

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

JEFERSON TIAGO PIANO

**PROPRIEDADES FÍSICAS, RESÍDUOS CULTURAIS E SOJA EM SUCESSÃO À
AVEIA PASTEJADA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA**

Marechal Cândido Rondon - Paraná

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JEFERSON TIAGO PIANO

**PROPRIEDADES FÍSICAS, RESÍDUOS CULTURAIS E SOJA EM SUCESSÃO À
AVEIA PASTEJADA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA**

Tese apresentada a Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia para a obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira

Coorientadores: Dr^a. Deise Dalazen Castagnara
Dr. Jean Sérgio Rosset

Marechal Cândido Rondon - Paraná

2017

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

P581p	Piano, Jeferson Tiago Propriedades físicas, resíduos culturais e soja em sucessão à aveia pastejada em sistema de integração lavoura pecuária / Jeferson Tiago Piano. – Marechal Cândido Rondon, 2017. 70 f. Orientador: Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira Coorientadores: Dr^a. Deise Dalazen Castagnara Dr. Jean Sérgio Rosset Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2016. 1. Plantas forrageiras. 2. Aveia. 3. Lavoura. 4. Pecuária. I. Oliveira, Paulo Sérgio Rabello de. II. Castagnara, Deise Dalazen. III. Rosset, Jean Sérgio. IV. Título. CDD 22. ed. 633.2 CIP-NBR 12899
-------	---

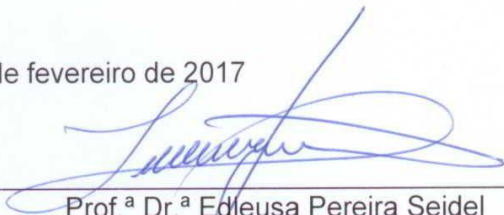
Ficha catalográfica elaborado por Marcia Elisa Sbaraini Leitzke CRB-9/539

JEFERSON TIAGO PIANO

**PROPRIEDADES FÍSICAS, RESÍDUOS CULTURAIS E SOJA EM
SUCESSÃO À AVEIA PASTEJADA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA PECUÁRIA**

Tese apresentada à Universidade
Estadual do Oeste do Paraná, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Agronomia, para
obtenção do título de *Doctor
Scientiae*.

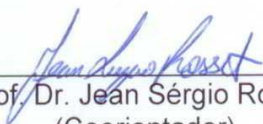
APROVADA: 20 de fevereiro de 2017



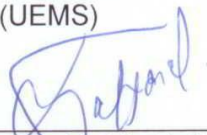
Prof.ª Dr.ª Edleusa Pereira Seidel
(UNIOESTE)



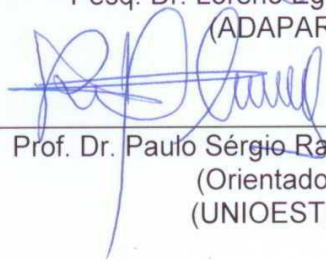
Prof. Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi
(UNIOESTE)



Prof. Dr. Jean Sérgio Rosset
(Coorientador)
(UEMS)



Pesq. Dr. Loreno Egídio Taffarel
(ADAPAR)



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

AGRADECIMENTOS

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 Doutorado.

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

Ao meu Orientador Professor Dr. Paulo Sergio Rabello de Oliveira e, aos meus Coorientadores Professora Dr^a. Deise Dalazen Castagnara e Professor Dr. Jean Sérgio Rosset, pela amizade, orientação, paciência, confiança e credibilidade em mim depositada.

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 doutorado pela convivência e amizade, especialmente ao Jonas Francisco Egewarth e Loreno Egídio Taffarel pelo companheirismo, apoio e incentivo.

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

A Jucenei Fernando Frandoloso, pelas constantes ajudas na realização das análises no Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas.

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

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

Muito Obrigado!

RESUMO

PIANO, Jeferson, T. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, fevereiro de 2017. **Propriedades físicas, resíduos culturais e soja em sucessão à aveia pastejada em sistema de integração lavoura pecuária.** Orientador: Paulo Sérgio Rabello de Oliveira. Coorientadores: Deise Dalazen Castagnara e Jean Sérgio Rosset.

A adoção e consolidação de Sistemas Integração Lavoura Pecuária é inerente a vários fatores (solo, clima, animais, espécie forrageira, manejo, dentre outros), e que as fases do sistema sejam complementares ou sinérgicas entre si. Objetivou-se estudar diferentes densidades de semeadura da cultura da aveia, manejada em sistema de integração lavoura pecuária e ou manutenção do pousio, avaliando a influência do manejo sobre os atributos físicos do solo, a quantidade e os teores de nutrientes presentes nos resíduos culturais remanescentes, bem como as características agrônômicas da cultura da soja, em sucessão. O trabalho foi desenvolvido em Latossolo Vermelho distroférrico, utilizando delineamento em blocos ao acaso em esquema de faixas, com testemunha adicional, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de duas densidades de semeadura da aveia IPR 126 (40 e 60 kg ha⁻¹), nas faixas A e os diferentes manejos (sem pastejo, um pastejo e dois pastejos) nas faixas B, mais a manutenção do pousio (testemunha), no período de inverno. Para o pastejo foram utilizadas vacas da raça holandesa. No ciclo de verão, foram semeadas as cultivares de soja V TOP 1059 RR na safra 2014/2015 e Nideira 5909 RR na safra 2015/2016, na área. Com relação as propriedades físicas do solo, mensuradas após o inverno, houve alterações causadas pelo manejo da cultura da aveia, na macroporosidade e microporosidade, além da resistência do solo à penetração e estoque de carbono. Para o acúmulo e teores de nutrientes dos resíduos vegetais o manejo empregado no período de inverno interfere diretamente na quantidade e na qualidade dos resíduos vegetais, com destaque negativo para o pousio. As características agrônômicas da cultura da soja foram pouco influenciadas pelos manejos dispensados a área, no período de inverno, sendo que, a produtividade não sofreu influência em ambos os anos. Os resultados obtidos demonstram, que a densidade de semeadura da aveia e ou a presença animal causa alterações de baixa magnitude em função do tempo ao sistema, sendo a adoção do sistema de integração lavoura pecuária uma alternativa viável de diversificação de atividades, que não compromete as fases do sistema.

Palavras-chave: Sistema conservacionista. *Avena sativa*. Densidade de semeadura. Ressemeadura natural.

ABSTRACT

PIANO, Jeferson, T. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, in february de 2017. **Physical properties, cultural residues and soybean in succession to the grazed oats in a system of integrated livestock farming.** Advisor: Paulo Sérgio Rabello de Oliveira. Co-Advisor: Deise Dalazen Castagnara e Jean Sérgio Rosset.

The adoption and consolidation of systems of integrated livestock farming is inherent to several factors (soil, climate, animals, forage species, management, among others), and that the phases of the system are complementary or synergistic with each other. This study aimed to study different sowing densities of the oat crop, managed in a system of integrating livestock farming or fallow maintenance, evaluating the influence of management on soil physical attributes, the quantity and Nutrient contents present in the remaining cultural residues, as well as the agronomic characteristics of the soybean crop, in sequence. The study was conducted in the experimental station of the Universidade Estadual do Paraná, in Oxisoil using a randomized block design in split-plot, with additional control with four replications. The treatments consisted of two oat IPR 126 seeding rate (40 and 60 kg ha⁻¹), in bands A and the different managements (without grazing, one grazing and two grazing) in the B bands, plus the maintenance of fallow (control). Cows of the Dutch breed were used for grazing. In the summer cycle, soybean cultivars V TOP 1059 RR was sown in the 2014/2015 crop and Nideira 5909 RR in the 2015/2016 crop in the area. Regarding the physical properties of the soil, measured after winter, there were changes, caused by the management of the oats, in the macroporosity and microporosity, besides the resistance of the soil to the penetration and carbon stock. For the accumulation and nutrient contents of the vegetal residues, the management employed, in the winter period, directly interferes in the quantity and quality of the vegetal residues, with negative emphasis to the fallow. The agronomic characteristics of the soybean crop were little influenced by the management of the area during the winter period, and productivity was not affected in both years. The results show that oats seeding density or the animal presence causes changes of low magnitude, as a function of time to the system, and the adoption of is a viable alternative for diversification of activities, which does not compromise the system phases.

Keywords: Conservation system. *Avena sativa*. Density of sowing. Reseeding natural.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14
3 CAPÍTULO 1: PROPRIEDADES FÍSICAS E CARBONO NO SOLO, CULTIVADO COM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA DE AVEIA, MANEJADA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA.....	18
3.1 RESUMO.....	18
3.2 ABSTRACT.....	19
3.3 INTRODUÇÃO	20
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.4.1 Localização, Clima e Solo da Área de Estudo	21
3.4.2 Delineamento experimental	22
3.4.3 Implantação e Manejo da Cultura da Aveia.....	23
3.4.4 Análises Realizadas	24
3.4.5 Análises estatísticas	25
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
3.6 CONCLUSÕES	36
3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
4 CAPÍTULO 2: DEPOSIÇÃO E COMPOSIÇÃO DE PALHADA RESIDUAL EM ÁREA COM INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA.....	42
4.1 RESUMO.....	42
4.2 ABSTRACT.....	43
4.3 INTRODUÇÃO	43
4.4 MATERIAL E MÉTODOS	45
4.4.1 Localização, Clima e Solo da Área de Estudo	45
4.4.2 Delineamento experimental	45
4.4.3 Implantação e Manejo da Cultura da Aveia.....	45
4.4.4 Avaliações Realizadas	45
4.4.5 Análise Estatística	46
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.6 CONCLUSÕES	54
4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
5 CAPÍTULO 3: CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DA SOJA CULTIVADA EM ÁREA COM DIFERENTES MANEJOS DE INVERNO	57
5.1 RESUMO.....	57

5.2 ABSTRACT.....	58
5.3 INTRODUÇÃO	59
5.4 MATERIAL E MÉTODOS	60
5.4.1 Localização, Clima e Solo da Área de Estudo	60
5.4.2 Delineamento experimental	60
5.4.3 Implantação e Manejo da Cultura da Aveia.....	60
5.4.4 Implantação e Manejo da Cultura da soja.....	61
5.4.5 Análise Estatística	61
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
5.6 CONCLUSÕES	67
5.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

1 INTRODUÇÃO

Sistemas de integração lavoura pecuária (SILP) têm sido adotados e implantados em várias regiões do Brasil (SALTON et al., 2014), que devido às características climáticas, econômicas e estruturais únicas de cada região, são organizados de várias formas, diferenciando-se quanto a sequência de espécies, detalhes de implementação e fases de rotação entre culturas e pecuária (SALTON et al., 2008).

Entretanto, um dos entraves à expansão da área sob SILP, em regiões produtoras de grãos, é o receio dos produtores, que a presença animal venha a causar compactação do solo no sistema de semeadura direta (DEBIASI; FRANCHINI 2012). A presença do animal, através do pisoteio durante o pastejo pode compactar as camadas superficiais do solo e comprometer sua qualidade física, principalmente se realizado com solo úmido e com elevadas taxas de lotação animal (LANZANOVA et al., 2007), podendo comprometer o desenvolvimento da cultura na sequência.

Para que sistemas de produção com integração lavoura pecuária tenham êxito, alguns fundamentos devem ser levados em conta, como a adoção de rotação de culturas, o uso do sistema plantio direto, uso da genética de animais e de vegetais, da correção da acidez e da fertilidade do solo e, principalmente, do manejo adequado da pastagem (BALBINOT JUNIOR et al., 2009). Quando bem manejadas, áreas sob o SILP de produção tem potencial para aumentar a produtividade e reduzir os riscos de degradação, ao melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (MACEDO, 2009), além de proporcionar um maior retorno econômico ao produtor.

Na região Sul do Brasil, é muito utilizado o SILP caracterizado pelo cultivo de pastagens anuais de inverno, manejadas sob pastejo direto, em alternância com culturas para produção de grãos no verão (VEIGA et al., 2012), como a soja e o milho. A principal razão para o uso desse sistema é de ordem econômica, pelas poucas opções de culturas comerciais para cultivo no outono/inverno, ou pela redução da oferta de forragem fresca nas pastagens perenes de verão (BALBINOT JUNIOR et al., 2009), neste período, o que pode ser suplantado pela implantação precoce de espécies forrageiras anuais de inverno (TREVISA; BALBINOT JUNIOR, 2012).

Um fator importante, que deve ser observado no SILP com plantio direto, é o uso de gramíneas na fase de pastagem. O sistema radicular agressivo e a alta produção de biomassa são características dessas culturas que contribuem para a manutenção da boa estrutura física do solo (LOSS et al. 2011), além de serem uma alternativa a rotação de culturas.

A cultura da aveia (*Avena* sp.) é uma das principais opções para cultivo na estação fria, especialmente no centro-sul do Brasil (HARTWING et al. 2006), pois, além de ser uma alternativa técnica e economicamente viável de cultivo no período (DEMÉTRIO; COSTA; OLIVEIRA, 2012), possui alto rendimento de palhada, facilidade de aquisição de sementes e de implantação, rusticidade, rapidez de formação de cobertura e ciclo adequado para o cultivo de verão (SILVA et al. 2006). Além das aplicações como forrageira, destina-se à produção de grãos e, ainda, pode ser utilizada como cobertura verde/morta, para proteção e melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, dando sustentabilidade ao sistema de semeadura direta (FLOSS et al. 2007). Também, pode reduzir o processo da erosão, controlar algumas espécies de plantas daninhas e aumentar a incorporação de carbono orgânico no solo (TREVISA; BALBINOT JUNIOR, 2012).

A eficácia da SILP está relacionada, entre outros fatores, à quantidade e à qualidade de resíduos produzidos por plantas de cobertura (ROSOLEM et al., 2005), como a aveia, pois, logo, para sistemas de plantio direto, quanto maior a produção de matéria seca, o solo ficará por mais tempo protegido (CAMARGO; PIZA 2007).

No SILP sob plantio direto, além da matéria orgânica (MO) incorporada continuamente na superfície do solo, sem revolvimento, o sistema radicular principalmente de plantas da família das Poaceae, exerce papel muito importante na formação de agregados (SALTON et al., 2008), bem como nos demais atributos físicos do solo. A fase pastagem apresenta o potencial de manutenção ou incremento de MO, favorecidos pela grande quantidade de material orgânico de resíduos e pelo sistema radicular extenso e com constante renovação (SILVA et al., 2011).

A palha remanescente na superfície do solo, por sua vez, atenua a pressão aplicada pelo tráfego de máquinas e de animais na proporção direta da sua quantidade (BRAIDA et al., 2006), reduzindo o potencial de compactação do solo. A espécie vegetal, assim como sua composição morfológica e estágio vegetativo de manejo, tem grande influência na degradação da biomassa vegetal (LANG; PELISSARI; MORAES, 2004).

O processo de decomposição dos resíduos da aveia é responsável pela liberação da maior parte dos nutrientes acumuladas na sua fitomassa. Fatores bióticos e abióticos governam o processo de decomposição e, conseqüentemente, a liberação de nutrientes (LOBO; GRASSI FILHO; BULL, 2012). Com o aporte de nutrientes, a estrutura física do solo será tanto mais complexa quanto maiores forem a diversidade (quantidade, qualidade e frequência de deposição) da fitomassa disponibilizada ao sistema (ASSIS et al., 2015). Citam-

se os componentes estruturais das plantas, com destaque a lignina e fatores climáticos como precipitação pluvial e temperatura, atividades macro e microbiológica do solo e quantidade de resíduos vegetais, os principais reguladores do processo de degradação de resíduos culturais (TORRES; PEREIRA 2008).

Loss et al. (2012), observaram que nas áreas com sistemas integrados de cultivo a qualidade do solo é superior em relação às áreas com monocultivo. A decomposição é um dos meios mais importantes de retorno de nutrientes essenciais da vegetação para o solo (VITAL et al. 2004), além disso, a modificação da biomassa vegetal constitui a primeira transformação de importância no solo, atuando diretamente na sua estrutura que, além das modificações na porosidade e densidade, provoca alterações que afetam a retenção de água e a resistência mecânica (KLEIN; CÂMARA, 2007).

No período do inverno, devido a inúmeros fatores, uma parte da área cultivada pode permanecer em pousio, vindo a receber outro cultivo somente na safra de primavera/verão (OLIVEIRA NETO et al., 2013). A manutenção de áreas agrícolas em pousio, pode contribuir com os processos de erosão do solo, mas não contribuirá para a geração de renda nesse período (BALBINOT JUNIOR et al., 2012). A ausência de cultivo, contribui para que as plantas daninhas tenham condições propícias para emergirem e se desenvolverem (OLIVEIRA NETO et al., 2013), além de, contribuir para o aumento do banco de sementes de plantas infestantes, que potencializa a interferência destas com as culturas em sucessão, causando aumento nos custos para o seu controle (BORGES et al., 2014).

A utilização inadequada do solo, pode gerar alterações negativas dos seus atributos físicos e químicos, bem como sua biodiversidade, assim, prejudicando o ambiente, ocasionando inúmeros problemas relacionados à sua sustentabilidade (COSTA et al., 2015). Assim, a manutenção de áreas ociosas, além de não contribuir para o sistema de plantio direto, pois contribui com pouca palhada e pela não rotação de culturas (BORGES et al., 2014), é uma prática que deve ser evitada.

O desafio para o SILP é encontrar um nível de biomassa de forragem que promova elevado desempenho animal, ao mesmo tempo que permita alcançar alto rendimento de grãos na cultura subsequente (LOPES et al., 2009), pois, o pastejo pode alterar a fertilidade do solo em razão do acúmulo de matéria orgânica, consequentemente alterando a ciclagem de nutrientes (BALBINO et al., 2011). Além disso, a manutenção de baixa biomassa residual, proporcionada por altas intensidades de pastejo, ocasionaria, do ponto de vista físico, degradação do solo, comprometendo o sistema de plantio direto (LOPES et al., 2009).

Usualmente, para se avaliar a qualidade do solo agrícola são considerados três aspectos: físico, químico e biológico, sendo importantes nas avaliações, para quantificar a extensão da degradação ou melhoria do solo e para identificar a sustentabilidade dos sistemas de manejo (ARATANI et al., 2009), compatíveis com cada área. Dentre os aspectos citados, a qualidade física do solo merece destaque especial, uma vez que afeta a qualidade química e biológica do solo, já que são interdependentes. Melhorando-se a qualidade física de determinado solo se está contribuindo para a melhoria das suas condições biológicas e químicas (ARAÚJO et al., 2007).

Alterações na compactação do solo, que é um processo de degradação do solo resultante do aumento da densidade, sendo acompanhada de aumento da resistência à penetração, da microporosidade, diminuição da permeabilidade e da infiltração de água (SPERA et al., 2012), podem ser resultantes de cargas (peso de máquinas, equipamentos, pisoteio do gado e impacto de gotas de chuva) aplicadas na superfície do solo (SPERA et al., 2006). Todavia, mesmo o solo cultivado com preparo mecânico, com o tempo, tende a ter sua estrutura alterada pelo fracionamento dos agregados, com redução do volume de macroporos, consequentemente promovendo o aumento da densidade do solo (PANACHUKI et al., 2006).

A magnitude das alterações ocasionadas pelo pisoteio nos atributos físicos do solo é condicionada por vários fatores, entre os quais se destaca a intensidade de pastejo (FLORES et al., 2007), bem como a altura de manejo da pastagem. Quando a carga animal é adequada, a compactação pelo pisoteio se concentra na camada superficial do solo (0,0-0,1m) (PETEAN et al., 2009) e não limita a produtividade das culturas (FLORES et al., 2007), que venham a ser implantadas na área na sequência. Além disso o grau de compactação causado pelo pisoteio bovino é influenciado pela textura e umidade do solo (LEÃO et al., 2004), no período do pastejo, recomendando-se a utilização de áreas refúgio, em épocas chuvosas. Para Costa et al. (2009), as propriedades físicas do solo não são alteradas em sistemas integrados de lavoura pecuária, com pastagens anuais de inverno implantadas em áreas de lavoura anuais, que apresentem conservação do solo.

No SILP, sob o sistema plantio direto, um dos principais benefícios está relacionado à formação de macroagregados estáveis, que são responsáveis pela estrutura do solo (SALTON et al., 2008) que, consequentemente, exercem influência nos demais atributos físicos do solo como porosidade (macro e microporosidade), velocidade de infiltração de água, densidade do solo e resistência a penetração (SCHIAVO; COLODRO 2012), promovendo condições que possam aumentar a resistência do solo à degradação (TIRLONI et

al., 2012). Recomenda-se a utilização de sistemas de manejo que proporcionem, além de agregados maiores, agregados mais resistentes (maior índice de estabilidade), pois manterão a estrutura do solo sem grandes alterações quando submetidas a forças externas, como operações mecanizadas, pisoteio de animais, provocando também uma diminuição da perda de solo por erosão (SCHIAVO; COLODRO 2012).

