pela melhoria na qualidade e produtividade dos grãos dos cereais de inverno (BORTOLINI et al., 2004).

Um dos maiores receios dos produtores é que a entrada de animais em áreas cultivadas exclusivamente com culturas agrícolas compacte o solo, ou seja, provoque uma modificação estrutural. Entretanto o que provoca a compactação de um solo não é exclusivamente a entrada de animais ou mesmo de um equipamento agrícola. Na realidade, a forma que se dá a entrada dos animais, ou seja, o manejo animal, bem como o manejo da cobertura vegetal que se encontra sobre este solo é que pode compactá-lo (ASSMAN et al., 2008).

Nesse sentido, o SILP desenvolve-se como uma opção, para regiões tipicamente agrícolas ou pecuárias, de sustentabilidade do agroecossistema, desde que se respeitem as particularidades de cada local (MORAES et al., 2011). O SILP é complexo por natureza, com inúmeras interações espaço-temporais que provocam alterações constantes nas características e nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, sendo que, a compreensão e o manejo dos processos nesta

escala de ordem é um desafio (ANGUINONI et al., 2011). Além disso, o manejo que é aplicado à cultura forrageira, pode afetar a cobertura do solo, ou seja, na quantidade da palhada residual, bem como na incidência de plantas daninhas.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo geral estudar diferentes manejos de cereais de inverno (aveia, triticale e trigo) em um sistema de integração lavoura-pecuária, avaliando a sua influência sobre as plantas daninhas, palhada e propriedades físicas do solo após o cultivo de inverno e sobre a cultura da soja no cultivo de verão, na região oeste do Paraná.

Também, de forma específica, foram determinados se a presença do componente animal da integração lavoura pecuária, influencia as propriedades físicas do solo nas camadas superficiais. Quantificado e determinado os nutrientes presentes nos resíduos orgânicos disponibilizados pelos cereais de inverno. Realizado levantamento fitossociológico da área e avaliar se o uso do solo tem influência no surgimento de plantas daninhas.

1.2 Revisão Bibliográfica

1.2.1 Sistema de Integração Lavoura Pecuária

O sistema de integração lavoura pecuária baseia-se na premissa da sustentabilidade dos sistemas de produção (SANTOS et al., 2011a). As áreas agrícolas dão suporte à pecuária com a produção de alimento para os animais, seja na forma de grãos, silagem e feno ou de pastejo direto (MELLO et al., 2004), enquanto a pecuária dá suporte à atividade agrícola por meio da utilização das áreas normalmente mantidas em pousio, possibilitando o aumento da renda da propriedade e a deposição de palhada para implementação do sistema de semeadura direta (BALBINOT JR. et al., 2011).

No contexto da produção de grãos, a integração lavoura pecuária tem surgido como uma alternativa muito eficiente de manutenção da produtividade de grãos e da produção animal (MACEDO, 2009). Esse sistema de exploração agrícola é caracterizado por integrar as duas atividades com os objetivos de maximizar racionalmente o uso da terra, da infraestrutura e da mão de obra, diversificar, verticalizar a produção e minimizar custos (MELLO et al., 2004).

Sistemas de integração lavoura pecuária têm efeito do animal e esse efeito depende, entre outros, do manejo da intensidade de pastejo, principal determinante da produção animal, das condições de solo e da quantidade de palhada que se transferem à fase agrícola (CARVALHO et al., 2005). A presença do animal na pastagem pode alterar a produtividade do ecossistema para uma direção positiva ou negativa. A magnitude das alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, que são os responsáveis por afetar o desenvolvimento radicular das culturas de grãos (TAYLOR e BRAR, 1991), está na dependência do manejo que é aplicado nas áreas sob pastejo.

O animal modifica os fluxos clima-solo-plantas pela ingestão dos nutrientes via forragem consumida, sua digestão e, retorno ao sistema via fezes e urina. Ele impõe heterogeneidade na distribuição espacial dos nutrientes ao pastar de forma seletiva e criar mosaicos de alturas de pasto e composições morfológicas contrastantes em nível de dossel (ANGUINONI et al., 2011). A presença do animal pode provocar alterações nas vias dos fluxos de nutrientes, bem como na sua natureza e magnitude, modificando o funcionamento do sistema. Excessos de lotação podem causar compactação superficial, ainda que essa compactação possa ser revertida pela fase lavoura (FLORES et al., 2008). Por manter os teores de matéria orgânica em níveis adequados, além de proporcionar maior qualidade, sustentabilidade e capacidade de produção dos solos agrícolas, o sistema de ILP, em intensidades moderadas de pastejo, é considerado um dos sistemas de manejo mais eficientes em melhorar a estrutura do solo (SOUZA 2008).

Segundo Fontaneli et al. (2000), a introdução de pecuária em áreas agrícolas foi positiva quando as pastagens foram adequadamente manejadas. Contudo, o maior entrave para o cultivo dos adubos verdes de verão é a competição por área com culturas comerciais, como o milho, por exemplo. Dessa forma, uma das alternativas seria o cultivo de plantas de cobertura e/ou forrageiras no período do inverno, visto que muitas áreas são mantidas em pousio devido aos riscos econômicos da semeadura de culturas produtoras de grãos (ROSSOL et al., 2011). A possibilidade de uso de cereais de inverno na alimentação de bovinos nos meses de inverno em áreas tradicionais de agricultura tem conduzido à atividade de integração lavoura pecuária (BORTOLINI, et al., 2004).

Em áreas em que, no inverno foram utilizadas gramíneas ou consórcios de gramíneas/leguminosas, ocorreram reduções na taxa de perdas de N e aumentos na eficiência de ciclagem deste nutriente (ASSMANN et al., 2003). Devido à necessidade de manutenção de grande quantidade de biomassa para assegurar o bom uso do sistema de plantio direto, a implantação da integração lavoura pecuária sobre essas áreas pode parecer conflitante, uma vez que grande parte da biomassa da pastagem produzida no inverno, que serviria de cobertura de solo para semeadura das culturas de verão, será ingerida pelos animais (ASSMAN et al., 2008).

Porém, o sucesso do sistema de integração lavoura pecuária depende de diversos fatores, que são dinâmicos e interagem entre si, e entre os componentes do sistema, destacam-se o solo, a planta e o animal (AGUINAGA et al., 2008). No entanto, estes sistemas devem ser economicamente eficientes, sem impacto ambiental nem incorrer em práticas que afetem sua sustentabilidade (ASSMANN et al., 2010).

Os sistemas de produção com integração lavoura pecuária manejados sob sistema plantio direto (SPD) têm mostrado maior rentabilidade por área, maior diversificação de atividades, menor risco econômico e menor custo de produção (MACEDO, 2009). Porém, para serem viáveis, devem ser identificados regionalmente sistemas de produção de média e longa duração, que integrem a produção de grãos com a de pastagens perenes que predominam localmente. Assim, pode-se atingir a sustentabilidade e podem-se obter melhores resultados econômicos (SANTOS et al., 2011b).

1.2.2 Aveia

A cultura da aveia é uma alternativa técnica e economicamente viável de cultivo no período de outono/inverno/primavera, especialmente no Centro-Sul do Brasil, pois além das aplicações como forrageira, é utilizada como cobertura verde/morta para proteção e melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, dando sustentabilidade ao sistema plantio direto (FLOSS et al., 2007).

As áreas agrícolas do Brasil destinadas ao cultivo da aveia crescem a cada ano, e em 2013 estima-se que a área semeada na região Centro-Sul foi de 168 mil hectares (CONAB, 2013).

A utilização de aveia-branca (*Avena sativa*, L.), por outro lado, deve-se à sua produção e às diversas formas como esta cultura pode ser empregada, como pastejo direto, produção de grãos e cobertura de solo, pode ser oferecida diretamente no cocho, como massa verde, silagem ou feno. Já a aveia-preta é a mais utilizada para pastejo, especialmente por apresentar maior rusticidade em comparação à aveia-branca (TAFERNABERRI Jr. et al., 2012).

Dentre as aveias, a mais cultivada é a aveia preta comum (FEROLLA et al., 2007), porém, a aveia branca também apresenta grande potencial de utilização (PRIMAVESI et al., 2004). O desenvolvimento de cultivares com ciclos vegetativos mais longos tem estimulado seu plantio (BORTOLINI et al., 2005), tornando a aveia branca um importante componente em sistemas de produção agrícola, por possibilitar alta produção de forragem e palhada em sistema de integração lavoura pecuária com semeadura direta (PRIMAVESI et al., 2004).

Embora as espécies de aveia sejam muito utilizadas na Região Sul do Brasil, há dificuldades na sua implantação, devido ao pequeno número de cultivares lançados para o pastejo direto. A aveia-branca tem maior concentração de cultivares para produção de grãos e poucos para produção de forragem, portanto, o melhoramento genético dessa espécie torna-se necessário para o lançamento de cultivares mais produtivos e adaptados ao pastejo direto (TAFERNABERRI JR et al., 2012).

A cultura também se destaca por exercer efeito alelopático sobre uma série de plantas daninhas e controle de moléstias como o mal-do-pé (*Gaeumannomyces graminis*) em trigo e a redução de nematóides e esclerotínia da soja (FLOSS e FLOSS, 2007).

A aveia branca (*Avena sativa*) cv. IPR 126 foi lançada pelo IAPAR em 2005, sendo indicada para forragem, rotação de culturas e cobertura de solo para semeadura direta. A cultivar tem como características o ciclo longo, com plantas de hábito de crescimento semi prostrado, proporcionando rápida cobertura do solo, e um sistema radicular vigoroso, que garante bom suporte ao pisoteio animal e à falta de água, além de apresentar elevada produção de massa seca (IAPAR, 2012a).

1.2.3 Triticale

O triticale (*X. triticosecale* Wittmack) é um cereal de inverno resultante da hibridação de duas espécies distintas, o trigo (*Triticum aestivum* L.) e o centeio (*Secale cereale* L.), que lhe conferiram qualidades panificáveis e rusticidade (STEINER et al., 2011).

Devido a sua rusticidade, apresenta elevadas características de produtividade, adaptabilidade, resistência a diversas doenças e tolerância a condições desfavoráveis de acidez do solo, em especial a toxicidade do alumínio, pode ser cultivado em regiões marginais a cultura do trigo (GUERRA, 2008).

No Brasil, o estudo com triticale teve início em 1961, com a introdução de cultivares de origem canadense e mexicana (GUERRA, 2008). As principais áreas produtoras de triticale estão localizadas nas regiões Sul, Centro Oeste e Sudeste, em áreas marginais às do cultivo da cultura do trigo, pois, devido à qualidade panificativa inferior, passou a ser direcionado à alimentação animal ou cobertura vegetal para a proteção do solo e adubação verde (BAIER, 1997). A área agrícola do Brasil destinada ao cultivo do triticale para o ano de 2013 foi estimada em 48 mil hectares (CONAB, 2013).

Segundo Oettler (2005) o triticale apresenta boas características nutricionais dos grãos, sendo adequado para uso na alimentação de animais. O triticale é uma fonte de energética em rações, devido à elevada presença de amido, além de apresentar elevados teores de proteínas (GUERRA, 2008).

O triticale pode ser utilizado para o pastoreio ou para a produção de feno ou silagem. Este cereal é ideal para programas de pastoreio direto, sendo que o hábito de crescimento, caracteres agronômicos e nutritivos variam amplamente, dependendo do ambiente onde são cultivados, da variedade utilizada da fertilidade do solo e do manejo da cultura (OETTLER, 2005).

A cultivar IPR 111, foi lançada pelo IAPAR em 2003, sendo indicada para todas as regiões tritícolas do Estado do Paraná. A cultivar IPR 111 é recomendada para a rotação de cultura e seus grãos são usados na produção de biscoitos e rações. Tem como características o ciclo médio e plantas de hábito de crescimento semivertical (IAPAR, 2012b).

1.2.4 Trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.), geralmente é utilizado para produção de grãos, para alimentação humana e animal (FONTANELI et al., 2009). Estima-se que no Brasil a área destinada ao cultivo do trigo para o ano de 2013 ultrapassou os 2.089 mil hectares (CONAB, 2013).

Porém, seu uso pode não ser restrito à produção de grãos, podendo ser usado, também, para produção de forragem, especialmente os trigos de duplo propósito. O uso de cereais de inverno de duplo propósito pode viabilizar economicamente a utilização de sistemas em integração lavoura pecuária, o que torna a atividade agrícola mais estável e equilibrada em seus componentes, pois possibilita maior período de utilização do solo com culturas anuais e implica em maior produção de alimentos e na manutenção ou no aumento da fertilidade do solo (SANTOS et al., 2011a).

Cultivares de duplo propósito devem ter um ciclo apropriado para o pastejo e colheita de grãos, com fase vegetativa longa e reprodutiva curta. Estas características de ciclo tardio-precoce (DEL DUCA e FONTANELI, 1996), proporcionam antecipação da semeadura à época normal e redução de perdas com geadas no florescimento, em função do prolongamento do período vegetativo (BRUNETTA et al., 1997).

O trigo de duplo propósito, após pastejo, pode proporcionar produtividade de grãos semelhante ou superior à do trigo não pastejado, em virtude do aumento no perfilhamento e da emissão de novas folhas, e em razão de seu menor porte, que favorece o maior aproveitamento da luz solar (SANTOS et al., 2005) e prevenir o seu acamamento. Entretanto, algumas pesquisas mostram que a produção grãos diminui à medida que o ganho de peso animal por hectare aumenta, ou ainda, conforme o período de pastejo aumenta, associando a intensidade de pastejo e duração do pastejo como os principais fatores relacionados à menor produção de grãos (REDMON et al., 1995).

A cultivar de trigo BRS Tarumã, é resultante do cruzamento simples entre as cultivares Century e BR 35. Pertence ao grupo de trigos denominados como de duplo-propósito ou tardio-precoce e da classe pão, sendo apropriado à integração lavoura-pecuária. É recomendado para os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio

Grande do Sul. O pastejo pode ser iniciado quando as plantas estiverem com 25 a 35 cm de estatura, no estágio vegetativo, o que normalmente ocorre entre 40 e 60 dias após a sementeira (SANTOS e FONTANELI, 2006).

1.2.5 Soja

A soja (*Glycine max* L. Merrill) pertence à família Fabaceae (leguminosa), de origem na China, é um grão rico em proteínas, cultivada como alimento tanto para humanos quanto para animais (COELHO et al., 2011). A soja é uma das culturas agrícolas de maior importância no mundo, tendo como principais produtos o óleo e o farelo de soja, além de ser importante matéria prima para a indústria. O óleo de soja é o mais utilizado pela população mundial no preparo de alimentos e também é extensivamente usado em rações animais, sendo que, outros produtos derivados da soja incluem farinha, sabão, cosméticos, resinas, tintas, solventes e biodiesel (COELHO et al., 2011).

A soja chegou ao Brasil via Estados Unidos, sendo os primeiros estudos realizados na Bahia em 1882, entretanto, somente a partir da década de 1960, que se estabeleceu como cultura economicamente importante para o Brasil (EMBRAPA 2013). Atualmente é cultivada em praticamente todo o território nacional, sendo a soja é considerada a cultura mais importante do País (SILVA et al., 2009), ocupando uma área estimada na safra 2012-2013, em 27.721 milhões ha (CONAB, 2013).

O cultivo de espécies anuais durante o verão, como a da cultura da soja, é um sistema que predomina principalmente em sucessão ao cultivo de pastagens anuais do período de inverno, como aveia ou milheto, sendo que no verão seguinte há o retorno da safra de verão, sendo conduzido no sistema de plantio direto (GIMENES et al., 2010). A cultura da soja pode, ainda, anteceder à pastagem, em sistema de rotação de culturas, uma vez que sua palhada se decompõe rapidamente, liberando nutrientes, em especial, o nitrogênio. Além disso, a cultura não é suscetível às pragas e doenças comuns às pastagens, e também, o manejo de plantas daninhas torna-se mais simples, em razão da alternância das espécies infestantes (GIMENES et al., 2010).

A cultivar BMX Potencia RR, apresenta ciclo semiprecoce, grupo de maturação 6.7, hábito de crescimento indeterminado, resistência ao acamamento, sendo o cultivo recomendado em áreas com rotação de culturas (BRASMAX 2012).

1.2.6 Propriedades Físicas do Solo

Segundo Penteadó (2007) as propriedades físicas do solo dizem respeito à capacidade de absorver e reter água, de aeração do solo e a facilidade que oferece para a penetração das raízes das plantas.

No entanto, o cultivo do solo pode alterar suas propriedades físicas, compactando-o, fato que pode ser expresso pelo aumento da densidade aparente devido ao tráfego de máquinas e implementos agrícolas, cultivo intensivo e sistema de manejo inadequado (HAMZA e ANDERSON, 2005). Processo semelhante ocorre com a presença de animais que se deslocando na busca por alimento (forragem), imprimem ao solo uma pressão resultante de sua massa corporal sobre os cascos (pisoteio), sendo que, o potencial de causar compactação no solo, por animais, é tanto quanto o de implementos agrícolas (GREENWOOD e MCKENZIE, 2001).

O termo compactação do solo refere-se ao processo que descreve o decréscimo de volume de solos não saturados quando uma determinada pressão externa é aplicada (LIMA, 2004). A compactação é uma alteração estrutural que promove reorganização das partículas e de seus agregados podendo limitar a adsorção, as trocas gasosas, absorção de nutrientes, infiltração e redistribuição de água, atraso na emergência das plântulas e comprometimento do desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea (MODOLO et al., 2008). Em solos compactados, o desenvolvimento das plantas é menor (GUIMARÃES et al., 2001), resultando em decréscimos na produtividade das culturas (MODOLO et al., 2008).

Os atributos físicos do solo são adequados para avaliar, o estado de compactação do solo, aspecto de grande importância para a infiltração da água no solo e para o desenvolvimento radicular das plantas. Solos compactados apresentam baixa permeabilidade, resultando em maior escoamento de água sobre a superfície do solo (GOEDERT, 2005). A compactação é um grave problema para a qualidade do solo e o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, ela reduz a produtividade das culturas agrícolas (REINERT et al., 2008), pois pode limitar o crescimento radicular das plantas, comprometendo sua capacidade de absorver nutriente e água (GUIMARÃES e MOREIRA, 2001). Os efeitos da compactação podem afetar a produtividade das culturas em maior ou menor grau, dependendo do

tipo de solo, do teor de água que possui, do nível de compactação e da espécie vegetal cultivada (RODRIGUES et al., 2009).

Segundo Hamza e Anderson (2005) a habilidade das raízes penetrarem no perfil diminui quando a densidade e a resistência do solo aumentam. Em solos com menor umidade, a coesão e a resistência do solo a penetração aumenta e, a pressão hidrostática das células das raízes diminui com consequente redução da força na coifa e na região meristemática para superar a resistência do solo.

Para Silva e Rosolem (2002), uma das alternativas para a descompactação do solo sem o revolvimento do mesmo seria o uso de plantas de cobertura e/ou forrageiras, com elevada produção de fitomassa e sistema radicular abundante. Por exemplo, com relação à densidade e porosidade solo, ainda que a fase pastagem seja mal conduzida, com lotação excessiva, os impactos têm sido restritos a camada superficial do solo (0 – 10 cm) e têm sido reversíveis (ANGUINONI et al., 2011).

A adição de matéria orgânica ao solo, pelo sistema ILP, é desejável para a física do solo, pois a principal propriedade física afetada pela matéria orgânica é a agregação (BAYER e MIELNICZUK, 2008). A estrutura e resultado da agregação das partículas (areia, silte e argila) com outros componentes do solo (matéria orgânica e mineral), originando massas distintas e formando agregados estáveis. Em função de a estrutura refletir o nível de organização do sistema, a integração de atributos físicos é utilizada como indicador da qualidade do solo. O conjunto da porosidade é um indicador da qualidade do solo, pois reflete a eficiência estrutural da agregação e da porosidade do solo (VEZZANI et al., 2008).

1.2.7 Resíduos Culturais

A adoção de tecnologias fundamentadas em bases conservacionistas como o sistema plantio direto e o uso de plantas de cobertura são alternativas para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (BOER et al., 2007). O sucesso do sistema está no fato de as palhadas acumuladas por culturas de cobertura e restos culturais de lavouras comerciais criarem ambientes favoráveis à recuperação e à manutenção da qualidade do solo (KLIEMANN et al., 2006).

O acúmulo de matéria orgânica no solo pode aumentar a resistência do solo à compactação ou reduzir seus efeitos, em virtude de aumentar o intervalo de

umidade em que o solo pode sofrer tráfego, aumentar a resistência do solo à deformação e por diminuir a resistência à penetração das raízes quando o solo está seco (BRAIDA et al., 2006).

O aumento de matéria orgânica na superfície do solo, em decorrência da produção de palhada pelas plantas de cobertura, em sistema de plantio direto, apresenta-se como fator fundamental para que sejam obtidas vantagens como a melhoria dos atributos químicos do solo (CAVALIERI et al., 2006), diminuição das perdas de solo por lixiviação e erosão, reciclagem e fornecimento gradativo de nutrientes para as culturas comerciais durante a decomposição (AMADO, 2000). Assim, plantas de cobertura com elevada capacidade de produção de matéria seca, em cultivo isolado ou consorciado, que sejam compatíveis quanto à época de semeadura e não possuam efeitos alelopáticos para a cultura principal, por exemplo, são recomendadas para a rotação de culturas (DAROLT, 1998).

