

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRENO MENEZES DE CAMPOS

ESTABELECIMENTO DO AZEVÉM ANUAL EM SISTEMAS INTEGRADOS DE
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA: IMPLICAÇÕES DO RESÍDUO DAS
LAVOURAS DE SOJA E MILHO.

CURITIBA
FEVEREIRO, 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRENO MENEZES DE CAMPOS
Engenheiro Agrônomo (UFPR-PR)

ESTABELECIMENTO DO AZEVÉM ANUAL EM SISTEMAS INTEGRADOS DE
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA: IMPLICAÇÕES DO RESÍDUO DAS
LAVOURAS DE SOJA E MILHO.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação,
Área de Concentração em produção Vegetal,
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de
Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como
parte das exigências para obtenção do título de Mestre
Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Paulo C. de Faccio Carvalho
Co-orientador: Prof. Dr. Aníbal de Moraes

CURITIBA
FEVEREIRO, 2015

C198 Campos, Breno Menezes de

Estabelecimento do azevém anual em sistemas integrados de produção agropecuária: implicações do resíduo das lavouras de soja e milho / Breno Menezes de Campos. – Curitiba, 2015.
53 f.

Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho

Co-orientador: Anibal de Moraes

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.

Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal

1. Plantas forrageiras. 2. Azevém. 3. Pastagens – Manejo.
I. Carvalho, Paulo César de Faccio. II. Moraes, Anibal.
III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias.
Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal.
IV. Título.

CDU 631.58



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



PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pelo candidato **BRENO MENEZES DE CAMPOS**, sob o título **“ESTABELECIMENTO DO AZEVÉM ANUAL EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA: IMPLICAÇÕES DO RESÍDUO DAS LAVOURAS DE SOJA E MILHO”**, para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

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

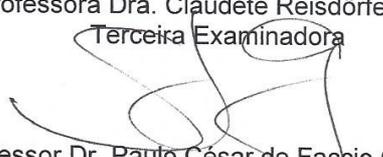
Curitiba, 25 de Fevereiro de 2015.


Professor Dr. Cícero Deschamps
Coordenador do Programa


Professor Dr. Marcos Weber do Canto
Primeiro Examinador


Dr. Davi Teixeira dos Santos
Segundo Examinador

Professora Dra. Claudete Reisdörfer Lang
Terceira Examinadora


Professor Dr. Paulo César de Faccio Carvalho
Presidente da Banca e Orientador

Não importa quão estreito o portal

Quão carregada de punições a lista

Sou o mestre do meu destino

Sou o capitão da minha alma

(William Ernest Henley)

Esta obra é dedicada à memória de meu avô, José Vicente Campos e aos meus pais, José Tarcio de Campos e Joana de Lourdes Menezes Campos, que sempre prezaram pela educação e formação dos filhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele nada seria possível.

Agradeço a Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, nossa mãe e guia em todos os momentos.

Aos meus pais, José Tarcio e Joana de Lourdes, que sempre estiveram ao meu lado garantindo uma boa educação e apoio para que tudo fosse possível. Meus irmãos, José Tarcio e Janaina Campos, pela motivação e pelo carinho em todos esses anos.

À minha namorada, Roberta Klüppel, pelo carinho e apoio em todos os momentos.

À Universidade Federal do Paraná, onde me formei e tive oportunidade da realização do mestrado.

Ao Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho, pela oportunidade, amizade e orientação.

Ao Prof. Dr. Anibal de Moraes, pela amizade, co-orientação e confiança depositada.

Ao amigo Armindo Barth Neto, que desde o começo esteve junto no trabalho realizado, além de todo apoio antes, durante e após o experimento.

Ao amigo Paulo Marques, pela amizade, conselhos e que de certa forma contribuiu para minha entrada no mestrado.

À amiga Delma, que também participou desde o começo da realização do trabalho e que não mediu esforços para o bom andamento do experimento.

Aos membros da banca, Dr. Davi Teixeira, professora Dra. Claudete Lang e o professor Dr. Marcos Weber do Canto.

À UFRGS, que me forneceu a estadia na Estação Experimental Agronômica, onde tive um crescimento profissional e pessoal, além de uma excelente hospitalidade.