A cultura da soja é de grande importância para o agronegócio brasileiro, podendo ser cultivada em plantio direto e fazer parte de sistemas de integração lavoura pecuária (RICCE; ALVES; PRETE, 2011). Quando bem manejado, o SILP pode contribuir para a sustentabilidade da produção de soja, nas diferentes regiões brasileiras, constituindo-se em uma opção para aumentar e diversificar a renda do produtor e melhorar a qualidade do sistema de plantio direto.

Apesar da crescente adoção dos SILP, ainda existem dúvidas e questionamento sobre possíveis impactos quanto à fertilidade do solo e no rendimento de grãos de espécies cultivadas em sucessão (SANTOS et al., 2011). Alterações na compactação do solo podem aumentar a resistência mecânica ao crescimento radicular, reduzir a aeração e a disponibilidade de água e nutrientes, retardar a germinação das sementes e, em consequência, reduzir a produtividade agrícola (MEGDA et al., 2008). Entretanto, os benefícios, para a estrutura física do solo, são refletidos no rendimento das culturas sucessoras, mesmo em sistemas com diferentes intensidades de pastejo, em que a produtividade da soja não é reduzida (FLORES et al. 2007).

A verificação da relação entre restrições físicas do pisoteio animal e o desenvolvimento das plantas, podem ser avaliadas através da estrutura física do solo e o desenvolvimento de plantas (biomassa da parte aérea e radicular e rendimento de grãos (BONETTI et al., 2015).

A partir do exposto, o presente trabalho, teve por objetivo estudar diferentes densidades de semeadura da cultura da aveia, manejada com diferentes números de pastejo em sistema de integração lavoura pecuária ou pousio, avaliando a influência do manejo sobre as propriedades físicas do solo, os teores de carbono no solo, a quantidade e os teores de nutrientes presentes nos resíduos culturais remanescentes, bem como, as características agrônômicas da cultura da soja, num Latossolo Vermelho distroférico. Para a apresentação dos resultados, esta tese, foi dividida em três capítulos, sendo que, cada capítulo apresenta os objetivos.

O capítulo I intitulado “Propriedades físicas e carbono orgânico no solo, cultivado com diferentes densidades de semeadura de aveia, manejada em sistema de integração lavoura pecuária ou sob pousio” teve como objetivos: avaliar variações na macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade e resistência do solo à penetração, além dos teores de carbono total e estoque de carbono, de um Latossolo Vermelho distroférico da região Oeste do Paraná, manejado sob sistema de integração lavoura pecuária.

O capítulo II intitulado “Deposição e composição de palhada residual em área com integração lavoura pecuária ou pousio” teve como objetivos: estudar a produção, composição química e a quantidade depositada de nutrientes, em uma área cultivada com a cultura da aveia, manejada em sistema de integração lavoura pecuária.

O capítulo III intitulado “Características agronômicas e produtividade da soja cultivada em área com diferentes manejos de inverno” teve como objetivos: avaliar a altura de plantas, número de grãos por planta, diâmetro basal de caule, número de vagens por planta, estande de plantas, massa de mil grãos, além da produtividade soja, cultivada em sucessão a cultura da aveia, implantada com diferentes densidades de semeadura e manejada em sistema de integração lavoura pecuária.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARATANI, R. G.; FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, I. Qualidade física de um Latossolo Vermelho acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.3, p.677-687, 2009.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.1, p.1099-1108, 2007.
- ASSIS, P. C. R.; STONE, L. F.; MEDEIROS, J. C.; MADARI, B. E.; OLIVEIRA, J. M.; WRUCK, F. Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.4, p.309-316, 2015.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. DE; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. DOS; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1200-1205, 2011.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DICKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1925-1933, 2009.
- BALBINOT JÚNIOR, A. A.; VEIGA, M.; VOGT, G. A.; SPAGNOLLO, E. Atributos de solo e produtividade de feijão após diferentes formas de uso do solo no inverno, no quinto ano de experimentação. **Ciência Rural**, v.42, n.3, p.401-406, 2012.
- BONETTI, J. A.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. CARNEIRO, M. A. C.; SILVA, G. N. Influência do sistema integrado de produção agropecuária no solo e na produtividade de soja e braquiária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.45, n.1, p.104-112, 2015.
- BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S.; MATEUS G.P.; SÁ, M. E.; ALVES, M. C. Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do solo. **Planta daninha**, v.32, n.4, p.755-763, 2014.
- BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M.; REINERT, D. J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.4, p.606-614, 2006.
- CAMARGO, R.; PIZA, R. J. Produção de biomassa de plantas de cobertura e efeitos na cultura do milho sob sistema de plantio direto no município de Passos, MG. **Bioscience Journal**, v.23, n.3, p.76-80, 2007.
- COSTA, A.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; SILVA, F.R. Propriedades físicas do solo em sistemas de manejo na integração agricultura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.2, p.235-244, 2009.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K. S. M.; YOKOBATAKE, K. L.; FERREIRA, J. P.; PARIZ, C. M.; BONINI, C. S. B.; LONGHINI, V. Z. Atributos do Solo e Acúmulo de Carbono na Integração Lavoura-Pecuária em Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.3, p.852-863, 2015.

DEBIASI, H.; FRANCHINI. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavoura pecuária com braquiária e soja. **Ciência Rural**, v.42, n.7, p.1180-1186, 2012.

DEMÉTRIO, J. V.; COSTA, A. C. T. OLIVEIRA, P. S. R. Produção de biomassa de cultivares de aveia sob diferentes manejos de corte. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.2, p.198-205, 2012.

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

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

HARTWIG, I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, J. A. G.; LORENCETTI, C.; BENIN, G.; VIEIRA, E. A.; BERTAN, I.; SILVA, G. O.; VALÉRIO, I. P.; SCHIMIDT, D. A. M. Correlações fenotípicas entre caracteres agronômicos de interesse em cruzamentos dialélicos de aveia Branca. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.3, p.273-278, 2006.

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

LANG, C. R.; PELISSARI, A.; MORAES, A. Fitomassa aérea residual da pastagem de inverno no sistema integração lavoura-pecuária. **Scientia Agrária**, v.5, n.1-2, p.43-48, 2004.

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.5, p.1131-1140, 2007.

LEÃO, T. P.; SILVA, A. P.; MACEDO, M. C. M.; IMHOFF, S.; EUCLIDES, V. P. B. Intervalo hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.3, p.415-423, 2004.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; BULL, L. T. Rendimento de massa de matéria seca e relação C/N da aveia preta em função do lodo de esgoto e adubação nitrogenada. **Bioscience Journal**, v.28, n.2, p.224-234, 2012.

LOPES, M. L. T.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D. T.; AGUINAGA, A. A. Q.; FLORES, J. P. C.; MORAES, A. 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**, v.39, n.5, p.1499-1506, 2009.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo em plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1269-1276, 2011.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; BEUTLER, S. J.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. Densidade e fertilidade do solo sob sistemas de plantio direto e de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Revista Ciências Agrárias**, v.55, p.260-268, 2012.

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

MEGDA, M. M.; CARVALHO, M. P.; VIEIRA, M. X.; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, E. C. Correlação linear e espacial entre a produtividade de feijão e a porosidade de um Latossolo Vermelho de Selvíria (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.2 p.781-788, 2008.

OLIVEIRA NETO, A. M.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; GUERRA, N.; DAN, H. A.; VILELA, L. M. S.; BOTELO, L. V. P.; ÁVILA, L. A. Sistemas de dessecação de manejo com atividade residual no solo para áreas de pousio de inverno infestadas com buva. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.2, p.120-128, 2013.

PANACHUKI, E.; ALVES SOBRINHO, T.; VITORINO, A. C. T.; CARVALHO, D. F.; URCHEI, M. A. Avaliação da infiltração de água no solo, em sistema de integração agricultura-pecuária, com uso de infiltrômetro de aspersão portátil. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, n.1, p.129-137, 2006.

PETEAN, L.P.; TORMENTA, C. A.; FIDALSKI, J.; ALVES, S. J. Altura de pastejo de aveia e azevém e qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférico sob integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.4, p.1009-1016, 2009.

RICCE, W. S.; ALVES, S. J.; PRETE, C. E. C. Época de dessecação de pastagem de inverno e produtividade de grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1220-1225, 2011.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Potassium leaching from millet straw as affected by rainfall and potassium rates. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.36, n.7, p.1063-1074, 2005.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.1, p.11-21, 2008.

SALTON, C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENC, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward asustainable production system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.190, n.1, p.70-79, 2014.

SANTOS, H. P. DOS; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; MALDANER, G. L. Conversão e balanço de energia de sistemas de produção com integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1193-1199, 2011.

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

SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; STRIEDER, M. L.; SILVA, A. A. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. **Ciência Rural**, v.36, n.3, p.1011-1020, 2006.

SILVA, R. F.; GUIMARÃES, M. F.; AQUINO, A. M. de; MERCANTE, F. M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1277-1283, 2011.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. DOS; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeito de pastagens de inverno e de verão em características físicas do solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1193-1200, 2006.

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

TIRLONI, C.; VITORINO, A. C. T.; BERGAMIN, A. C.; SOUZA, L. C. F. Physical properties and particle-size fractions of soil organic matter in crop-livestock integration. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.4, p.1299-1310, 2012.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v.32, n.4, p.1609-1618, 2008.

TREVISA, S. A.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Estabelecimento e crescimento inicial de cultivares de aveia para pastejo. **Unoesc & Ciência**, v.3, n.1, p.23-30, 2012.

VEIGA, M.; DURIGON, L.; PANDOLFO, C. M. BALBINOT JUNIOR, A. A. Atributos de solo e de plantas afetados pelo manejo da pastagem anual de inverno em sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v.42, n.3, p.444-450, 2012.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.793-800, 2004.

3 CAPÍTULO 1: PROPRIEDADES FÍSICAS E CARBONO NO SOLO, CULTIVADO COM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA DE AVEIA, MANEJADA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

3.1 RESUMO

O estudo avaliou o efeito de densidades de semeadura da cultura da aveia, manejada sob sistema de integração lavoura pecuária, ou a utilização do pousio no período de inverno, sobre as propriedades físicas do solo (macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade e resistência a penetração), carbono total e estoque de carbono do solo, em dois anos. O trabalho foi desenvolvido na estação experimental da Universidade Estadual do Oeste Paraná, em Latossolo Vermelho distroférrico, utilizando delineamento em blocos ao acaso em esquema de faixas, com testemunha adicional (pousio) e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de duas diferentes densidades de semeadura da aveia IPR 126 (40 e 60 kg ha⁻¹), nas faixas A e os diferentes manejos (sem pastejo, um pastejo e dois pastejos) nas faixas B, mais a testemunha. Constatou-se que os valores de macroporosidade e microporosidade do solo, na camada de 0-0,05 m, além da microporosidade na camada 0,1-0,2 m, foram influenciados negativamente pelo número de pastejos no ano de 2014. A porosidade total na camada de 0,1-0,2 m, foi influenciada positivamente pela densidade de semeadura da aveia no ano de 2014. Os demais atributos não foram influenciados em 2014 e nenhuma alteração foi constatada em 2015. Para a resistência do solo à penetração, somente ocorreu alteração após o inverno de 2015, na camada de 0-0,05 m devido ao número de pastejos. No ano de 2014 não houveram alterações no carbono total e estoque de carbono do solo, entretanto, em 2015 o número de pastejos empregados influenciou o negativamente carbono total, nas camadas de 0-0,05 e 0,1-0,2 m e, a testemunha adicional (pousio) afetou positivamente, o estoque de carbono na camada de 0,05-0,1 m.

Palavras chave: Porosidade do solo. Resistência a penetração. Manejo conservacionista.

PHYSICAL PROPERTIES AND CARBON IN THE SOIL, CULTIVATED WITH DIFFERENT DENSITIES OF OATS SEEDING, MANAGED IN A SYSTEM OF INTEGRATING LIVESTOCK FARMING

3.2 ABSTRACT

The study evaluated the effect of densities of oat crop sowing, managed in integrated crop-livestock, or the use of fallow in the winter, on the physical properties of soil (macroporosity, microporosity, total porosity, density and resistance to penetration), total carbon and soil carbon storage in two years. The study was conducted in the experimental station of the Universidade Estadual do Paraná, in Oxisoil using a randomized block design in split-plot, with additional treatment (fallow) with four replications. The treatments consisted of two different oat IPR 126 seeding rate (40 and 60 kg ha⁻¹), in bands A and the different managements (without grazing, one grazing and two grazing) in the B bands, plus the maintenance of fallow (control). It was found that the number of grazing in the year 2014 negatively influenced the values of macroporosity and microporosity in the layer 0-0.05 m, besides the microporosity in the 0.1-0.2 m layer. The total porosity in the 0.1-0.2 m layer was positively influenced by the sowing density of oats. In the year 2014. The other attributes were not influenced in 2014 and no change was verified in 2015. To soil resistance to penetration, only occurred changes after 2015 winter, in the 0-0.05 m due to the number of grazing. In the year 2014 there were no changes in total carbon and soil carbon storage, however, in 2015 the number of grazing employed negatively influenced the total carbon, layers 0-0.05 and 0.1-0.2 m and the control (follow) positively affected the layer 0.05-0.1 m, to soil carbon storage.

Keywords: Soil porosity. Resistance to penetration. Conservation management.

3.3 INTRODUÇÃO

A viabilidade do uso do sistema de integração lavoura pecuária (SILP) depende principalmente do manejo empregado, buscando-se uma alternativa viável para melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, que estão constantemente interagindo entre si.

Uma alternativa técnica e economicamente viável utilizada por produtores no período do inverno no sul do Brasil, é o cultivo da aveia, seja solteira ou consorciada em SILP. O cultivo de aveia, possibilita a obtenção de forragem de alta qualidade para a alimentação de animais, além de palha para cobrir o solo para a semeadura das culturas de verão em sistema plantio direto (CASTAGNARA et al., 2012) com qualidade. Entretanto, em áreas em que se utiliza o SILP, o manejo inadequado da cultura da aveia pode resultar em menores deposições de palhada, para proteção do solo e para o plantio direto das culturas em sucessão (DEMÉTRIO; COSTA; OLIVEIRA, 2012) podendo contribuir para o decréscimo da produtividade.

A presença animal associada ou não a alta intensidade de pastejo, pode diminuir a cobertura do solo e a entrada dos animais com uma elevada umidade do solo, ou mesmo o trânsito inadequado de máquinas, pode afetar negativamente a estrutura do solo, causando, por exemplo, compactação do solo. Para medir a degradação do solo são utilizados vários indicadores como a macroporosidade, microporosidade, porosidade total (CASTAGNARA et al., 2015), densidade do solo (COLLARES et al., 2011) e a resistência a penetração (FIDALSKI; ALVES 2015), com inferências na estabilidade estrutural do solo ao longo dos anos de cultivo (FOLEY et al., 2005)

A alta intensidade de pastejo em SILP pode aumentar a densidade do solo e a microporosidade, bem como promover a diminuição da macroporosidade (ANDREOLLA et al., 2014), pois promove um rearranjo estrutural das partículas do solo (REICHERT et al., 2010), além de propiciar condições que podem aumentar o processo de degradação de solo (TIRLONI et al., 2012), resultando em mudanças na qualidade funcional do sistema agrícola (AZIZ et al., 2012). Alterações da qualidade física dos solos em SILP podem comprometer a produtividade de grãos e da pastagem, especialmente sob condições climáticas adversas (MOREIRA et al., 2012).

Outro importante indicador da qualidade do solo é o teor de matéria orgânica do solo (MOS), pois, além de ser influenciado pelo sistema de cultivo empregado ao solo, se relaciona positivamente com os atributos físicos do solo (MATIAS et al., 2012), atuando como agente

de formação e estabilização dos agregados, proporcionando melhor estruturação do solo (GOMES et al., 2015). Sistemas de manejo que proporcionem menores aportes de resíduos culturais, além de afetar diretamente a MOS, causando à diminuição do aporte de carbono (SILVA et al., 2013) não são indicados.

Além disso, salienta-se que a implantação da cultura da aveia, em SILP ou não é importante para evitar-se a manutenção do pousio, no período de inverno. O pousio tende a favorecer que áreas agricultáveis fiquem sujeitas à radiação solar, à erosão eólica, à infestação por plantas espontâneas (BALBINOT JÚNIOR et al., 2008) e a uma menor deposição de resíduos.

Devido a possibilidade de ocorrência de alterações no solo, influenciadas pela densidade de semeadura ou pelo número de pastejos, objetivou-se avaliar variações na macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade e resistência do solo à penetração, além dos teores de carbono total e estoque de carbono, de um Latossolo Vermelho distroférico da região oeste do Paraná, manejado sob sistema de integração lavoura pecuária ou mantido sob pousio.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Localização, Clima e Solo da Área de Estudo

O trabalho foi desenvolvido na estação experimental “Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa” (24° 31' 58" S e 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 de textura muito argilosa (SANTOS et al., 2013). A área estava sendo manejada sob o sistema de integração lavoura pecuária (soja no verão e cereais de duplo propósito no período de inverno) por dois anos e, apresentava as seguintes características físico-químicas descritas na tabela 1. Devido à saturação por bases apresentar valores abaixo de 50% foi realizado calagem, em superfície, com 3 t ha⁻¹ de calcário calcítico, 30 dias antes da semeadura da cultura da aveia de 2014. O objetivo foi elevar a saturação de bases para 70 % (Tabela 1).

Tabela 1 - Características químicas e textural do solo, antes da implantação da cultura de inverno de 2014.

Camada	P	pH	H	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	Argil	Silte	Areia
m	mg dm ⁻³	CaCl ₂	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	%	-----	-----	-----
0-0,1	30,3	4,4	6,	0,4	0,5	3,0	1,8	5,3	12,0	44,7	681,0	266,5	52,5
0,1-0,2	20,2	4,4	6,	0,3	0,5	2,7	1,4	4,6	11,4	40,1	751,5	199,1	49,4

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 Koeppen é do tipo Cfa mesotérmico úmido subtropical, 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).

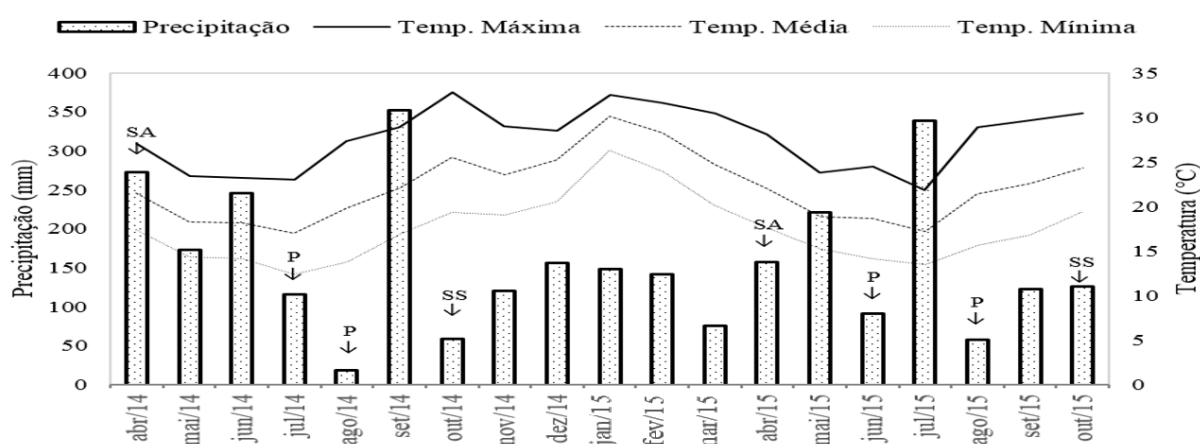


Figura 1 - Médias mensais das temperaturas máxima, mínima e média e precipitação pluviométrica acumulada durante os meses do período experimental. SA, SS e P: semeadura aveia, semeadura soja e pastejos de inverno, respectivamente.

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

3.4.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema de faixas, com tratamento adicional (pousio, com ressemeadura natural de azevém e nabo), repetido quatro vezes, totalizando 28 parcelas experimentais. Nas faixas A (10 x 18 m), foram alocadas duas densidades de semeadura da cultura da aveia (40 e 60 kg ha⁻¹ de sementes comerciais) mais a parcela pousio. Nas faixas B (5 x 20 m), transversais as faixas A, foram alocados os manejos da cultura da aveia: sem pastejo, um pastejo com altura de resíduo de 0,15-0,2 m e dois pastejos com altura de resíduo de 0,15-0,2 m. As parcelas, para a cultura da aveia, 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).