A palhada depositada na superfície proporciona a cobertura do solo, que atua sobre as plantas daninhas, causando impedimento físico à germinação e, durante sua decomposição, pode produzir substâncias alelopáticas que atuam sobre as sementes destas espécies (KLUTHCOUSKI et al., 2004). Segundo Mateus et al. (2004), a cobertura vegetal atua ainda protegendo o solo da radiação solar, dissipando a energia de impacto das gotas de chuva, reduzindo a evaporação da água e aumentando a eficiência da ciclagem dos nutrientes. Solos sem cobertura vegetal apresentam, geralmente, maior amplitude térmica diária e menor teor de água do que solos protegidos (VIDAL e THEISEN, 1999).

Porém, além da quantidade, a taxa de decomposição de resíduos das culturas é uma variável importante na ciclagem de nutrientes em plantio direto (KLIEMANN et al., 2006). Resíduos culturais na superfície do solo constituem importante reserva de nutrientes (ROSOLEM et al., 2003). A principal reserva de nitrogênio do solo é a matéria orgânica, sendo o nitrogênio orgânico mineralizado pela ação das bactérias nitrificantes é convertido em amônio ou nitrato (RODRIGUES et al., 2009). A matéria orgânica pode conter, na sua composição, grande diversidade de nutrientes, além do nitrogênio, o fósforo e o enxofre, que são encontrados em maiores quantidades, ficando os mesmos disponíveis para as plantas, através do processo da mineralização realizado por microrganismos (PRIMAVESI, 1980).

A disponibilização de nutrientes pode ser rápida e intensa (ROSOLEM et al., 2003), ou lenta e gradual, conforme a interação entre os fatores climáticos, principalmente precipitações e temperatura, atividade macro e microbiológica do solo, qualidade e quantidade do resíduo vegetal (OLIVEIRA et al., 2002).

No que diz respeito à manutenção da palhada para viabilizar o sistema plantio direto (SPD), geralmente, as gramíneas contribuem com quantidades relativamente elevadas de fitomassa, caracterizadas pela alta relação C/N, o que aumenta a persistência da cobertura do solo ao longo do tempo (ANDREOLA et al., 2000). Por outro lado, as leguminosas, por fixarem o N atmosférico, possuem altos teores de N na matéria vegetal, e os restos vegetais geralmente têm baixa relação C/N, com decomposição relativamente acelerada, promovendo menor tempo de cobertura do solo (PERIN et al., 2004).

1.2.8 Levantamento Fitossociológico

As plantas daninhas são, indubitavelmente, um dos fatores mais importantes que afetam a economia agrícola, em caráter permanente (GIMENES et al., 2009), sendo que a interferência exercida pelas plantas daninhas compromete o rendimento e a qualidade da produção (FREITAS et al., 2005). A interferência das plantas daninhas pode causar perdas significativas na produtividade, devido, principalmente, à competição por luz, nutrientes e água, além de dificultar a colheita (NEPOMUCENO et al., 2007).

Para a prática do manejo integrado de plantas daninhas, é imprescindível conhecer os períodos de interferência destas com as culturas (RODRIGUES, et al., 2010). Também é necessário o conhecimento para a previsão da emergência das plantas infestantes e do impacto destas sobre as culturas (CIUBERKIS et al., 2007).

A primeira etapa de um manejo adequado de plantas daninhas em uma lavoura envolve a identificação das espécies presentes na área (OLIVEIRA e FREITAS, 2008). Um dos métodos mais utilizados no reconhecimento florístico em áreas agrícolas ou não é o denominado estudo fitossociológico (ERASMO et al., 2004). Os estudos fitossociológicos comparam as populações de plantas daninhas num determinado momento (OLIVEIRA e FREITAS, 2008). Desta forma, o conhecimento da comunidade infestante por meio da identificação e frequência das

espécies prevalentes são de fundamental importância, uma vez que a característica da população é que direcionará o tipo e a época do manejo que será adotado (ERASMO et al., 2004).

O grau de interferência de plantas daninhas numa cultura depende da comunidade infestante (espécies e densidade), do ambiente (condições climáticas, preparo de solo, cobertura do solo, características físicas e químicas do solo e práticas culturais adotadas). Estratégias de manejo do solo, como o sistema de plantio direto, pode reduzir a infestação de plantas daninhas pelo não-revolvimento do solo (JAKELAITIS et al., 2003) e pela presença de palhada na superfície do solo, que pode modificar as condições para a germinação de sementes e emergência das plântulas, em razão do efeito físico de cobertura e da liberação de substâncias alelopáticas (SOUZA et al., 2006).

1.3 Referências Bibliográficas

AGUINAGA, A.A.Q.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I. et al. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.9, p.1523-1530, 2008.

AMADO, T.J.C. Manejo da palha, dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes em plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: FEBRAPDP, 2000. p.105-111.

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. et al. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, n.4, p.867-874, 2000.

ANGUINONI, I.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F. et al. Benefícios da integração lavoura pecuária sobre a fertilidade do solo em sistema plantio direto. In: DA FONSECA, A. F.; CAIRES, E. F.; BARTH, G. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema de plantio direto**. AEACG/Inpag: Ponta Grossa, 2011.

ASSMANN, T.S.; RONZELLI JÚNIOR, P.; MORAES, A. et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.675-683, 2003.

ASSMAN, A.L.; SOARES, A.B.; ASSMANN, T.S. **Integração lavoura-pecuária para a agricultura familiar**. Londrina: IAPAR, 2008, 49p.

ASSMANN, T.S; ASSMANN, A.L.; ASSMANN, J.M. et al. Produção de gado de corte e de pastagem de aveia em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.7, p.1387-1397, 2010.

BALBINOT JR., A.A.; VEIGA, M.; MORAES, A. et al. Winter pasture and cover crops and their effects on soil and summer grain crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1357-1363, 2011.

BAIER, A.C. **Uso potencial do triticale para silagem**. Passo Fundo: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1997. 36p.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. ; CAMARGO, F.A.O.; eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Metrópole, p.7-18, 2008.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1269-1276, 2007.

BORTOLINI, P.C.; SANDINI, I.; CARVALHO, P.C.F. et al. Cereais de inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.45-50, 2004.

BORTOLINI, P.C.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F. Produção de forragem e de grãos de aveia branca sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.2192-2199. 2005.

BRAIDA, J.A.; REICHERT, J.M.; VEIGA, M. et al. 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**, Campinas, v.30, n.4, p.605-614, 2006.

BRASMAX. **Características e posicionamento - cultivares Brasmax**. Disponível em: http://www.brasmaxgenetica.com.br/archivos/manejo/manejo_22.pdf. Acesso em 15 de novembro de 2012.

BRUNETTA, D.; DOTTO, S.R.; FRANCO, F. A. et al. **Cultivares de trigo do Paraná: rendimento, características agronômicas e qualidade industrial**. Londrina: EMBRAPA–CNPSo, 1997. 48p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnico, 18).

CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. et al. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: GOTTSCHALL C.S.; SILVA, J.L.S.; RODRIGUES, N.C. **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas: Editora da ULBRA, p.7-44, 2005.

CAVALIERI, K.M.V.; TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P.S. et al. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.30, n.1, p.137-147, 2006.

CIUBERKIS, S.; BERNOTAS, S.; RAUDONIS, S. et al. Effect of weed emergence time and intervals of weed and crop competition on potato yield. **Weed Technology**, Lawrence, v.21, n.1, p.213-218, 2007.

COELHO, H.A.; GRASSI FILHO, H.; BARBOSA, R.D. et al. Eficiência agronômica da aplicação de nutrientes na cultura da soja. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, n.11, p.73-78, 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo levantamento**, Julho de 2013. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília : Conab, 2013, 29p.

DAROLT, M.R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: DAROLT, M.R. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPAR, p.16-45, 1998. (Circular, 101).

DEL DUCA, L.J.A.; FONTANELI, R.S. Utilização de cereais de inverno em duplo propósito (forragem e grão) no contexto do sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1996, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: Embrapa-CNPT, p. 177-180, 1996.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo da soja**. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>. Acesso em 20 de Março de 2013.

ERASMO, E.A.L., PINHEIRO, L.L.A.; COSTA, N.V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.2, p.195-201, 2004.

FEROLLA, F.S.; VASQUEZ, H.M.; SILVA, J.F.C. et al. Produção de matéria seca, composição da massa de forragem e relação lâmina foliar/caule + bainha de aveia-preta e triticale nos sistemas de corte e de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1512-1517, 2007.

FLORES, J.P.C; CASSOL, L.C.; ANGHINONI, I. et al. Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária submetido a pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.32, n.6, p.2385-2396, 2008.

FLOSS, E.L.; FLOSS, L.G. Cultivo de aveia em sistema de produção. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, 97ed. 2007.

FLOSS, E.L.; PALHANO, A.L.; SOARES FILHO, C.V. et al. Crescimento, produtividade, caracterização e composição química da aveia branca. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.29, n.1, p.1-7, 2007.

FONTANELI, R.S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H.P. et al. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagem anuais de inverno, em sistema

plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.2129-2137, 2000.

FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; NASCIMENTO JR, A. et al. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.11, p.2116-2120, 2009.

FREITAS, F.C.L.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A. et al. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.1, p.49-58, 2005.

GIMENES, M. J.; PRADO, E. P., CHRISTOVAM, R. S. et al. Interferência de densidade de *Braquiaria brizantha* sobre plantas daninhas em sistema de consórcio com milho. **Revista Tropic-Ciências Agrárias e Biológicas**, Maranhão v.4, n.1, p. 25-31, 2009.

GIMENES, M.J.; DAL POGETTO, M.H .F.A.; PRADO, E.P. et al. Integração lavoura pecuária – breve revisão. **Revista Tropic-Ciências Agrárias e Biológicas**, Maranhão, v.4, n.1, p.52-60, 2010.

GOEDERT, W.J. **Qualidade do solo em sistemas de produção agrícola**. In: XXX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, Recife. SBCS. v.1, p.1-200, 2005.

GREENWOD, K.L.; MCKENZIE, B.M. Grazing effects on soil physical properties and consequences for pasture: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.1231- 1250, 2001.

GUERRA, D. **Caracterização fenotípica e citogenética de macho esterilidade em triticale**. Porto Alegre, Março de 2008. 162p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Área de Concentração Plantas de Lavoura).

GUIMARÃES, C.M.; MOREIRA, J.A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, p.703-707, 2001.

HAMZA, M.A.; ANDERSON, W.K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam v.82, n.2, p.121-145, 2005.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Aveia Branca IPR 126**. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/aveia-branca.pdf. Acesso em 10/04/2012a.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Triticale IPR 111**. Disponível em : <http://www.iapar.br/arquivos/File/folhetos/tricale/tricale111.html>. Acesso em 21/04/2012b.

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

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.P.B.; SILVEIRA, P.M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, n.1, p.21-28, 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; STONE, L.F. et al. Integração lavoura-pecuária e o manejo de plantas daninhas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.106, p.1-20, 2004.

LIMA, C.L.R. **Compressibilidade de solos versus intensidade de tráfego em um pomar de laranja e pisoteio animal em pastagem irrigada**. 2004. 70p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovação tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, p.133-146, 2009.

MATEUS, G.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; NEGRISOLI, E. Palhada do sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.539-542, 2004.

MELLO, L.M.M.; YANO, E.H.; NARIMATSU, K.C.P. et al. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de Forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.121-129, 2004.

MODOLO, A.J.; FERNANDES, H.C.; SCHAEFER, G.C.E. et al. Efeito da compactação do solo sobre a emergência de plântulas de soja em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, p.1259-1265, 2008.

MORAES, A.; PIVA, J.T.; SARTOR, L. R. et al. Avanços científicos em integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. III Encontro de integração lavoura pecuária no sul do Brasil. **Synergismus scyentifica**, Pato Branco, v.6, n.2, 2011.

NEPOMUCENO, M.; ALVES, P.L.C.A.; DIAS, T.C.S. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.1, p. 43-50, 2007.

OETTLER, G. The fortune of a botanical curiosity - triticales: past, present and future. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.143, n.5, p. 329-346, 2005.

OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1079-1087, 2002.

OLIVEIRA, A.R.; FREITAS, S.P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.1, p.33-46, 2008.

PENTEADO, S. R. **Adubação verde e Produção de Biomassa – Melhoria e Recuperação dos Solos**. Campinas – SP: Livros Via Orgânica, 2007. 174p.

PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.1, p.35-40, 2004.

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1980, 549p.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CANTARELLA, H. et al. Resposta da aveia branca à adubação em latossolo vermelho-amarelo em dois sistemas de plantio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.79-86, 2004.

REDMON, L.A.; HORN, G.W.; KRENZER, E.G. et al. A review of livestock grazing and wheat grain yield: boom or bus? **Agronomy Journal**, Madison, v.87, n.2, p.137-147, 1995.

REINERT, D.J.; ALBUQUERQUE, J.A.; REICHERT, J.M. et al. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.5, p.1805-1816, 2008.

RODRIGUES, P.N.F.; ROLIM, M.M.; BEZERRA NETO, E. et al. Crescimento e composição mineral do milho em função da compactação do solo e da aplicação de composto orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.1, p.94-99, 2009.

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.27, n.2, p.355-362, 2003.

ROSSOL, C.D.; BULEGON, L.G.; AMES, J. P. et al. Propriedades físicas de um latossolo vermelho sob o cultivo de milho em rotação com forrageiras de inverno. XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Uberlândia, 2011. **Resumos...SBCS**, 2011

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; BAIER, A.C. et al. **Principais forrageiras para integração lavoura pecuária, sob plantio direto, nas regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 142p.

SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. **Cereais de inverno de duplo propósito para integração lavoura-pecuária no sul do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 104p.

SANTOS, H.P.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S.T. et al. Fertilidade e teor de matéria orgânica do solo em sistemas de produção com integração lavoura e pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.3, p.474-482, 2011a.

SANTOS, H.P.; FONTANELI, R. S.; CAIERÃO, E. et al. Desempenho agrônômico de trigo cultivado para grãos de duplo propósito em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1206-1213, 2011b.

SILVA, R.H.; ROSOLEM, C.A. Crescimento radicular de soja em razão da sucessão de cultivos e da compactação do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.855-860, 2002.

SILVA, A.F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I. et al. Período anterior à interferência na cultura da soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, n.1, p.57-66, 2009.

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

SOUZA, E.D. **Evolução da matéria orgânica, do fósforo e da agregação em sistema de integração agricultura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 162p. (Tese de Doutorado).

STEINER, F.; OLIVEIRA, S.S.C.; MARTINS, C. C. et al. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de triticale. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.2, p.200-204, 2011.

TAFERNABERRI JR., V.; DALL AGNOL, M.; MONTARDO, D. P. et al. Avaliação agrônômica de linhagens de aveia-branca em duas regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.1, p.41-51, 2012.

TAYLOR, H.M.; BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.19, n.1, p.111-119, 1991.

VEZZANI, F.M.; CONCEIÇÃO, P.C.; MELLO, N.A. et al. Matéria orgânica e qualidade do solo. In: SANTOS, G.A.; DA SILVA, L.S.; CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, p.483-493, 2008.

VIDAL, R.A.; THEISEN, G. Efeito da cobertura do solo sobre a mortalidade de sementes de capim-marmelada em duas profundidades no solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.17, n.3, p.339-344, 1999.

CAPÍTULO 2

MANEJOS DE CEREAIS DE INVERNO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA E SUA INFLUENCIA SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICAS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO

Resumo

Objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos de diferentes manejos de cereais de inverno sobre as propriedades físicas do solo, sob sistema de integração lavoura pecuária. O trabalho foi desenvolvido em área experimental da Universidade Estadual do Oeste Paraná - *Campus* Marechal Cândido Rondon, em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (LVdf). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema de faixas, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de três diferentes cereais de inverno (aveia IPR 126, trigo BRS Tarumã e triticale IPR 111) nas faixas A e os diferentes manejos nas faixas B: sem pastejo, um pastejo e dois pastejos. O pastejo foi realizado até atingir a altura residual de 15 cm em cada forrageira, utilizando-se vacas da raça holandesa com peso médio de 663 kg. Os atributos do solo (macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade) foram determinados através da coleta de anéis volumétricos, nas camadas de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm de profundidade, a resistência à penetração foi determinada com o auxílio de um penetrômetro de impacto até a profundidade de 35 cm. As avaliações foram realizadas após a colheita dos cereais de inverno e da cultura da soja em sucessão. Constatou-se que os valores de macroporosidade do solo, na camada de 0 a 10 e 10 a 20 cm, bem como a porosidade total na camada de 10 a 20 cm, foram influenciados pelos manejos dos cereais de inverno, sendo que, os demais atributos do solo na camada de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm não foram influenciados. Houve alterações nos valores de macroporosidade na camada de 0 a 10 cm e microporosidade e porosidade total na camada de 10 a 20 cm, na avaliação após a cultura da soja, os demais atributos do solo, nestas camadas, não foram influenciados. Com relação à resistência do solo à penetração, houve influência da cultura, após a colheita dos cereais de inverno e do manejo após a colheita da soja, na camada de 20 a 25 cm e de 25 a 30 cm de profundidade. O manejo empregado ocasionou pequenas alterações nos atributos físicos do solo avaliados.

Palavras chave: Macroporosidade, microporosidade, porosidade do solo, resistência à penetração.

MANAGEMENTS OF WINTER CEREALS IN LIVESTOCK FARMING SYSTEM INTEGRATION AND ITS INFLUENCE ON THE PHYSICAL PROPERTIES IN DYSTROPHIC OXISOL

Abstract

Aimed with this study to evaluate the effects of different managements of winter cereals on the physical properties of the soil under integrated crop livestock. The study was conducted in the experimental area of the State University of West Paraná - Campus Marechal Cândido Rondon in a Dystrophic Oxisol. The experimental design used was a randomized block design in split-plot, with four replications. The treatments consisted of three different winter cereals (oat IPR 126, IPR 111 triticale and BRS Tarumã wheat) in bands A and B bands in different managements: no grazing, one grazing and two grazings. Grazing was conducted until the residual height of 15 cm on each forage, using Holstein cows with an average weight of 663 kg. The soil properties (macroporosity, microporosity, total porosity and density) were determined by collecting soil core in layers 0 to 10 cm and 10 to 20 cm depth, resistance to penetration was determined with the aid of an impact penetrometer to a depth of 35 cm. The evaluations were performed after the harvest of winter cereals and soybean crops in succession. It was found that the values of macroporosity, in the 0 to 10 and 10 to 20 cm, and the total porosity of 10 to 20 cm layers were influenced by the treatments of winter cereals, while the other soil attributes in the 0 to 10 cm and 10 to 20 cm were not affected. There were changes in the values of macroporosity on 0 to 10 cm layer, microporosity and total porosity in the layer 10 to 20 cm layer, in the evaluation after the soybean crop, the soil properties on these layers were not affected. With regard to the resistance to penetration, the culture influenced, after the harvest of winter cereals and the management after the soybean harvest in the layer 20 to 25 cm and 25 to 30 cm depth. The management employee caused small changes in soil physical properties evaluated.

Key-words: macroporosity, microporosity, soil porosity, resistance to penetration.

2.1 Introdução

O sistema de integração lavoura pecuária (ILP) tem-se tornado uma alternativa eficiente de uso da terra, pois, promove a recuperação e renovação de pastagens, permite o uso racional dos insumos, diversifica a produção e mantém a produtividade agrícola de grãos (BALBINOT JUNIOR et al., 2009a). Entretanto, o tipo de manejo que é empregado ao solo, conduz à degradação ou à recuperação de sua estrutura, pois os fatores químicos, físicos e biológicos estão continuamente interagindo (SILVA e MIELNICZUK, 1997). Os sistemas (ILP) podem causar mudanças nos atributos físicos (CONTE et al., 2007; SALTON et al., 2008) e na matéria orgânica do solo, afetando consequentemente o desenvolvimento radicular (SOUZA et al., 2009) e o rendimento das culturas que vêm na sequência do pastejo (ALBUQUERQUE et al., 2001).

O sistema de ILP, com intensidades moderadas de pastejo, é considerado um dos sistemas de manejo mais eficientes em melhorar a estrutura do solo, por manter os teores de matéria orgânica em níveis adequados (SOUZA, 2008). Todavia, a presença do animal causa modificações na sustentabilidade e na capacidade de produção, bem como no funcionamento do sistema, que por meio da intensidade de pastejo, é capaz de determinar a produção animal, as condições de solo e da quantidade de palhada que se transfere à fase agrícola (CARVALHO et al., 2005). Excessos de lotação podem causar compactação superficial, ainda que essa compactação possa ser revertida pela fase lavoura (FLORES et al., 2008).