Aos amigos da pós-graduação da UFPR, Maurício, Leonardo, Deiss, Rúbia, Natália, Thales e Carlos Henrique. Agradeço também as novas amigas formadas

durante a realização do experimento na EEA, Radael Marinho, Jean Savian, Emanuel Schneider, Marco Antônio, Cleist, Rubens, Juan, Gerson, Arturo, Gustavo, Augusto, Bruna, todos me ajudaram na realização do experimento e me proporcionaram momentos alegres.

À Capes pela concessão da bolsa.

BIOGRAFIA

Breno Menezes de Campos, filho de José Tarcio de Campos e Joana de Lourdes Menezes Campos, nascido em Paraguaçu Paulista, no dia 6 de abril de 1984.

Concluiu o curso de Agronomia na Universidade Federal do Paraná em dezembro de 2010.

Concluiu o curso de Administração de Empresas na FAE Business School em dezembro de 2011.

Em março de 2012, iniciou os estudos no Programa de Pós Graduação da Universidade Federal do Paraná, na área de Sistemas Integrados, do departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo.

No dia 25 de fevereiro de 2015, submeteu-se à banca de defesa da Dissertação.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1. Sistemas integrados de produção agropecuária: os caminhos que convergem para uma intensificação sustentável	17
2.2. Manejo de pastejo como catalisador dos processos em SIPA.....	19
2.3. Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) em SIPA.....	20
2.4. Resíduos pós-colheita e o estabelecimento do azevém anual: malefícios ou benefícios?.....	22
3. HIPÓTESE.....	25
4. OBJETIVO.....	26
5. CAPÍTULO 1	27
5.1. Resumo.....	28
5.2. Introdução	30
5.3. Material e Métodos	31
5.3.1. Condições experimentais.....	31
5.3.2. Delineamento experimental.....	32
5.3.3. Caracterização dos tratamentos	32
5.3.4. Avaliações do pasto.....	34
5.3.5. Resíduos pós-colheita do milho e da soja	35
5.3.6. Análise estatística.....	35
5.4. Resultados.....	36
5.5. Discussão.....	39
5.6. Conclusão.....	43
5.7. Referências.....	45
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Média de precipitação pluviométrica e das temperaturas mínima, média e máxima durante o período experimental.....	31
Figura 2. Cronograma das ações da fase de lavoura e do estabelecimento do pasto de azevém anual.....	33
Figura 3. Disposição das unidades experimentais num piquete no período de primavera-verão e, no outono-inverno com pasto de azevém anual; CR – unidades experimentais com resíduo; SR – unidades experimentais sem resíduo.....	34
Figura 4. Evolução da massa de forragem (kg MS ha ⁻¹) durante a fase de estabelecimento azevém anual com a presença ou não de resíduo (A), diferentes intensidades de pastejo (baixa e moderada) (B) e diferentes culturas precedentes (soja e milho) (C).....	37
Figura 5. Evolução da densidade populacional de perfilhos na fase de estabelecimento do azevém anual em relação à presença ou ausência do resíduo das culturas de soja e milho.....	38
Figura 6. Evolução da altura do pasto durante a fase de estabelecimento do azevém anual em relação à presença ou não do resíduo sob duas intensidades de pastejo (baixa e moderada) (A) e em relação à cultura precedente (soja e milho) (B).....	38

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Matéria seca de resíduo (kg ha ⁻¹) das culturas de milho e soja pós-colheita, submetidas a diferentes intensidades de pastejo (baixa e moderada).....	36
Tabela 2. Massa de forragem (kg ha ⁻¹), densidade populacional de perfilhos (m ²) e altura do pasto (cm) ao fim da fase de estabelecimento do azevém anual submetido a diferentes intensidades de pastejo (baixa e moderada), cultura precedente (soja e milho) e deposição do resíduo (com e sem resíduo).....	39