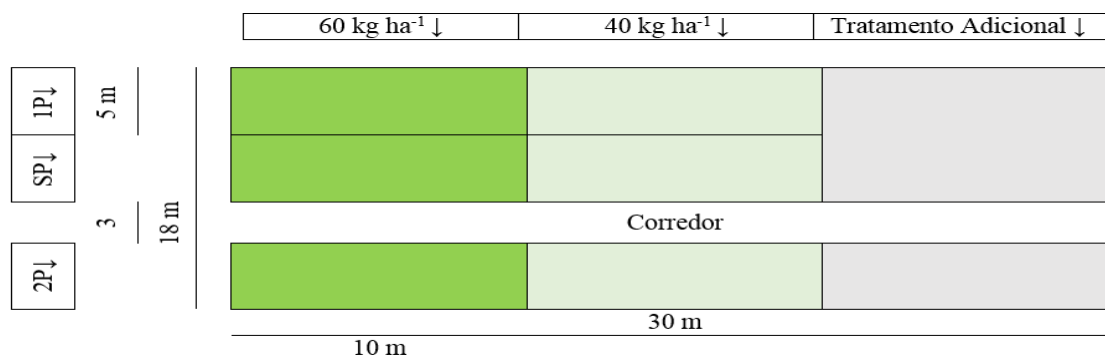


Figura 2 - Croqui de um bloco experimental.

3.4.3 Implantação e Manejo da Cultura da Aveia

O experimento foi iniciado em Abril de 2014, sendo que, a área, nos dois anos, foi dessecada 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 100 L ha⁻¹.

A cultura da aveia foi semeada nos dias 25/04/14 e 24/04/15 com semeadora adubadora, acoplada a trator, no sistema de plantio direto sobre palhada de soja, com espaçamento de entre linhas de 0,17 m. Foram utilizados 60 e 40 kg ha⁻¹ de sementes comerciais de aveia branca, cultivar IPR 126. A adubação foi realizada com base na análise química do solo, utilizando-se 250 kg ha⁻¹ de um formulado 10-15-15 (N, P₂O₅ e K₂O), para adubação de base e, para a adubação de cobertura 120 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia. A adubação de cobertura foi realizada manualmente, parcelada em três vezes, no início do perfilhamento da aveia 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 foram realizadas aplicações de agroquímicos durante o ciclo de desenvolvimento da aveia.

Os manejos da aveia, faixas B, foram iniciados quando as plantas atingiram entre 0,3 a 0,35 m de altura. Para o pastejo foram utilizados dezessete animais da raça holandesa em período de lactação com peso médio de 650 kg $\pm$ 50 kg. Os animais permaneciam nas faixas por quatro horas diárias (duas no período matutino e duas no vespertino) até que a altura da resteva atingisse de 0,15-0,2 m, para que não houvesse danos ao meristema de crescimento (NERES et al., 2012). Foi utilizada uma alta carga animal para que houvesse um rápido pastejo das faixas. Os pastejos foram iniciados aos 65 e 113 dias após a semeadura (DAS) em 2014 e 96 e 127 DAS em 2015.

Tabela 2 - Correção do solo com calcário (t ha^{-1}), adubação de base no plantio (kg ha^{-1}), datas de semeaduras, quantidade de sementes (kg ha^{-1}), adubação de nitrogênio em cobertura (kg ha^{-1} de N na forma de uréia); datas de pastejos, altura média da forragem para entrada e saída das vacas leiteiras, data avaliação física solo.

Item	Anos	
	2014	2015
Calcário	3	-
Fertilizante formulado 10-15-15	250	250
Datas semeadura aveia	25/04/2014	24/04/2015
Sementes – aveia IPR 126	60 e 40	60 e 40
N em cobertura – Parcelas SP e 1P	60 kg em 2x	60 kg em 2x
N em cobertura – Parcelas com 2P	40 kg em 3x	40 kg em 3x
Datas 1º Pastejo	65 DAS	96 DAS
Datas 2º Pastejo	113 DAS	227 DAS
Altura do dossel para pastejo	0,30-0,35 m	0,30-0,35 m
Altura residual (saída dos animais)	0,15-0,20 m	0,15-0,20 m
Avaliação física do solo	150 DAS	157 DAS

SP: sem pastejo; 1P: um pastejo; 2P: dois pastejos; DAS: dias após a semeadura.

3.4.4 Análises Realizadas

A caracterização física do solo foi realizada pelo método do anel volumétrico conforme Donagema et al. (2011). As amostras foram coletadas na área útil de cada parcela, na camada de 0-0,05 m, 0,05-0,1 m e de 0,1-0,2 m. 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. As análises físicas foram realizadas no Laboratório de Física do Solo da UNIOESTE. A avaliação foi realizada aos 150 DAS em 2014 e aos 157 DAS em 2015.

As medidas de resistência do solo à penetração (RP) foram realizadas com um penetrógrafo eletrônico modelo penetroLOG-Falker- PLG1020. Foram realizadas três leituras aleatórias, na área útil da parcela, para compor uma média de cada parcela, até a camada de 0,3 m. No dia da análise também foram coletadas amostras de solo para a determinação da umidade gravimétrica.

Os teores de carbono total e estoque de carbono do solo foram avaliados ao final do inverno. Foram coletadas, com auxílio de um trado (tipo holandês), um total de quatro amostras por parcela para formar uma amostra composta representativa, retiradas nas camadas de 0-0,05 m, 0,05-0,1 m e 0,1-0,2 m. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e transportadas ao Laboratório, secas ao ar e passadas em peneiras de 2 mm para as análises. A matéria orgânica solo (MOS) foi determinada em

mufla, seguindo-se método estabelecido por Goldin (1987), e modificado por Rodella e Alcarde (1994). Com os resultados da MOS foram determinados os teores de carbono total (CT) no solo, sendo estimados utilizando-se o fator 1,724 de van Bemmelen, com base no pressuposto de que a MOS contém 58% de carbono orgânico. Para o estoques de carbono total (ECT) foi utilizada a expressão proposta por Freixo et al. (2002): $ECT (Mg\ ha^{-1}) = [teor\ de\ C\ (g\ kg^{-1}) \times ds\ (densidade\ do\ solo\ Mg\ m^{-3}) \times e\ (espessura\ da\ camada\ cm)]/10$

3.4.5 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância e, de acordo com o resultado do teste F, havendo significância aplicou-se o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para comparações entre médias, ou o teste de Dunnet ao nível de 5% quando o fatorial adicional foi significativo.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, ao final do inverno de 2014, o manejo dispensado aos animais (sem pastejo, um pastejo e dois pastejos) influenciou os valores de macroporosidade e microporosidade na camada de 0-0,05 m; bem como a microporosidade na camada de 0,1-0,2 m (Tabela 3). A densidade de semeadura (60 e 40 kg ha⁻¹) afetou a porosidade total na camada de 0,05-0,1 m. Em nenhuma das camadas estudadas, os fatores avaliados influenciaram a densidade do solo.

Com relação aos resultados obtidos para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo, após o inverno de 2015, não foram observadas diferenças significativas, entre os atributos estudados, pela influência dos tratamentos aplicados nas camadas de 0-0,05 m, 0,05-0,1 m e 0,1-0,2 m (Tabela 4).

A avaliação realizada após o termino do inverno de 2014, mostra que, os valores encontrados para a macroporosidade na camada de 0-0,05 m para o tratamento que não foi pastejado (0,21 m³ m⁻³) foram superiores aos tratamentos que sofreram um pastejo e dois pastejos (0,11 m³ m⁻³) (Tabela 5). Normalmente o comportamento da macroporosidade, é antagônico a microporosidade, ou seja quando os valores da macroporosidade aumentam, os da microporosidade diminuem, ou vice versa. Na camada de 0-0,05 m os valores encontrados para os tratamentos que sofreram um pastejo (0,46 m³ m⁻³) ou dois pastejos (0,47 m³ m⁻³), apresentaram uma quantidade maior de microporos que o tratamento sem pastejo (0,42 m³ m⁻³).

³). Resultado semelhante foi encontrado por Lanzas et al. (2007), em que a frequência de pastejo de aveia alterou a macroporosidade do solo na camada de 0,1-0,15 m.

Tabela 3 - Quadrado médio e significância das propriedades físicas do solo na camada de 0-0,05 m, 0,05-0,1 m e 0,1-0,2 m, em SILP, com diferentes manejos, após o cultivo de inverno de 2014.

FV	GL	Macroporosidade			Microporosidade		
		0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2
Bloco	3	0,001109	0,001808	0,000914	0,001022	0,000108	0,000767
Densidade (D)	1	0,000431 ^{ns}	0,000270 ^{ns}	0,000672 ^{ns}	0,001529 ^{ns}	0,002385 ^{ns}	0,001238 ^{ns}
Erro 1	3	0,002387	0,000754	0,000191	0,000861	0,000392	0,000176
Manejo (M)	2	0,024473*	0,000743 ^{ns}	0,000731 ^{ns}	0,007287*	0,000134 ^{ns}	0,001639*
Erro 2	6	0,002596	0,002289	0,001139	0,001339	0,000390	0,000274
D X M	2	0,001870 ^{ns}	0,001658 ^{ns}	0,000349 ^{ns}	0,000453 ^{ns}	0,000208 ^{ns}	0,000351 ^{ns}
Fatorial Adicional	1	0,002776 ^{ns}	0,000764 ^{ns}	0,000042 ^{ns}	0,001185 ^{ns}	0,000680 ^{ns}	0,000102 ^{ns}
Erro 3	9	0,004953	0,001698	0,000217	0,002655	0,000813	0,000298
CV 1 (%)		33,26	28,06	14,46	6,55	4,42	2,98
CV 2 (%)		34,69	48,86	35,28	8,17	4,40	3,72
CV 3 (%)		47,91	42,09	15,42	11,50	6,36	3,88
		Porosidade Total			Densidade do Solo		
		0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2
Bloco	3	0,000743	0,001438	0,002080	0,034626	0,003810	0,011179
Densidade (D)	1	0,000336 ^{ns}	0,001051*	0,000086 ^{ns}	0,004313 ^{ns}	0,000243 ^{ns}	0,002417 ^{ns}
Erro 1	3	0,001749	0,000093	0,000049	0,036912	0,000237	0,008857
Manejo (M)	2	0,005241 ^{ns}	0,000509 ^{ns}	0,000193 ^{ns}	0,090884 ^{ns}	0,003264 ^{ns}	0,020919 ^{ns}
Erro 2	6	0,001120	0,001345	0,000748	0,033983	0,012448	0,005314
D X M	2	0,000495 ^{ns}	0,001809 ^{ns}	0,000120 ^{ns}	0,042935 ^{ns}	0,002671 ^{ns}	0,002914 ^{ns}
Fatorial Adicional	1	0,000334 ^{ns}	0,000002 ^{ns}	0,000013 ^{ns}	0,020164 ^{ns}	0,023774 ^{ns}	0,001165 ^{ns}
Erro 3	9	0,001625	0,001059	0,000480	0,039527	0,012223	0,003355
CV 1 (%)		7,03	1,77	1,30	17,44	1,20	7,30
CV 2 (%)		5,62	6,71	5,06	16,73	8,69	5,65
CV 3 (%)		6,77	5,96	4,05	18,05	8,62	4,49

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

Corroborando com os resultados encontrados Bertol et al. (2000) afirmam que os efeitos do manejo do solo associado ao pisoteio animal concentraram-se na camada superficial do solo (0-0,05 m). Também, o consumo de aveia pelos animais reduz a quantidade de resíduos remanescentes sobre a superfície do solo, uma vez que a palha que cobre o solo atenua a pressão aplicada instantaneamente sobre o solo na proporção direta de sua quantidade, dissipando parte da energia de compactação (BRAIDA et al., 2006). Além

disso, o pisoteio animal pode gerar zonas de compactação em camadas mais superficiais, dificilmente abaixo dos 0,1 m da superfície do solo (DEBIASI; FRANCHINI, 2012).

Tabela 4 - Quadrado médio e significância das propriedades físicas do solo na camada de 0-0,05 m, 0,05-0,1 m e 0,1-0,2 m, em SILP, com diferentes manejos, após o cultivo de inverno de 2015.

FV	GL	Macroporosidade			Microporosidade		
		0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2
Bloco	3	0,000120	0,000997	0,000241	0,001628	0,000383	0,000198
Densidade (D)	1	0,00060 ^{ns}	0,000346 ^{ns}	0,000133 ^{ns}	0,000087 ^{ns}	0,001635 ^{ns}	0,000973 ^{ns}
Erro 1	3	0,000484	0,000821	0,000247	0,000715	0,001134	0,000348
Manejo (M)	2	0,001571 ^{ns}	0,000139 ^{ns}	0,000053 ^{ns}	0,008077 ^{ns}	0,000933 ^{ns}	0,000046 ^{ns}
Erro 2	6	0,000512	0,000065	0,000243	0,005978	0,000379	0,002332
D X M	2	0,000452 ^{ns}	0,000034 ^{ns}	0,000102 ^{ns}	0,003536 ^{ns}	0,000117 ^{ns}	0,001028 ^{ns}
Fatorial Adicional	1	0,000267 ^{ns}	0,000058 ^{ns}	0,000166 ^{ns}	0,001497 ^{ns}	0,000047 ^{ns}	0,000245 ^{ns}
Erro 3	9	0,000613	0,000212	0,000425	0,003430	0,001622	0,000551
CV 1 (%)		33,85	47,76	27,72	5,38	6,99	3,91
CV 2 (%)		34,83	13,43	27,48	15,56	4,04	10,13
CV 3 (%)		38,10	24,27	36,39	11,78	8,36	4,92
		Porosidade Total			Densidade do Solo		
		0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2
Bloco	3	0,000967	0,001810	0,000470	0,015741	0,005859	0,015290
Densidade (D)	1	0,000230 ^{ns}	0,000476 ^{ns}	0,000386 ^{ns}	0,023668 ^{ns}	0,021007 ^{ns}	0,000392 ^{ns}
Erro 1	3	0,002329	0,003242	0,000658	0,019727	0,002205	0,008773
Manejo (M)	2	0,014806 ^{ns}	0,001783 ^{ns}	0,000007 ^{ns}	0,058113 ^{ns}	0,014971 ^{ns}	0,000680 ^{ns}
Erro 2	6	0,003858	0,000437	0,002573	0,011663	0,009796	0,001851
D X M	2	0,004963 ^{ns}	0,000109 ^{ns}	0,001339 ^{ns}	0,000534 ^{ns}	0,003756 ^{ns}	0,000203 ^{ns}
Fatorial Adicional	1	0,000500 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000814 ^{ns}	0,000959 ^{ns}	0,018068 ^{ns}	0,002855 ^{ns}
Erro 3	9	0,003164	0,001781	0,000572	0,009406	0,004623	0,006242
CV 1 (%)		8,59	10,51	4,81	11,45	3,58	7,05
CV 2 (%)		11,05	3,86	9,51	8,80	7,54	3,24
CV 3 (%)		10,01	7,79	4,48	7,90	5,18	5,95

^{ns}: não significativo pelo teste F. CV 1: Coeficiente de variação para as densidades; CV 2: Coeficiente de variação para os manejos; CV 3: Coeficiente de variação para interação.

Para a camada de 0,05-0,1 m houve influência da densidade de semeadura sobre a porosidade total, sendo que, a menor densidade de semeadura (40 kg ha⁻¹), promoveu maior porosidade total (0,55 m³ m⁻³), se comparada com a maior densidade (60 kg ha⁻¹) (0,54 m³ m⁻³) (Tabela 5). Tal resultado pode ter sido ocasionado pelo sistema radicular da aveia, pois, de

acordo com Bertol et al. (2000), nos SILP a presença de raízes de gramíneas forrageiras melhoram a estrutura do solo, amenizando o impacto do pisoteio, através da renovação radicular e de descompactação do solo das plantas forrageiras (CASTAGNARA et al., 2012), além disso, culturas de duplo propósito são estimuladas a desenvolverem o sistema radicular ao serem pastejadas.

Tabela 5 - Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distroférico em SILP, com diferentes manejos, após o cultivo de inverno de 2014.

Manejo	Macroporosidade (m³ m⁻³) (0-0,05 m)			Microporosidade (m³ m⁻³) (0-0,05 m)		
	A40	A60	Média	A40	A60	Média
Sem						
Pastejo	0,19	0,23	0,21a	0,43	0,40	0,42b
1 Pastejo	0,11	0,12	0,11b	0,47	0,45	0,46a
2 Pastejos	0,12	0,10	0,11b	0,47	0,47	0,47a
Média	0,14	0,15		0,46	0,44	
Microporosidade (m³ m⁻³) (0,1-0,2 m)			Porosidade total (m³ m⁻³) (0,05-0,1m)			
Sem						
Pastejo	0,46	0,46	0,46a	0,55	0,56	0,56
1 Pastejo	0,45	0,42	0,43b	0,55	0,53	0,54
2 Pastejos	0,45	0,44	0,44ab	0,56	0,52	0,54
Média	0,45	0,44		0,55A	0,54B	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). A40 e A60: densidades de semeadura, 40 e 60 kg ha⁻¹ de sementes

Entretanto, na camada de 0,1-0,2 m, os valores encontrados para a microporosidade no tratamento que não foi pastejado (0,46 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) foram superiores aos tratamentos que sofreu um pastejo (0,43 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) (Tabela 5). Para Conte et al. (2011), em áreas manejadas sob SILP, não é esperada qualquer alteração na compactação do solo pelo pisoteio dos animais abaixo de 0,1 m de camada de solo, sendo assim, neste trabalho a alteração na microporosidade não é atribuída exclusivamente a presença do animal na área.

Para os valores de densidade do solo não houve influência dos fatores estudados em nenhum dos anos. Vieira e Klein (2007), afirmam que o solo sob sistema plantio direto geralmente apresenta maior densidade e menor porosidade do que solos submetidos ao preparo convencional. Os valores encontrados para a densidade do solo (Tabela 6), estão todos abaixo dos valores considerados críticos (1,60 Mg m^{-3}) para o desenvolvimento de culturas (SILVA; ROSOLEM, 2001), ou limitantes (1,40 Mg m^{-3}) para os Latossolos argilosos (KLEIN; CAMARA 2007).

A maioria dos valores encontrados para a macroporosidade estão no intervalo 0,05 e 0,10 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ (Tabela 6), que são relatados como restritivos para o rendimento das culturas (BEUTLER; CENTURION, 2004), pois a macroporosidade influencia diretamente na aeração

do solo. Além disso, os valores da microporosidade do solo, estão acima de $0,33 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (KIEHL, 1979), valor considerado ideal para o desenvolvimento de plantas, ou seja, valores acima, podem estar desfavorecendo a aeração e a infiltração de água no solo.

Tabela 6 - Propriedades físicas do solo na camada de 0-0,05 m, 0,05-0,1 m e 0,1-0,2 m, em SILP, com diferentes manejos, após o cultivo de inverno de 2014 e 2015.

Manejo	Macroporosidade 2014			Macroporosidade 2015		
	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2
Pousio	0,17	0,11	0,10	0,06	0,06	0,06
40 Sem Pastejo	0,19	0,09	0,08	0,07	0,07	0,05
40 1 Pastejo	0,11	0,08	0,09	0,06	0,06	0,06
40 2 Pastejos	0,12	0,11	0,10	0,05	0,06	0,05
60 Sem Pastejo	0,23	0,12	0,09	0,09	0,06	0,06
60 1 Pastejo	0,12	0,09	0,12	0,07	0,06	0,05
60 2 Pastejos	0,10	0,08	0,10	0,05	0,06	0,06
Média	0,15	0,10	0,10	0,06	0,06	0,06
Manejo	Microporosidade 2014			Microporosidade 2015		
	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2
Pousio	0,43	0,44	0,44	0,51	0,48	0,48
40 Sem Pastejo	0,43	0,46	0,46	0,52	0,48	0,49
40 1 Pastejo	0,47	0,47	0,45	0,50	0,47	0,48
40 2 Pastejos	0,47	0,45	0,45	0,47	0,46	0,47
60 Sem Pastejo	0,40	0,44	0,46	0,54	0,50	0,46
60 1 Pastejo	0,45	0,44	0,42	0,44	0,48	0,47
60 2 Pastejos	0,47	0,44	0,44	0,49	0,48	0,48
Média	0,45	0,45	0,45	0,50	0,48	0,48
Manejo	Porosidade Total 2014			Porosidade Total 2015		
	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2
Pousio	0,60	0,55	0,54	0,57	0,54	0,55
40 Sem Pastejo	0,62	0,55	0,54	0,58	0,55	0,54
40 1 Pastejo	0,58	0,55	0,54	0,56	0,54	0,54
40 2 Pastejos	0,59	0,56	0,55	0,53	0,52	0,52
60 Sem Pastejo	0,63	0,56	0,55	0,64	0,56	0,52
60 1 Pastejo	0,57	0,53	0,53	0,51	0,54	0,52
60 2 Pastejos	0,57	0,52	0,54	0,54	0,54	0,54
Média	0,60	0,55	0,54	0,56	0,54	0,53
Manejo	Densidade 2014			Densidade 2015		
	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2
Pousio	1,04	1,21	1,27	1,24	1,37	1,30
40 Sem Pastejo	1,04	1,29	1,31	1,17	1,25	1,34
40 1 Pastejo	1,21	1,32	1,25	1,29	1,30	1,32
40 2 Pastejos	1,05	1,28	1,28	1,32	1,27	1,35
60 Sem Pastejo	0,95	1,26	1,36	1,09	1,26	1,34
60 1 Pastejo	1,19	1,31	1,23	1,24	1,37	1,32
60 2 Pastejos	1,24	1,31	1,32	1,25	1,37	1,33
Média	1,10	1,28	1,29	1,23	1,31	1,33

40 e 60: densidades de semeadura, 40 e 60 kg ha⁻¹ de sementes.