O estudo das transformações resultantes do uso e do manejo dos solos é de grande importância para a adoção de sistemas de manejos mais compatíveis com as características de cada área (ROZANE et al., 2010), e que ocasionem menor impacto sobre as características originais dos solos. Atributos do solo, como a densidade do solo (BALBINO et al., 2004), macroporosidade, microporosidade e porosidade total (KARLEN e STOTT 1994), tem sido utilizados frequentemente como indicadores de qualidade física, devido principalmente ao baixo custo e à facilidade de obtenção das medidas (SCHIAVO e COLODRO, 2012). Além destes, a resistência do solo à penetração, tem sido utilizada na identificação de camadas compactadas (IMHOFF et al., 2000; CUNHA et al., 2002).

As características físicas do solo são interdependentes, por isso, a modificação de uma delas normalmente leva à modificação de todas as demais (SPERA et al., 2010), sendo que a compactação do solo é um fenômeno complexo, de difícil descrição e mensuração, estando intimamente relacionada com as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo que são importantes no desenvolvimento das plantas (KLEIN e CAMARA, 2007).

Devido ao risco de ocorrência de compactação do solo em sistema de integração lavoura pecuária e, a ausência de informações à cerca de recomendações para o manejo adequado de pastagens de inverno, idealizou-se este estudo com o objetivo de avaliar variações nas propriedades físicas do solo e da resistência a penetração, de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico da região oeste do Paraná, manejado sob sistema de integração lavoura pecuária.

2.2 Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental “Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa” (latitude 24° 31' 58" S e longitude 54° 01' 10" W, com altitude aproximada de 400 m), pertencente à Universidade Estadual do Oeste Paraná - *Campus* Marechal Cândido Rondon, em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (LVdf) (SANTOS et al., 2013). A área estava sendo manejada sob o sistema de semeadura direta e, apresentava as seguintes características físico-químicas descritas nas tabelas 1 e 2 e figura 1.

Tabela 1. Características químicas e textural do solo, na camada de 0 a 30 cm de profundidade, antes da implantação das culturas de inverno.

Prof.	P	MO	pH	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	Areia	Silte	Argila
cm	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	cmol _c dm ⁻³							%	g Kg ⁻¹		
0-10	24,49	32,64	4,55	9,40	0,46	0,53	4,56	1,54	6,63	16,02	41,66	681,00	266,48	52,52
10-20	25,86	32,64	4,65	8,62	0,34	0,44	5,32	1,67	7,42	16,04	46,32	751,50	199,11	49,39
20-30	12,11	32,47	4,77	7,47	0,19	0,25	5,49	1,75	7,49	14,95	50,13	706,50	238,93	54,57

Prof.: profundidade. P e K – Extrator MEHLICH⁻¹; Al, Ca e Mg = KCl 1 mol L⁻¹; H+Al = pH SMP (7,5).

Devido à saturação por bases (V%) apresentar valor abaixo de 50% foi realizado calagem, em superfície, 30 dias antes da semeadura; objetivando-se elevar a saturação de bases para 70 % (Tabela 1).

Tabela 2. Propriedades físicas do solo, na camada de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm de profundidade, antes da implantação das culturas de inverno.

Camada cm	Macroporosidade -----m m ⁻³ -----	Microporosidade -----m m ⁻³ -----	Porosidade Total	Densidade do Solo Mg m ⁻³
0-10	0,09	0,46	0,55	1,29
10-20	0,10	0,43	0,53	1,29

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cfa mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. As temperaturas médias do trimestre mais frio variam entre 17 e 18 °C, do trimestre mais quente entre 28 e 29 °C e a anual entre 22 e 23 °C. Os totais anuais médios normais de precipitação pluvial para a região variam de 1600 a 1800 mm, com trimestre mais úmido apresentando totais variando entre 400 a 500 mm (CAVIGLIONE et al., 2000). Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos a partir de estação climatológica automática distante cerca de 50 m da área experimental (Figura 2).

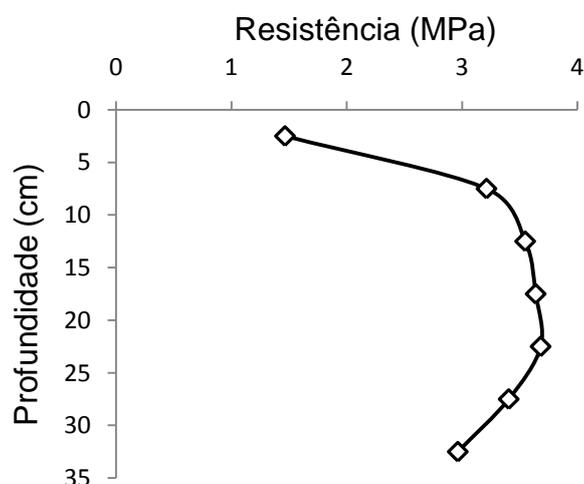


Figura 1. Resistência do solo a penetração (MPa), na camada de 0 a 35 cm de profundidade, antes da implantação das culturas de inverno

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema de faixas, com quatro repetições. Nas faixas A (10 x 18 m), foram alocadas três culturas anuais de inverno: aveia branca (IPR 126), trigo de duplo propósito (BRS Tarumã) e triticale (IPR 111). Nas faixas B (5 x 30 m), transversais as faixas A, foram alocados os manejos dos cereais de inverno: sem pastejo, um pastejo com altura de resíduo de 15 cm e dois pastejos com altura de resíduo de 15 cm, com colheita dos

grãos no final do ciclo. As parcelas, foram formadas pela combinação das faixas A e B (5 x 10 m), cada bloco possuía uma área de 540 m² (18 x 30 m).

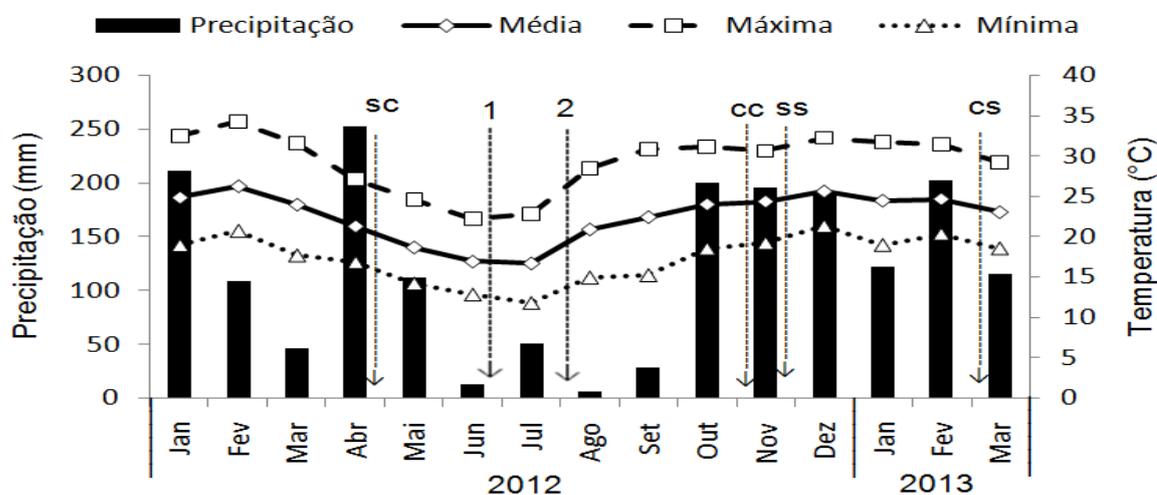


Figura 2. Médias mensais das temperaturas máxima, mínima e média e precipitação pluviométrica acumulada durante os meses do período experimental. SC, CC, SS, CS semeadura dos cereais de inverno, colheita cereais de inverno, semeadura soja, colheita da soja, respe respectivamente. 1 e 2: pastejos dos cereais de inverno.

Fonte: Estação Climatológica Automática do Núcleo de Estações Experimentais da UNI OESTE, Marechal Cândido Rondon-PR.

O experimento foi iniciado no outono-inverno de 2012, sendo que, a área foi dessecada 30 dias antes da semeadura, utilizando-se Glifosato-sal de Isopropilamina na dose de 3,0 L ha⁻¹, de produto comercial, com volume de calda de 250 L ha⁻¹.

Os cereais de inverno foram semeados no dia 19/04/12, com semeadora adubadora, acoplada a trator, no sistema de semeadura direta sobre palhada de milho. Foram utilizados 60 kg ha⁻¹ de sementes de aveia (IAPAR, 2012a), 50 kg ha⁻¹ de sementes de triticale (IAPAR, 2012b) e 90 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2012) de sementes de trigo, com 0,17 m entre linhas. A adubação de base para a cultura da aveia, do triticale e do trigo foi realizada de acordo com Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004) e Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale (2011). Para a adubação de base foi utilizado 200 kg ha⁻¹ de um formulado 8-20-20 (N, P₂O₅ e K₂O) e para a adubação de cobertura 120 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia. A adubação de cobertura foi parcelada em três vezes, no início do perfilhamento dos cereais e, logo após cada pastejo, no tratamento que foi pastejado duas vezes. Entretanto, para o tratamento que sofreu apenas um pastejo e/ou que não foi pastejado, a adubação de cobertura

foi parcelada em duas vezes, no perfilhamento e após a realização do pastejo. Não foi necessário fazer a aplicação de herbicidas e inseticidas durante o ciclo de desenvolvimento dos cereais de inverno. Entretanto, foi realizada uma aplicação do fungicida Triazol na dose de 650 ml ha^{-1} , de produto comercial com volume de calda de 250 L ha^{-1} .

Os manejos dos cereais de inverno, faixas B, foram iniciados quando as plantas atingiram entre 25 a 35 cm de altura. Para o pastejo foram utilizados nove animais da raça holandesa com peso médio de 663 kg. Os animais permaneciam nas faixas por quatro horas diárias (duas no período matutino e duas no vespertino) ou até que a altura da resteva atingisse de 15-20 cm (SOUZA, 2008), para que não houvesse danos ao meristema apical.

A semeadura da cultura da soja, utilizando-se o sistema de semeadura direta na palha, foi realizada no dia 22/11/12 na área, após a colheita manual dos cereais de inverno, utilizando-se o cultivar de soja BMX Potencia RR. A área foi previamente dessecada utilizando-se Glifosato-sal de Isopropilamina na dose de $3,0 \text{ L ha}^{-1}$, de produto comercial com volume de calda de 250 L ha^{-1} . Para a adubação de base foi utilizado 347 kg ha^{-1} de um formulado comercial 2-20-20 (N, P_2O_5 e K_2O), sendo realizada com base na análise química do solo (SFREDO, 2008). As sementes foram tratadas com fungicidas Carbendazim (150 g L^{-1}) + Tiran (350 g L^{-1}) $2 \text{ ml Kg semente}^{-1}$, inseticida Fipronil (250 g L^{-1}) $0,8 \text{ ml Kg semente}^{-1}$ e inoculadas com *Bradyrhizobium*. O espaçamento, bem como a densidade de semeadura, foram realizados de acordo com a recomendação para o cultivar (BRASMAX, 2012). Para a semeadura foi utilizado uma semeadora adubadora acoplada a um trator, sendo as sementes depositadas a uma profundidade de média de 4 cm. Durante o ciclo de desenvolvimento da cultura foram realizadas aplicações de fungicidas: Triazol na dose de 650 ml ha^{-1} , de produto comercial, Estrobilurina + Triazol na dose de 300 ml ha^{-1} , de produto comercial; e inseticidas: Neonicotinóide + Piretróide e Benzoiluréia, nas doses de 200 ml ha^{-1} e 350 ml ha^{-1} , de produto comercial, respectivamente, com volume de calda de 250 L ha^{-1} . A colheita da soja foi realizada de forma manual, no dia 12/03/13, na área útil de cada parcela.

A caracterização física do solo foi realizada pelo método do anel volumétrico conforme Embrapa (1997). Retirou-se das parcelas, amostras indeformadas de solo, com o auxílio de anéis metálicos com volume interno aproximado de 50 cm^3

introduzidos verticalmente no perfil, nas camadas de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm de profundidade. As amostras foram coletadas na área útil de cada parcela e, em cada profundidade depois da colheita dos cereais de inverno e da cultura da soja. As análises físicas foram realizadas no Laboratório de Física do Solo da UNIOESTE.

A determinação da resistência do solo à penetração foi realizada pela utilização de um penetrômetro de impacto modelo Stolf, com agulha de cone de ponta fina (60°), em um ponto de cada parcela, após a colheita dos cereais de inverno e da cultura da soja. O ponto tomado aleatoriamente, até 35 cm de profundidade, sendo os dados obtidos no campo na unidade de impactos/decímetro transformados em MPa, utilizando a equação descrita por Stolf (1991).

Os valores de RP (kgf cm^{-2}) foram multiplicados pelo fator 0,098 para obtenção da RP em MPa.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística através do programa SISVAR (FERREIRA, 2011) e as médias comparadas através do teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

2.3 Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos, após a colheita dos cereais de inverno, a interação dos fatores influenciou os valores de macroporosidade, sendo que as demais propriedades físicas do solo (microporosidade, porosidade total e densidade do solo), na camada superficial (0 a 10 cm), não foram influenciadas pelos fatores estudados (Tabela 3). Entretanto, na camada subsuperficial (10 a 20 cm), houve influência, em função da interação dos fatores estudados, para os valores de macroporosidade e, do manejo sobre a porosidade total, as demais características físicas não foram influenciadas.

Com relação aos resultados obtidos após a colheita da cultura da soja, foram observadas diferenças significativas, para a interação cultura x manejo, para os valores da macroporosidade na camada superficial do solo, microporosidade e porosidade total na camada subsuperficial do solo (10-20 cm) (Tabela 4). Os demais atributos, nas camadas estudadas, não sofreram influência dos tratamentos aplicados.

Tabela 3. Valores de F calculado para as propriedades físicas do solo na camada de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, após a colheita dos cereais de inverno.

Fonte de Variação	GL	Macroporosidade		Microporosidade		Porosidade Total		Densidade do Solo	
		0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
Bloco	3	4,01	2,55	4,98	10,12	2,25	9,05	0,76	2,23
Cultura (C)	2	2,99 ^{ns}	2,50 ^{ns}	0,14 ^{ns}	2,97 ^{ns}	1,19 ^{ns}	2,59 ^{ns}	0,03 ^{ns}	1,73 ^{ns}
Erro 1	6								
Manejo (M)	2	0,60 ^{ns}	8,85 [*]	0,84 ^{ns}	1,80 ^{ns}	0,51 ^{ns}	6,99 [*]	3,02 ^{ns}	0,33 ^{ns}
Erro 2	6								
C X M	4	6,10 ^{**}	9,81 ^{**}	0,26 ^{ns}	0,89 ^{ns}	1,14 ^{ns}	1,38 ^{ns}	1,87 ^{ns}	2,18 ^{ns}
Erro 3	12								
CV 1 (%)		17,16	15,96	4,98	3,76	4,96	2,63	9,69	4,21
CV 2 (%)		30,84	15,19	7,89	1,36	8,10	1,82	7,42	4,92
CV 3 (%)		19,85	14,19	4,83	4,13	5,17	4,02	8,04	3,77
Média geral		0,08	0,06	0,46	0,45	0,54	0,52	1,24	1,30

^{ns}, ^{*}, ^{**}: Não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. CV 1: Coeficiente de variação para as culturas; CV 2: Coeficiente de variação para os manejos; CV 3: Coeficiente de variação para interação culturas com os manejos.

Os resultados observados para as características físicas (Tabelas 5 e 6) do solo nas camadas estudadas são coerentes com resultados observados por outros autores (FLORES et al., 2007; LANZANOVA et al., 2007; SPERA et al., 2009) e confirmam a pequena magnitude das alterações provocadas pelo pisoteio animal. Quando presentes, essas alterações não atingem níveis críticos ao crescimento das raízes das plantas cultivadas, pois a pressão aplicada pelas patas dos animais não é superior à resistência do solo à deformação plástica (CONTE et al., 2011).

Tabela 4. Valores de F calculado para as propriedades físicas do solo na camada de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, após a colheita da cultura da soja.

Fonte de Variação	GL	Macroporosidade		Microporosidade		Porosidade Total		Densidade do Solo	
		0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
Bloco	3	0,93	2,87	1,37	30,37	1,96	19,69	0,23	1,62
Cultura (C)	2	2,83 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,72 ^{ns}	1,17 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,50 ^{ns}
Erro 1	6								
Manejo (M)	2	0,83 ^{ns}	1,48 ^{ns}	2,23 ^{ns}	1,76 ^{ns}	1,78 ^{ns}	1,21 ^{ns}	3,61 ^{ns}	0,69 ^{ns}
Erro 2	6								
C X M	4	4,32 [*]	1,57 ^{ns}	1,09 ^{ns}	3,67 [*]	0,62 ^{ns}	3,72 [*]	0,43 ^{ns}	0,15 ^{ns}
Erro 3	12								
CV 1 (%)		22,75	14,81	6,12	2,40	6,42	2,67	9,75	7,90
CV 2 (%)		15,88	16,21	2,93	4,32	3,04	4,33	7,51	7,13
CV 3 (%)		13,20	13,67	6,60	4,35	6,91	4,20	12,27	6,59
Média geral		0,07	0,06	0,48	0,46	0,55	0,52	1,21	1,29

^{ns}, ^{*}, ^{**}: Não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. CV 1: Coeficiente de variação para as culturas; CV 2: Coeficiente de variação para os manejos; CV 3: Coeficiente de variação para interação culturas com os manejos.

Esperava-se que no manejo onde houve a maior quantidade de pastejos, devido ao maior pisoteio animal, que este influenciasse os atributos físicos do solo, pois a ILP, pode provocar pequenos impactos, nas camadas superficiais do solo (FLORES et al., 2008), como aumento na densidade do solo (MARCHÃO et al., 2007), porém, tais resultados não foram observados.

Tabela 5. Propriedades físicas do solo na camada de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm de profundidade de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico sob diferentes manejos de cereais de inverno, após a colheita dos cereais de inverno.

Cultura	Macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) (0-10cm)				Macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) (10-20 cm)			
	Manejo			Média	Manejo			Média
	1P	2P	SP		1P	2P	SP	
Aveia	0,094aA	0,067bA	0,076aA	0,079	0,077aA	0,072aA	0,046bB	0,065
Trigo	0,056bA	0,099aA	0,080aA	0,078	0,086aA	0,070aB	0,053abB	0,068
Triticale	0,058bA	0,067bA	0,078aA	0,067	0,056bA	0,053bA	0,069aA	0,059
Média	0,069	0,078	0,078		0,072	0,064	0,056	
Microporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) (0-10 cm)				Microporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) (10-20 cm)				
Aveia	0,46	0,45	0,47	0,46	0,45	0,46	0,46	0,46
Trigo	0,47	0,45	0,47	0,47	0,45	0,43	0,45	0,44
Triticale	0,47	0,45	0,46	0,46	0,46	0,46	0,45	0,46
Média	0,47	0,45	0,47		0,45	0,45	0,45	
Porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) (0-10 cm)				Porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) (10-20 cm)				
Aveia	0,56	0,52	0,55	0,54	0,53	0,53	0,51	0,52
Trigo	0,53	0,55	0,56	0,55	0,53	0,50	0,50	0,51
Triticale	0,53	0,52	0,54	0,53	0,52	0,51	0,52	0,51
Média	0,54	0,53	0,55		0,52A	0,51AB	0,50B	
Densidade (Mg m^{-3}) (0-10 cm)				Densidade (Mg m^{-3}) (10-20 cm)				
Aveia	1,21	1,31	1,24	1,25	1,32	1,28	1,31	1,30
Trigo	1,36	1,19	1,18	1,24	1,26	1,29	1,29	1,28
Triticale	1,30	1,24	1,18	1,24	1,33	1,37	1,27	1,32
Média	1,29	1,25	1,20		1,30	1,31	1,29	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). 1P: 1 pastejo; 2P: 2 pastejos; SP: sem pastejos.

Isso pode ter sido ocasionado devido às forrageiras utilizadas serem gramíneas, pois, de acordo com Albuquerque et al. (2001), nos sistemas de integração lavoura pecuária, a presença de raízes de gramíneas forrageiras melhoram a estrutura do solo, amenizando o impacto do pisoteio, isso se deve principalmente a capacidade de renovação radicular e de descompactação do solo das plantas forrageiras (CASTAGNARA et al., 2012).

Tabela 6. Propriedades físicas do solo na camada de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm de profundidade de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico sob diferentes manejos de cereais de inverno, após a colheita da soja.