RESUMO

Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) combinam ciclos de agricultura com ciclos de pecuária na mesma área, promovem a ciclagem de nutrientes e o uso eficiente do solo com reflexos positivos na produtividade e sustentabilidade do sistema. A utilização do azevém anual em SIPA se destaca no ambiente subtropical pois possui boas características produtivas e nutritivas. A espécie inicia a emergência antes da colheita das culturas de verão, nas entrelinhas de soja ou milho, e ainda permite, quando bem manejado, se estabelecer por ressemeadura natural o que diminui os custos com a semeadura do pasto. A rotação de culturas de verão com pastagens de inverno ajudam na quebra de ciclo de pragas, de doenças, ciclo de plantas daninhas, reduz o custo de produção além de aumentar os resultados econômicos e ambientais. Todavia, existem influências da fase pasto sobre a fase lavoura e da lavoura sobre o pasto, sendo necessário, dentro do SIPA, entender os impactos das produções integradas. As diferentes combinações de culturas de verão precedentes a cultura de inverno (azevém anual) podem influenciar o estabelecimento do pasto, tanto pela competição entre plantas como pela quantidade de resíduo depositada pelas lavouras no sistema. Este trabalho teve objetivo avaliar a influência do resíduo das culturas de verão (milho e soja) sobre o estabelecimento do azevém anual em ressemeadura natural. O experimento foi realizado na Estação Experimental Agronômica da UFRGS (Eldorado do Sul – RS). O delineamento utilizado foi em blocos completamente casualizados, com quatro repetições, em arranjo fatorial 2x2x2. Os tratamentos constituíram-se em duas intensidades de pastejo (baixa e moderada), duas culturas precedentes (milho e soja) e dois tratamentos do resíduo das culturas de verão (com resíduo e sem resíduo). As variáveis avaliadas foram a matéria seca residual das culturas de soja e milho, massa de forragem (MF), a densidade populacional de perfilhos (DPP) e a evolução das alturas do pasto durante a fase de estabelecimento. Essas avaliações foram realizadas a cada 15 dias, totalizando cinco avaliações, até o início do pastejo. Houve efeito significativo entre as culturas de verão (milho e soja) sobre a quantidade de resíduo ($P < 0,001$). Durante a fase de estabelecimento do pasto houve efeito ($P < 0,05$) da presença ou não de resíduo, da intensidade de pastejo e das culturas precedentes de verão (milho e soja) na MF. A DPP foi influenciada somente pela presença do resíduo ($P < 0,05$). A altura apresentou efeito da cultura precedente e uma interação entre intensidade de pastejo e resíduo ($P < 0,05$). Ao fim da fase de estabelecimento do azevém anual tanto a MF como a DPP tiveram efeito somente das intensidades de pastejo ($P < 0,05$). Já a altura nesta mesma fase foi afetada pela intensidade de pastejo e cultura precedente ($P < 0,05$). As culturas de verão (milho e soja) e os seus resíduos afetam o azevém anual de ressemeadura natural durante a fase de estabelecimento. No final da fase de estabelecimento do pasto não existem efeitos das culturas de verão e de seus resíduos. A intensidade de pastejo influencia no estabelecimento sendo que os pastos manejados em baixas intensidades de pastejo resultam em um estabelecimento mais rápido no ano seguinte, comparado a pastos manejados com moderada intensidade de pastejo.

Palavras-chave: *Lolium multiflorum* Lam, ressemeadura, densidade de perfilhos, intensidade de pastejo, massa de forragem, altura do pasto.

ABSTRACT

The integrated crop-livestock systems (ICLS) combine agriculture with livestock cycles in the same area, promote nutrient cycling and efficient land use with positive effects on productivity and sustainability of the system. The use of annual ryegrass in ICLS stands out in the subtropical environment because it has good production and nutritional characteristics. The species starts emergency before summer harvest, during the between-harvest period of soybeans or corn, and still allows, when well-managed, be established by self-seeding which reduces the cost of sowing pasture. The rotation of summer crops with winter pastures help in breaking pest cycle, diseases, weed cycle, reduces the cost of production and increase the economic and environmental results. However, there are influences pasture phase of the crop stage and the crop on the pasture, being necessary, within the ICLS, understand the impacts of integrated production. Different combinations of the summer crops previous to the winter crop (annual ryegrass) may influence the pasture establishment, either by the competition among plants and the quantity of crop residue deposited in the system. This study was aimed to evaluate the influence of the residue of summer crops (corn and soybeans) on the establishment of annual ryegrass by self-seed. The experiment was conducted at the Agricultural Experimental Station UFRGS (Eldorado do Sul - RS). The long-term experimental protocol consists in four replicates of 2x2x2 factorial arrangement. The treatments were two grazing intensity (low and moderate), two previous crops (corn and soybeans) and two treatments of the residue of summer crops (with residue and without residue). It was determined the residual dry matter of soybean and corn, forage mass, the tiller density and the evolution of sward heights during the establishment phase. These evaluations were performed every 15 days, totaling five evaluations until the beginning of grazing. Significant effects between summer crops (corn and soybean) on the amount of residue ($P < 0.001$). During the pasture establishment phase was effect ($P < 0.05$) in the presence or absence of residue, from the grazing intensity and summer crops (corn and soybean) in forage mass. Tiller density was only influenced by the presence of the residue ($P < 0.05$). The height of the previous culture had an effect and interaction between grazing intensity and residue ($P < 0.05$). The height at the same stage was affected by grazing intensity and previous culture ($P < 0.05$). The summer crops (corn and soybeans) and their residues affect the annual ryegrass by self-seed during the establishment phase. At the end of pasture establishment phase there are no effects of summer crops and their residue. The grazing intensity influences the establishment of which the swards grazed at low grazing intensities result in faster establishment the following year, compared to pastures managed with moderate grazing intensity.