Apesar do solo apresentar alguns indícios de compactação, eles nem sempre podem refletir na redução da produção, uma vez que as culturas têm diferentes tolerâncias à compactação (REICHERT et al., 2009). Além disso, nestes casos, um fator importante é a presença de umidade no solo, ou seja, existe uma interação complexa entre as condições climáticas e edáficas do local (GIRARDELLO et al., 2011).

Os resultados observados confirmaram as pequenas mudanças causadas pelo pisoteio animal para as propriedades físicas do solo, nas camadas estudadas, encontrados por outros autores (SPERA et al., 2009; CASTAGNARA et al., 2015). Estas mudanças não atingem níveis críticos para o crescimento da raiz das plantas cultivadas, pois a pressão aplicada pelas patas dos animais ao solo não é mais forte do que a resistência do solo à deformação plástica (CONTE et al., 2011), além disso, a entrada dos animais na área foi realizada com uma baixa umidade do solo (Figura 1). Também as alterações causadas pelo pastejo dos animais tornam-se facilmente reversíveis por processos naturais que ocorrem no solo, tais como umidade, ciclos de seca alternados, a ação de agentes naturais e operações de semeadura como a preparação localizada na linha (CONTE et al., 2011) e o próprio rearranjo natural das partículas do solo.

Com relação a resistência à penetração (RP) do solo nas camadas estudadas não houve influência dos fatores estudados no ano de 2014 (Tabela 7), sendo que os menores valores da RP foram encontrados na camada superficial do solo (Figura 3). Os valores médios da umidade gravimétrica do solo foram de 24 e 26 % respectivamente para os anos de 2014 e 2015.

Tabela 7 - Quadrado médio para a resistência do solo a penetração, em diferentes camadas, em SILP, com diferentes manejos, após o cultivo de inverno de 2014.

FV	GL	Camadas (m)					
		0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,15	0,15-0,2	0,2-0,25	0,25-0,3
Bloco	3	0,03309	0,23708	0,02881	0,37444	0,65111	0,39177
Densidade (D)	1	0,04420 ^{ns}	0,00560 ^{ns}	0,00560 ^{ns}	0,08963 ^{ns}	0,09796 ^{ns}	0,00116 ^{ns}
Erro 1	3	0,03545	0,02301	0,02387	0,01123	0,05549	0,06745
Manejo (M)	2	0,00003 ^{ns}	0,17907 ^{ns}	0,22338 ^{ns}	0,08005 ^{ns}	0,01394 ^{ns}	0,04625 ^{ns}
Erro 2	6	0,03666	0,23759	0,13011	0,02727	0,05708	0,10409
D X M	2	0,02383 ^{ns}	0,12241 ^{ns}	0,32060 ^{ns}	0,02977 ^{ns}	0,34727 ^{ns}	0,02588 ^{ns}
Fatorial Adicional	1	0,00171 ^{ns}	0,02846 ^{ns}	0,00032 ^{ns}	0,02225 ^{ns}	0,03241 ^{ns}	0,15482 ^{ns}
Erro 3	9	0,03979	0,31130	0,30443	0,21348	0,05354	0,06512
CV 1 (%)		73,84	8,74	7,10	4,59	10,59	13,27
CV 2 (%)		75,09	28,08	16,58	7,15	10,74	16,48
CV 3 (%)		78,22	32,15	25,37	20,00	10,40	13,04

^{ns}: não significativo pelo teste F. CV 1: Coeficiente de variação para as densidades; CV 2: Coeficiente de variação para os manejos; CV 3: Coeficiente de variação para interação.

Após a avaliação do ano de 2015, o número de pastejos influenciou a RP do solo somente na primeira camada estudada (Tabela 8). Os menores valores da RP do solo foram encontrados quando se empregou um pastejo e nenhum pastejo e os maiores valores quando a aveia sofreu dois pastejos somente na primeira camada estudada (0-0,05 m) (Figura 3). Resultados diferentes ao deste estudo foram encontrados por Spera et al. (2010), que relatam que não houve diferença para a resistência do solo à penetração, na camada de 0-0,05 m, com a presença ou não do animal em Latossolo Vermelho Distroférico.

Tabela 8 - Quadrado médio e significância da resistência do solo a penetração, em diferentes camadas, em SILP, com diferentes manejos, após o cultivo de inverno de 2015.

FV	GL	Camadas (m)					
		0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,15	0,15-0,2	0,2-0,25	0,25-0,3
Bloco	3	0,0212	0,0953	0,2403	0,3609	0,2502	0,4411
Densidade (D)	1	0,0037 ^{ns}	0,0305 ^{ns}	0,0245 ^{ns}	0,0204 ^{ns}	0,0398 ^{ns}	0,5183 ^{ns}
Erro 1	3	0,0152	0,0536	0,3822	0,3016	0,2306	0,5893
Manejo (M)	2	0,0676*	0,4669 ^{ns}	0,0152 ^{ns}	0,0140 ^{ns}	0,1205 ^{ns}	0,3733 ^{ns}
Erro 2	6	0,0096	0,1089	0,2721	0,2889	0,5709	0,6552
D X M	2	0,0189 ^{ns}	0,1310 ^{ns}	0,1614 ^{ns}	0,2254 ^{ns}	0,0215 ^{ns}	0,4747 ^{ns}
Fatorial Adicional	1	0,0091 ^{ns}	0,0135 ^{ns}	0,1336 ^{ns}	0,0837 ^{ns}	0,0021 ^{ns}	0,5420 ^{ns}
Erro 3	9	0,0120	0,1981	0,1814	0,1461	0,1343	0,5080
CV 1 (%)		95,40	23,64	40,16	33,07	26,48	35,16
CV 2 (%)		75,52	33,71	33,89	32,36	41,66	37,08
CV 3 (%)		84,64	45,48	27,67	23,02	20,21	32,65

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

Apesar dos valores de RP a penetração se encontrarem num intervalo, na maioria das camadas, abaixo ou ligeiramente acima de 2,0 MPa (Tabela 9) que é considerado limitante para o crescimento das raízes das plantas (TORMENA; ROLOFF; SÁ, 1998), estão abaixo do limite de 2,5 MPa que prejudica o crescimento das plantas (CARANACHE, 1990).

Bertol et al. (2004), sugerem que os efeitos de sistemas de culturas em plantio direto, envolvendo culturas de inverno devem se manifestar depois de transcorridos vários anos de adoção. Entretanto, a presença de uma cobertura vegetal e de seu sistema radicular podem minimizar os possíveis impactos a serem causados pelo pisoteio dos animais (CASTAGNARA et al., 2012), resultado evidenciado neste trabalho, pois todas as parcelas continham plantas, mesmo que espontâneas na parcelas pousio.

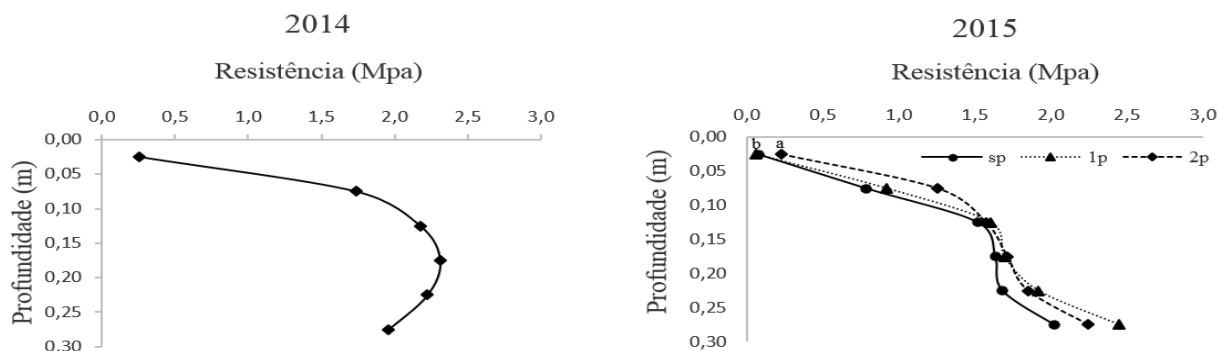


Figura 3 - Resistência do solo a penetração (MPa), na camada de 0-0,30 m de profundidade, após o cultivo de inverno dos anos de 2014 e 2015. SP, 1P e 2P: sem pastejo, um pastejo e dois pastejos, respectivamente.

Letras minúsculas em cada camada diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Apesar das alterações de baixa magnitude nas propriedades físicas do solo, no ano de 2014, e da não alteração das propriedades no ano de 2015, não se pode afirmar que estas foram unicamente provenientes das alterações causadas pelos animais, pois a testemunha também apresentou tal comportamento. Além disso, no SILP, os efeitos do tráfego de máquinas durante a cultura no verão podem provocar alterações estruturais no solo e essas serem observadas nos dados coletados pós-pastejo, assim não há como separar os efeitos do pisoteio e do tráfego de máquinas (MOREIRA et al., 2014).

Tabela 9 - Resistência do solo a penetração (Mpa), em diferentes camadas, em SILP, com diferentes manejos, após o cultivo de inverno de 2014 e 2015.

Manejo	Camadas (m)					
	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,15	0,15-0,2	0,2-0,25	0,25-0,3
2014						
Pousio	0,24	1,66	2,18	2,24	2,14	1,78
40 Sem Pastejo	0,28	1,85	1,99	2,21	1,98	1,88
40 1 Pastejo	0,36	1,46	1,95	2,15	2,24	2,09
40 2 Pastejos	0,26	1,98	2,53	2,43	2,31	2,01
60 Sem Pastejo	0,24	1,76	2,38	2,44	2,58	1,99
60 1 Pastejo	0,15	1,70	2,05	2,29	2,15	2,06
60 2 Pastejos	0,26	1,74	2,13	2,42	2,18	1,89
Média	0,26	1,74	2,18	2,31	2,23	1,96
2015						
Pousio	0,17	0,93	1,37	1,53	1,79	1,84
40 Sem Pastejo	0,06	0,67	1,45	1,56	1,60	1,67
40 1 Pastejo	0,10	1,03	1,46	1,53	1,86	2,57
40 2 Pastejos	0,17	1,15	1,70	1,87	1,87	2,04
60 Sem Pastejo	0,10	0,90	1,59	1,71	1,76	2,37
60 1 Pastejo	0,02	0,81	1,75	1,87	1,98	2,33
60 2 Pastejos	0,28	1,36	1,45	1,56	1,83	2,46
Média	0,13	0,98	1,54	1,66	1,81	2,18

40 e 60: densidades de semeadura, 40 e 60 kg ha⁻¹ de sementes.

Para os teores de carbono total (CT) e estoque de carbono do solo avaliados ao final do inverno de 2014, nas camadas estudadas não houve influência dos fatores estudados (Tabela 10).

Tabela 10 - Quadrado médio e significância para carbono total e estoque de carbono do solo, em SILP, com diferentes manejos, após o cultivo de inverno de 2014.

FV	GL	Carbono Total (g dm ⁻³)			Estoque de Carbono (Mg ha ⁻¹)		
		0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2
Bloco	3	2,466	0,511	12,698	1,271	0,205	18,648
Densidade (D)	1	1,433 ^{ns}	0,137 ^{ns}	6,406 ^{ns}	0,947 ^{ns}	0,034 ^{ns}	13,099 ^{ns}
Erro 1	3	1,561	0,055	9,975	0,761	0,009	21,837
Manejo (M)	2	3,002 ^{ns}	0,035 ^{ns}	2,841 ^{ns}	4,510 ^{ns}	0,014 ^{ns}	6,518 ^{ns}
Erro 2	6	3,607	0,055	3,015	2,300	0,165	3,813
D X M	2	1,769 ^{ns}	0,009 ^{ns}	2,753 ^{ns}	0,359 ^{ns}	0,022 ^{ns}	4,921 ^{ns}
Fatorial Adicional	1	0,493 ^{ns}	0,117 ^{ns}	0,758 ^{ns}	0,883 ^{ns}	0,125 ^{ns}	1,922 ^{ns}
Erro 3	9	0,988	0,066	1,881	1,215	0,111	2,010
CV 1 (%)		16,92	3,27	41,15	21,29	2,08	47,26
CV 2 (%)		25,71	3,27	22,62	37,02	8,85	19,75
CV 3 (%)		13,45	3,60	17,87	26,90	7,27	14,34
Média geral		7,39	7,16	7,68	4,10	4,59	9,89

^{ns}: não significativo pelo teste F. CV 1: Coeficiente de variação para as densidades; CV 2: Coeficiente de variação para os manejos; CV 3: Coeficiente de variação para interação.

Entretanto, na avaliação realizada em 2015 o manejo empregado (número de pastejos) influenciou o carbono total nas camadas de 0-0,05 e 0,1-0,2 m e, a interação de fatores (fatorial adicional) sobre o estoque de carbono camada de 0,05-0,1 m (Tabela 11).

Tabela 11 - Quadrado médio e significância para carbono total e estoque de carbono do solo, em SILP, com diferentes manejos, após o cultivo de inverno de 2015.

FV	GL	Carbono Total (g dm ⁻³)			Estoque de Carbono (Mg ha ⁻¹)		
		0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2
Bloco	3	0,088	0,094	0,494	0,352	0,082	0,702
Densidade (D)	1	0,010 ^{ns}	0,215 ^{ns}	1,68 x 10 ^{-7ns}	0,414 ^{ns}	0,703*	0,019 ^{ns}
Erro 1	3	0,102	0,049	0,202	0,180	0,030	1,631
Manejo (M)	2	0,065*	0,064 ^{ns}	0,306**	0,559 ^{ns}	0,091 ^{ns}	0,326 ^{ns}
Erro 2	6	0,011	0,040	0,019	0,207	0,170	0,108
D X M	2	0,003 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,087 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,069 ^{ns}	0,212 ^{ns}
Fatorial Adicional	1	0,011 ^{ns}	0,074 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,040 ^{ns}	0,453*	0,319 ^{ns}
Erro 3	9	0,043	0,075	0,053	0,175	0,066	0,450
CV 1 (%)		4,27	2,94	6,00	9,23	3,52	12,81
CV 2 (%)		1,41	2,67	1,86	9,90	8,39	3,30
CV 3 (%)		2,78	3,65	3,08	9,12	5,24	6,73
Média geral		7,49	7,49	7,51	4,59	4,91	9,97

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

Os maiores teores de CT foram encontrados na camada de 0-0,05 m, para o tratamento que não foi pastejado, se comparado com o que sofreu dois pastejos (Tabela 12). Resultado semelhante, foi encontrado por Sotiles et al. (2015), mostrando discretas variações nos teores totais de carbono do solo, ao longo do perfil e, que as variações são influenciadas pelo pastejo e manejo do solo. Analisando o carbono é possível detectar diferenças entre os sistemas de manejo do solo (SILVA et al. 2011), como o incremento do CT causado pelo uso de plantas de cobertura (PEREIRA et al. 2010) ou decréscimo causado por manejos não conservacionistas.

Incrementos nos teores de CT demandam tempo, utilizando-se sistemas conservacionistas como o sistema plantio direto (GUARESCHI; PEREIRA; PERIN, 2012), ou mesmo o SILP, que sequestram o C da atmosfera, contribuindo para a mitigação do problema do efeito estufa. Ao serem manejados corretamente, os sistemas de integração/consórcio podem beneficiar as entradas de C no sistema, consequentemente aumentar os teores de C do solo (BELL; MOORE 2012), uma vez que a quantidade de resíduos que entra no sistema influencia a taxa de adição de C ao solo (JOHNSTON; POULTON; COLEMAN, 2009). A magnitude desse processo depende da quantidade e também da qualidade dos resíduos aportados sobre a superfície do solo (WEST; POST, 2002; PAUL et al., 2013), além do tempo de instalação e condições climáticas (SALTON et al., 2005).

Campos et al. (2013), avaliando diferentes sistemas de manejo, encontraram maiores teores de CT, nas camadas 0,05-0,1 e 0,1-0,2 m ao se adotar o SPD por 5 e 9 anos. Acúmulos de carbono em sistemas conservacionistas ao longo do tempo de condução também foram encontrados por Rosset et al. (2014; 2016) no estado do Paraná.

Tabela 12 - Carbono total em SILP, com diferentes manejos, após o cultivo de inverno de 2015.

Manejo	Carbono Total (g dm ⁻³) (0-0,05 m)			Carbono Total (g dm ⁻³) (0,1-0,2 m)		
	A40	A60	Média	A40	60	Média
Sem Pastejo	7,62	7,55	7,59a	7,55	7,44	7,49b
1 Pastejo	7,43	7,44	7,43ab	7,60	7,84	7,72a
2 Pastejos	7,46	7,39	7,42b	7,40	7,26	7,33b
Média	7,50	7,46		7,51	7,51	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). A40 e A60: densidades de semeadura, 40 e 60 kg ha⁻¹ de sementes.

Para o estoque de carbono orgânico no solo, na camada de 0,05-0,1 m, após o ciclo de inverno 2015, houve significância para a interação de fatores (densidade de semeadura x

pousio), sendo que, no pousio (5,20 Mg ha⁻¹) com a maior densidade de semeadura (5,14 Mg ha⁻¹) (60 kg ha⁻¹) proporcionaram um maior estoque de carbono, se comparada com a menor densidade de semeadura (40 kg ha⁻¹) (Tabela 13). Os maiores teores de estoque de carbono na testemunha deve-se ao banco de sementes, de culturas de inverno, principalmente de azevém (*Lolium multiflorum*) e nabiça (*Brassica napus* L.), já que a área vinha sendo mantida nesse sistema de manejo por dois anos. Para a maior densidade de semeadura da aveia, provavelmente a maior quantidade de raízes por área, tenha contribuído para este resultado.

Tabela 13 - Carbono total e estoque de carbono do solo, em SILP, com diferentes manejos, após o cultivo de inverno de 2014 e 2015.

Manejo	Carbono Total (g dm ⁻³)			Estoque de Carbono (Mg ha ⁻¹)		
	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2
2014						
Pousio	7,06	7,32	7,27	3,66	4,43	9,25
40 Sem Pastejo	6,53	7,11	7,20	3,42	4,59	9,46
40 1 Pastejo	7,43	6,95	7,24	4,50	4,60	9,04
40 2 Pastejos	7,62	7,13	7,24	3,99	4,55	9,27
60 Sem Pastejo	7,21	7,23	7,80	3,40	4,55	10,74
60 1 Pastejo	8,75	7,17	7,37	5,32	4,69	9,05
60 2 Pastejos	7,09	7,23	9,60	4,38	4,73	12,41
Média	7,39	7,16	7,68	4,10	4,59	9,89
2015						
Pousio	7,54	7,61	7,46	4,69	5,22	9,71
40 Sem Pastejo	7,62	7,49	7,55	4,44	4,67 ⁻	10,10
40 1 Pastejo	7,43	7,34	7,60	4,78	4,77 ⁻	10,06
40 2 Pastejos	7,46	7,29	7,40	4,92	4,63 ⁻	9,97
60 Sem Pastejo	7,55	7,65	7,44	4,11	4,81 ^{ns}	9,94
60 1 Pastejo	7,44	7,50	7,84	4,61	5,14 ^{ns}	10,37
60 2 Pastejos	7,39	7,54	7,26	4,62	5,14 ^{ns}	9,65
Média	7,49	7,49	7,51	4,59	4,91	9,97

⁻: Significativo e inferior ao pousio, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade; ns: Não significativo, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade. 40 e 60: densidades de semeadura, 40 e 60 kg ha⁻¹ de sementes.

Esperava-se que nas áreas onde houve o maior pastejo e no pousio, ocorresse uma menor deposição de massa seca, que consequentemente afetasse os teores de carbono, porém tal resultado não foi observado. Segundo Souza et al. (2009) em áreas com maior intensidade de pastejo, ocorre maior saída de carbono do sistema, pelo pastejo animal e, como consequência, tem-se menor estoque desse elemento no solo. Contudo, para Moreira et al. (2012), nos tratamentos onde houve pastejo pode existir equilíbrio entre o pastejo e o desenvolvimento do sistema radicular com o rebrote após o pastejo, entretanto, reduções no

estoque de carbono orgânico são comuns em áreas cultivadas onde não ocorre preservação da massa seca (COSTA et al., 2008).