Cultura	Macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) (0-10 cm)				Macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) (10-20 cm)			
	Manejo			Média	Manejo			Média
1P	2P	SP	1P		2P	SP		
Aveia	0,060aA	0,073aA	0,068abA	0,067	0,060	0,064	0,068	0,064
Trigo	0,063aA	0,066aA	0,050bA	0,060	0,059	0,073	0,060	0,064
Triticale	0,070aA	0,070aA	0,084aA	0,074	0,065	0,068	0,069	0,065
Média	0,064	0,070	0,067		0,061	0,068	0,062	
Microporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) (0-10 cm)				Microporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) (10-20 cm)				
Aveia	0,47	0,48	0,50	0,48	0,46aAB	0,44bB	0,48aA	0,46
Trigo	0,50	0,47	0,50	0,49	0,46aA	0,45bA	0,47aA	0,46
Triticale	0,47	0,48	0,46	0,47	0,45aA	0,49aA	0,46aA	0,47
Média	0,48	0,48	0,49		0,46	0,46	0,47	
Porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) (0-10 cm)				Porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) (10-20 cm)				
Aveia	0,53	0,55	0,57	0,55	0,52aAB	0,50bB	0,55aA	0,52
Trigo	0,56	0,54	0,55	0,55	0,52aA	0,52abA	0,53aA	0,52
Triticale	0,54	0,55	0,54	0,54	0,52aA	0,55aA	0,52aA	0,53
Média	0,54	0,55	0,56		0,52	0,53	0,53	
Densidade (Mg m^{-3}) (0-10 cm)				Densidade (Mg m^{-3}) (10-20 cm)				
Aveia	1,29	1,23	1,12	1,21	1,33	1,33	1,28	1,31
Trigo	1,23	1,21	1,24	1,23	1,30	1,30	1,25	1,28
Triticale	1,27	1,20	1,13	1,20	1,30	1,26	1,27	1,28
Média	1,26	1,22	1,16		1,31	1,29	1,27	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). 1P: 1 pastejo; 2P: 2 pastejos; SP: sem pastejos.

2.3.1 Macroporosidade

Após a colheita dos cereais de inverno, os maiores valores de macroporosidade foram encontrados para a cultura da aveia e do trigo, na camada de 0 a 10 cm, quando estes sofreram um pastejo ou dois pastejos, respectivamente e, para a cultura do triticale, quando esta não foi pastejada, na camada de 10 a 20 cm do solo, se comparado com a cultura da aveia (Tabela 5).

Após a colheita da cultura da soja, a área que foi cultivada com triticale no período de inverno, também apresentou a maior quantidade de macroporos, na camada 0 a 10 cm, em relação à cultura do trigo (Tabela 6), enquanto que a aveia proporcionou macroporosidade intermediária. As gramíneas, de modo geral, apresentam elevada produção de matéria seca de raízes (PERIN et al., 2002), sendo que, esta característica pode afetar a quantidade de macroporos no solo.

A macroporosidade é uma das propriedades mais sujeita às mudanças impostas pelo manejo de solo (SPERA et al., 2012), sendo que, o aumento dos macroporos em sistema plantio direto é importante para a conservação do solo e da água, pois está diretamente relacionado com a melhoria da aeração e infiltração de água no solo (SCHIAVO e COLODRO, 2012). Também, os sistemas de manejo do solo que afetam a sua porosidade e o armazenamento de água ao longo do perfil, interferem diretamente no desenvolvimento e na produtividade das culturas (STONE e MOREIRA 2000).

Constatou-se que os valores médios da macroporosidade, estão entre 0,06 a 0,08 m³ m⁻³, que estão próximos aos valores encontrados antes da implantação do experimento (Tabela 2) e, situando-se dentro da faixa considerada por Drewry et al. (2008), como ideal para o pleno desenvolvimento das plantas, que varia de 0,07 a 0,17 m³ m⁻³. Para Oliveira et al. (2002), o não revolvimento do solo induz à compactação e à diminuição do volume de macroporosidade. Entretanto, a ausência de umidade excessiva no solo durante os pastejos (Figura 2), além da própria capacidade de regeneração do solo ao longo do tempo (SIQUEIRA JUNIOR, 2005), podem ter contribuído para esse resultado. Balbinot Junior (2009b), estudando diferentes manejos do solo, no período do inverno, também, não encontraram diferenças entre a macroporosidade do solo das áreas submetidas ao pastejo por bovinos.

Stone e Silveira (2001), avaliando durante cinco anos sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas, em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico perférrico, verificaram que o consórcio de arroz com calopogônio e a rotação milho/feijão/arroz/feijão mostraram, na camada de 0-10 cm, macroporosidade mais elevada, entretanto, os sistemas que incluíam soja e trigo, sinalizaram os menores volumes de macroporos, na camada de 20-30 cm.

Todavia, Schiavo e Colodro (2012), concluíram que, o pisoteio dos animais, foi o principal fator responsável pela diminuição da macroporosidade do solo, nas áreas de ILP em comparação com uma área de Cerrado. Lanzasova et al. (2007), observaram que a redução do intervalo de pastoreio de 28 para 14 dias, diminuiu significativamente a macroporosidade e a porosidade total na camada superficial, passando, respectivamente, de 0,11 para 0,07 m³ m⁻³ e de 0,56 para 0,51 m³ m⁻³.

2.3.2 Microporosidade

Os valores da microporosidade do solo foram, influenciados somente na camada de 10-20 cm, na avaliação realizada após a colheita da cultura da soja, em função dos manejos e dos cereais de inverno empregados (Tabela 6). As diferenças significativas dos valores da microporosidade foram encontradas para a cultura da aveia e trigo, quando esta sofreu dois pastejos, se comparado com o triticale. Também, a maior microporosidade foi encontrada para a cultura da aveia que não foi pastejada, se comparado a dois pastejos, devido possivelmente ao efeito do pastejo que promoveu um maior desenvolvimento radicular.

Resultados diferentes ao deste trabalho foram encontrados por Spera et al. (2009), que observaram alterações na camada superficial ao estudarem diferentes sistemas de integração lavoura pecuária, constataram que o pisoteio animal aumentou a densidade e a microporosidade do solo e diminuiu a macroporosidade e a porosidade total porém, sem atingir níveis capazes de causar a degradação do solo. Andreola et al. (2000), trabalhando com cobertura de solo, observaram aumento de macroporos em relação aos microporos na camada de 10-15 cm, sendo atribuído ao efeito das raízes da cultura do milho. Spera et al. (2004), constataram que a compactação resultante do pisoteio animal interferiu nos atributos físicos do solo, ao elevar a densidade e a microporosidade do solo e diminuir a macroporosidade e a porosidade total, na fase de pastagem.

Entretanto, com relação à microporosidade, os valores médios encontrados se situam entre 0,44 e 0,49 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ e, estão acima do valor considerado ideal para o desenvolvimento das plantas (0,33 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) (KIEHL, 1979). Os resultados observados eram esperados, pois segundo Viana et al. (2011), a microporosidade tem comportamento complementar e antagônico ao da macroporosidade. Essa inversão ocorre porque à medida que o volume de macroporos, responsáveis pela aeração e pela drenagem interna do solo, é reduzido, ocorre o aumento no volume de microporos, responsáveis pela retenção de água em médias e altas tensões (REICHERT et al., 2007).

2.3.3 Porosidade Total

Os valores da porosidade total do solo foram influenciados, na camada de 10-20 cm, na avaliação realizada após a colheita dos cereais de inverno, devido ao manejo empregado e, em função dos manejos e dos cereais de inverno empregados, na avaliação após a colheita da soja, (Tabelas 5 e 6). As diferenças significativas dos valores da porosidade total, após a safra de verão, foram encontradas para a cultura da aveia, quando esta sofreu um pastejo, se compara com a aveia que não foi pastejada, bem como para a cultura do triticale se comparada com a cultura do trigo, quando estes sofreram dois pastejos.

Os resultados são coerentes, uma vez que a porosidade total foi obtida a partir do somatório dos macro e microporos (EMBRAPA, 2009), e essa variável apresenta correlação positiva com a macroporosidade (CUNHA et al., 2011).

De acordo com Bertol et al. (2004), o volume de poros é influenciado pelo manejo do solo em função das alterações na densidade do solo. Alterações na porosidade do solo limitam a absorção de nutrientes, a infiltração e a redistribuição de água, as trocas gasosas e o desenvolvimento radicular (BICKI e SIEMENS, 1991). No entanto, os atributos do solo apresentam grande variabilidade espacial, em função de condições ambientais, tipos e tamanhos (massa) de máquinas e equipamentos e sistemas de culturas utilizados (REICHERT et al, 2003).

2.3.4 Densidade do Solo

Em todas as avaliações realizadas, constatou-se que não houve influencia sobre a densidade do solo, em função dos manejos e das culturas empregadas, nas duas profundidades estudadas (Tabelas 3 e 4). Todavia, a densidade de solo é um atributo ainda considerado na avaliação do estado estrutural do solo (KLEIN; CAMARA 2007), pois, em áreas de plantio direto, manejadas sob sistema de integração lavoura pecuária, sem critérios técnicos para o manejo da pastagem, os efeitos do aumento da densidade se tornam mais evidentes e interferem na produtividade (COSTA et al., 2009).

Isso faz com que a compactação do solo ocasionada pelos animais receba maior atenção e seja apontada como uma das principais causas da degradação de áreas cultivadas em sistema de integração lavoura pecuária (ALBUQUERQUE et al.,

2001). Todavia, a maior densidade do solo na camada superficial pôde ser atribuída além do efeito do pisoteio animal, a combinação deste com o trânsito de máquinas, conforme sugerem Marchão et al. (2009).

Porém, para Veiga et al. (2009), o aumento da densidade do solo pode proporcionar agregados mais estáveis, sendo que, gramíneas, por meio de seu sistema radicular, promovem efeito positivo na agregação e na estabilidade dos agregados do solo (SILVA e MIELNICZUK, 1998), melhorando os atributos físicos do solo (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

De acordo com os resultados encontrados, os valores médios de densidade do solo, variaram de 1,16 a 1,32 Mg m⁻³, favorecendo um bom desenvolvimento radicular (Tabela 5 e 6). Reinert et al. (2008), em estudos com diferentes espécies de cobertura em ARGILOSSO constaram que o crescimento radicular foi normal até o limite de densidade de 1,75 Mg m⁻³. Solos com densidade elevada ocasionam restrições no crescimento radicular das culturas (SEIDEL et al., 2009), sendo que, o sistema radicular concentra-se próximo a superfície (MULLER et al., 2001). Entretanto, Argenton et al. (2005), constataram que, em LATOSSOLO VERMELHO Argiloso, a deficiência de aeração inicia-se com densidade do solo próxima de 1,30 Mg m⁻³, enquanto Klein (2006), para mesma classe de solo, baseado no intervalo hídrico ótimo, observou que a densidade limitante foi de 1,33 Mg m⁻³. Para Klein e Camara (2007), o valor considerado limitante para os latossolos argilosos, é ao redor de 1,40 Mg m⁻³.

Lanzanova et al. (2007), verificaram que após três anos de pastejo, manejado sob sistema de integração lavoura pecuária, a compactação ficou restrita à camada de 0 a 5 cm, com valores de densidade do solo variando de 1,32 a 1,35 Mg m⁻³. Segundo Costa et al. (2003) com o passar dos anos a densidade do solo sob sistema plantio direto pode diminuir parcialmente em consequência do aumento no nível de matéria orgânica na camada superficial, melhorando a estrutura do solo, o que pode variar com o tipo e a camada do solo e também com o manejo utilizado.

2.3.5 Resistência à penetração

Houve efeito significativo da cultura sobre a resistência à penetração (RP) do solo nas camadas de 20-25 cm e de 25-30 cm de profundidade, após a colheita dos cereais de inverno (Tabela 7). Os menores valores da RP do solo foram encontrados

para a cultura da aveia e, os maiores para a cultura do triticale (Figura 3A). A RP é influenciada pelo teor de carbono orgânico adicionado ao solo, pois quanto maior teor, melhor será a agregação do solo e conseqüentemente menor a RP. Neste experimento, a maior quantidade de C orgânico acumulado na parte aérea, foi para a cultura da aveia (227 kg ha⁻¹) e menor para a cultura do trigo (56,20 kg ha⁻¹), o que pode explicar os resultados encontrados.

Tabela 7. Valores de F calculado para a resistência do solo a penetração após a colheita dos cereais de inverno.

Fonte de Variação	GL	Camadas (cm)						
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35
Bloco	3	0,57	0,08	0,31	1,72	4,77	2,46	0,86
Cultura	2	1,67 ^{ns}	0,50 ^{ns}	2,57 ^{ns}	2,47 ^{ns}	11,45 ^{**}	6,66 [*]	2,02 ^{ns}
Erro1	6							
Manejo	2	0,45 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,88 ^{ns}	1,61 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,74 ^{ns}
Erro2	6							
C X M	4	1,11 ^{ns}	1,73 ^{ns}	1,80 ^{ns}	1,54 ^{ns}	1,75 ^{ns}	2,26 ^{ns}	1,58 ^{ns}
Erro3	12							
CV 1 (%)		49,09	29,56	16,46	23,24	13,53	17,28	29,27
CV 2 (%)		37,27	15,08	20,39	25,96	31,25	27,86	34,78
CV 3 (%)		38,76	23,41	21,88	33,07	26,45	27,29	38,16
Média geral		1,10	2,62	3,31	3,30	3,32	3,25	2,94

^{ns}, ^{*}, ^{**}: Não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. CV 1: Coeficiente de variação para as culturas; CV 2: Coeficiente de variação para os manejos; CV 3: Coeficiente de variação para interação culturas com os manejos.

Após a colheita da cultura da soja, a resistência à penetração sofreu influencia do manejo, sobre as camadas de 20-25 cm e de 25-30 cm de profundidade (Tabela 8). Os menores valores de RP do solo foram encontrados quando se empregou dois pastejos, se comparado com nenhum pastejo, maior resistência e, um pastejo apresentou valores intermediários (Figura 3B).

Tais resultados eram esperados, uma vez que nos sistemas de ILP-PD, o pastejo altera a composição do pasto, promovendo o incremento de massa por área (SOUZA et al., 2010), da biomassa radicular das plantas forrageiras (SOUZA, 2008), alterando, conseqüentemente, as funções que as raízes exercem no solo (SALTON et al., 2008). Sendo que, o maior o número de pastejos proporcionou uma menor resistência do solo a penetração, conseqüentemente, podendo afetar o desenvolvimento da cultura posterior na área.

Todavia, os resultados da RP, não se diferenciaram muito dos valores encontrados na área antes da implantação do experimento (Figura 1). Bertol et al. (2004), sugerem que os efeitos de sistemas de culturas em semeadura direta, envolvendo culturas de inverno devem se manifestar depois de transcorridos vários anos de adoção, por isso, que os resultados encontrados ficaram limitados a poucas camadas.

Tabela 8. Valores de F calculado para a resistência do solo a penetração após a colheita da cultura da soja.

Fonte de Variação	GL	Camadas (cm)						
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35
Bloco	3	1,19	1,03	1,13	0,63	2,36	0,91	1,11
Cultura	2	2,36 ^{ns}	2,34 ^{ns}	2,52 ^{ns}	1,17 ^{ns}	4,98 ^{ns}	3,88 ^{ns}	0,38 ^{ns}
Erro 1	6							
Manejo	2	0,51 ^{ns}	0,36 ^{ns}	1,28 ^{ns}	3,75 ^{ns}	8,74*	7,12*	0,37 ^{ns}
Erro 2	6							
C X M	4	1,15 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,45 ^{ns}	2,16 ^{ns}
Erro 3	12							
CV 1 (%)		26,47	13,97	24,69	28,00	21,91	23,86	40,16
CV 2 (%)		41,08	42,71	26,97	31,95	26,12	33,40	35,39
CV 3 (%)		36,80	34,73	33,22	38,71	37,71	42,10	38,54
Média geral		1,07	2,64	3,31	3,82	4,16	4,29	3,34

^{ns}, * : Não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. CV 1: Coeficiente de variação para as culturas; CV 2: Coeficiente de variação para os manejos; CV 3: Coeficiente de variação para interação culturas com os manejos.

A grande maioria dos valores obtidos, de resistência do solo à penetração, está acima de 2,0 MPa, valor citado pelo United States Department of Agriculture (1993) como limitante e causador de forte restrição ao crescimento radicular para muitas culturas anuais (Figura 3). Lipiec e Hatano (2003), acrescentam que valores de RP variando de 1 a 1,7 MPa começam a restringir o crescimento radicular, e que valores entre 3 e 4 MPa causam paralisação do crescimento das raízes. Todavia, segundo Canarache (1990), apenas valores de resistência à penetração acima de 2,5 MPa prejudicam o crescimento das plantas, ou de 2,0 a 3,0 MPa limitam à produtividade da cultura da soja (BEUTLER e CENTURION, 2004; BEUTLER et al., 2006).

A avaliação da RP é fortemente dependente do teor de água do solo no momento da determinação no campo e aumenta exponencialmente com a redução do teor de água no solo (KLEIN et al., 1998). Portanto, elevados teores de água no

solo podem reduzir acentuadamente os valores absolutos da medida de RP (CONTE et al., 2011). O grau de compactação provocado pelo pisoteio bovino é influenciado por vários fatores, com destaque para a altura de manejo da pastagem e a quantidade de resíduo vegetal depositado sobre o solo (BRAIDA et al., 2006) e a umidade do solo. Destaca-se, desta forma, a importância do uso contínuo de plantas de cobertura no sistema plantio direto, assim como o acompanhamento das condições físicas do solo ao longo do tempo, fundamental para a avaliação e desenvolvimento dos sistemas de manejo (COSTA et al., 2011).

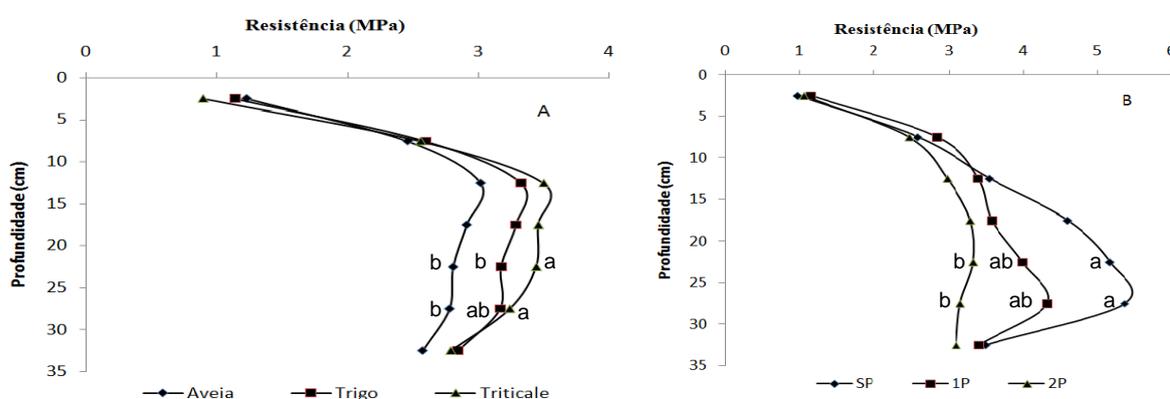


Figura 3. Resistência do solo a penetração (MPa), na camada de 0 a 35 cm de profundidade, após a colheita das culturas de inverno (A) e após a colheita da cultura da soja (B). Aveia, trigo e triticale: culturas de inverno. SP, 1P e 2P: sem pastejo, um pastejo e dois pastejos, respectivamente. Letras minúsculas em cada profundidade diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Para Schiavo e Colodro (2012), partes das variações de RP observadas entre os tratamentos, além da umidade do solo, podem ser dependentes do tipo de solo (pedogênese) e da distribuição do tamanho de poros. Em geral, os solos argilosos são mais suscetíveis à compactação do que os arenosos (SILVA, 1999).

A RP indica que as avaliações de densidade do solo, determinadas na camada de 0 a 10 cm, são adequadas para a caracterização do efeito do pisoteio animal sobre a compactação do solo, já que esse efeito normalmente se restringe a essa camada (CONTE et al., 2011). Porém, a sua magnitude não se reflete na produtividade da cultura subsequente ao pastejo, neste caso, a soja, a qual é avaliada anualmente (CONTE et al., 2011). Além disso, a intensidade dos prejuízos causados pela compactação é diretamente influenciada pela disponibilidade de água no solo e pelo estágio de desenvolvimento das plantas, pois, a ocorrência de baixa

disponibilidade de água em estádios de crescimento mais intensos, poderão promover reduções mais bruscas na produtividade de plantas cultivadas em solos compactados (CASTAGNARA et al., 2012). Todavia, como não houve influência dos pastejos, neste experimento, até 20 cm de profundidade, pode-se empregar o SILP, sem prejuízos físicos no solo para a cultura subsequente.

Kubota et al. (2005), avaliando o efeito do manejo das culturas do nabo forrageiro e do trigo, constataram que após o manejo do nabo forrageiro os valores da resistência à penetração foram maiores, em comparação com o trigo, na camada de 0 a 5 cm, na avaliação anterior ao cultivo da soja, sendo que, na avaliação após a soja não houve mais diferenças para a variável citada anteriormente.

Avaliando o sistema plantio direto com 2, 8 ou 14 anos após a implantação, Ralisch et al. (2008), encontraram, aos 14 anos, valores de resistência do solo à penetração semelhantes aos das condições naturais. Cunha et al. (2007), constataram que a associação de gramíneas de verão com a *Brachiaria brizantha* contribuiu para diminuir a resistência do solo à penetração. Para Lanzasova et al. (2007), trabalhando com pastagem de inverno em sistema de integração lavoura pecuária, observaram que os maiores valores de RP ocorreram nas áreas de pastagens, podendo ser atribuídos ao pisoteio dos animais, cujos valores de RP foram de 2,49 e 2,61 MPa para os intervalos de pastejo de 28 e 14 dias, respectivamente.