Keywords: *Lolium multiflorum* Lam, self-seed, tiller density, grazing intensity, forage mass, sward height.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial vem gerando aumento na demanda por produtos de origem animal e vegetal contribuindo com a intensificação dos processos produtivos do setor primário (Carvalho et al., 2006). A agricultura convencional, associada a práticas culturais inadequadas como o preparo convencional do solo, com contínuas ações de revolvimento tem causado diminuição na produtividade, degradação do solo e dos recursos naturais (Claudio & Macedo, 2009). A utilização de monoculturas leva a simplificação dos sistemas sendo que, segundo Lemaire & Ryschawy (2012), a maioria dos impactos causados pela agricultura não é devida ao excesso de produção e intensificação e sim pela especialização e homogeneidade dos sistemas.

Aumentar a heterogeneidade e diversificação dos sistemas são atributos que pertencem ao SIPA, que se destaca por explorar sinergismos e propriedades emergentes, frutos de interações nos compartimentos solo-planta-animal-atmosfera de áreas que integram atividades de produção agrícola e pecuária (Moraes et al., 2012). As propriedades emergentes geram um novo grau de conectividade entre os componentes do sistema integrado através das múltiplas interações, de onde emergem novos processos sistêmicos (Vezzani & Mielniczuk, 2009; Mello, 2011) envolvendo propriedades transdisciplinares (físicas, químicas e biológicas) de difícil observação e comprovação (Anghinoni et al., 2013).

Dentro do SIPA, a utilização do plantio direto é de extrema importância, pois permite o controle de plantas daninhas, aumenta a retenção de água além de manter a conservação estrutural do solo, aumenta a matéria orgânica, dentre outros benefícios (Carvalho et al., 2006). Esses benefícios do plantio direto associados à rotação de culturas e a inserção de pastagens e animais, com intensidade de pastejo moderadas, torna o sistema mais heterogêneo, sustentável e equilibrado. O sistema também se caracteriza pela maior ciclagem e fluxo de nutrientes. O SIPA tem como premissa básica o manejo correto do pasto, sendo esse fator determinante para a permanência dos pastos de azevém anual no sistema, espécie esta que foi avaliada no presente trabalho. O pasto de azevém anual deve ser manejado para alcançar maior produção de matéria seca, e assim, no final do ciclo produtivo da planta, apresentar grande quantidade de perfilhos florescidos com sementes férteis (Barth Neto et al, 2011). Dessa forma aumenta-se a capacidade de ressemeadura natural dessa forrageira no ano seguinte, além de proporcionar boa palhada para o plantio direto das culturas de verão

garantindo melhor ciclagem de nutrientes e funcionamento do sistema. Efeitos do pasto relacionado a intensidades e métodos de pastejo sobre as culturas de verão em sucessão estão presentes na literatura. Todavia, os efeitos da fase lavoura sobre a fase de pastejo são muito pouco abordados, e necessitam pesquisa.

Existem combinações de culturas que podem ser utilizados dentro do SIPA. Um exemplo disso é a utilização do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) que apresenta crescimento vigoroso, alto valor alimentício, alta produtividade de forragem e alta capacidade produtiva de sementes (Santos et al., 2009). O azevém anual é utilizado nas regiões subtropicais, principalmente no sul da América do Sul, devido a sua resistência à doenças e principalmente pela ressemeadura natural (Quadros, 1995). Barth Neto et al (2013) estudaram a influência dos cultivos anteriores (soja e milho), com diferentes métodos (contínuo e rotativo) e intensidades de pastejo (moderada e baixa) sobre o estabelecimento do azevém anual. Constataram que as culturas de verão influenciam a fase de pastejo, acarretando diferenças no estabelecimento pós-soja e pós-milho em acúmulo de massa de forragem ao final da fase de estabelecimento (velocidade de estabelecimento), o que pode resultar em ciclos de uso do pasto com duração distinta.