Souza et al. (2009), estudando SILP com o cultivo de aveia preta e azevém, e de soja, no Rio Grande do Sul, constataram que intensidades de pastejo moderado (0,2-0,4 m de altura de resíduo) promoveram aumento nos estoques de C orgânico (de 3,9 e 2,8 Mg ha⁻¹ para 8,2 e 7,4 Mg ha⁻¹, respectivamente). Matias et al. (2012), avaliando diferentes sistemas de manejo, observaram que, o maior estoque de carbono orgânico encontrava-se na camada de 0-0,05 m em SPD. O equilíbrio entre o processo de imobilização e mineralização da MOS, que afeta o estoque de carbono, ocorre somente cinco após a implantação (SÁ et al. 2004), ou seja, a consolidação dos efeitos, do plantio direto sobre as características do solo, demanda tempo.

3.6 CONCLUSÕES

O número de pastejos empregados na cultura da aveia afeta negativamente os atributos físicos do solo (macroporosidade e microporosidade do solo), na camada de 0-0,05 m, bem como a microporosidade, na camada de 0,1-0,2 m.

A menor densidade de semeadura de aveia promoveu uma maior porosidade total na camada de 0,05-0,1 m após o inverno de 2014.

A cultura da aveia em sistema de integração lavoura pecuária com dois pastejos, promoveu uma maior resistência do solo à penetração, no ano de 2015.

No ano de 2014 não houve influência sobre o carbono total e estoque de carbono do solo. Em 2015 o número de pastejos empregados influenciou o carbono total, camadas de 0-0,05 e 0,1-0,2 m, sendo que a utilização de 1 pastejo promoveu os melhores resultados.

A interação do fatorial adicional, promoveu alterações sobre o estoque de carbono na camada de 0,05-0,1 m, sendo que o pousio teve um estoque de carbono igual a maior densidade de semeadura de aveia.

A realização de um pastejo tende a melhorar o carbono total e o estoque de carbono no solo, independente da densidade de semeadura.

3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLLA, V. R. M.; MORAES, A.; BONINI, A. K.; DEISS, L.; SANDINI, I. E. Soil physical attributes in integrated bean and sheep system under nitrogen levels. **Revista Ciência Agronômica**, v.45 n.5, p.922-930, 2014.

AZIZ, I.; MAHMOOD, T.; ISLAM, K. R. Effect of long term no-till and conventional tillage practices on soil quality. **Soil & Tillage Research**, v.131, n.7, p.28-35, 2013.

BALBINOT JÚNIOR, A. A.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J.; VEIGA, M. Formas de uso do solo no inverno e sua relação com a infestação de plantas daninhas em milho (*Zea mays*) cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, v.26, n.3, p.569-576, 2008.

BELL, L. W.; MOORE, A. D. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: trends, drivers and implications. **Agricultural Systems**, v.111, n.7, p.1-12, 2012.

BERTOL, I.; ALMEIDA, J. A.; ALMEIDA, E. X.; KURTZ, C. Propriedades físicas do solo relacionado a diferentes níveis de oferta de forragem de capim elefante-anão cv Motti. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.5, p.1047-1054, 2000.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W. A. 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**, v.28, n.1, p.155-163, 2004.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Effect of soil compaction in root development and in soybean yield. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.6, p.581-588, 2004.

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

CAMPOS, L. P.; LEITE, L. F. C.; MACIEL, G. A.; BRASIL, E. L.; IWATA, B. F. Estoques e frações de carbono orgânico em Latossolo Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.3, p.304-312, 2013.

CASTAGNARA, D. D.; NERES, M. A.; OLIVEIRAA, P. S. R.; MEINERRZ, C. C.; MESQUITA, E. E. Use of conditioning in the production of black and white oat hay using two cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1082-1092, 2012.

CASTAGNARA, D. D.; OLIVERA, P. S. O.; BULEGON, L. G.; NERES, M. A.; PIANO, J. T.; ZOZ, T.; GERHARDT, I. F. S. Physical properties of Rhodic Hapludox (Oxisol) soil under different oat managements of integrated crop-livestock system. **Australian Journal of Crop Science**, v.9, n.8, p.734-743, 2015.

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

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

COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Compactação superficial de Latossolos sob integração lavoura-pecuária de leite no noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.41, n.2, p.246-250, 2011.

CONTE, O.; FLORES, J. P. C.; CASSOL, L. C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C.; LEVIEN, R.; WESP, C. Evolution of soil physical attributes in an integrated crop-livestock system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1301-1309, 2011.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.1, p.323-332, 2008.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavoura pecuária com braquiária e soja. **Ciência Rural**, v.42, n.7, p.1180-1186, 2012.

DEMÉTRIO, J. V.; COSTA, A. C. T.; OLIVEIRA, P. S. R. Produção de biomassa de cultivares de aveia sob diferentes manejos de corte. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.2, p.198-205, 2012.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed Revisada. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2011. 230p.

FIDALSKI, J.; ALVES, S. J. Altura de Pastejo de Braquiária e Carga Animal Limitada pelos Atributos Físicos do Solo em Sistema Integração Lavoura-Pecuária com Soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.3, p.864-870, 2015.

FOLEY, J. A.; DEFRIES, R.; ASNER, G. P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S. R.; CHAPIN, F. S.; COE, M. T.; DAILY, G. C.; GIBBS, H. K.; HELKOWSKI, J. H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E. A.; KUCHARIK, C. J.; MONFREDA, C.; PATZ, J. A.; PRENTICE, I. C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P. K. Global consequences of land use. **Science**, v.309, n.5734, p.570-574, 2005.

FREIXO, A. A.; MACHADO, P. L. O. A.; GUIMARÃES, C. M.; SILVA, C. A.; FADIGAS, F. S. Estoque de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.2, p.425-434, 2002.

GIRARDELLO, V. C.; AMADO, T. J. C.; NICOLOSO, R. S.; HÖRBE, T. A. N.; FERREIRA, A. O.; TABALDI, F. M.; LANZANOVA, M. E. Changes in physical properties of a red Oxisol and of soybean yield under no-tillage affected by chisel plow types. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.6, p.2115-2126, 2011.

GOMES, R. L. R.; SILVA, M. C.; COSTA, F. R.; LIMA JUNIOR, A. F.; OLIVEIRA, I. P.; SILVA, D. B. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica do solo sob diferentes coberturas vegetais. **Revista Faculdade Montes Belos**, v.8, n.5, p.72-86, 2015.

GOLDIN, A. Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.18, p.1111-1116, 1987.

GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. Deposição de Resíduos Vegetais, Matéria Orgânica Leve, Estoques de Carbono e Nitrogênio e Fósforo Remanescente Sob Diferentes Sistemas de Manejo no Cerrado Goiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.3, p.909-920, 2012.

JOHNSTON, A. E.; POULTON, P. R.; COLEMAN, K. Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes. **Advances in Agronomy**, v.101, n.1, p.1-57, 2009.

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

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

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.5, p.1131-1140, 2007.

MATIAS, S. R.; CORREIA, M. A. R.; CAMARGO, L. A.; FARIAS, M. T.; CENTURION, J. F.; NÓBREGA, J. C. A. Influência de diferentes sistemas de cultivo nos atributos físicos e no carbono orgânico do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.3, p.414-420, 2012.

MOREIRA, W. H.; BETIOLI JUNIOR, E.; PIM PETEAN, L.; TORMENA, C. A. O; ALVES, S. J.; TEIXEIRA COSTA, M. A.; SOARES FRANCO, H. H. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.2, p.389-400, 2012.

MOREIRA, W. H.; TORMENTA, C. A.; BETIOLI JUNIOR, E.; PETEAN, L. P.; ALVES, S. J. Influência da altura de pastejo de azevém e aveia em atributos físicos de um Latossolo Vermelho Distroférico, após sete anos sob integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.4, p.1315-1326, 2014.

NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; OLIVEIRA, P. S. R.; OLIVEIRA, E.; JOBIN, C. C.; TRES, T. T.; MESQUITA, E. E. IPR 126 white oat forage potential under free growth, cutting and grazing at two management heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.889-897, 2012.

PAUL, B. K.; VANLAUWE, B.; AYUKE, F.; GASSNER, A.; HOOGMOED, M.; HURISSO, T. T.; KOALA, S.; LELEI, D.; NDABAMENYE, T.; SIX, J.; PULLEMAN, M. M. Medium-term impact of tillage and residue management on soil aggregate stability, soil carbon and crop productivity. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 164, n. 1, p. 14-22, 2013.

PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; BEUTLER, S. J.; TORRES, J. L. R. Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.5, p.508-514, 2010.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J.; HORN, R.; KANSSON, I. H. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. **Soil and Tillage Research**, v.102, n.2, p.242-254, 2009.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; SUZUKI, L. E. A. S.; HORN, R. Mecânica do solo. In: VAN LIER, Q. J. **Física do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, p.30-102, 2010.

RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C. Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes. **Scientia Agrícola**, v.51, n.3, p.556-562, 1994.

ROSSET, J. S.; LANA, M. C.; PEREIRA, M. G.; SCHIAVO, J. A.; RAMPIM, L.; SARTO, M. V. M.; SEIDEL, E. P. Carbon stock, chemical and physical properties of soils under management systems with different deployment times in western region of Paraná, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.6, p.3053-3072, 2014.

ROSSET, J. S.; LANA, M. C.; PEREIRA, M. G.; SCHIAVO, J. A.; RAMPIM, L.; SARTO, M. V. M. Frações químicas e oxidáveis da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.9, p.1529-1538, 2016.

SÁ, J. C. M.; CERRI, C. C.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. E.; BUCKENER, J.; FORNARI, A.; SÁ, M. F. M.; SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; VENZKE FILHO, S. P. O plantio direto como base do sistema de produção visando o sequestro de carbono. **Revista Plantio Direto**, v.84, p.45-61, 2004.

SALTON, J. C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. 2005. 158 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, DF, EMBRAPA, 2013. 353p.

SILVA, R. H.; ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, n.2, p.253-260, 2001.

SILVA, E. F.; LOURENTE, E. P. R.; MARCHETTI, M. E.; MERCANTE, F. M.; FERREIRA, A. K. T.; FUJII, G. C. Frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1321-1331, 2011.

SILVA, V. E.; SILVA, A. C.; PEREIRA, R. C.; CAMARGO, P. B.; SILVA, B. P. C.; BARRAL, U. M.; MENDONÇA FILHO, C. V. Composição lignocelulósica e isotópica da vegetação e da matéria orgânica do solo de uma turfeira tropical. I - Composição florística, fitomassa e acúmulo de carbono. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.1, p.121-133, 2013.

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

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

SOTILES, A. R.; SAVI, A.; TAVARES, R. A. W.; SANTOS, L. M. Estudo da matéria orgânica de solos sob sistema de integração lavoura-pecuária por meio da espectroscopia de absorção de luz na região do uv-visível e análise elementar. **Synergismus Scientifica UTFPR**, v.10, n.1, p.30-36, 2015.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; ANDRIGUETI, M.; CAO, E. 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 Ciências do Solo**, v.33, n.6, p.1829-1836, 2009.

TIRLONI, C.; VITORINO, A. C. T.; BERGAMIN, A. C.; SOUZA, L. C. F. Physical properties and particle-size fractions of soil organic matter in crop-livestock integration. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.4, p.1299-1310, 2012.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, n.4, p.301-309, 1998.

VIEIRA, M. L.; KLEIN, V. A. Hydro-physical properties of an Oxisol under different management systems. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.6, p.1271-1280, 2007.

WEST, T. O.; POST, W. M. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: a global data analysis. **Soil Science Society of America Journal**, v. 66, n. 6, p. 1930-1946, 2002.

4 CAPÍTULO 2: DEPOSIÇÃO E COMPOSIÇÃO DE PALHADA RESIDUAL EM ÁREA COM INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

4.1 RESUMO

O manejo de áreas agrícolas no período de inverno, seja através da implantação da cultura da aveia em sistema de integração lavoura pecuária, ou a manutenção do pousio, pode alterar a quantidade e a qualidade dos resíduos agrícolas. Assim, objetivou-se com o trabalho avaliar a produção, a composição química, bem como, o acúmulo de nutrientes, da cultura da aveia, sob diferentes manejos, ou a manutenção do pousio no período de inverno. O trabalho foi desenvolvido durante os anos de 2014 e 2015, em Latossolo Vermelho distroférrico, com delineamento de blocos casualizados em esquema de faixas, com testemunha adicional, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de duas densidades de semeadura da aveia IPR 126, e três manejos: sem pastejo, um pastejo e dois pastejos, além do tratamento pousio. Foram utilizadas vacas da raça holandesa para o pastejo. Determinou-se a deposição de palhada, os teores e o acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, C, a relação C:N dos resíduos, após o ciclo de inverno. No ano de 2014, o pousio, influenciou negativamente a massa seca produzida, além do acúmulo de N, P, K, Mg e Mn. Também, neste ano, o número de pastejos influenciou negativamente o acúmulo de P, Mg, Zn e Mn. Em 2015, o pousio influenciou negativamente os teores de N e positivamente os teores C e a relação C/N, a interação densidade de semeadura x pastejos, influenciou positivamente o teor e acúmulo de P. As demais características estudadas não foram influenciadas. Os resultados demonstram que o manejo empregado, no período de inverno, interfere diretamente na quantidade e na qualidade dos resíduos vegetais.

Palavras chave: *Avena sativa*. ILP. Semeadura direta.

DEPOSITION AND COMPOSITION OF RESIDUAL STRAW IN AREA WITH INTEGRATED CROP LIVESTOCK OR FALLOW

4.2 ABSTRACT

The management of agricultural areas in the winter period, either through the oat crop deployment in livestock farming integration system, or the maintenance of fallow, can change the quantity and quality of straw. The aim of this study was to evaluate the production, chemical composition, as well as the accumulation of nutrients, the oat crop under different managements, or the maintenance of fallow in the winter period. The work was developed during the years of 2014 and 2015 in a Oxisoil, with a randomized block design split-plot scheme, with additional control with four replications. The treatments consisted of two sowing densities IPR 126 oat, and three managements: without grazing, one grazing and two grazing and the fallow treatment. Dutch breed cows were used for grazing. Were determined the straw deposition, the yields and the accumulation of N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, C, the C: N ratio in the straw, after the winter cycle. In 2014, the fallow influenced negatively the dry matter produced in addition to the accumulation of N, P, K, Mg and Mn. Also in this year, the number of grazing had a negative influence on the accumulation of P, Mg, Zn and Mn. In 2015, control influenced negatively the levels of N and positively the contents C and the C/N ratio, the interaction density of sowing x grazing, positively influenced the content and accumulation of P. The other traits studied were not affect. The results demonstrate that the employee management, in winter period, directly affects the quantity and quality of plant residues.

Key words: *Avena sativa*. ICL. Direct seeding.

4.3 INTRODUÇÃO

A adoção do sistema de integração lavoura pecuária (SILP), por pequenas a grandes propriedades, é dependente de inúmeros fatores, dentre os quais destaca-se a escolha do manejo da forrageira utilizada na fase de pastagem e da quantidade remanescente de palhada residual. Na região sul do Brasil, utiliza-se pastagens anuais de inverno, principalmente para a produção de leite e para o cultivo de verão a soja ou o milho (BALBINOT JUNIOR et al., 2009). Uma gramínea hibernal que merece destaque, nesta região, é a cultura da aveia, pois além de ser utilizada na formação da pastagem, proporciona uma adequada cobertura de solo para a semeadura direta (LOPES et al., 2009).

O pastejo bovino pode limitar consideravelmente a quantidade de palha destinada à cobertura de solo, comprometendo a atividade agropecuária (NICOLOSO; LANZANOVA; LOVATO, 2006), entretanto, o manejo empregado aos animais, como frequências e intensidade de pastejo utilizados (PINHEIRO et al., 2015), influenciam a sustentabilidade do sistema integrado. O manejo utilizado, em sistemas integrados, não deve causar restrições ao desenvolvimento das plantas, proporcionando um adequado desenvolvimento radicular das culturas e, que produza quantidades de resíduos suficientes para a consolidação do sistema (FERREIRA et al., 2011), sendo estes essenciais na agricultura de baixo carbono (COSTA et al., 2015a). Além da produção de forragem, as plantas forrageiras, são utilizadas na rotação de culturas, podendo melhorar a estrutura física e química do solo (KRUTZMANN et al., 2013).

Os resíduos culturais, são uma importante fonte de nutrientes aos sistemas agrícolas, uma vez que as plantas os absorvem das camadas subsuperficiais do solo (KRUTZMANN et al., 2013), trazendo-os para as camadas mais superficiais ao decompôr, promove maior disponibilidade à cultura sucessora, através da decomposição (FERREIRA et al., 2009). A disponibilização de nutrientes para as plantas em sistemas integrados de produção, está diretamente ligada à sua disponibilidade no solo, à velocidade de liberação dos seus resíduos (FERREIRA et al., 2011), influenciada, principalmente, pelas condições climáticas, com destaque para a precipitação pluvial e temperatura (SANTOS et al., 2014).

Busca-se a maximização da produção, em cada um dos segmentos dos sistemas integrados, mantendo-se um nível de biomassa de maneira a permitir um bom estabelecimento da cultura de verão implantada via semeadura direta (LOPES et al., 2009). O sistema plantio direto com qualidade fundamenta-se na adequada cobertura do solo durante todo o ano (KRUTZMANN et al., 2013), que deve-se a rotação de culturas, além de resíduos vegetais com diferentes relações C/N, alterando-se as taxas de decomposição e ciclagem de nutrientes

(COSTA et al., 2015a), com uma manutenção do equilíbrio para que o sistema responda de forma eficiente e torne-se sustentável a longo prazo. (LOPES et al., 2009).

O presente trabalho teve por objetivo estudar a produção, composição química e a quantidade depositada de nutrientes, em uma área cultivada com duas densidades de semeadura da cultura da aveia, manejada sem pastejo, com um pastejo e dois pastejos ou a manutenção do pousio no período do inverno.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Localização, Clima e Solo da Área de Estudo

A localização da área de estudo está apresentada no item 3.4.1 do Capítulo 3 (p. 21).

4.4.2 Delineamento experimental

O experimental está apresentada no item 3.4.2 do Capítulo 3 (p. 22).

4.4.3 Implantação e Manejo da Cultura da Aveia

A Implantação e Manejo da Cultura da Aveia está apresentada no item 3.4.2 do Capítulo 3 (p. 23).

4.4.4 Avaliações Realizadas

A coleta da palhada residual foi realizada aos 143 DAS em 2014 e, aos 138 DAS em 2015, com auxílio de quadrado metálico vazado com área conhecida (0,25 m²), 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 identificado, submetido à secagem em estufa com ventilação forçada de ar sob temperatura de 55°C por 72 horas. Após seco, foi realizada a pesagem e, 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, Mg, Mn, Zn e da relação C/N. 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, 2011).

4.4.5 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e, de acordo com o resultado do teste F, havendo significância aplicou-se o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para comparações entre médias, ou o teste de Dunnet ao nível de 5% quando o fatorial adicional foi significativo.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se que não houve diferença estatística, no ano de 2014, para os fatores estudados nos teores Ca e Zn, entretanto, houve diferença estatística para o teor de K, devido ao pastejo da aveia, bem como para o teor de P, N, Mn, C e a relação C/N quando se leva em conta a interação com o pousio (Tabela 1). Houve diferença estatística, devido ao pastejo da aveia nos teores de P e a interação com o pousio para o N, C e relação C/N em 2015 (Tabelas 2). No ano de 2015 não houve diferença estatística, para os fatores estudados nos teores de K, Ca, Mg, Zn e Mn.

Os menores valores encontrados para os teor de N (12,07 e 9,51 g kg⁻¹), na vegetação espontânea, componente do tratamento pousio, deve-se ao fato de que o pousio não recebeu, nenhum tipo de adubação nitrogenada de base e nem de cobertura, se comparado com a cultura aveia (Tabela 3). Dentre as espécies espontâneas predominantes, que ocorreram na área do pousio, citam-se o nabo (*Brassica napus* L.) e o azevém (*Lolium multiflorum*). Apesar da matéria orgânica ser a maior reserva de nitrogênio orgânico no solo, o pastejo a que foi submetida a cultura da aveia pode afetar diretamente os teores nos tecidos vegetais, pois, o pastejo proporciona o rebrote da aveia, diminuindo consequentemente a lignificação e acúmulo de C, proporcionando maior acúmulo de N na biomassa que plantas não pastejadas e no final do ciclo. Castagnara et al. (2014), avaliando a deposição de N do cultivar de aveia IPR 126 submetido a diferentes manejos, constataram que quando cortada ou pastejada, a

concentração de N nos resíduos culturais, foi superior ao deste trabalho, acima de 31 g kg⁻¹ e, superior ao tratamento não manejado, que foi abaixo de 16 g kg⁻¹.