2.4 Conclusões

Nas condições estudadas os manejos empregados afetaram os atributos físicos do solo estudados, macroporosidade do solo, na camada de 0 a 10 e 10 a 20 cm, bem como a porosidade total na camada de 10 a 20 cm, após a colheita dos cereais de inverno e, macroporosidade na camada de 0 a 10 cm e microporosidade e porosidade total na camada de 10 a 20 cm, após a cultura da soja.

Os cereais anuais de inverno, manejados em sistema de integração lavoura pecuária com diferentes números de pastejos, promoveram alterações na resistência do solo à penetração, na camada de 20 a 25 cm e de 25 a 30 cm de profundidade.

2.5 Referências Bibliográficas

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e ou mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.4, p.857-865, 2000.

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.

ARGENTON J.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C. et al. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.3, p.425-435, 2005.

BALBINO, L.C.; BRUAND, A.; COUSIN, I.; et al. Change in the hydraulic properties of a Brazilian clay Ferralsol on clearing for pasture. **Geoderma**, Amsterdam, v.120, n.3, p.297-307, 2004.

BALBINOT JÚNIOR, A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M. et al. Integração lavoura-pecuária: intensificação de usos de terras agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, p.1925-1933, 2009.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M. et al. Desempenho da cultura do feijão após diferentes formas de uso do solo no inverno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p. 2340-2346, 2009.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D. et al. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.1, p.155-163, 2004.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.581-8, 2004.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; SILVA, A.P. et al. Intervalo hídrico ótimo e produtividade de cultivares de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.639-45, 2006.

BICHI, T.J.; SIEMENS, J.C. Crop response to wheel traffic soil compaction. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v.34, n.3, p. 909-913, 1991.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M. et al. 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.

BRASMAX. **Características e posicionamento - cultivares Brasmax**. Disponível em: http://www.brasmaxgenetica.com.br/archivos/manejo/manejo_22.pdf. Acesso em 15 de novembro de 2012.

CARANACHE, A. Penetrometer - a generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, n.1-2, v.16, p.51-70, 1990.

CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. et al. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: GOTTSCHALL C.S.; SILVA, J.L.S.; RODRIGUES, N.C. (Eds.). **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas: Editora da ULBRA, p.7-44, 2005.

CASTAGNARA, D.D.; KARWATTE JÚNIOR, N.; ZOZ, T. et al. Atributos físicos de LATOSSOLO VERMELHO sob pousio ou cultivado com forrageiras tropicais sob pastejo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.1, p. 150-158, 2012.

CAVIGLIONE, J.H. ; KILHL, L.R.B. ; CARAMORI, P.H. ; et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. CD-ROM.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. **Manual de recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2004. 394p.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2012 / V Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale**, Dourados, MS, 25 a 28 de julho de 2011. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011, 204p.

CONTE, O. **Atributos físicos de solo e demanda de tração em semeadura direta de soja, com diferentes pressões de pastejo em sistema de integração lavoura-pecuária**. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. 91 p. Dissertação (Mestrado).

CONTE, O.; FLORES, J.P.C.; CASSOL, L.C. et al. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p. 1301-1309, 2011.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C. et al. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.3, p.527-535, 2003.

COSTA, A.da; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L. et al. Propriedades físicas do solo em sistemas de manejo na integração agricultura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n.2, p. 235-244, 2009.

COSTA, M.S.S.M.; PIVETTA, L.A.; COSTA, L.A.M. et al. Atributos físicos do solo e produtividade do milho sob sistemas de manejo e adubações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.8, p.810-815, 2011.

CUNHA, J.P.A.R.; VIEIRA, L.B.; MAGALHÃES, A.C. Resistência mecânica do solo à penetração sob diferentes densidades e teores de água. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.10, n.1, p.1-7, 2002.

CUNHA, E.Q.; BALBINO, L.C.; STONE, L. F. et al. Influência de rotações de culturas nas propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho em plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.665-674, 2007.

CUNHA, E.Q.; STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. et al. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I - Atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.2, p.589-602, 2011.

DREWRY, J. J.; CAMERON, K. C.; BUCHAN, G. D. Pasture yield and soil physical property responses to soil compaction from treading and grazing - a review. **Australian Journal of Soil Research**, v.46, p.237-256, 2008.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1997. 212p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. 2.ed. Brasília, Embrapa Informações Tecnológica, 2009. 627p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Trigo BRS Tarumã. Disponível em : <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/cultivares/BRS%20Taruma.pdf>. Acesso em 21/04/2012.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FLORES, J.P.C.; ANGH INONI, I.; CASSOL, L. C. et al. 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.

FLORES, J.P.C; CASSOL, L.C.; ANGHINONI, I. et al. Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária submetido a pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.6, p.2385-2396, 2008.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Aveia Branca IPR 126**. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/aveia-branca.pdf. Acesso em 10/04/2012a.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Triticale IPR 111**. Disponível em : <http://www.iapar.br/arquivos/File/folhetos/tricale/tricale111.html>. Acesso em 21/04/2012b.

IMHOFF, S.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A. Aplicação da curva de resistência do solo à penetração no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. Pesquisa **Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p.1493-1500, 2000.

KARLEN, D.L.; STOTT, D.E. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. p. 53-72. In: Doran, J. W.; Coleman, D. C.; Bezdicek, D. F.; Stewart, B. A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Soil Science Society of America, 1994, 244 p.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**: relações solo planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L.; SILVA, A.P. Resistência mecânica do solo à penetração sob diferentes condições de densidade e conteúdo de água. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.2, p.45-54, 1998.

KLEIN, V.A. Densidade relativa - Um indicador da qualidade física de um Latossolo Vermelho. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.5, p.26-32, 2006.

KLEIN, V.A.; CAMARA, R.K. Rendimento de soja e intervalo hídrico ótimo em latossolo vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v.31, n.2, p.221-227, 2007.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H. et al. **Sistema Santa Fé - tecnologia Embrapa**: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 2000. 28 p. (Circular Técnica, 38).

KUBOTA, A; HOSHIBA, K.; BORDON, J. Green-manure turnip for soybean based no-tillage farming systems in eastern Paraguay. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.2, p.150-158, 2005.

LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T. et al. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1131-1140, 2007.

LIPIEC, J.; HATANO, R. Quantification of compaction effects on soil physical properties and crop growth. **Geoderma**, Amsterdam, v.116, n.1-2, p.107-136, 2003.

MARCHÃO, R.L.; BALBINO, L.C.; SILVA, E.M.; et al. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.873-882, 2007.

MARCHÃO, R.L.; VILELA, L.; PALUDO, A.L. et al. **Impacto do pisoteio animal na compactação do solo sob integração lavoura-pecuária no oeste baiano**.

Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2009. 6p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 163).

MULLER, M.M.L.; CECCON, G.; ROSOLEM, C. A. Influencia da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.531-538, 2001.

OLIVEIRA, G.C.; DIAS JÚNIOR, M.S.; RESCK, D. V. S.; et al. Distribuição de poros e retenção de água em um Latossolo Vermelho argiloso sob experimentos de uso e manejo de longa duração. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14, 2002, Cuiabá. **Anais**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. CD-Rom.

PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. et al. Efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um Argissolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 713-720, 2002.

RALISCH, R.; MIRANDA, T. M.; OKUMURA, R. S. et al. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, p.381-384, 2008.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência Ambiental**, v.27, p.29-48, 2003.

REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: **Tópicos de Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, p.49-134, 2007.

REINERT, D.J.; ALBUQUERQUE, J.A.; REICHERT, J.M. et al. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.5, p.1805-1816, 2008.

ROZANE, D.E.; CENTURION, J.F.; ROMUALDO, L.M. et al. Estoque de carbono e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho distrófico, sob diferentes manejos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.1, p.24-32, 2010.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C. et al. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.1, p.11-21, 2008.

SANTOS, H.G.; ALMEIDA, J.A.; OLIVEIRA, J.B.; et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, DF, EMBRAPA, 2013. 353p.

SCHIAVO, J.A.; COLODRO, G. Agregação e resistência a penetração de um Latossolo Vermelho sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Bragantia**, Campinas, v.71, n.3, p.406-412, 2012.

SEIDEL, E. P.; ABUCARMA, V. M.; BASSO, W. L. et al. Diferentes densidades de solo e o desenvolvimento de plântulas de milho. **Synergismus Scyentifica**, Pato Branco, v.1, p.1-3, 2009.

SFREDO, G. J. **Soja no Brasil**: calagem, adubação e nutrição mineral. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 148 p.

SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, n.2, p.313-319, 1997.

SILVA, I. R.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 311-17, 1998.

SILVA, V.R. **Compressibilidade de um Podzólico e um Latossolo em função do estado inicial de compactação e saturação em água**. Santa Maria, RS, 1999. 116p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Biodinâmica de Solos) – Programa de Pósgraduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1999.

SIQUEIRA JR., L. A. **Alterações de características do solo na implantação de um sistema de integração agricultura-pecuária leiteira**. Curitiba, 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná, 2005.

SOUZA, E.D. **Evolução da matéria orgânica, do fósforo e da agregação em sistema de integração agricultura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 162p. (Tese de Doutorado).

SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; ANGHINONI, I. et al. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.6,p.1829-1836, 2009.

SOUZA, E.D. de; COSTA, S.E.V.G.A.; ANGHINONI, I. et al. Soil aggregation in a crop-livestock integration system under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.1, p.1362-1374, 2010.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S. et al. Avaliações de alguns atributos físicos de solo em sistemas de produção de grãos, envolvendo pastagens sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.9, n.1, p.23-31, 2004.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S. et al. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.1, p.129-136, 2009.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R, S. et al. Atributos físicos de um Hapludox em função de sistemas de produção integração lavoura-pecuária (ILP), sob plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, n.1, p.37-44, 2010.

SPERA, S.T.; DOS SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. et al. Efeito de sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto em alguns atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n.3, p.388-393, 2012.

STOLF, R. Teorias e testes experimentais de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.3, p.229-235, 1991.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.835-841, 2000.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, n.2, p.395-401, 2001.

VEIGA, M.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Aggregate stability as affected by short and long-term tillage systems and nutrient sources of a Hapludox in southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.4, p.767-777, 2009.

VIANA, E.T.; BATISTA, M.A.; TORMENA; C.A. et al. Atributos físicos e carbono orgânico em latossolo vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.6, p.2105-2114, 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA, **Soil survey manual**. Washington, DC, USA, Soil Survey Division Staff, 1993. 437p. (Handbook, 18).

CAPÍTULO 3

PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ACÚMULO DE NUTRIENTES DE RESÍDUOS DE CEREAIS DE INVERNO MANEJADOS SOB SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

Objetivou-se com o trabalho avaliar a produção, a composição química, bem como, o acúmulo de nutrientes, dos resíduos de três diferentes cereais de inverno, manejados sob sistema de integração lavoura pecuária. O trabalho foi desenvolvido, no outono inverno de 2012, em área experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus Marechal Cândido Rondon, em LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico (LVdf), com delineamento de blocos casualizados em esquema de faixas, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de três diferentes cereais de inverno (aveia IPR 126, triticale IPR 111 e trigo BRS Tarumã), com três diferentes manejos: sem pastejo, um pastejo e dois pastejos. O pastejo foi realizado até atingir a altura residual de 15 cm de cada forrageira, utilizando-se vacas da raça holandesa com peso médio de 663 kg. Foram determinados a produção de palhada, os teores e o acúmulo de C, N, P, K, Ca, Mg e a relação C:N nos resíduos dos cereais de inverno, após a colheita dos mesmos. A produção de palhada foi superior no manejo em que não foi realizado o pastejo, associado com a cultura da aveia e do triticale. Os diferentes cereais de inverno utilizados influenciaram nos teores de C e K, relação C:N e na quantidade de C acumulado na área. Os manejos afetaram na quantidade acumulada de Ca, P e N. As demais características estudadas não foram influenciadas. Os resultados sugerem que o manejo empregado, bem como a cultura utilizada, interferem diretamente na quantidade e na qualidade dos resíduos vegetais.

Palavras chave: Aveia, triticale, trigo, cereais de duplo propósito, nitrogênio.

Production, chemical composition and nutrient accumulation of winter cereal managed under integrated crop livestock

Aimed with this study to evaluate the production, chemical composition, as well as the accumulation of nutrients, of residues from three different winter cereals, managed under integrated crop livestock. The study was conducted in the autumn winter 2012 in the experimental area of the State University of West Paraná – Campus of Marechal Cândido Rondon in a Dystrophic Oxisol, with a randomized block design in split-tracks, with four replications. The treatments consisted of three different winter cereals (oat IPR 126, triticale IPR 111 and wheat BRS Tarumã), with three different managements: no grazing, one grazing and two grazing. Grazing was done until the residual height of 15 cm of each forage, using Holstein cows with an average weight of 663 kg. Was determined the biomass production, the content and accumulation of C, N, P, K, Ca, Mg and C: N ratio in the winter cereals residues after harvests them. The biomass production was higher in management where grazing was not performed, associated with oat and triticale. The different winter cereals used influenced the C and K levels, in the C:N ratio and in the amount accumulated of C in the area. The management affected the accumulated amount of Ca, P and N. The other traits were not affected. The results suggest that the management employee, as well as the culture used, directly affects the quantity and quality of plant residues.

Key-words: Oat, triticale, wheat, cereals dual purpose, nitrogen.

3.1 Introdução

No Sul do Brasil as áreas sob sistemas de produção com integração lavoura e pecuária destinadas ao pastejo, se restringem geralmente ao período de inverno primavera (ALBUQUERQUE et al. 2001), sendo que há uma grande redução da disponibilidade de forragem fresca nessa época. A adoção de sistemas de ILP é uma forma de suprir parcial ou totalmente o déficit de forragem durante esse período, com o cultivo de forrageiras anuais tais como aveia, semeada em sucessão às culturas de verão (MACHADO e ASSIS 2010).

O uso de sistemas de manejo com menor revolvimento do solo possível e que proporcione acúmulo de resíduos vegetais na superfície (MARCOLAN e ANGHINONI, 2006), possibilitam aumento na produtividade das culturas (COSTA et al., 2003). Além do uso do plantio direto sob palhada promover menor impacto ao ambiente, a cobertura morta protege o solo da radiação solar, dissipa a energia de impacto das gotas de chuva, reduz a evaporação de água e aumenta a eficiência da ciclagem dos nutrientes (MATEUS et al., 2004).

A disponibilidade de forragem no sistema está diretamente associada ao crescimento da biomassa no pasto, este determinado pela quantidade de carbono fixada a cada dia, dependente da energia interceptada, que por sua vez depende da radiação solar incidente e da área foliar existente (MARASCHIN, 2001). Dessa forma, o pastejo, dependendo de sua intensidade, afeta a área foliar e a interceptação luminosa pelas plantas o que, por sua vez, interfere na capacidade de produzir novas folhas, alterando o crescimento do pasto e da forragem disponível (SILVA et al., 2011).

Em sistemas de integração lavoura pecuária ocorre aporte diferenciado de resíduos vegetais em relação aos sistemas puros de produção de grãos, tanto na superfície quanto no perfil do solo pelas raízes (SOUZA et al., 2010). Pode ocorrer aumento das concentrações de carbono orgânico no solo ao longo do tempo, incremento da massa produzida por tempo em decorrência do pastejo e maior ciclagem de nutrientes (TRACY e ZHANG 2008).

O manejo das pastagens é o ponto chave no processo de adoção da integração lavoura pecuária, e é necessário entender o funcionamento do crescimento vegetal e como as práticas de manejo afetam esse processo (SILVA et

al., 2011). Em sistemas integrados é importante encontrar um nível intermediário de biomassa que beneficie tanto a cultura de verão, quanto a produção animal no ciclo da pastagem, de forma a garantir alta produtividade e sustentabilidade ao sistema (MORAES et al., 2003). Por isso, para a consolidação e sucesso desse sistema, é de fundamental importância o estabelecimento de culturas para a produção de palhada, em quantidade adequada à cobertura do solo (ANDREOTTI et al., 2008), e que não venham a comprometer o sistema agropastoril (SILVA et al., 2011).

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo estudar a produção, composição química e a quantidade depositada de nutrientes dos resíduos de três diferentes cereais de inverno, manejados em sistema de integração lavoura pecuária.

3.2 Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental “Professor Antonio Carlos dos Santos Pessoa” (latitude 24° 31' 58" S e longitude 54° 01' 10" W, com altitude aproximada de 400 m), pertencente à Universidade Estadual do Oeste Paraná - *Campus* Marechal Cândido Rondon, em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (LVdf) (SANTOS et al., 2013). O local estava sendo manejado sob o sistema de semeadura direta, sendo que, antes da implantação do experimento a área apresentava as características químicas descritas na Tabela 1. Devido à saturação por bases (V%) apresentar valor abaixo de 50% foi realizado calagem, em superfície, 30 dias antes da semeadura; objetivando-se elevar a saturação de bases para 70 % (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas e textural do solo, na camada de 0 a 30 cm de profundidade, antes da implantação das culturas de inverno.

Prof.	P	MO	pH	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	Areia	Silte	Argila
cm	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----						%	-----g Kg ⁻¹ -----			
0-10	24,49	32,64	4,55	9,40	0,46	0,53	4,56	1,54	6,63	16,02	41,66	681,00	266,48	52,52
10-20	25,86	32,64	4,65	8,62	0,34	0,44	5,32	1,67	7,42	16,04	46,32	751,50	199,11	49,39
20-30	12,11	32,47	4,77	7,47	0,19	0,25	5,49	1,75	7,49	14,95	50,13	706,50	238,93	54,57

Prof.: profundidade. P e K – Extrator MEHLICH⁻¹; Al, Ca e Mg = KCl 1 mol L⁻¹; H+Al = pH SMP (7,5).

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cfa mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. As temperaturas médias do trimestre mais frio variam entre 17 e 18 °C, do trimestre mais quente entre 28 e 29 °C e a anual entre 22 e 23 °C. Os totais anuais médios normais de precipitação pluvial para a região variam de 1600 a 1800 mm, com trimestre mais úmido apresentando totais variando entre 400 a 500 mm (CAVIGLIONE et al., 2000). Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos a partir de estação climatológica automática distante cerca de 50 m da área experimental (Figura 1).

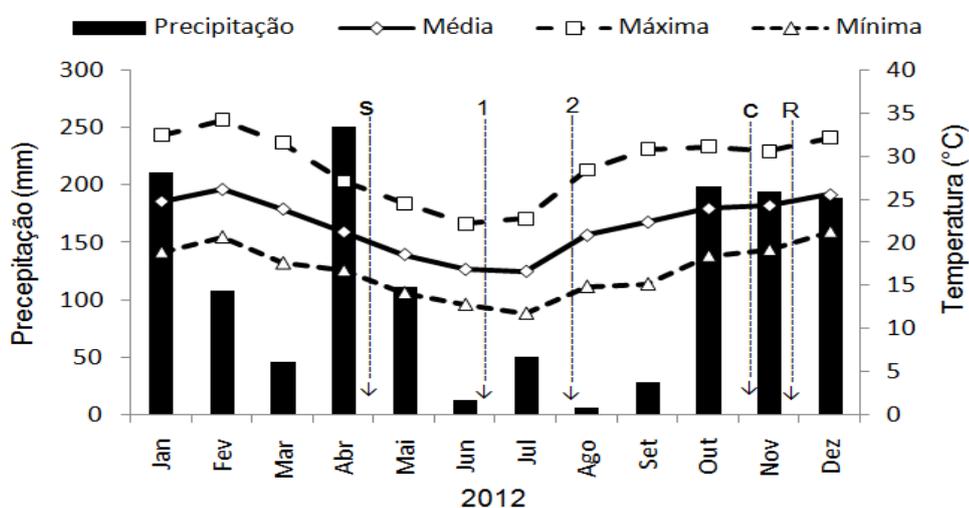


Figura 1. Médias mensais das temperaturas máxima, mínima e média e precipitação pluviométrica acumulada durante os meses do período experimental. S: semeadura dos cereais de inverno. C: colheita cereais de inverno. R: coleta dos resíduos culturais. 1 e 2: pastejos dos cereais de inverno.

Fonte: Estação Climatológica Automática do Núcleo de Estações Experimentais da Unioeste, Marechal Cândido Rondon-PR.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema de faixas, com quatro repetições. Nas faixas A (10 x 18 m), foram alocadas três culturas anuais de inverno: aveia branca (IPR 126), triticale (IPR 111) e trigo de duplo propósito (BRS Tarumã). Nas faixas B (5 x 30 m), transversais as faixas A, foram alocados os manejos dos cereais de inverno: sem pastejo, um pastejo com altura de resíduo de 15 cm e dois pastejos com altura de resíduo de 15 cm, com colheita dos grãos no final do ciclo. As parcelas, foram formadas pela combinação das faixas A e B (5 x 10 m), cada bloco possuía uma área de 540 m² (18 x 30 m).

O experimento foi iniciado no outono-inverno de 2012, sendo que, a área foi dessecada 30 dias antes da semeadura, utilizando-se Glifosato-sal de Isopropilamina na dose de $3,0 \text{ L ha}^{-1}$, de produto comercial, com volume de calda de 250 L ha^{-1} .

Os cereais de inverno foram semeados no dia 19/04/12, com semeadora adubadora, acoplada a trator, no sistema de semeadura direta sobre palhada de milho. Foram utilizados 60 kg ha^{-1} de sementes de aveia (IAPAR, 2012a), 50 kg ha^{-1} de sementes de triticales (IAPAR, 2012b) e 90 kg ha^{-1} (EMBRAPA, 2012) de sementes de trigo, com 0,17 m entre linhas. A adubação de base para a cultura da aveia, do triticales e do trigo foi realizada de acordo com Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004) e Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticales (2011). Para a adubação de base foi utilizado 200 kg ha^{-1} de um formulado 8-20-20 (N, P_2O_5 e K_2O) e para a adubação de cobertura 120 kg ha^{-1} de N na forma de uréia. A adubação de cobertura foi parcelada em três vezes, no início do perfilhamento dos cereais e, logo após cada pastejo, no tratamento que foi pastejado duas vezes. Entretanto, para o tratamento que sofreu apenas um pastejo e/ou que não foi pastejado, a adubação de cobertura foi parcelada em duas vezes, no perfilhamento e após a realização do pastejo. Não foi necessário fazer a aplicação de herbicidas e inseticidas durante o ciclo de desenvolvimento dos cereais de inverno. Entretanto, foi realizada uma aplicação do fungicida Triazol na dose de 650 ml ha^{-1} , de produto comercial com volume de calda de 250 L ha^{-1} .

Os manejos dos cereais de inverno, faixas B, foram iniciados quando as plantas atingiram entre 25 a 35 cm de altura. Para o pastejo foram utilizados nove animais da raça holandesa com peso médio de 663 kg. Os animais permaneciam nas faixas por quatro horas diárias (duas no período matutino e duas no vespertino) ou até que a altura da resteva atingisse de 15-20 cm (SOUZA, 2008), para que não houvesse danos ao meristema apical.

A amostragem para a determinação da quantidade de palhada residual foi realizada após a colheita dos cereais de inverno, com auxílio de quadrado metálico vazado com área conhecida ($0,25 \text{ m}^2$), que foi lançado aleatoriamente em cada parcela e toda a palhada da superfície do solo contida no seu interior foi coletada. Após a coleta, o material, foi submetido à secagem em estufa com ventilação

forçada de ar sob temperatura de 55°C por 72 horas, com posterior pesagem para a determinação da massa seca. Após a pesagem, foram estimadas as quantidades de palhada residual depositadas por hectare. O material foi moído em moinho tipo Willey para a determinação das concentrações e, posteriormente foi determinado a quantidade depositada de C, N, P, K, Ca e Mg. O C foi obtido a partir da determinação da matéria orgânica em mufla conforme descrito por Silva e Queiroz (2006). Para a estimativa da concentração de C nas amostras a concentração de matéria orgânica foi dividida por 1,72 conforme recomendado por Peixoto et al. (2007). O N foi determinado por digestão sulfúrica e destilação em sistema semi-micro Kjeldal, enquanto para a determinação de macro e micronutrientes foi realizada a digestão nitroperclórica, com posterior leitura em espectrofotômetro de absorção atômica (EMBRAPA, 2009).

Os dados foram submetidos ao teste de Lilliefors para verificar a normalidade, sendo os que apresentaram $p > 0,05$ sem distribuição normal foram transformados ($1/x$: carbono, nitrogênio e relação carbonono:nitrogênio). Realizou-se análise de variância e para os tratamentos cujo teste F foi significativo, compararam-se as médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. O programa usado para análise estatística foi o GENES (CRUZ, 2006).

3.3 Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos, a quantidade de palhada residual, foi influenciada pela interação dos fatores estudados (cultura x manejo). Entretanto, a composição química dos resíduos culturais, sofreu influencia das culturas estudadas para os teores de carbono (C), relação C:N e potássio (K). Os valores de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (MG), não foram influenciados ($p > 0,05$), pelos fatores estudados (Tabela 2).

Para a quantidade de nutrientes acumulados após a colheita dos cereais de inverno, a interação dos fatores estudados, influenciou na quantidade de N depositada por área (Tabela 3). Com relação ao C, este sofreu influencia das culturas estudadas. O manejo empregado afetou a quantidade de Ca e P. Entretanto para os demais nutrientes (K e Mg), depositados na área, não sofreram influencia de nenhum dos fatores estudados.

A produção de palhada residual das culturas de inverno, quando submetidas

aos pastejos, foi inferior, se comparado ao manejo em que as culturas do triticales e da aveia que não foram pastejadas (Tabela 4). O resultado era esperado, pois devido ao pastejo, a capacidade de rebrota das plantas vai sendo reduzida, prejudicando a recomposição da área foliar e conseqüentemente o acúmulo de massa seca pela cultura. Entretanto, os baixos volumes de precipitação registrados durante os pastejos (Figura 1), podem ter contribuído para este resultado.

Tabela 2. Valores de F calculado para a produção e composição química da palhada residual, de diferentes cereais de inverno, manejados em sistema de integração lavoura pecuária.

Fonte de Variação	GL	Palhada Residual	C ^t	N ^t	Relação C:N ^t	P	K	Ca	Mg
Bloco	3	0,61	0,65	0,81	0,89	2,92	2,09	5,94	1,89
Cultura (C)	2	5,97*	28,76**	3,08 ^{ns}	127,46**	3,96 ^{ns}	9,22*	0,37 ^{ns}	1,71 ^{ns}
Erro 1	6								
Manejo (M)	2	33,17**	0,74 ^{ns}	0,74 ^{ns}	3,72 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,35 ^{ns}	1,66 ^{ns}	1,16 ^{ns}
Erro 2	6								
C X M	4	5,27*	1,96 ^{ns}	1,47 ^{ns}	2,46 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,87 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,84 ^{ns}
Erro 3	12								
CV 1 (%)		47,60	19,57	35,44	15,59	30,05	85,14	35,35	102,66
CV 2 (%)		35,57	41,64	41,90	24,88	19,42	67,29	41,36	129,27
CV 3 (%)		29,31	25,55	40,16	27,58	22,89	61,78	34,18	131,59
Média geral		2179,23	61,34	29,12	2,53	0,90	4,24	1,92	0,91

ns; **, *: Não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ^t: Dados transformados em 1/x. CV 1: Coeficiente de variação para as culturas; CV 2: Coeficiente de variação para os manejos; CV 3: Coeficiente de variação para interação culturas com os manejos.

Para Flores et al. (2007), trabalhando sob as mesmas condições experimentais do presente estudo, obtiveram quantidades de palhada na superfície do solo variando de 1.850 a 5.400kg ha⁻¹ de MS, da maior para a menor intensidade de pastejo, respectivamente, sendo observados 6.050kg ha⁻¹ de MS na área sem pastejo. Lopes et al. (2009), encontraram valores que variaram de 1.860 a 5.170kg ha⁻¹ de MS, trabalhando com diferentes alturas de pastejo. Todavia, pode-se observar baixa produção de palhada de trigo, mesmo aonde não ocorreu pastejo.

A adição de resíduos vegetais ao solo em áreas sob SILP, em semeadura direta, é de extrema importância para a manutenção e o aumento dos teores de matéria orgânica do solo (MOS), a qual tem um papel fundamental na manutenção da sustentabilidade da produção ao longo do tempo (LOPES et al., 2009). Para Nicoloso et al. (2006), a adição anual de palha ao solo, no sistema de plantio direto, deve ser superior a 8.000 kg ha⁻¹ de MS de resíduos vegetais, todavia, nenhum

tratamento alcançou tais valores, neste trabalho. Todavia, níveis de palhada residual próximos a 2000 kg ha⁻¹ podem não comprometer a produção de grãos no cultivo subsequente (FLORES et al., 2007).

Tabela 3 Valores de F calculado para o acúmulo de nutrientes da palhada residual, de diferentes cereais de inverno, manejados em sistema de integração lavoura pecuária.

Fonte de Variação	GL	C	N	K	Ca	Mg	P
Bloco	3	0,39	0,88	1,15	3,14	6,50	0,60
Cultura	2	25,52*	1,55 ^{ns}	3,07 ^{ns}	2,72 ^{ns}	0,13 ^{ns}	3,24 ^{ns}
Erro 1	6						
Manejo	2	3,68 ^{ns}	41,74**	3,41 ^{ns}	5,92*	2,19 ^{ns}	24,11**
Erro 2	6						
C X M	4	2,17 ^{ns}	3,90*	2,40 ^{ns}	1,84 ^{ns}	1,90 ^{ns}	2,78 ^{ns}
Erro 3	12						
CV 1 (%)		46,85	49,46	192,90	61,59	55,67	64,07
CV 2 (%)		50,95	32,37	106,50	59,66	100,68	39,11
CV 3 (%)		38,54	28,65	92,50	42,74	79,00	26,71
Média geral		129,04	61,08	10,34	3,84	1,68	1,89

ns; **, *: Não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. CV 1: Coeficiente de variação para as culturas; CV 2: Coeficiente de variação para os manejos; CV 3: Coeficiente de variação para interação culturas com os manejos.

Entretanto, quantidades excessivas de palhada de gramíneas, durante a sua decomposição podem comprometer a disponibilidade de N (AITA et al., 2003), devido à sua alta relação carbono/nitrogênio (C:N) (SILVA et al. 2006) e à ocorrência da imobilização microbiana do N (AMADO et al., 2003), além disso, devido a alta relação C:N a decomposição do material será mais lenta.

A cultura da aveia, quando comparada com as demais culturas, propiciou deposição de palhada com maior concentração de C (Tabela 4), bem como, na quantidade total de C depositada por área (Tabela 5), consequentemente influenciando na relação C:N. As pastagens possibilitam um incremento nos teores de carbono em função do alto desenvolvimento vegetal, tanto na parte aérea como nas raízes, o que pode ser observado em sistemas de ILP sob plantio direto (FRANZLUEBBERS e STUEDEMANN, 2008). Com o avanço da idade de desenvolvimento da cultura, ocorre a elevação na concentração dos componentes estruturais na massa seca, os quais são ricos em C, ao mesmo tempo em que ocorre a diminuição do conteúdo celular (ZANINE e MACEDO, 2006).

Também em sistemas de ILP, a forma de manejo das pastagens e a lotação animal, por resultarem em diferentes quantidades de massa produzida e de nutrientes reciclados, podem aportar diferentes quantidades de C (SOUZA et al., 2008). Entretanto, esta variação se deve, em parte, ao fato dos materiais provirem de diferentes espécies (ALVES et al., 2011), que apesar de pertencerem a mesma família, acumulam diferentes quantidades de nutrientes.

Tabela 4. Quantidade e composição química da palhada residual, de diferentes cereais de inverno, manejados em sistema de integração lavoura pecuária.

Cultura	Palhada Residual (Kg ha ⁻¹)				Carbono (g kg ⁻¹) ¹			
	Manejo			Média	Manejo			Média
1P	2P	SP	1P		2P	SP		
Aveia	1990aB	1675aB	4440aA	2701,45	107,11	134,90	55,72	99,24a
Trigo	1540aA	650aA	1840bA	1343,12	40,91	48,10	40,26	43,09b
Triticale	1965aB	975aB	4540aA	2493,12	39,77	41,12	44,21	41,70b
Média	1831	1100	3606		62,60	74,71	46,73	
Nitrogênio (g kg ⁻¹) ¹				Relação C:N ¹				
Aveia	19,89	20,71	24,04	21,55	5,44	6,51	2,34	4,76a
Trigo	38,42	30,31	39,17	35,97	1,07	2,18	1,03	1,42b
Triticale	29,91	31,86	27,76	29,84	1,33	1,29	1,59	1,40b
Média	29,40	27,63	30,33		2,61	3,32	1,65	
Fósforo (g kg ⁻¹)				Potássio (g kg ⁻¹)				
Aveia	1,03	0,90	0,96	0,97	2,72	4,28	1,97	2,99b
Trigo	0,90	1,05	1,10	1,01	1,81	1,72	2,13	1,89b
Triticale	0,73	0,78	0,66	0,72	9,56	6,84	7,09	7,83a
Média	0,89	0,91	0,91		4,70	4,28	3,73	
Cálcio (g kg ⁻¹)				Magnésio (g kg ⁻¹)				
Aveia	1,94	1,97	1,53	1,81	0,75	0,78	0,59	0,71
Trigo	2,31	2,22	1,63	2,05	2,47	0,84	0,66	1,32
Triticale	1,84	2,28	1,59	1,91	0,75	0,81	0,56	0,71
Média	2,03	2,16	1,58		1,32	0,81	0,60	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). ¹: Médias destransformadas. 1P: 1 pastejo; 2P: 2 pastejos; SP: sem pastejos.

Os valores obtidos para N, nos resíduos culturais, não demonstraram diferenças significativas entre os manejos empregados e, nem entre as três culturas estudadas, dentre as quais a cultura do trigo apresenta uma maior tendência ao acúmulo de N. Entretanto, o manejo que não sofreu pastejo, proporcionou a maior quantidade de N acumulado. Os resultados obtidos para a concentração de N na palhada não eram esperados, pois o pastejo das plantas elimina a possibilidade de lignificação das estruturas das plantas e estimula o rebrote e surgimento de novos

afilhos e novas folhas. Para Campos et al. (2002), plantas de aveia que foram mantidas sob crescimento livre lignificaram a parede celular das células, com consequente redução na concentração de N (HENRIQUES et al., 2007). Embora, os cereais estudados, não sejam plantas leguminosas, também, acumulam e reciclam o N. Resultados diferentes ao deste trabalho foram encontrados por Borkert et al. (2003), que constataram que o N é o segundo nutriente de maior quantidade na massa após o K.

Tabela 5. Acúmulo de nutrientes da palhada residual, de diferentes cereais de inverno, manejados em sistema de integração lavoura pecuária.

Cultura	Carbono (kg ha ⁻¹)				Nitrogênio (kg ha ⁻¹)				
	Manejo			Média	Manejo			Média	
	1P	2P	SP		1P	2P	SP		
Aveia	211,51	224,39	245,31	227,07a	39,41B	34,93B	107,12abA	60,49	
Trigo	62,66	31,94	74,02	56,20b	59,27B	20,90B	71,41bA	50,53	
Triticale	79,89	41,89	189,80	103,86b	58,59B	32,07B	126,02aA	72,22	
Média	118,02	99,41	169,71		52,42	29,30	101,52		
Cultura	Potássio (kg ha ⁻¹)				Cálcio (kg ha ⁻¹)				
	Aveia	5,35	5,65	9,17	6,73	3,78	3,22	6,83	4,61
	Trigo	2,79	0,97	3,93	2,56	3,43	1,38	2,83	2,55
	Triticale	22,16	7,16	35,92	21,75	3,97	2,28	6,87	4,37
	Média	10,10	4,59	16,34		3,73AB	2,29B	5,51A	
Cultura	Magnésio (kg ha ⁻¹)				Fósforo (kg ha ⁻¹)				
	Aveia	1,49	1,22	2,63	1,78	1,96	1,60	4,17	2,57
	Trigo	3,29	0,51	1,16	1,65	1,38	0,63	2,00	1,34
	Triticale	1,63	0,80	2,34	1,59	1,55	0,77	2,96	1,76
	Média	2,14	0,84	2,05		1,63B	1,00B	3,04A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). 1P: 1 pastejo; 2P: 2 pastejos; SP: sem pastejos.

Para a relação C:N a diferença significativa, somente foi encontrada para a cultura da aveia em relação as demais culturas, devido principalmente aos altos valores de carbono encontrados na palhada residual (Tabela 4). Todavia, esta característica, é mais usada em modelos para prever a disponibilidade de N no solo durante a decomposição de materiais orgânicos (NICOLARDOT et al., 2001), pois, quanto maior for esta relação, mais lento será o processo de decomposição. A adição de resíduos culturais com alta relação C:N no solo, também, pode ocasionar um esgotamento do N, em função da grande demanda de N pela microbiota causando a imobilização do N do solo, já quando a relação C:N é baixa, ocorre à liberação do elemento mineralizado (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Os teores de K encontrados nos resíduos culturais foram maiores para a cultura do triticale, se comparado com os demais cereais de inverno, entretanto, no acúmulo deste nutriente, não houve diferença entre as culturas, na área. Todavia, o prazo de implantação de culturas em sucessão deve ser minimizado, com vistas à diminuição de perdas, devido a sua rápida liberação. Sendo o íon (K) mais abundante nas células vegetais, não estando associado a nenhum componente estrutural da planta (TAIZ; ZEIGER, 2004), também, deve-se ao fato de que o cátion K^+ não é metabolizado na planta, formando ligações com complexos orgânicos de fácil reversibilidade (ROSOLEM et al., 2003).

Os valores médios para a concentração de N, P e K, estão abaixo dos valores encontrados por Calegari (1990), em relação à cultura da aveia, que constatou a concentração de N, P e K de $16,5 \text{ g kg}^{-1}$; $1,0 \text{ g kg}^{-1}$ e 16 g kg^{-1} , respectivamente. Todavia, para Floss (2002), os restos vegetais das gramíneas são fornecedores de nutrientes, a médio e longo prazo, às culturas sucessoras, com acúmulo na camada superficial. Este processo, segundo o autor favorece o aumento nos teores de P e K do solo sob o sistema de plantio direto.

Kozelinski (2009) avaliando resíduos de biomassa de trigo duplo propósito, encontrou teores de nutrientes de $32,5$; $4,0$; $35,8$; $4,0$ e $2,8 \text{ g kg}^{-1}$ para N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Todavia Meinerz et al. (2011), avaliando épocas de corte de genótipos de espécies de cereais de inverno de duplo-propósito, constataram que a composição mineral das forragens apresentou pequenas diferenças entre os genótipos testados. Os autores constataram que os maiores teores médios de cálcio foram obtidos para o centeio BR 1, o triticale BRS 148, a aveia-branca UPF 18 e as aveias preta UPFA 21 - Moreninha e Comum e os maiores valores de fósforo foram encontrados nos trigos BRS Guatambu, BRS Tarumã e BRS 277.

O fato de as poaceas possuírem características fisiológicas próximas, estarem submetidas às mesmas técnicas, períodos de pastejo e condições climáticas, assim como as condições semelhantes de fertilidade de solo, podem explicar a não diferença, nos teores de K, Ca e Mg, bem como, no acúmulo de K e Mg. Todavia, diferenças na quantidade acumulada de P e Ca, devem-se ao maior acúmulo de palha no manejo não pastejado.

O uso intenso do solo em sistemas de produção dirigidos para alta produção ou uso intensivo do solo promove elevada retirada de nutrientes e, ou,

decomposição de palha. Os nutrientes podem ser repostos mediante adubações, enquanto a palha, que é a principal fonte de matéria orgânica, não tem sido adequadamente reposta nesses sistemas (SPERA et al., 2009). O manejo da massa de forragem tem grande importância, sobretudo porque pode determinar o sucesso ou fracasso dos SILP. Em tese, a manutenção de baixa biomassa residual pode vir a comprometer o sistema em semeadura direta, uma vez que quantidades pequenas de massa ou menores alturas de manejo ocasionariam degradação e prejuízos ao solo (LOPES et al., 2009).

3.4 Conclusões

A quantidade de resíduos culturais, que permanece sobre a superfície do solo, sofre influência direta do manejo que é empregado a cultura, sendo que, a produção de palhada residual foi superior no manejo em que não foi realizado o pastejo, associada com a cultura da aveia e do triticale.

A quantidade de nutrientes, presentes nos resíduos culturais, foi influenciada pela cultura, nos teores de C, K na relação C:N e na quantidade de C acumulado na área.

Os manejos estudados afetaram na quantidade acumulada de Ca, P e N.

Os resultados sugerem que o manejo empregado, bem como a cultura utilizada, interfere diretamente na quantidade e na qualidade dos resíduos vegetais.

3.5 Referências Bibliográficas

ALVES, R.A.; MENEZES, R.S.C.; SALCEDO, I.H. et al. Relação entre qualidade e liberação de N por plantas do semiárido usadas como adubo verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.11, p.1107-1114, 2011.

AMADO T. J. C., SANTI A.; ACOSTA J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. II - influência na decomposição de resíduos, Liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.6, p.1085-1096, 2003.

ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V.F. et al. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um Latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.1, p.109-115, 2008.

BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E. et al. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.1, p.43-153, 2003.

CAMPOS, F.P.; LANNA, D.P.D.; BOSE, M.L.V. et al. Degradabilidade do capim-elefante em diferentes estágios de maturidade avaliada pelo método in vitro/gás. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.2, p.217-225, 2002.

CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1990. 37p. (Boletim Técnico, 35).

CAVIGLIONE, J.H.; KILHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. CD-ROM.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. **Manual de recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**.10.ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2004. 394p.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações técnicas para trigo e triticale** – safra 2012 / V Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, Dourados, MS, 25 a 28 de julho de 2011. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011, 204p.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C. et al. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.3, p.527-535, 2003.