Tabela 1 - Quadrado médio e significância para o teor de nutrientes da palhada residual depositada, provenientes de sistema de integração lavoura pecuária em 2014.

FV	GL	N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)
Bloco	3	0,79	0,52	21,16	44,97	1,45
Densidade (D)	1	0,52 ^{ns}	0,77*	2,33 ^{ns}	32,53 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Erro 1	3	0,26	0,05	18,75	86,32	1,83
Manejo (M)	2	18,79**	0,20 ^{ns}	59,88*	50,62 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Erro 2	6	1,06	0,09	6,70	62,00	1,09
D X M	2	0,69 ^{ns}	0,24 ^{ns}	7,33 ^{ns}	68,70 ^{ns}	3,65*
Fatorial Adicional	1	171,66**	1,44*	4,08 ^{ns}	103,9 ^{ns}	0,16 ^{ns}
Erro 3	9	6,38	0,03	8,53	83,35	0,57
CV 1 (%)		2,82	13,12	31,94	62,32	47,44
CV 2 (%)		5,67	17,43	19,10	52,82	36,58
CV 3 (%)		13,93	9,95	21,54	61,24	26,43
		Zn (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	C (g kg ⁻¹)	Relação C/N	
Bloco	3	30,17	3046,99	7,96	2,12	
Densidade (D)	1	119,83 ^{ns}	2290,79 ^{ns}	21,54 ^{ns}	1,75 ^{ns}	
Erro 1	3	58,81	931,41	35,56	1,15	
Manejo (M)	2	1,59 ^{ns}	877,44 ^{ns}	33,93 ^{ns}	39,25**	
Erro 2	6	27,37	305,66	25,33	2,96	
D X M	2	164,31 ^{ns}	584,98 ^{ns}	11,48 ^{ns}	1,33 ^{ns}	
Fatorial Adicional	1	475,83 ^{ns}	2369,86**	276,17**	1303,36**	
Erro 3	9	226,80	214,12	21,30	62,59	
CV 1 (%)		32,75	17,03	1,14	3,54	
CV 2 (%)		22,34	9,76	0,96	5,67	
CV 3 (%)		64,31	8,17	0,88	26,08	

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

Com relação ao teor de C contido no tecido vegetal, os maiores teores, foram encontrados no tratamento pousio (536,53 g kg⁻¹ em 2015) (Tabela 3). Tal resultado deve-se principalmente a época de coleta de material para avaliação que foi realizada quando as plantas do pousio já estavam em estado de senescência, possuindo materiais estruturais que são ricos em C (CASTAGNARA et al., 2014), portanto havendo maior teor de C. Além disso, os mesmos autores encontraram valores semelhantes ao deste trabalho, para a concentração de C, acima de 520 g kg⁻¹, para a aveia não manejada.

A maior relação C/N encontrado para o tratamento pousio (47,04 em 2014 e 57,04 em 2015), deve-se diretamente aos menores teores de N e, maiores teores de C, encontrados nas plantas espontâneas (Tabelas 3), proporcionando uma palhada com decomposição lenta, que vai permanecer mais tempo sobre a superfície do solo. Dentre os fatores do sistema plantio direto na palha, com qualidade, avalia-se a relação C/N dos resíduos culturais, sendo bem aceito um valor de relação C/N próximo a 25, como referência de separação entre Fabaceas (decomposição rápida) e Poáceas de decomposição mais lenta (COSTA et al., 2015b), que era os resíduos predominantes na área.

Tabela 2 - Quadrado médio e significância para o teor de nutrientes da palhada residual depositada, provenientes de sistema de integração lavoura pecuária em 2015.

FV	GL	N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)
Bloco	3	8,48	0,08	19,05	4,57	1,52
Densidade (D)	1	0,01 ^{ns}	0,17 ^{ns}	20,47 ^{ns}	8,05 ^{ns}	1,07 ^{ns}
Erro 1	3	3,99	0,11	41,42	70,29	1,08
Manejo (M)	2	18,47 ^{ns}	0,04 ^{ns}	7,89 ^{ns}	5,64 ^{ns}	0,24 ^{ns}
Erro 2	6	9,39	0,05	24,51	78,79	2,14
D X M	2	15,59 ^{ns}	0,13 ^{ns}	57,70 ^{ns}	122,15 ^{ns}	1,12 ^{ns}
Fatorial Adicional	1	456,73 ^{**}	1,33 [*]	107,44 ^{ns}	531,23 ^{ns}	0,47 ^{ns}
Erro 3	9	6,62	0,13	29,12	130,05	1,46
CV 1 (%)		10,29	16,25	41,00	55,08	35,71
CV 2 (%)		15,80	11,02	31,54	58,32	50,40
CV 3 (%)		13,26	17,68	34,38	74,93	41,58
		Zn (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	C (g kg ⁻¹)	Relação C/N	
Bloco	3	279,26	783,24	18,01	42,65	
Densidade (D)	1	92,99 ^{ns}	486,12 ^{ns}	2,89 ^{ns}	9,24 ^{ns}	
Erro 1	3	12,85	959,55	25,14	30,10	
Manejo (M)	2	99,92 ^{ns}	46,26 ^{ns}	7,31 ^{ns}	26,31 ^{ns}	
Erro 2	6	56,43	661,64	18,40	44,99	
D X M	2	342,97 ^{ns}	886,72 ^{ns}	16,59 ^{ns}	60,45 ^{ns}	
Fatorial Adicional	1	48,15 ^{ns}	390,79 ^{ns}	308,10 ^{**}	3326,18 ^{**}	
Erro 3	9	74,13	275,16	9,04	47,70	
CV 1 (%)		10,04	17,55	0,95	18,08	
CV 2 (%)		21,04	14,57	0,81	22,11	
CV 3 (%)		24,11	9,40	0,57	22,76	

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

Apesar do K ser o íon mais abundante nas células vegetais, não estando associado a nenhum componente estrutural da planta (TAIZ; ZEIGER, 2010), não foi o nutriente mais

abundante encontrado (Tabela 3). Entretanto, enfatiza-se a contribuição do K liberado pelos resíduos vegetais, sendo em torno de 80% para gramíneas, tendo assim importante papel na ciclagem desse nutriente nos sistemas produtivos (SANTOS et al., 2008). A cultura da aveia, quando foi submetida a 1 pastejo, teve maior capacidade de acúmulo de K, na comparação de quando esta sofreu dois pastejos (Tabela 4). Entretanto, além do manejo empregado, o tempo de exposição, precipitação e grau de senescência, podem influenciar o teor de K do material vegetal (ROSOLEM et al., 2007).

Tabela 3 - Teores de nutrientes, da palhada residual proveniente de sistema de integração lavoura pecuária, depositada em 2014 e 2015.

Manejo	N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	C (g kg ⁻¹)	C/N
2014									
Pousio	12,07	1,20	12,62	19,63	3,04	33,52	156,66	532,38	47,05
40 Sem Pastejo	17,80 ⁺	1,37 ^{ns}	12,97	15,19	2,36	15,84	154,40 ^{ns}	525,93 ^{ns}	29,67 ⁻
40 1 Pastejo	20,73 ⁺	1,80 ⁺	17,25	11,24	2,28	17,99	179,18 ^{ns}	521,87 ⁻	25,23 ⁻
40 2 Pastejos	18,47 ⁺	1,84 ⁺	9,99	19,42	3,62	24,67	185,96 ⁺	525,26 ^{ns}	28,55 ⁻
60 Sem Pastejo	18,65 ⁺	2,03 ⁺	13,23	8,84	3,04	26,75	188,07 ⁺	525,39 ^{ns}	28,28 ⁻
60 1 Pastejo	21,10 ⁺	2,24 ⁺	16,16	15,64	3,39	26,38	203,62 ⁺	521,39 ⁻	24,77 ⁻
60 2 Pastejos	18,14 ⁺	1,81 ⁺	12,68	14,39	2,21	18,78	186,49 ⁺	520,59 ⁻	28,79 ⁻
Média	18,14	1,76	13,56	14,91	2,85	23,42	179,20	524,69	30,33
2015									
Pousio	9,51	1,53	10,90	25,89	2,59	38,92	167,39	536,53	57,04
40 Sem Pastejo	20,32 ⁺	2,07 ^{ns}	19,05	15,85	3,24	30,03	181,80	528,43 ⁻	26,00 ⁻
40 1 Pastejo	22,76 ⁺	1,91 ^{ns}	15,94	15,76	3,47	43,07	191,78	528,56 ⁻	23,30 ⁻
40 2 Pastejos	20,02 ⁺	2,21 ⁺	11,73	10,45	2,79	26,52	174,12	525,19 ⁻	30,23 ⁻
60 Sem Pastejo	18,33 ⁺	2,37 ⁺	15,91	10,54	2,29	33,21	170,27	524,94 ⁻	28,69 ⁻
60 1 Pastejo	21,63 ⁺	2,24 ⁺	17,09	9,74	2,72	34,30	163,10	527,70 ⁻	24,42 ⁻
60 2 Pastejos	23,24 ⁺	2,09 ^{ns}	19,26	18,30	3,23	43,91	187,32	527,46 ⁻	22,70 ⁻
Média	19,40	2,06	15,70	15,22	2,90	35,71	176,54	528,40	30,34

⁺: Significativo e superior ao pousio, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade; ⁻: Significativo e inferior ao pousio, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade; ns: Não significativo, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade. 40 e 60: densidades de semeadura, 40 e 60 kg ha⁻¹ de sementes.

Apesar de em ambos os anos o tratamento pousio apresentar baixos teores de P, principalmente devido a não adubação fosfatada, este é um macroelemento, necessário para o desenvolvimento das plantas (Tabela 3). Além disso, a cultura da aveia, mesmo com adubação fosfatada, pode apresentar uma capacidade de absorção e acúmulo de P semelhante as plantas espontâneas.

Tabela 4 - Teores de K e Mg da palhada residual depositada, proveniente de sistema de integração lavoura pecuária em 2014.

Manejo	K (g kg ⁻¹)			Mg (g kg ⁻¹)		
	A40	A60	Média	A40	A60	Média
Sem Pastejo	12,97	13,23	13,10ab	2,36aA	3,04aA	2,70
1 Pastejo	17,25	16,16	16,70a	2,28aA	3,39aA	2,84
2 Pastejos	9,99	12,68	11,34b	3,62aA	2,21aB	2,92
Média	13,40	14,02		2,76	2,88	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). A40 e A60: densidades de semeadura, 40 e 60 kg ha⁻¹ de sementes.

Os teores de nutrientes, sofrem alterações na planta conforme, a adubação, ciclo de desenvolvimento da planta e o órgão da planta analisada. Nakagawa e Rosolém (2005), ao avaliarem os teores de nutrientes da folha bandeira da cultivar de aveia preta comum, em função da dose zero de adubação fosfatada, encontraram teores de P (4,62 g kg⁻¹), superiores ao deste trabalho e, para Mg (2,70 g kg⁻¹) e Mn (269,0 mg kg⁻¹) inferiores ao deste trabalho (Tabela 3).

A não diferença estatística, devido aos fatores estudados nos teores Ca e Zn no ano de 2014 e K, Ca, Mg, Zn e Mn em 2015, deve-se a cultura da aveia estar submetida a mesma adubação, além do tratamento pousio possuir uma Poácea que possui característica fisiológica semelhante à da aveia. Também, a habilidade do pousio em adquirir recursos do meio, deve ser ressaltada, já que a área apresenta uma boa fertilidade e, o desenvolvimento das plantas sob as mesmas condições climáticas.

No ano de 2014, houve diferença estatística, devido a interação do fatorial adicional, para a massa seca produzida, além do acúmulo de N, P, K, Mg, C e Mg (Tabela 5). Também, devido a interação da densidade de semeadura com o manejo da cultura da aveia, influenciou no acúmulo de P e Zn.

Entretanto no ano de 2015, somente houve diferença estatística, devido a interação do fatorial adicional para a N e P, além da densidade de semeadura com o manejo da cultura da aveia, somente para o acúmulo de P (Tabela 6).

O menor acúmulo de palhada residual no ano de 2014, foi observado para o tratamento pousio, além da cultura da aveia que foi semeada com 40 kg ha⁻¹ manejada com um pastejo e a densidade de 60 kg ha⁻¹ manejada com dois pastejos (Tabela 7). A presença do animal, ao consumir a aveia tende a diminuir o acúmulo de resíduos culturais na área, entretanto, busca-se cultivares de aveia, que após o pastejo, possuam alta capacidade de rebrote e perfilhamento, compensando o consumo animal.

Tabela 5 - Quadrado médio e significância para a massa seca (MS) e o acúmulo de nutrientes da palhada residual, provenientes de sistema de integração lavoura pecuária 2014.

FV	GL	MS (t ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (kg ha ⁻¹)
Bloco	3	1,13	449,98	3,00	102,11	968,88
Densidade (D)	1	0,09 ^{ns}	167,13 ^{ns}	23,92 ^{ns}	313,92 ^{ns}	841,57 ^{ns}
Erro 1	3	0,38	156,74	3,32	122,08	553,87
Manejo (M)	2	12,73*	3991,19 ^{ns}	29,46 ^{ns}	2853,32*	602,20 ^{ns}
Erro 2	6	1,16	334,36	7,34	336,95	2086,51
D X M	2	2,53 ^{ns}	1127,93 ^{ns}	25,92**	228,91 ^{ns}	2143,53 ^{ns}
Fatorial Adicional	1	11,68**	8384,08**	76,52**	2476,98**	1297,93 ^{ns}
Erro 3	9	0,63	310,72	2,67	117,57	597,01
CV 1 (%)		17,25	18,89	28,34	23,17	46,21
CV 2 (%)		30,09	27,59	42,15	38,48	89,69
CV 3 (%)		22,19	26,60	25,42	22,73	47,97
		Mg (kg ha ⁻¹)	C (t ha ⁻¹)	Zn (g ha ⁻¹)	Mn (g ha ⁻¹)	
Bloco	3	51,88	0,32	713,19	49930,07	
Densidade (D)	1	10,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}	3748,29 ^{ns}	88320,56 ^{ns}	
Erro 1	3	34,10	0,12	723,44	14840,33	
Manejo (M)	2	74,44**	3,57**	4758,19 ^{ns}	307239,11 ^{ns}	
Erro 2	6	50,23	0,32	988,27	52645,71	
D X M	2	126,53 ^{ns}	0,70 ^{ns}	6754,39*	161087,90**	
Fatorial Adicional	1	115,42**	3,10**	2855,45 ^{ns}	505354,19**	
Erro 3	9	7,84	0,18	1017,32	11940,40	
CV 1 (%)		55,74	18,15	33,39	19,07	
CV 2 (%)		67,64	30,24	39,02	35,91	
CV 3 (%)		26,72	22,51	39,59	17,10	

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

O tratamento pousio, que é constituído pelas plantas com ressemeadura natural (azevém e nabo) que ocorrem na área, tende a produzir menos massa seca por área, todavia, em 2015 não foi observada nenhuma diferença com os demais tratamentos, devido ao acúmulo de sementes no banco de sementes local, pois, a área já estava sendo mantida à três anos em pousio. Também, além da fertilidade da área, o volume de precipitação, acima da média histórica da região para o período, no ano de 2015 contribuiu para a não diferença do acúmulo de palhada residual entre os tratamentos.

Para Castagnara et al. (2014), sucessivos pastejos fazem com que a aveia perca a capacidade de rebrote, fazendo com que esta diminua a capacidade de acúmulo de massa, buscando-se um nível intermediário de massa, que não venha a comprometer a fase de pastejo, nem a fase lavoura, em sucessão. Demétrio et al. (2012), quantificando a palhada residual de diferentes genótipos de aveia, manejados com diferentes épocas de corte,

encontraram valores médios de 12.300 kg ha⁻¹, para a cultivar IPR 126. Taffarel et al. (2016), avaliando a palhada residual de cereais de duplo propósito no ano de 2013, encontraram, para a cultivar IPR 126, que a quantidade de massa seca na área não pastejada (3950 kg ha⁻¹) foi semelhante à que sofreu um pastejo (3630 kg ha⁻¹) e diferente da que sofreu dois pastejos (1600 kg ha⁻¹).

Tabela 6 - Quadrado médio e significância para a massa seca (MS) e o acúmulo de nutrientes da palhada residual, provenientes de sistema de integração lavoura pecuária 2015.

FV	GL	MS (t ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (Kg ha ⁻¹)
Bloco	3	0,87	545,71	2,09	598,29	120,12
Densidade (D)	1	0,01 ^{ns}	36,61 ^{ns}	2,34 ^{ns}	328,26 ^{ns}	19,00 ^{ns}
Erro 1	3	0,10	131,17	0,67	340,47	452,38
Manejo (M)	2	3,04 ^{ns}	531,03 ^{ns}	18,05 ^{ns}	1748,82 ^{ns}	260,82 ^{ns}
Erro 2	6	0,78	508,17	5,02	189,24	389,96
D X M	2	1,77 ^{ns}	400,80 ^{ns}	15,13*	112,57 ^{ns}	493,07 ^{ns}
Fatorial Adicional	1	2,24 ^{ns}	5733,36*	34,09*	1903,86 ^{ns}	1115,33 ^{ns}
Erro 3	9	1,98	1086,57	11,26	314,78	1015,84
CV 1 (%)		11,07	20,74	13,92	43,12	53,10
CV 2 (%)		31,66	40,81	38,20	32,15	49,30
CV 3 (%)		50,36	59,68	57,25	41,46	79,57
		Mg (kg ha ⁻¹)	C (T ha ⁻¹)	Zn (g ha ⁻¹)	Mn (g ha ⁻¹)	
Bloco		7,73	0,24	6176,92	10441,59	
Densidade (D)		2,56 ^{ns}	0,002 ^{ns}	159,09 ^{ns}	2035,52 ^{ns}	
Erro 1		9,48	0,03	406,19	9717,23	
Manejo (M)		18,04 ^{ns}	0,85 ^{ns}	3312,16 ^{ns}	89260,59 ^{ns}	
Erro 2		7,66	0,21	1629,09	33369,95	
D X M		5,57 ^{ns}	0,47 ^{ns}	3166,76 ^{ns}	35624,96 ^{ns}	
Fatorial Adicional		23,44 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1142,10 ^{ns}	80168,28 ^{ns}	
Erro 3		26,00	0,55	2396,51	45709,50	
CV 1 (%)		39,06	10,87	20,25	20,20	
CV 2 (%)		35,11	30,80	40,55	37,44	
CV 3 (%)		64,69	50,38	49,18	43,81	

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

Apesar dos valores encontrados para a deposição de palhada estarem próximos ou acima dos 2.000 kg ha⁻¹ (Tabela 7), que é a quantidade mínima de palhada a ser depositada por cultivo sugerida por Flores et al. (2007), pelo menos 6.000 kg ha⁻¹ de palhada devem ser adicionados por ano à superfície do solo (CRUZ et al. 2001). Além de fonte de nutrientes, a palhada contribui para a cobertura do solo, protegendo-o contra a chuva e a incidência dos raios solares, sendo também uma barreira física para o desenvolvimento de plantas daninhas.

Tabela 7 - Massa seca (MS) e acúmulo de nutrientes da palhada residual, provenientes de sistema de integração lavoura pecuária 2014 e 2015.