CRUZ, C. D. **Programa Genes - Estatística Experimental e Matrizes**. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. v.1. 285 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. 2.ed. Brasília, Embrapa Informações Tecnológica, 2009. 627p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Trigo BRS Tarumã. Disponível em : <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/cultivares/BRS%20Taruma.pdf>. Acesso em 21/04/2012.

FLORES, J.P.C.; ANGH INONI, I.; CASSOL, L. C. et al. 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.

FLOSS, E. L. Aveia, um sustentáculo do sistema de semeadura direta. **Revista Plantio Direto**, Passos Fundo, v.72, n.69, p.14-18, 2002.

FRANZLUEBBERS, A.J.; STUEDEMANN, J.A. Early response of soil organic fractions to tillage and integrated crop–livestock production. **Soil Science Society of America Journal**, Madison v.72, p.613-625, 2008.

HENRIQUES, L.T.; COELHO DA SILVA, J.F.; DETMANN, E. et al. Frações dos compostos nitrogenados de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.3, p.740-748, 2007.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Aveia Branca IPR 126**. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/aveia-branca.pdf. Acesso em 10/04/2012a.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Triticale IPR 111**. Disponível em : <http://www.iapar.br/arquivos/File/folhetos/tricale/tricale111.html>. Acesso em 21/04/2012b.

KOZELINSKI, S.M. **Produção de trigo duplo propósito e ciclagem de nutrientes em sistema de integração lavoura pecuária**. Pato Branco, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009, 90p. (Dissertação Mestrado).

MACHADO, L.A.Z.; ASSIS, P.G.G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.4, p.415-422, 2010.

MARASCHIN, G.E. Caracterização de sistemas de produção em pastagens. In: Peixoto, A. M.; Moura, J. C. de; Silva, S. C. da; Faria, V. P. de. (Org.). **Planejamento de Sistemas de Produção em Pastagens**. 1 ed. Piracicaba: FEALQ, 2001, v.18, p. 1-60.

MARCOLAN, A.L.; ANGHINONI, I. Atributos de um Argissolo e rendimento de culturas de acordo com o revolvimento do solo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa v.30, n.1, p.163-170, 2006.

MATEUS, G.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; NEGRISOLI, E. Palhada do sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p. 539-542, 2004.

MEINERZ, G.R.; OLIVO, C.J.; FONTANELI, R.S. et al. Valor nutritivo da forragem de genótipos de cereais de inverno de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.6, p.1173-1180, 2011.

MORAES, A.; ALVES, S.J.; PELISSARI, A. et al. Atualidades na integração lavoura e pecuária na região Sul do Brasil. In: GOTTSHALL, C.S.; SILVA, J.L.S.; RODRIGUES, N.C.. **VIII Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos**. Ed. ULBRA. Canoas, v.1, p.81-120, 2003.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Lavras: UFLA, 2006, 729 p.

NICOLARDOT, B.; RECOUS, S.; MARY, B. Simulation of C and N mineralization during crop residue decomposition: A simple dynamics model based on the C:N ratio of the residue. **Plant and Soil**, v.228, n.1, p.83-103, 2001.

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.

PEIXOTO, A.M.; SOUZA, J.S.I.; TOLEDO, F.F. et al. **Enciclopédia Agrícola Brasileira**, v.6, 1.ed. 2007, 631p.

SANTOS, H.G.; ALMEIDA, J.A.; OLIVEIRA, J.B. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, DF, EMBRAPA, 2013. 353p.

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.27, n.2, p.355-362, 2003.

SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G.; SANGOI, L. 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.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Ed UFV, 2006. 235 p.

SILVA, J.L.S.; THEISEN, G.; BORTOLINI, F. Planejamento de uso de áreas em integração lavoura pecuária. III Encontro de integração lavoura pecuária no sul do Brasil. **Synergismus Scyentifica**, Pato Branco, v.6, n.2, 2011.

SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; LIMA, C.V.S. et al. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração agricultura-pecuaria submetidos a intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.3, p.1273-1282, 2008.

SOUZA, E.D. **Evolução da matéria orgânica, do fósforo e da agregação em sistema de integração agricultura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 162p. (Tese de Doutorado).

SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; ANGHINONI, I. et al. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.1, p.79-88, 2010.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. et al. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.1, p.129-136, 2009.

LOPES, M.L.T; FACCIO, P. C.; ANGHINONI, I. et al. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual

sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1499-1506, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Nutrição Mineral. In. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed, p.95-115, 2004..

TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated croplivestock system in Illinois. **Crop Science**, Madison, v.48, n.3, p.1211-1218, 2008.

ZANINE, A.M.; MACEDO, J.G.L. Importância do consumo da fibra para nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Málaga, v.7, n.4, p.1-12, 2006.

CAPÍTULO 4

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS EM ÁREA CULTIVADA COM DIFERENTES CEREAIS DE INVERNO MANEJADOS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

Resumo

Este trabalho teve como objetivo identificar a composição florística de comunidades de plantas daninhas presentes em área agrícola, cultivada com diferentes cereais de inverno e manejados sob o sistema de integração lavoura pecuária. O trabalho foi desenvolvido em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (LVdf), com delineamento de blocos ao acaso em esquema de faixas, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de três cereais de inverno (aveia IPR 126, triticale IPR 111 e trigo BRS Tarumã) com diferentes manejos: sem pastejo, um pastejo e dois pastejos. O pastejo foi realizado quando as culturas apresentavam de 25-30 cm de altura, até atingir a altura residual de 15-20 cm de cada forrageira, utilizando-se vacas da raça holandesa. O levantamento fitossociológico foi realizado em cada parcela, 20 dias após a colheita dos cereais de inverno. Para caracterização e estudo fitossociológico da comunidade infestante foi utilizado, como unidade amostral, um quadro vazado (0,50 x 0,50 m), lançado aleatoriamente dentro de cada parcela (método do quadrado inventário). As plantas daninhas foram identificadas e quantificadas, para determinação das seguintes características: densidade; densidade relativa; frequência; frequência relativa; abundância; abundância relativa; índice de importância relativa (Ir); coeficiente de similaridade e índice de similaridade. Na área, foram identificadas 11 famílias e 16 espécies, destacando-se as famílias Poaceae e Asteraceae. *Commelina benghalensis* (Commelinaceae) foi a espécie com o maior Ir (62,67%), seguida por *Digitaria horizontalis* (Poaceae) e *Brachiaria plantaginea* (Poaceae) com 58,28 e 55,50%, respectivamente. Os diferentes cereais de inverno cultivados, bem como os manejos de pastejos, não influenciaram na composição florística da comunidade de plantas daninhas na área.

Palavras chave: manejo, matointerferência, fitossociologia, cereais de inverno.

PHYTOSOCIOLOGICAL SURVEY OF WEEDS IN AREA CULTIVATED WITH DIFFERENT WINTER CEREALS HANDLED IN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK

Abstract

The present study aimed to identify the floristic composition of weed communities present in the agricultural area, cultivated with winter cereals and managed under integrated crop-livestock. The study was conducted in a Dystrophic Oxisol, with a randomized block design in split-plot, with four replications. The treatments consisted of three different winter cereals (oats IPR 126, triticale IPR 111 and wheat BRS Tarumã) with different managements: no grazing, one grazing and two grazings. The grazing was performed when the cultures had 25-30 cm height, reaching the residual height of 15-20 cm, of each forage, using Holstein cows. The phytosociological survey was conducted in each parcel 20 days after harvest of winter cereals. For characterization and phytosociological study of weed community was used as the sampling instrument, a square (0.50 x 0.50 m), launched randomly within each parcel (inventory square method). Weeds were identified and quantified to determine the following characteristics: density, relative density, frequency, relative frequency, abundance, relative abundance, relative importance index (Ri), coefficient of similarity and the similarity index. In area, were identified 11 families and 16 species, highlighting the Poaceae and Asteraceae. The *Commelina benghalensis* (Commelinaceae) was the species with the highest Ri (62.67%), followed by *Digitaria horizontalis* (Poaceae) and *Brachiaria plantaginea* (Poaceae) with 58.28 and 55.50%, respectively. The different winter cereals grown as well as grazing managements did not influenced the floristic composition of weed community in the area.

Keywords: **management, weed interference, phytosociology, winter cereals.**

4.1 Introdução

A fitossociologia é o estudo das comunidades vegetais do ponto de vista florístico e estrutural (BRAUN-BLANQUET 1979), pois, somente após o conhecimento da composição florística da área, pode-se decidir qual o melhor manejo a ser adotado, definindo-se o método de controle, seja ele cultural, mecânico, físico, biológico, químico ou integrado, como e quando será aplicado (OLIVEIRA e FREITAS 2008).

O levantamento fitossociológico leva em consideração parâmetros tais como: frequência; densidade e dominância (OLIVEIRA e FREITAS 2008), em uma localidade e tempo determinados, pois, as plantas daninhas podem ocorrer em qualquer lugar, desde que haja possibilidade de se desenvolver uma espécie vegetal (MACIEL et al., 2010).

A composição das populações de plantas daninhas em um agroecossistema é reflexo de suas características edáficas e climáticas (GODOY *et al.*, 1995), bem como, do tipo e da intensidade de tratos culturais impostos a área (ERASMO et al., 2004). Todavia, manejos que reduzam a capacidade de deposição de resíduos culturais na superfície do solo, como cortes ou pastejos intensos, podem acarretar o aumento da infestação de plantas daninhas com maior dependência de controle químico e a redução nos teores de matéria orgânica em relação a manejos que proporcionem adequada cobertura do solo (BALBINOT JR et al., 2007).

Os benefícios do sistema de integração lavoura pecuária são inúmeros, como a prática da rotação de culturas e a utilização do sistema de semeadura direta (GIMENES et al., 2009), reduzem a quantidade de defensivos agrícolas e custos de aplicação, devido à menor incidência de pragas, doenças e plantas daninhas (ALVARENGA et al., 2007).

Portanto, pesquisas que levam em conta, por exemplo, o efeito da intensidade de pastejo sobre o sistema é da maior relevância, e têm pautado boa parte das investigações no tema na região Sul do Brasil (MORAES et al., 2011). Todavia, o reconhecimento das espécies presentes torna-se fundamental, quanto mais se for levado em conta o custo financeiro e ambiental da utilização de produtos químicos (ERASMO et al., 2004).

Nesse contexto, o presente estudo, teve como objetivo, identificar e quantificar a composição florística de plantas daninhas, em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, cultivado com cereais de inverno, manejados em sistemas de integração lavoura pecuária.

4.2 Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental “Professor Antonio Carlos dos Santos Pessoa” (latitude 24° 31' 58" S e longitude 54° 01' 10" W, com altitude aproximada de 400 m), pertencente à Universidade Estadual do Oeste Paraná - *Campus* Marechal Cândido Rondon, em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (LVdf) (SANTOS et al., 2013). O local estava sendo manejado sob o sistema de semeadura direta, sendo que, antes da implantação do experimento a área apresentava as seguintes características químicas descritas na Tabela 1. Devido aos baixos valores do V%, foi realizada calagem superficial 30 dias antes da semeadura, para elevá-lo a 70 %.

Tabela 1. Características químicas e textural do solo, na camada de 0 a 30 cm de profundidade, antes da implantação das culturas de inverno.

Prof.	P	MO	pH	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	Areia	Silte	Argila
cm	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----						%	-----g Kg ⁻¹ -----			
0-10	24,49	32,64	4,55	9,40	0,46	0,53	4,56	1,54	6,63	16,02	41,66	681,00	266,48	52,52
10-20	25,86	32,64	4,65	8,62	0,34	0,44	5,32	1,67	7,42	16,04	46,32	751,50	199,11	49,39
20-30	12,11	32,47	4,77	7,47	0,19	0,25	5,49	1,75	7,49	14,95	50,13	706,50	238,93	54,57

Prof.: profundidade. P e K – Extrator MEHLICH¹; Al, Ca e Mg = KCl 1 mol L⁻¹; H+Al = pH SMP (7,5).

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cfa mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. As temperaturas médias do trimestre mais frio variam entre 17 e 18 °C, do trimestre mais quente entre 28 e 29 °C e a anual entre 22 e 23 °C. Os totais anuais médios normais de precipitação pluvial para a região variam de 1600 a 1800 mm, com trimestre mais úmido apresentando totais variando entre 400 a 500 mm (CAVIGLIONE et al., 2000). Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos a partir de estação climatológica automática distante cerca de 50 m da área experimental (Figura 1).

O experimento foi realizado segundo o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema de faixas, com quatro repetições. Nas faixas A (10 x 18 m), foram alocadas três culturas anuais de inverno: triticale (IPR 111), trigo de duplo propósito (BRS Tarumã) e aveia branca (IPR 126). Nas faixas B (5 x 30 m), transversais as faixas A, foram alocados os manejos dos cereais de inverno: sem pastejo, um pastejo com altura de resíduo de 15 cm e dois pastejos com altura de resíduo de 15 cm, com colheita dos grãos no final do ciclo. As parcelas, foram formadas pela combinação das faixas A e B (5 x 10 m), cada bloco possuía uma área de 540 m² (18 x 30 m).

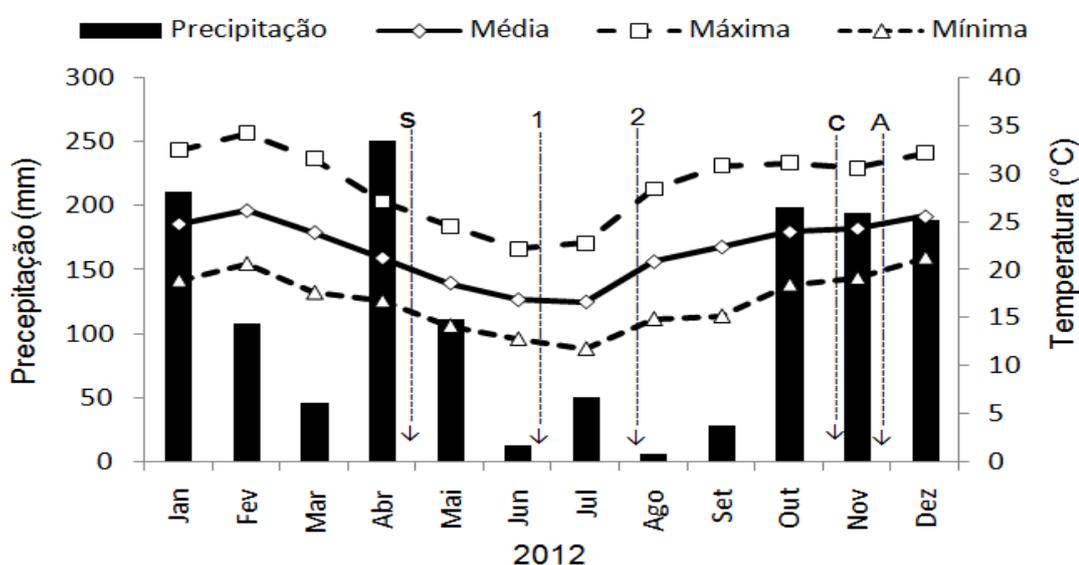


Figura 1. Médias mensais das temperaturas máxima, mínima e média e precipitação pluviométrica acumulada durante os meses do período experimental. S: semeadura dos cereais de inverno. C: colheita cereais de inverno. A: levantamento fitossociológico. 1 e 2: pastejos dos cereais de inverno.

Fonte: Estação Climatológica Automática do Núcleo de Estações Experimentais da Unioeste, Marechal Cândido Rondon-PR.

O experimento foi iniciado no outono-inverno de 2012, sendo que, a área foi dessecada 30 dias antes da semeadura, utilizando-se Glifosato Atanor® (glifosato-sal de isopropilamina) na dose de 3,0 L ha⁻¹ com volume de calda de 250 L ha⁻¹. Durante o desenvolvimento das culturas não foi realizada nenhuma aplicação de herbicida.

Os cereais de inverno foram semeados no dia 19/04/12, com semeadora adubadora, acoplada a trator, no sistema de semeadura direta sobre palhada de milho. Foram utilizados 60 kg ha⁻¹ de sementes de aveia (IAPAR, 2012a), 50 kg ha⁻¹

de sementes de triticale (IAPAR, 2012b) e 90 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2012) de sementes de trigo, com 0,17 m entre linhas. A adubação de base para a cultura da aveia, do triticale e do trigo foi realizada de acordo com Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004) e Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale (2011). Para a adubação de base foi utilizado 200 kg ha⁻¹ de um formulado 8-20-20 (N, P₂O₅ e K₂O) e para a adubação de cobertura 120 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia. A adubação de cobertura foi parcelada em três vezes, no início do perfilhamento dos cereais e, logo após cada pastejo, no tratamento que foi pastejado duas vezes. Entretanto, para o tratamento que sofreu apenas um pastejo e/ou que não foi pastejado, a adubação de cobertura foi parcelada em duas vezes, no perfilhamento e após a realização do pastejo.

Os manejos dos cereais de inverno, faixas B, foram iniciados quando as plantas atingiram entre 25 a 35 cm de altura. Para o pastejo foram utilizados nove animais da raça holandesa com peso médio de 663 kg. Os animais permaneciam nas faixas por quatro horas diárias (duas no período matutino e duas no vespertino) ou até que a altura da resteva atingisse de 15-20 cm (SOUZA, 2008), para que não houvesse danos ao meristema apical.

O levantamento fitossociológico da comunidade de plantas daninhas foi realizado no dia 20/11/12, aos 20 dias após a colheita dos cereais de inverno, antes da dessecação da área para o cultivo de verão. Foi utilizado como unidade amostral, um quadrado 0,25 m² (0,5 x 0,5 m), lançado uma vez, aleatoriamente, dentro da área útil de cada parcela experimental (método do quadrado inventário), totalizando trinta e seis parcelas no total. Após cada lançamento todas as plantas daninhas contidas no interior do quadrado foram identificadas segundo Lorenzi (2006) e quantificadas.

A partir da contagem das espécies presentes, foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade (D), densidade relativa (Dr), frequência (F), frequência relativa (Fr), abundância (A) e abundância relativa (Ar) e índice de importância relativa (Ir), conforme proposto por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) e Braun-Blanquet (1979), além do coeficiente de similaridade, baseando-se na fórmula proposta por Sorensen (1972).

Para o cálculo das variáveis foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{Frequência (F)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de parcelas que contém a espécie}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de parcelas utilizadas}}$$

$$\text{Densidade (D)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ total de indivíduos por espécie}}{\text{Área total coletada}}$$

$$\text{Abundância (A)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ total de indivíduos por espécie}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de parcelas contendo a espécie}}$$

$$\text{Frequência relativa (Fr)} = \frac{\text{Frequência da espécie} \times 100}{\text{Frequência total de todas as espécies}}$$

$$\text{Densidade relativa (Dr)} = \frac{\text{Densidade da espécie} \times 100}{\text{Densidade total de todas as espécies}}$$

$$\text{Abundância relativa (Ar)} = \frac{\text{Abundância da espécie} \times 100}{\text{Abundância total de todas as espécies}}$$

$$\text{Índice de valor de importância (IVI)} = \text{Fr} + \text{Dr} + \text{Ar}$$

$$\text{Coeficiente de similaridade} = \frac{2 \times \text{N}^{\circ} \text{ total de espécies comuns aos dois habitats}}{\text{N}^{\circ} \text{ de espécies ambiente A} + \text{N}^{\circ} \text{ de espécies ambiente B}}$$

4.3 Resultados e Discussão

O levantamento fitossociológico realizado possibilitou a identificação de 16 espécies de plantas daninhas, as quais foram agrupadas em 11 famílias botânicas (Tabela 2). As famílias com maior número de indivíduos foram as famílias Poaceae e Asteraceae, as quais tiveram cinco e duas espécies respectivamente. Entretanto, para as famílias Amaranthaceae, Brassicaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Phyllanthaceae, Rubiaceae e Solanaceae foram identificadas apenas uma espécie por família.

Verificou-se grande diversidade de espécies, o que pode ser explicado, pelo manejo, diferentes herbicidas e rotações de culturas, utilizadas na área, antes da instalação do experimento. Além disso, as diferentes condições climáticas de cada ano agrícola, também influenciam o estabelecimento das plantas daninhas (DUARTE et al., 2007). A cultura antecessora, também, pode interferir na composição da comunidade vegetal infestante, uma vez que algumas espécies se associam com maior intensidade a certas culturas que outras (ZIMDAHL, 1993).

As espécies, que apresentaram as maiores frequências foram *Commelina benghalensis* (0,81), *Digitaria horizontalis* (0,69) e *Brachiaria plantaginea* (0,69).

Estas espécies também apresentaram os maiores valores de frequência relativa, densidade relativa, bem como os maiores índices de importância relativa, com valores de 62,67%, 58,28% e 55,50%, respectivamente (Tabela 3). Também, estas espécies, foram as que apresentaram o maior índice de importância relativa, levando em consideração os diferentes manejos (Figura 2). Pitelli (2000) afirma que os índices fitossociológicos são importantes para analisar o impacto que os sistemas de manejo e as práticas agrícolas exercem sobre a dinâmica de crescimento e ocupação de comunidades infestantes em agroecossistemas.

Tabela 2. Distribuição das plantas daninhas por família e espécie coletadas em área de integração lavoura pecuária com diferentes cereais de inverno sob diferentes manejos.

Família	Espécie	
	Nome científico	Nome comum
Amaranthaceae	<i>Amaranthus viridis</i> L.	Caruru
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão Preto
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Serralha
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i> L.	Nabo
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeiraba
Covulvulaceae	<i>Ipomea triloba</i> L.	Corda de viola
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Leiteiro
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Guaxuma
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus tenellus</i>	Quebra pedra
	<i>Avena sativa</i>	Aveia
	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Papuã
	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Capim Carrapicho
Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim Milhã
	<i>Sorghum halepense</i>	Vassourinha
	<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	Maria pretinha

No Brasil, a *Brachiria plantaginea* é uma das plantas daninhas mais frequentes nos solos cultivados das regiões Centro e Sul e está presente em quase todos os Estados (LORENZI, 1991). Esta é uma espécie muito competitiva, podendo levar a prejuízos consideráveis na produtividade de várias culturas (KISSMANN e GROTH, 1997), sendo que eles variam conforme o estágio de desenvolvimento, o ciclo da cultura, bem como com a duração do período de interferência (VELHO et al., 2012). Em estudos de FLECK (1995), esta espécie daninha ocasionou redução na ordem de 82%, no rendimento da soja.

Tabela 3. Número de presença em quadrados (Nq), número de indivíduos (Ni), frequência (F), frequência relativa (Fr) (%), densidade (D) (pl. m⁻²), densidade relativa (Dr) (%), abundância (A), abundância relativa (Ar) (%) e índice importância relativa (Ir) gerais, em área de integração lavoura pecuária com diferentes cereais de inverno sob diferentes manejos.

Espécie	Nq	Ni	F	Fr	D	Dr	A	Ar	Ir
<i>Commelina benghalensis</i>	29	113	0,81	24,79	12,56	28,68	3,90	9,20	62,67
<i>Digitaria horizontalis</i>	25	106	0,69	21,37	11,78	26,90	4,24	10,01	58,28
<i>Brachiaria plantaginea</i>	25	98	0,69	21,37	10,89	24,87	3,92	9,25	55,50
<i>Bidens pilosa</i>	3	15	0,08	2,56	1,67	3,81	5,00	11,80	18,18
<i>Phyllanthus tenellus</i>	10	13	0,28	8,55	1,44	3,30	1,30	3,07	14,92
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	6	12	0,17	5,13	1,33	3,05	2,00	4,72	12,90
<i>Richardia brasiliensis</i>	3	9	0,08	2,56	1,00	2,28	3,00	7,08	11,93
<i>Raphanus sativus</i> L.	1	6	0,03	0,85	0,67	1,52	6,00	14,17	16,54
<i>Sorghum halepense</i>	2	4	0,06	1,71	0,44	1,02	2,00	4,72	7,45
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	4	4	0,11	3,42	0,44	1,02	1,00	2,36	6,79
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1	3	0,03	0,85	0,33	0,76	3,00	7,08	8,70
<i>Ipomea triloba</i> L.	2	3	0,06	1,71	0,33	0,76	1,50	3,54	6,01
<i>Sida rhombifolia</i> L.	2	3	0,06	1,71	0,33	0,76	1,50	3,54	6,01
<i>Solanum americanum</i>	2	2	0,06	1,71	0,22	0,51	1,00	2,36	4,58
<i>Avena sativa</i>	1	2	0,03	0,85	0,22	0,51	2,00	4,72	6,08
<i>Amaranthus viridis</i> L.	1	1	0,03	0,85	0,11	0,25	1,00	2,36	3,47
<i>Total</i>		394	3,25	100,00	43,78	100,00	42,36	100,00	300,00

Dentre as espécies de *Commelina* (Commelinaceae), a mais importante é *C. benghalensis*, por infestar culturas em muitos países (HOLM et al., 1977) e, que se encontra difundida no território brasileiro e que pode causar prejuízos econômicos nas culturas agrícolas, como soja, milho, pomares de laranja, cafezais, entre outras (SANTOS et al., 2002). Além disso, a trapoeraba, também é de difícil controle químico, uma vez que tem apresentado tolerância aos herbicidas glyphosate e sulfosate, que são largamente utilizados em lavouras no controle não-seletivo de plantas daninhas (MATIELLO, 1991). Entretanto, devido aos cereais de inverno possuírem hábito de crescimento ereto, podem maior eficiência no uso e na competição por luz, quando comparado com *C. benghalensis*, conseqüentemente na ocorrência desta espécie de planta daninha.

Já para o gênero *Digitaria* que inclui cerca de 300 espécies, distribuídas em regiões tropicais e subtropicais de ambos os hemisférios (DOROW, 2001), que são particularmente hábeis no processo de competição, podendo causar danos em culturas anuais e em viveiros, sendo que no Brasil, este gênero constitui um problema sério em muitas culturas de primavera e verão (DIAS et al., 2007).

A família Poaceae, é uma das principais famílias de plantas daninhas existentes no Brasil, pois, além de estarem presentes em áreas tradicionais de produção de grãos, também aparece com grande importância em outros sistemas diferenciados de produção, como o da cana-de-açúcar (OLIVEIRA e FREITAS, 2008). Contudo, a realização de manejos adequados, como a dessecação, e o uso de pré-emergentes antecedendo o plantio da cultura sucedânea podem reduzir o banco de sementes das plantas daninhas na área, durante o ciclo da cultura plantada (ERASMO et al., 2004).

Houve maior predominância de espécies eudicotiledôneas, provenientes do banco de semente da área. Corroborando com os resultados, de acordo com a análise fitossociológica da comunidade de plantas daninhas identificadas, em área de semeadura direta Borgui et al. (2008), verificaram que houve predomínio das espécies eudicotiledôneas em relação às monocotiledôneas, em todos os tratamentos. Constatação semelhante foi descrita por Mateus et al. (2004), os quais observaram que, mesmo com o aumento na quantidade de palha sobre a superfície do solo, houve predomínio de folhas largas em relação às gramíneas, o que pode ser atribuído ao banco de sementes existentes na área experimental ou ao manejo dos herbicidas de anos anteriores, além de efeitos alelopáticos.

Pereira e Velini (2003) mencionaram que a escolha de um manejo adequado pode definir o comportamento evolutivo da comunidade invasora, sendo que, no sistema de semeadura direta, a palhada pode reduzir a propagação da vegetação invasora (FERNANDES 2006).

Esperava-se que o aumento no número de pastejos influenciasse no desenvolvimento da flora invasora, pois a quantidade de palhada que é transferida à cultura posterior sofre declínio, influenciando diretamente na cobertura do solo, entretanto tal resultado não foi observado. Segundo Mateus et al. (2004), a cobertura do solo reduz significativamente a intensidade de infestação de plantas daninhas e modifica a composição da população infestante. A palha protege a superfície do solo da ação direta dos raios solares, com efeito, sobre sementes de plantas daninhas fotoblásticas positivas (PAES e RESENDE, 2001). A cobertura morta atua impedindo o crescimento de plantas daninhas, que apresentam pequenas quantidades de reserva, a qual às vezes não é suficiente para que a plântula transponha a cobertura morta em busca de luz (DUARTE et al., 2007).

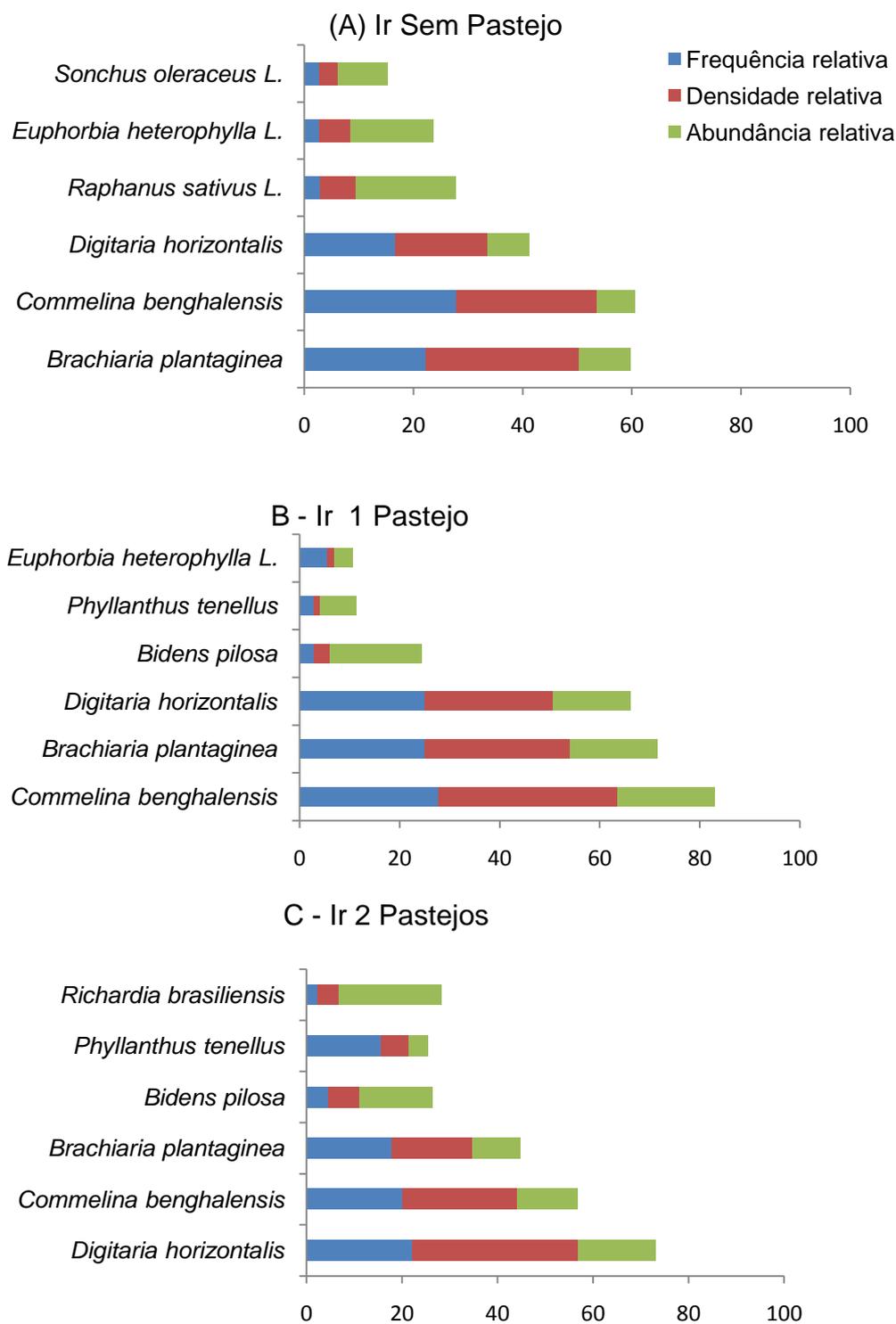


Figura 2. Índice de importância relativa (Ir) das principais espécies infestantes em função dos diferentes manejos empregados.

A palhada residual também promove menor variação de temperatura, devido à redução da temperatura máxima e ao aumento da temperatura mínima, ou seja,

temperaturas mais constantes, o que compromete a germinação de plantas daninhas, que necessitam de alternância de temperatura para germinarem (PAES e RESENDE, 2001). Além disso, o aumento na cobertura do solo pela palhada apresenta relação inversamente proporcional à densidade plantas daninhas (MESCHEDE et al., 2007).

A cultura da aveia pode ocasionar um forte potencial alelopático sobre as plantas daninhas (KISSMANN e GROTH 2000), todavia, tais resultados não foram observados, devido principalmente à diversidade e riqueza de plantas invasoras presentes no estudo. Apesar da alta diversidade da flora invasora observada no cultivo de aveia estudado, Rizzardí e Silva (2006) salientaram a sua importância na rotação de culturas, em razão de sua contribuição para melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e pela lenta decomposição da palhada. Essas mudanças podem influenciar a germinação e o desenvolvimento de plantas daninhas (CARVALHO e PITELLI 1992).

O coeficiente de similaridade entre os tratamentos analisados é considerado alto, sendo que ele varia de 0 a 1, sendo máximo quando todas as espécies são comuns às duas áreas e mínimo quando não há espécies comuns (ADEGAS et al., 2010) (Tabela 4). De acordo com Carvalho e Pitelli (1992), o coeficiente de similaridade não está relacionado apenas aos solos ou à distância entre áreas, mas podem estar ligados às formas de manejo empregadas nessas áreas, pois, ele é calculado em função das espécies individuais presentes indicam níveis de semelhança entre as regiões e entre os tratamentos (KUVA et al., 2007).

Tabela 4. Coeficiente de similaridade do levantamento fitossociológico realizado em área de integração lavoura pecuária com diferentes cereais de inverno sob diferentes manejos.

Comparações de áreas	Coeficiente de similaridade
1 pastejo X 2 pastejos	0,76
2 pastejos X sem pastejo	0,72
sem pastejo X 1 pastejo	0,67

A utilização de um mesmo sistema de cultivo em uma determinada área por vários anos consecutivos pode aumentar a pressão de seleção sob as comunidades de plantas daninhas, selecionando as espécies mais adaptadas ao sistema de cultivo (ERASMO et al., 2004). Porém, espera-se de médio a longo prazo, que

ocorra baixa similaridade na comunidade de plantas daninhas, em função do manejo empregado na área. Entretanto, vale ressaltar que, por ser um ambiente experimental e por ocupar área consideravelmente pequena, isso pode restringir ainda mais a dissimilaridade entre os manejos empregados (DUARTE JR. et al., 2009).

4.4 Conclusões

As famílias Poaceae e Asteraceae foram as que apresentaram o maior número de espécies, também, apresentando os maiores índices fitossociológicos.

Commelina benghalensis (Commelinaceae) foi a espécie com o maior índice de importância relativa (62,67%), seguida por *Digitaria horizontalis* (Poaceae) e *Brachiaria plantaginea* (Poaceae) com 58,28 e 55,50%, respectivamente.

O número de pastejos, a que os cereais de inverno foram submetidos, não influenciaram a comunidade florística de plantas daninhas presente na área.

4.5 Referências Bibliográficas

ADEGAS, F.S.; OLIVEIRA, M.F.; VIEIRA, O.V. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, Viçosa, v.28, n.4, p. 705-716, 2010.

ALVARENGA, R.C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J. et al. A cultura do milho na integração lavoura-pecuária. In: SEMANA AGRONOMICA DO OESTE BAIANO-SEAGRO, 4., CURSO SOBRE SISTEMA DE INTEGRACAO LAVOURA-PECUARIA, 2., 2007, Luís Eduardo Magalhães, BA. **Anais...** Luís Eduardo Magalhães: Agroleem: Fundação BA, 2007. p.225-245.

BALBINOT JR., A.A.; MORAES, A.; 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.

BRAUN-BLANQUET, V. **Fitosociología, bases para El estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: H. Blume, 1979. 820 p.

BORGHI, E.; COSTA, N.V.; CRUSCIOL, C.A.C. et al. Influência da distribuição espacial do milho e da *Brachiariabrizantha* consorciados sobre a população de plantas daninhas em sistema plantio direto na palha. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.3, p.559-568, 2008.

CARVALHO, S.L.; PITELLI, R.A. Comportamento e análise fitossociológica das principais espécies de plantas daninhas de pastagens da região de Selvia, MS. **Planta Daninha**, v.10, n.1/2, p. 25-32, 1992.

CAVIGLIONE, J.H. ; KILHL, L.R.B. ; CARAMORI, P.H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. CD-ROM.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. **Manual de recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2004. 394p.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2012 / V** Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, Dourados, MS, 25 a 28 de julho de 2011. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011, 204p.

DIAS, A.C.R.; CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Problemática da ocorrência de diferentes espécies de capim-colchão (*Digitaria* spp.) na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.3, 2007.

DOROW, T.C. ***Digitaria Heisterex* Haller**. In: WANDERLEY, M.G.L.; SHEPHERD, G.J.; GIULIETTI, A.M. Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo. São Paulo: HUCITEC, 2001. 292 p.

DUARTE, A.P.; SILVA, A.C.; DEUBER, R. Plantas infestantes em lavouras de milho safrinha, sob diferentes manejos, no médio Paranapanema. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.2, p.285-291, 2007.

DUARTE JÚNIOR, J.B.; COELHO, F.C.; FREITAS, S.P. Dinâmica de populações de plantas daninhas na cana-de-açúcar em sistema de plantio direto e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.3, p.595-612, 2009.

ERASMO, E.A.L.; PINHEIRO, L.L.A.; COSTA N.V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivados sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.2, p. 195-201, 2004.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Trigo BRS Tarumã. Disponível em : <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/cultivares/BRS%20Taruma.pdf>. Acesso em 21/04/2012.

FERNANDES, B. Cobertura vegetal do solo. **Manah Informativos**, n.170, p.1-6, 2006.

FLECK, N. G. Redução da produtividade da soja por interferência de papuã e benefício alcançado através do controle de sua infestação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20,1995, Florianópolis. **Resumos**, Florianópolis: SBCPD. 1995, 456 p.

GIMENES, M.J.; PRADO, E.P.; CHRISTOVAM, R.S. et al. Interferência de densidade de *Braquiaria brizanta* sobre plantas daninhas em sistema de consórcio com milho. **Revista Tropic-Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v.4, n.1, p.25-31, 2009.

GODOY, G.; VEGA, J.; PITTY, A. El tipo de labranza afecta La flora y la distribución vertical del banco de semillas de malezas. **Ceiba**, Zamorano, v.36, n.2, p.217-229, 1995.

HOLM, L.G.; PLUCKNETT, D.L.; PANCHO, J.V. et al. **The world's worst weeds distribution and biology**. Honolulu: University Press, 1977. 609 p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Aveia Branca IPR 126**. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/aveia-branca.pdf. Acesso em 10/04/2012a.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Triticale IPR 111**. Disponível em : <http://www.iapar.br/arquivos/File/folhetos/tricale/tricale111.html>. Acesso em 21/04/2012b.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. Tomo III. São Paulo: BASF, 2000. 726p.

KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; SALGADO, T.P. et al. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta daninha**, Viçosa, v.25, n.3, 2007.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 1991. 340p.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2006. 339 p.

MACIEL, M.A.M.; ECHEVARRIA, A.; MONTEATH, S.A.F.A. et al. Ethnobotany, Chemistry and Pharmacology Studies of the medicinal specimen *Ixoracoccinea* Linn. In: GUPTA, V.K.; SINGH, G.D.; SINGH, S.; KAUL, A. **Medicinal Plants: Phytochemistry, Pharmacology and Therapeutics**. Daya Publishing House: New Delhi, v.1, Chapter 2, p.32-50, 2010.

MATEUS, G.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; NEGRISOLI, E. Palhada do sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.539-542, 2004.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. 320 p.

MESCHEDE, D.K.; FERREIRA, A.B.; RIBEIRO JR, C.C. Avaliação de diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no cerrado. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.3, p.465-471, 2007.

MORAES, A.; PIVA, J. T.; SARTOR, L. R. et al. Avanços científicos em integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. III Encontro de integração lavoura pecuária no sul do Brasil. **Synergismus Scientifica**, Pato Branco, v.6, n.2, 2011.

MULLER-DOMBOIS, M.D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.

OLIVEIRA, A.R.; FREITAS, S.P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.1, p.33-46, 2008.

PAES, J.M.V.; REZENDE, A.M. Manejo de plantas daninhas no sistema plantio direto na palha. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.37-42, 2001.

PEREIRA, F.A.R.; VELINI, E.D. Sistemas de cultivo no cerrado e dinâmica de populações de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.3, p.355-363, 2003.

PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Jornal of Conserb**, v.1, n. 2, p.1-7, 2000.

RIZZARDI, M. A.; SILVA, L.F. Influência das coberturas vegetais antecessoras de aveia-preta e nabo forrageiro na época de controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.4, p.669-675, 2006.

SANTOS, I. C.; MEIRA, R. M. S. A.; FERREIRA, F. A. et al. Caracteres anatômicos de duas espécies de trapoeraba e a eficiência do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.1, p.1-8, 2002.

SANTOS, H.G.; ALMEIDA, J.A.; OLIVEIRA, J.B. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, DF, EMBRAPA, 2013. 353p.

SORENSEN, T. A. Method of stablishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species contend. In: ODUM, E. P. **Ecologia**, 3. ed. México: Interamericana, p.341-405, 1972.

SOUZA, E.D. **Evolução da matéria orgânica, do fósforo e da agregação do solo em sistema de integração agricultura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo**. 2008. 163p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo – UFRGS, 2008).

VELHO, G.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; VELINI, E.D. et al. Interferência de *Brachiaria plantaginea* com a cultura arroz, cv. Primavera. **Planta Daninha**, Viçosa, v.30, n.1, p.17-26, 2012.

ZIMDAHL, R.L. **Fundamentals of weed science**. London: Academic Press, 1993. 450 p.