Manejo	MS (t ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (kg ha ⁻¹)	Mg (kg ha ⁻¹)	C (t ha ⁻¹)	Zn (g ha ⁻¹)	Mn (g ha ⁻¹)
2014									
Pousio	2,00	23,89	2,38	24,66	34,25	5,50	1,07	55,82	309,80
40 Sem Pastejo	4,94 ⁺	87,76 ⁺	6,68 ⁺	62,38	77,78	12,04 ⁺	2,60 ⁺	77,21	761,11 ⁺
40 1 Pastejo	3,00 ^{ns}	61,74 ⁺	5,36 ⁺	48,12	36,39	7,11 ^{ns}	1,57 ^{ns}	55,18	509,56 ⁺
40 2 Pastejos	3,42 ⁺	62,60 ⁺	6,27 ⁺	33,25	64,73	12,84 ⁺	1,80 ⁺	84,16	628,48 ⁺
60 Sem Pastejo	5,58 ⁺	104,66 ⁺	11,45 ⁺	73,31	49,63	17,44 ⁺	2,93 ⁺	145,61	1056,60 ⁺
60 1 Pastejo	3,90 ⁺	82,72 ⁺	8,65 ⁺	63,72	62,23	13,46 ⁺	2,03 ⁺	102,79	784,21 ⁺
60 2 Pastejos	2,25 ^{ns}	40,56 ^{ns}	4,20 ^{ns}	28,43	31,50	4,96 ^{ns}	1,17 ^{ns}	43,13	422,32 ^{ns}
Média	3,58	66,28	6,43	47,70	50,93	10,48	1,88	80,56	638,87
2015									
Pousio	2,10	20,18	3,16	22,60	55,52	5,64	1,13	83,90	356,90
40 Sem Pastejo	3,03	61,77 ^{ns}	6,29	56,70 ⁺	42,96	9,24	1,60	97,13	552,99
40 1 Pastejo	2,91	65,86 ^{ns}	5,55	46,49 ^{ns}	46,47	10,09	1,54	131,27	552,97
40 2 Pastejos	2,72	59,30 ^{ns}	6,16	24,20 ^{ns}	25,68	6,42	1,43	70,34	451,09
60 Sem Pastejo	4,10	75,12 ⁺	9,71	65,16 ⁺	43,71	9,59	2,15	134,87	687,94
60 1 Pastejo	2,73	59,05 ^{ns}	6,09	45,90 ^{ns}	27,88	7,51	1,44	92,07	444,83
60 2 Pastejos	1,95	45,35 ^{ns}	4,08	38,51 ^{ns}	38,18	6,70	1,03	87,25	369,02
Média	2,79	55,23	5,86	42,79	40,06	7,88	1,47	99,55	487,96

⁺: Significativo e superior ao pousio, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade; ns: Não significativo, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade. 40 e 60: densidades de semeadura, 40 e 60 kg ha⁻¹ de sementes.

A não diferença no acúmulo de N, P, Mg, C e Mn para a cultura da aveia, com densidade de semeadura de 60 kg ha⁻¹ e que sofreu dois pastejos, bem como acúmulo de Mg e C, aveia 40 kg ha⁻¹ e que sofreu um pastejo em 2014, deve-se principalmente ao menor acúmulo de palhada destes tratamentos (Tabela 7).

Em 2015 não houve diferença no acúmulo de massa seca, entretanto, o maior acúmulo de nutrientes N e K, para a aveia 60 kg ha⁻¹, que não foi pastejada, e K, para a aveia 40 kg ha⁻¹, que não foi pastejada, deve-se a habilidade da cultura da aveia absorver e acumular nutrientes do meio, principalmente provenientes da adubação química utilizada na área. A idade da planta também influencia no teor e posteriormente no acúmulo de nutrientes. Crusciol et al. (2008), manejando a aveia preta com dessecação e rolo faca logo após o perfilhamento, encontraram quantidades acumuladas de P (14,7 kg ha⁻¹) e K (88,4 kg ha⁻¹), bem superiores ao deste trabalho.

Apesar da fonte e da quantidade dos resíduos culturais afetarem o acúmulo de nutrientes, os menores teores de P, Mg e Zn em 2014, e P em 2015, a densidade de semeadura

de 60 kg ha⁻¹ e que sofreu dois pastejos, teve um menor acúmulo destes nutrientes, principalmente, pelo consumo animal (Tabela 8). O acúmulo de Mn em 2014, reduziu em função dos pastejos em ambas as densidades de semeadura (40 kg ha⁻¹ e 60 kg ha⁻¹) e foi maior na densidade de 60 kg ha⁻¹ quando a aveia não foi pastejada.

Tabela 8 - Acúmulo de nutrientes da palhada residual, manejados em sistema de integração lavoura pecuária 2014 e 2015.

Manejo	P (kg ha ⁻¹) 2014			Mg (kg ha ⁻¹) 2014		
	A40	A60	Média	A40	A60	Média
Sem Pastejo	6,68aB	11,45aA	9,07	12,04aA	17,44aA	14,74
1 Pastejo	5,36aA	8,65aA	7,00	7,11aA	13,46aA	10,28
2 Pastejos	6,27aA	4,20bA	5,23	12,84aA	4,96bA	8,90
Média	6,10	8,10		10,66	11,95	
Manejo	Zn (g ha ⁻¹) 2014			Mn (g ha ⁻¹) 2014		
	A40	A60	Média	A40	A60	Média
Sem Pastejo	77,21aB	145,61aA	111,41	761,11aB	1056,60aA	908,86
1 Pastejo	55,18aA	102,79aA	78,99	509,56bA	784,21bA	646,89
2 Pastejos	84,16aA	43,13bA	63,64	628,48abA	422,32cA	525,40
Média	72,18	97,18		633,05	754,38	
Manejo	P (kg ha ⁻¹) 2015					
	A40	A60	Média			
Sem Pastejo	5,67aA	6,51aA	6,09			
1 Pastejo	4,65abA	4,59abA	4,62			
2 Pastejos	2,42bA	3,85bA	3,14			
Média	4,25	4,99				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). A40 e A60: densidades de semeadura, 40 e 60 kg ha⁻¹ de sementes.

4.6 CONCLUSÕES

A quantidade de resíduos culturais que permanece sobre o solo é negativamente influenciada pela quantidade de pastejos e pelo não cultivo da aveia.

O cultivo da aveia proporciona uma maior reciclagem de nutrientes (N, P, K, Mg, C e Mg) indiferente dos manejos empregados a esta (densidade de semeadura e pastejos).

Em 2015, o pousio influenciou os teores de N, C, e da relação C/N.

A maior densidade de semeadura da aveia em áreas sem pastejo tende a proporcionar uma maior reciclagem de P e Zn.

4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1925-1933, 2009.

CASTAGNARA, D. D.; BULEGON, L. G.; OLIVEIRA, P. S. R.; ZOZ, T.; NERES, M. A.; DEMINICIS, B. B.; STEINEER, F. Oats forage management during winter and nitrogen application to corn in succession. **African Journal of Agricultural Research**, v.9, n.13, p.1086-1093, 2014.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K. S. M.; YOKOBATAKE, K. L.; FERREIRA, J. P.; PARIZ, C. M.; BONINI, C. S. B.; LONGHINI, V. Z. Atributos do Solo e Acúmulo de Carbono na Integração Lavoura-Pecuária em Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.3, p.852-863, 2015a.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v.31, n.3, p.818-829, 2015b.

CRUSCIOL, C. A. C.; MORO, E.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M. TAXAS DE DECOMPOSIÇÃO E DE LIBERAÇÃO DE MACRONUTRIENTES DA PALHADA DE AVEIA PRETA EM PLANTIO DIRETO. **Bragantia**, v.67, n.2, p.481-489, 2008.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; SANTANA, D. P. Plantio direto e sustentabilidade agrícola. **Informe Agropecuário**, v.22, n.208, p.13-24, 2001.

DEMÉTRIO, J. V.; COSTA, A. C. T.; OLIVEIRA, P. S. R. Produção de biomassa de cultivares de aveia sob diferentes manejos de corte. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.2, p.198-205, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2011. 225p.

FERREIRA, E. V.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A.; CAO, E. G. Concentração do potássio do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.6, p.1675-1684, 2009.

FERREIRA, E. V. O.; ANGHINONI, I.; ANDRIGHETTI, M. H.; MARTINS, A. P.; CARVALHO, P. C. F. Ciclagem e balanço de potássio e produtividade de soja na integração lavoura-pecuária sob semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.1, p.161-169, 2011.

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

KRUTZMANN, A.; CECATO, U.; SILVA, P. A.; TORMENTA, C. A.; IWAMOTO, B. S.; MARTINS, E. N. Palhadas de gramíneas tropicais e rendimento da soja no sistema de integração lavoura-pecuária. **Bioscience Journal**, v.29, n.4, p.842-851, 2013.

LOPES, M. L. T.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D. T.; AGUINAGA, A. A. Q.; FLORES, J. P. C.; MORAES, A. 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**, v.39, n.5, p.1499-1506, 2009.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A. Teores de nutrientes na folha e nos grãos de aveia-preta em função da adubação com fósforo e potássio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.441-445, 2005.

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

PEIXOTO, A. M.; SOUZA, J. S. I.; TOLEDO, F. F.; REICHARDT, K.; MOLINA FILHO, J. **Enciclopédia Agrícola Brasileira**, v.6, 1.ed. 2007, 631p.

PINHEIRO, A. A. CECATO, U.; LINS, T. O. J. A.; BELONI, T.; KRUTZMANN, A.; IWAMOTO, B. S.; MARI, G. C. Acúmulo e composição morfológica do pasto de capim tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com estilosantes campo grande. **Bioscience Journal**, v.31, n.3, p.850-858, 2015.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S.; GARCIA, R. A. Potássio lixiviado da palha de aveia-preta e milho após a dessecação química. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.8, p.1169-1175, 2007.

SANTOS, F. C.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. H.; SEDIYAMA, C. S. Modelagem da recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.4, p.1661-1674, 2008.

SANTOS, F. C.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; VILELA, L.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. C. S.; VIANA, J. H. M. Decomposição e liberação de macronutrientes da palhada de milho e braquiária, sob integração lavoura-pecuária no cerrado baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.6, p.1855-1861, 2014.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 5. ed, Sinauer Associates, 2010. 782p.

TAFFAREL, L. E.; OLIVEIRA, P. S. R.; PIANO, J. T.; COSTA, P. F.; CASTAGNARA, D. D.; NERES, M. A. Residual straw and soybean yield in succession to oat, wheat and triticale grown in crop-livestock integration system. **Científica: Revista de Ciências Agrárias**, v.44, n.1, p.40-48, 2016.

5 CAPÍTULO 3: CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DA SOJA CULTIVADA EM ÁREA COM DIFERENTES MANEJOS DE INVERNO

5.1 RESUMO

A utilização do sistema de integração lavoura pecuária, bem como a sua perpetuação em áreas agrícolas, depende do manejo empregado na fase pastagem e, que este não venha a comprometer a cultura em sucessão. O objetivo do trabalho foi verificar a influência da densidade de semeadura da cultura da aveia, manejada com diferentes números de pastejos, ou a manutenção do pousio, sobre as características agronômicas e a produtividade da cultura da soja em sucessão. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema de faixas, com tratamento adicional (testemunha), com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de duas diferentes densidades de semeadura da cultura da aveia (40 e 60 kg ha⁻¹, cultivar IPR 126), nas faixas A e os diferentes manejos da aveia nas faixas B, sem pastejo, um pastejo e dois pastejos, mais a parcela testemunha, no período de inverno, com a semeadura da cultivares de soja V TOP 1059 RR em 2014 e Nideira 5909 RR em 2015, no ciclo de verão. Foram avaliados a altura de plantas, número de grãos por planta, diâmetro basal de caule, número de vagens por planta, estande de plantas, massa de mil grãos, além da produtividade. Somente, na safra 2015/2016, houve influência positiva, da densidade de semeadura sobre o diâmetro de caule e o número de pastejos influenciou positivamente o número de grãos e de vagens. A interação da densidade de semeadura com o número de pastejos, influenciou positivamente a massa de mil grãos. Os resultados obtidos demonstraram a pouca influência do manejo dispensado a área na fase pastagem, evidenciando que a densidade de semeadura da cultura da aveia, associada a presença dos animais, ou a manutenção do pousio, não comprometem a produtividade da cultura da soja.

Palavras chave: *Glycine max* L. Merrill. Integração lavoura pecuária. *Avena sativa* L.

AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND PRODUCTIVITY OF SOYBEANS GROWN IN AREA WITH DIFFERENT WINTER MANAGERMENTS

5.2 ABSTRACT

The use of livestock farming system integration, as well as its perpetuation in agricultural areas, depends on the management practices used in pasture phase and that this does not jeopardize the culture in succession. The objective was to verify the influence of the oat crop sowing density, managed with different numbers of grazing or the maintenance of fallow on the agronomic characteristics and soybean productivity. The experimental design was a randomized block in split-plot, with additional treatment (control), with four replications. The treatments consisted of two different oat crop sowing densities (40 and 60 kg ha⁻¹, cultivar IPR 126), in bands A and the different managements of oats in bands B without grazing a grazing and two grazing, plus the control treatment in the winter period, with the sowing of soy V TOP 1059 RR in 2014 and Nideira 5909 RR in 2015, in the summer cycle. Were evaluate the plant height, number of grains per plant, basal stem diameter, number of pods per plant, plant stand, thousand grain weight, as well as productivity. Only in the 2015/2016 harvest, there was a positive influence of sowing density on the stem diameter and the number of grazing positively influenced the number of grains and pods. The interaction of sowing density with the number of grazing, positively influenced the weight of a thousand grains. The results showed the little influence the management waived the area in pasture phase, showing that the seeding density of the oat crop, coupled with the presence of animals or the maintenance of fallow, does not compromise the soybean crop productivity.

Key-words: *Glycine max* L. Merril. Integrated crop livestock. *Avena sativa* L.

5.3 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma cultura que apresenta atualmente grande importância socioeconômica para o Brasil, sendo cultivada de norte ao sul do País, sob diversos sistemas de produção, com uma área total superior a 33 milhões de hectares, com uma produtividade média ao redor de 3.000 kg ha⁻¹ na safra 2015/2016 (CONAB 2016). Um dos sistemas de produção, que se tem destacado ultimamente no Brasil, é o do cultivo da soja em sistema de integração lavoura pecuária (SILP), sendo que no Sul do país, esta cultura é implantada, principalmente, sobre palhada de cereais de inverno no SILP.

Normalmente, busca-se conciliar a melhor resposta do animal por unidade de área em SILP, com a alta produtividade de grãos no verão, avaliando-se a influência da presença animal (ANDREOLA et al., 2015). O manejo dispensado aos animais pode causar diferentes alterações no sistema, como afetar a porosidade do solo (MOREIRA et al., 2014), causando problemas de compactação ao solo. Entretanto, a viabilidade do SILP, é alcançada quando se obtêm rendimentos elevados tanto no componente animal como no vegetal (COIMBRA et al., 2015).

A produtividade de uma cultura, que venha a ser implantada na sequência da área, é determinada pela interação da planta com o ambiente, mais o manejo adequado, obtendo-se assim, altos rendimentos em condições climáticas favoráveis (PEREIRA et al., 2011). O impacto econômico pode ser avaliado, em áreas de SILP, pela produtividade das lavouras em sequência de áreas com e sem pastejo (COIMBRA et al., 2015). Além da produtividade, as características agronômicas da soja podem ser influenciadas quando esta é cultivada em sucessão a pastagens cultivadas no inverno (SANTOS et al., 2014).

Apesar das características físicas do solo serem influenciadas pelo tipo da forrageira implantada, lotação animal, umidade do solo durante o pisoteio e textura do solo (MOREIRA et al., 2014), as alterações nas propriedades físicas, causadas pelo pastejo dos animais, podem não ser significativas e não causarem qualquer dano à cultura em sucessão (COSTA et al., 2009).

Além disso, a quantidade de resíduos que vai permanecer na área deve ser suficiente, para proporcionar a implantação do sistema de semeadura direta com qualidade, pois considerável volume de biomassa produzida que seria direcionada à cobertura do solo é consumido pelo animal (ASSMANN; PIN, 2008). Entretanto, para a adoção do SILP, as respostas encontradas em relação a manutenção, ou aumento da produtividade obtida em

sistemas consorciados devem ser superiores (BALBINOT JUNIOR et al., 2009) a sistemas puros.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a altura de plantas, número de grãos por planta, diâmetro basal de caule, número de vagens por planta, estande de plantas, massa de mil grãos, além da produtividade soja, cultivada em sucessão a cultura da aveia, implantada com diferentes densidades de semeadura e manejada com diferentes números de pastejo em sistema de integração lavoura pecuária, ou a manutenção do pousio no período de inverno.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

5.4.1 Localização, Clima e Solo da Área de Estudo

A localização da área de estudo está apresentada no item 3.4.1 do Capítulo 3 (p. 21).

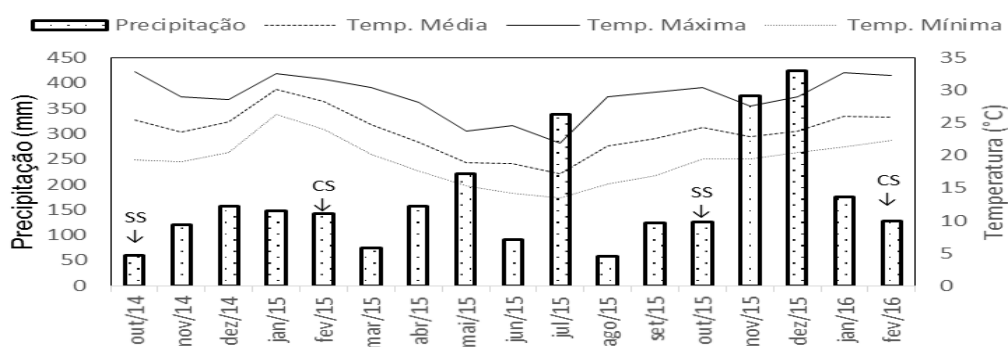


Figura 1 - Médias mensais das temperaturas máxima, mínima e média e precipitação pluviométrica acumulada durante o desenvolvimento da cultura da soja. SS e CS: semeadura soja e colheita da soja, respectivamente.

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

5.4.2 Delineamento experimental

O experimental está apresentada no item 3.4.2 do Capítulo 3 (p. 22).

5.4.3 Implantação e Manejo da Cultura da Aveia

A Implantação e Manejo da Cultura da Aveia está apresentada no item 3.4.2 do Capítulo 3 (p. 23).

5.3.4 Implantação e Manejo da Cultura da soja

Após o inverno a área foi dessecada, sendo que a semeadura da cultura da soja foi realizada em 09/10/2014 e 16/10/15, mediante a utilização das cultivares V-TOP 1059 RR (2014) e Nideira 5909 RR (2015), com 17 e 15 sementes por metro linear, respectivamente, com espaçamento nas entrelinhas de 0,5 m, em sistema de plantio direto sobre a palhada remanescente. A adubação de base da soja foi de 270 (2014) e 290 (2015) kg ha⁻¹ do fertilizante 02-20-18 (N, P₂O₅ e K₂O). As sementes foram tratadas com fungicidas Carbendazim + Thiram, inseticida Fipronil e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*.

Durante o desenvolvimento da cultura da soja os tratos culturais foram realizados conforme o necessário, seguindo recomendação agronômica. A colheita da soja foi realizada em 19/02/2015 e 8/02/16, sendo cortadas manualmente rente ao solo, as plantas contidas em 2 m² da parcela útil de cada parcela.

As características analisadas da soja, quando a cultura encontrava-se em R8 (maturação plena), foram à altura de plantas (cm), número de grãos, diâmetro de caule (mm), número de vagens, estande de plantas, massa de mil grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹). A determinação destas variáveis foi realizada em dez plantas escolhidas de forma aleatória, dentro da área útil de cada parcela, exceto para a produtividade, massa de mil grãos e estande de plantas. Para a determinação do estande de plantas, na área, houve a contagem do número de plantas colhidas em cada parcela, posteriormente foi expresso o número de plantas ha⁻¹.

Para a produtividade, foi realizada a trilha mecânica, das plantas colhidas, sendo que os grãos foram limpos manualmente, pesados e estimada a produção kg ha⁻¹ com 13% de teor de água. A massa de mil grãos foi estimado pela contagem ao acaso e manual de oito repetições de cem grãos, que tiveram suas massas determinadas e ajustadas para 13% de umidade para cada repetição, conforme as normas das regras para análise de sementes (BRASIL, 2009).

5.4.5 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e, de acordo com o resultado do teste F, havendo significância aplicou-se o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para comparações entre médias, ou o teste de Dunnet ao nível de 5% quando a interação fatorial x testemunha foi significativa.

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, o manejo empregado para a cultura da aveia (densidade de semeadura e número de pastejos), ou a manutenção do pousio, não influenciaram significativamente os componentes de produção da cultura da soja, ou seja, a altura de plantas, número de grãos por planta, diâmetro de caule, número de vagens por planta, estande de plantas, massa de mil grãos e produtividade, na safra de 2014/2015 (Tabela 1).

Tabela 1 - Quadrado médio para altura de plantas (AP), número de grãos por planta (NGP), diâmetro de caule (DC), número de vagens por planta (NVP), estande de plantas (EP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) da cultivar de soja V-TOP 1059 RR, na safra 2014/2015.

FV	GL	AP (cm)	NGP	DC (mm)	NVP
Bloco	3	0,849	332,100	0,203	37,098
Densidade (D)	1	0,007 ^{ns}	220,948 ^{ns}	0,035 ^{ns}	20,907 ^{ns}
Erro 1	3	11,780	337,438	0,397	31,924
Manejo (M)	2	15,495 ^{ns}	550,852 ^{ns}	0,335 ^{ns}	130,572 ^{ns}
Erro 2	6	26,544	217,764	0,257	42,196
D X M	2	9,412 ^{ns}	86,269 ^{ns}	0,509 ^{ns}	19,952 ^{ns}
Fatorial Adicional	1	4,149 ^{ns}	307,423 ^{ns}	0,037 ^{ns}	9,524 ^{ns}
Erro 3	9	73,048	320,105	0,384	46,242
CV 1 (%)		3,44	15,03	8,39	11,00
CV 2 (%)		5,17	12,08	6,74	12,64
CV 3 (%)		8,57	14,64	8,24	13,24

FV	GL	EP (plantas ha ⁻¹)	PMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
Bloco	3	469444444,444	3,619	173564,760
Densidade (D)	1	4166666,667 ^{ns}	8,064 ^{ns}	52687,510 ^{ns}
Erro 1	3	79166666,667	1,029	216542,399
Manejo (M)	2	29166666,667 ^{ns}	0,780 ^{ns}	465617,885 ^{ns}
Erro 2	6	669444444,444	56,290	621787,969
D X M	2	54166666,667 ^{ns}	5,414 ^{ns}	56437,198 ^{ns}
Fatorial Adicional	1	2380952,381 ^{ns}	22,837 ^{ns}	249981,430 ^{ns}
Erro 3	9	438888888,889	10,487	98447,586
CV 1 (%)		3,94	0,75	14,29
CV 2 (%)		11,46	5,52	24,22
CV 3 (%)		9,28	2,38	9,64

^{ns}: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. CV 1: Coeficiente de variação para as densidades; CV 2: Coeficiente de variação para os manejos; CV 3: Coeficiente de variação para interação.

Entretanto para a safra 2015/2016, a densidade de semeadura da aveia influenciou o diâmetro de caule. O número de pastejos influenciou o número de grãos e de vagens, bem como, a influência da interação da densidade de semeadura com o número de pastejos sobre a massa de mil grãos, sendo que, as demais características avaliadas, não foram influenciadas (Tabela 2).

Tabela 2 - Quadrado médio e significância para altura de plantas (AP), número de grãos por planta (NGP), diâmetro de caule (DC), número de vagens por planta (NVP), estande de plantas (EP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) da cultivar de soja Nideira 5909 RR, na safra 2015/2016.

FV	GL	AP (cm)	NGP	DC (mm)	NVP
Bloco	3	11,22	1114,96	186,54	37,10
Densidade (D)	1	39,40 ^{ns}	587,21 ^{ns}	188,44*	20,91 ^{ns}
Erro 1	3	28,85	95,21	28,82	31,92
Manejo (M)	2	8,40 ^{ns}	898,58*	84,57 ^{ns}	130,57*
Erro 2	6	15,50	150,42	8,73	42,20
D X M	2	10,74 ^{ns}	286,20 ^{ns}	70,24 ^{ns}	19,95 ^{ns}
Fatorial Adicional	1	0,84 ^{ns}	306,72 ^{ns}	13,29 ^{ns}	9,52 ^{ns}
Erro 3	9	17,26	930,72	137,83	46,24
CV 1 (%)		6,87	8,62	3,02	10,96
CV 2 (%)		5,03	10,84	6,90	6,03
CV 3 (%)		5,31	26,97	8,48	23,96
		EP (plantas ha ⁻¹)	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)	
Bloco	3	273263888,89	278,13	250762,96	
Densidade (D)	1	651041666,67 ^{ns}	950,93*	715147,70 ^{ns}	
Erro 1	3	195486111,11	104,33	370841,78	
Manejo (M)	2	116666666,67 ^{ns}	40,86 ^{ns}	94262,58 ^{ns}	
Erro 2	6	57222222,22	148,66	177867,33	
D X M	2	579166666,67	527,27*	112621,80 ^{ns}	
Fatorial Adicional	1	357291666,67 ^{ns}	0,52 ^{ns}	81322,30 ^{ns}	
Erro 3	9	737962962,96	53,23	52244,87	
CV 1 (%)		6,70	9,54	22,04	
CV 2 (%)		11,46	11,39	15,26	
CV 3 (%)		13,01	6,82	8,27	

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

Esperava-se que a presença animal influenciasse negativamente a quantidade de palhada residual da aveia (ver capítulo 4) e as propriedades físicas do solo (ver capítulo 3), afetando a cultura da soja, fato observado somente na safra 2015/2016. A presença de grandes

quantidades de resíduos culturais remanescente podem interferir no processo de implantação e desenvolvimento inicial da cultura da soja, pois, sua forma de germinação epígea obriga a elevação dos cotilédones acima da superfície do solo, que é dificultada na ocorrência de grande presença de palhada (CASTAGNARA et al., 2014).

Além disso, os resíduos culturais podem provocar efeitos alelopáticos na germinação da cultura (BORTOLINI; FORTES, 2005) ou causar dificuldades na instalação da lavoura (FRANCHINI et al., 2014). Também, os resíduos, podem interferir no estande inicial de germinação, mas que não afetam o rendimento da cultura (LOPES et al., 2009), além de provocar estiolamento em plantas de soja (FRANCHINI et al., 2014), fatos estes não observados neste experimento.

Com relação ao estande de plantas médio (225.714 e 208.750), este demonstra-se adequado para aos cultivares utilizados, proporcionando elevada produtividade (Tabela 3). Entretanto, alterações de semeadura podem reduzir a produtividade, através da competição por luz, que causa estiolamento de plantas, levando a um menor desenvolvimento do diâmetro de caule, mas gerando plantas mais altas, potencializando o risco de acamamento (MAUAD et al., 2010). Além da competição entre plantas, menores diâmetros de caule são observados em sistemas de semeadura direta, com grande deposição de palhada, que provocam estiolamento inicial ocasionado pela emergência da cultura sob a palhada (CONSTANTIN et al. 2008; BERGAMIN et al., 2013).

Para Pacheco et al. (2009), a incidência luminosa é favorecida mesmo sob grande quantidade de fitomassa, através o sistema de corte e a deposição de adubo e semente da semeadora adubadora, favorecendo a germinação e o desenvolvimento da cultura. Os maiores valores de diâmetro de caule (7,92 mm) foram encontrados quando a soja foi implantada em sucessão a cultura da aveia, semeada com 60 kg ha⁻¹ (Tabela 4), entretanto, tal resultado não influenciou na altura de plantas de soja.

O número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de 1000 grãos, são características que podem ser influenciadas pelo ambiente e variar de um ano para outro. Na safra 2015/2016, o maior número de vagens (53,03) e grãos por planta (126,71) foram observados quando a cultura da aveia foi pastejada duas vezes (Tabela 4), entretanto tal comportamento não afetou o massa de mil grãos. Esta característica foi influenciada pela interação de fatores, sendo que, a menor massa (92,27 g) foi encontrado na densidade de 40 kg ha⁻¹, quando este sofreu um pastejo, e na densidade de 60 kg ha⁻¹, quando não pastejada. De acordo com Thomas e Costa (2010), quanto maior o tamanho dos grãos, menor o número de

grãos por área, ou por planta, que consequentemente afeta a massa de 1000 grãos. Entretanto, segundo Rambo et al. (2003), a massa de grãos tem controle genético substancial, ou seja, o manejo cultural confere pouca variabilidade (Tabela 3).

Tabela 3 - Altura de plantas (AP), número de grãos por planta (NGP), diâmetro de caule (DC), número de vagens por planta (NVP), estande de plantas (EP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) das cultivares de soja V-TOP 1059 RR, na safra 2014/2015 e Nideira 5909 RR, na safra 2015/2016.

Manejo	AP (cm)	NGP	DC (mm)	NVP	EP (Plantas ha ⁻¹)	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
V-TOP 1059 RR (2014/2015)							
Pousio	98,80	130,30	7,60	52,80	225.000,00	138,08	3.487,25
40 Sem Pastejo	101,50	116,81	7,68	50,25	221.250,00	137,02	3.417,38
40 1 Pastejo	97,40	125,45	7,78	54,90	226.250,00	135,60	2.928,25
40 2 Pastejos	100,75	111,12	7,16	45,45	228.750,00	135,62	3.446,63
60 Sem Pastejo	101,20	115,30	7,10	49,10	226.250,00	134,10	3.388,13
60 1 Pastejo	99,75	135,37	7,69	56,50	228.750,00	134,73	2.960,75
60 2 Pastejos	98,80	120,92	7,59	50,60	223.750,00	135,94	3.162,25
Média	99,74	122,18	7,51	51,37	225714,29	135,87	3.255,80
Nideira 5909 RR (2015/2016)							
Pousio	77,78	105,03	7,83	47,31	200.000,00	107,35	2.630,98
40 Sem Pastejo	78,31	110,71	7,94	47,69	202.500,00	123,59	3.013,05
40 1 Pastejo	75,89	98,09	6,88	42,19	201.250,00	105,63	2.814,14
40 2 Pastejos	76,79	119,82	7,66	49,56	211.250,00	110,54	3.045,65
60 Sem Pastejo	80,06	107,18	7,78	46,81	226.250,00	92,27	2.402,79
60 1 Pastejo	81,07	117,53	8,31	52,94	217.500,00	103,12	2.661,71
60 2 Pastejos	77,54	133,59	7,67	56,50	202.500,00	106,60	2.772,61
Média	78,21	113,13	7,72	49,00	208.750,00	107,01	2.762,99

40 e 60: densidades de semeadura, 40 e 60 kg ha⁻¹ de sementes.

A altura de plantas, bem como o número de vagens por planta são características genéticas do cultivar, e que podem ser influenciadas pelo ambiente, especialmente pelas condições climáticas e pela fertilidade do solo (MANCIN et al. 2009). Fávero e Madalosso (2013) mencionaram resultados superiores ao deste trabalho (99,74 cm), para a altura de planta, a utilizar a mesma cultivar de soja (V-TOP 1059 RR), com altura média de 114 cm, cultivada na segunda época de semeadura na região oeste do Paraná. Com relação à média do número de vagens por planta, em ambos os anos, encontra-se dentro do intervalo de 30 a 70 vagens por planta de soja, que são obtidos em lavouras comerciais, dependendo da cultivar utilizada (MANCIN et al., 2009) (Tabela 3).

Resultados semelhantes ao deste trabalho foram encontrados por Brandt et al. (2006), que não encontraram diferenças na altura de plantas de soja, na comparação de sistemas de sucessão ao plantio direto, entre os quais a aveia num Latossolo Vermelho distroférico. Também, Santos et al. (2013), conduzindo trabalho em SILP, durante cinco anos, em Latossolo Vermelho distrófico, não verificaram diferença no rendimento de grãos, massa de mil grãos e altura de plantas. Ricce et al. (2011), não observaram diferenças no número de vagens por planta e no número de grãos por planta, em um trabalho conduzindo num solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, em áreas de SILP com a cultura da aveia preta e azevém. Para Santos et al. (2014), também não houve diferença, para o número de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de grãos por planta, massa de mil grãos ao utilizar SILP. Entretanto, para Franchini et al. (2015), ao utilizar *Urochloa ruziziensis* manejada em SILP, constataram que o não pastejo da mesma, afetou o estande, altura de plantas e produtividade pela grande quantidade de palha remanescente sobre o solo.

Tabela 4 - Número de grãos por planta (NGP), diâmetro de caule (DC), número de vagens por planta (NVP) e massa de mil grãos (MMG) da cultivar de soja Nideira 5909 RR, na safra 2015/2016.

Manejo	NGP			DC (mm)		
	A40	A60	Média	A40	A60	Média
Sem Pastejo	110,71	107,18	108,94ab	7,94	7,78	7,86
1 Pastejo	98,09	117,53	107,81b	6,88	8,31	7,59
2 Pastejos	119,82	133,59	126,71a	7,66	7,67	7,66
Média	109,54	119,43		7,49B	7,92A	
	NVP			MMG		
	A40	A60	Média	A40	A60	Média
Sem Pastejo	47,69	46,81	47,25b	123,59aA	92,27aB	107,93
1 Pastejo	42,19	52,94	47,56b	105,63bA	103,12aA	104,38
2 Pastejos	49,56	56,50	53,03a	110,54aA	106,60aA	108,57
Média	46,48	52,08		113,25	100,66	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). A40 e A60: densidades de semeadura, 40 e 60 kg ha⁻¹ de sementes.

Carvalho et al. (2004) constataram que entre os componentes da produção que a massa de grãos é o que apresenta menor percentual decorrente de alterações no ambiente de cultivo. Resultados próximos ao deste trabalho (135,87 g), foram encontrados por Fávero e Madalosso (2013), com média da massa de 1000 grãos de 139 g da cultivar V-TOP 1059 RR. Silva et al. (2012), avaliando sistema integrado sob plantio direto com diferentes combinações de pastos e categorias animais, no período de inverno, não encontraram alterações no rendimento e a massa de mil grãos de soja. Todavia, Santos et al. (2014) avaliando o rendimento de grãos de

soja em diferentes sistemas de produção integração lavoura pecuária em um Latossolo Vermelho distrófico, observaram que houve diferenças entre as médias da massa de mil grãos e número de vagens por planta, resultados semelhantes ao deste trabalho.

Apesar dos baixos volumes de precipitação acumulados, especialmente no final do ciclo de desenvolvimento da cultura da soja na safra 2014/2015 (Figura 1), que influenciaram no desenvolvimento da cultura da soja, os valores médios de produtividade ($3.217,23 \text{ kg ha}^{-1}$), alcançados neste experimento, estão acima da média brasileira que foi próxima de 3.000 kg ha^{-1} , mas um pouco abaixo da média paranaense que foi de 3.294 kg ha^{-1} na safra 2014/2015 (CONAB 2016). Entretanto, para a safra 2015/2016 os elevados níveis de precipitação durante todo o ciclo da cultura, contribuíram para a menor produtividade do experimento ($2.762,99 \text{ kg ha}^{-1}$), frente a média brasileira (3.073 kg ha^{-1}) e paranaense (3.393 kg ha^{-1}) (CONAB 2016). Outro ponto de destaque foi que a utilização do pousio, não comprometeu o sistema de semeadura direta e a produtividade da cultura da soja.

A presença animal no sistema de integração lavoura pecuária, desde que obedeça a critérios técnicos, para não comprometer o desenvolvimento da cultura implantada após a realização dos pastejos, é uma alternativa viável. Neste sentido, a obtenção de produções superiores a 3.000 kg ha^{-1} de soja no verão tem sido comum quando o pastejo dos animais é bem realizado, como relatado em Debiasi e Franchini (2012) e Krutzmann et al. (2013). Além disso, as variações que mais afetam o desenvolvimento da cultura da soja são os fatores climáticos, a época de semeadura e o ambiente de cultivo (BARBOSA et al., 2013).

5.6 CONCLUSÕES

A redução da densidade de semeadura da aveia é indicada gerando economia na compra da semente e não interferir na produtividade da soja em sucessão.

O número de pastejos da aveia influencia alguns componentes da produção da soja sem comprometer a produtividade, por isso, a presença animal é recomendada, por ser uma forma de diversificar as atividades e aumentar a renda.

A manutenção da ressemeadura natural de azevém e nabo no período do inverno, desde que este tenha um banco de sementes de forrageiras de inverno, é uma alternativa técnica recomendada.

5.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREOLA, V. R. M.; MORAES, A.; BONA FILHO, A.; SANDINI, I. E.; BONINI, A. K.; DEISS, L. Pastejo e nitrogênio no azevém sobre a qualidade física do solo e produtividade do feijão. **Engaria Agrícola**, v.35, n.1, p.11-26, 2015.
- ASSMANN, T. S.; PIN, E. A. Manejo de biomassa. In: SOARES, A. B.; ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A. L. **Integração lavoura-pecuária para agricultura familiar**. IAPAR. Londrina, p.11-14, 2008.
- BALBINOT JÚNIOR, A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1925-1933, 2009.
- BARBOSA, M. C.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ALBRECHT, L. P.; PICCINI, G. G.; ZUCAREL, C. Desempenho agrônômico e componentes da produção de cultivares de soja em duas épocas de semeadura no arenito caiua. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.3, p.945-960, 2013.
- BERGAMIN, A. C.; VENTUROSIO, L. R.; SOUZA, F. R.; VITORINO, A. C. T. Manejo convencional do solo e semeadura direta com diferentes intervalos de dessecação do milho sobre o desenvolvimento inicial da soja. **Planta Daninha**, v.31, n.1, p.137-146, 2013.
- BORTOLINI, M. F.; FORTES, A. M. T. Efeitos alelopáticos sobre a germinação de sementes de soja (*Glicine max* L. Merrill). **Semina: Ciências Agrárias**, v.26, n.1, p.5-10, 2005.
- BRANDT, E. A.; SOUZA, L. C. F.; VITORINO, A. C. T.; MARCHETTI, M. E. Desempenho agrônômico de soja em função da sucessão de culturas em sistema de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.5, p.869-874, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapas/ACS, 2009, 399 p.
- CARVALHO, M. A. C.; ATAHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p.1141-1148, 2004.
- CASTAGNARA, D. D.; BULEGON, L. G.; ZOZ, T.; ROSSOL, C. D.; BERTÉ, L. N.; OLIVEIRA, P. S. R.; NERES, M. A. Cultivos consorciado de soja com braquiária. **Bioscience Journal**, v.30, n.1, p.168-177, 2014.
- COIMBRA, C. H. G.; PERINA, R. A.; FAUSTO, D. A. Análise econômica de um sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista iPecege**, v.1, n.1, p.62-79, 2015.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2015/2016**. Quarto Levantamento, Janeiro de 2016. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2016. 154p.

CONSTANTIN, J. MACHADO, M. H.; CAVALIERI, S. D.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; RIOS, F. A.; ROSO, A. C. Influência do glyphosate na dessecação de capim-braquiária e sobre o desenvolvimento inicial da cultura do milho. **Planta Daninha**, v.26, n.3, p.627-636, 2008.

COSTA, A.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; SILVA, F. R. Propriedades Físicas do solo em sistemas de manejo na Integração Agricultura-Pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.2, p.235-244, 2009.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavoura pecuária com braquiária e soja. **Ciência Rural**, v.42, n.7, p.1180-1186, 2012.

FÁVERO, F.; MADALOSSO, T. **Competição de cultivares de soja 2012/2013**. Cafelândia: Copacol - Estação Experimental, 2013.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Soybean performance as affected by desiccation time of *Urochloa ruziziensis* and grazing pressures. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.5, p.999-1005, 2014.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Desempenho da soja em consequência de manejo de pastagem, época de dessecação e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.12, p.1131-1138, 2015.

KRUTZMANN, A.; CECATO, U.; SILVA, P. A.; TORMENTA, C. A.; IWAMOTO, B. S.; MARTINS, E. N. Palhadas de gramíneas tropicais e rendimento da soja no sistema de integração lavoura-pecuária. **Bioscience Journal**, v.29, n.4, p.842-851, 2013.

LOPES, M. L. T.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D. T.; AGUINAGA, A. A. Q.; CASSOL, J. P.; MORAES, A. 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**, v.39, n.5, p.1499-1506, 2009.

MANCIN, C. R.; SOUZA, L. C. F.; NOVELINO, J. O.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Desempenho agrônômico da soja sob diferentes rotações e sucessões de culturas em sistema plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.1, p.71-77, 2009.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, v.3, n.9, p.175-181, 2010.

MOREIRA, W. H.; TORMENTA, C. A.; BETIOLI JUNIOR, E.; PETEAN, L. P.; ALVES, S. J. Influência da altura de pastejo de azevém e aveia em atributos físicos de um Latossolo Vermelho Distroférrico, após sete anos sob integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.4, p.1315-1326, 2014.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Sobressemeadura da soja como técnica para supressão da emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.27, n.3, p.455-463, 2009.

PEREIRA, R. G.; ALBUQUERQUE, A. W.; SOUZA, R. O.; SILVA, A. D.; SANTOS, J. P. A.; BARROS, E. S.; MEDEIROS, P. V. Q. Sistemas de manejo do solo: soja 50 [*Glycine max* (L.)] consorciada com *Brachiaria decumbens* (STAPF). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.1, p.44-51, 2011.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. P.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F. G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, v.33, n.3 p.405-411, 2003.

RICCE, W. S.; ALVES, S. J.; PRETE, C. E. C. Época de dessecação de pastagem de inverno e produtividade de grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1220-1225, 2011.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; MALDANER, G. L. Rendimento de grãos e em diferentes sistemas de produção integração Lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.1, p.49-56, 2013.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; PIRES, J. L. F.; FONTANELI, R. S.; BIAZUS, V.; VERDI, A. C.; VARGAS, A. M. Rendimento de grãos e características agronômicas de soja em função de pastagens perenes em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v.73, n.3, p.319-326, 2014.

SILVA, H. A.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; FONSECA, A. F.; DIAS, C. T. S. Maize and soybeans production in integrated system under no-tillage with different pasture combinations and animal categories. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.4, p.757-765, 2012.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. Desenvolvimento da planta de soja e o potencial de rendimento de grãos. In: THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. (Ed.). **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, p.13-33, 2010.