Desta forma, entender o porquê das diferentes velocidades de formação do pasto se torna muito importante dentro dos SIPA, pois poderão orientar recomendações de manejo que favoreçam o estabelecimento do azevém anual e o sucesso do sistema. A hipótese deste estudo é que as culturas de verão podem influenciar o ciclo da cultura do pasto, tendo em vista que o resíduo da cultura do milho pode reduzir a velocidade de estabelecimento do azevém anual estabelecido por ressemeadura natural em SIPA, comparado ao resíduo da cultura da soja. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar como as plantas de azevém anual provindas de ressemeadura natural e com diferentes intensidades de pastejo, se estabelecem em áreas de SIPA, sob diferentes resíduos das culturas de milho e soja.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistemas integrados de produção agropecuária: os caminhos que convergem para uma intensificação sustentável

A utilização do termo SIPA (Sistemas Integrados de Produção Agropecuária) é recente e proposto para uso em literatura científica. O termo ILP (Integração Lavoura-Pecuária) também é aceito, porém, de forma técnica e coloquial (Carvalho et al., 2014). Dessa forma, sendo este um trabalho científico, a referência de SIPA se torna necessária.

O SIPA se caracteriza pela alternância espaço temporal das lavouras e animais em pastejo na mesma área cultivada, ou mais raramente entre áreas distintas. Apesar da maior atenção dada pelos órgãos de pesquisa, produtores e governos nos últimos anos, esses modelos de produção agropecuária já são conhecidos desde o princípio da civilização humana, juntamente com domesticação de animais e plantas cultivadas (Carvalho et al., 2007). Esse sistema é utilizado em vários países, sendo que a combinação de atividades pode ser tão distinta quanto a diversidade dos sistemas de produção existentes (Anghinoni et al., 2005). Apesar da falta de dados oficiais, estima-se que no Brasil 5% das áreas com culturas anuais de grãos adotem o SIPA (Claudio & Macedo, 2009).

No subtropico brasileiro, a utilização do SIPA busca principalmente alternativas de renda e utilização da terra no período entre safras das lavouras de verão. São baseados no uso de culturas anuais de inverno, principalmente aveias e azevém sob pastejo, cultivado em sucessão a lavouras de milho, soja e feijão (Moraes et al., 2011). O interesse na adoção do SIPA nas regiões subtropicais ocorre principalmente pela resistência dos agricultores em produzir culturas de inverno devido a problemas sanitários, de preço, de custo, dentre outros (Carvalho et al., 2006). Mesmo assim, dados da CONAB de 2011 demonstram que nessa região, 12,8 milhões de hectares não são utilizados durante o inverno, deixando o solo descoberto ou com culturas de cobertura. Muitas vezes as culturas de cobertura são forrageiras que poderiam servir de alimento para a pecuária e retornar como mais uma fonte de renda para o produtor (Moraes et al., 2011).

O SIPA é caracterizado por ser planejado para explorar o sinergismo entre os componentes solo-planta-animal-atmosfera (Moraes et al., 2012), aumentando a interação

entre os componentes e criando novas rotas cíclicas de nutrientes. Um dos principais responsáveis por estas novas rotas de ciclagem de nutrientes é justamente a inserção do componente animal em pastejo no sistema produtivo. O animal se alimenta de plantas que não são utilizadas para alimentação humana e transforma em alimentos muito apreciados, como carne e leite, além de acelerar a reciclagem de nutrientes, beneficiando as subseqüentes culturas (Anghinoni & Costa, 2013). Os atributos deste sistema produtivo são únicos e voltados à intensificação sustentável, que são exigências do processo produtivo mundial (Freidrich, 2010). A inserção de pastos de inverno em áreas tradicionalmente exclusivas de cultivos de grandes culturas, além de fornecer alimentos aos animais, pode contribuir para outros benefícios desejáveis como: i) aumento no aporte de matéria orgânica no solo, ii) melhoria da cobertura do solo, iii) prevenção de erosão, iv) melhoria na fertilidade do solo, v) aumento do controle de plantas daninhas, doenças e pragas (Assmann et al., 2004).

A maior barreira para adoção do SIPA está no paradigma sobre os impactos negativos do animal nos sistemas de produção, principalmente relacionado ao consumo da cobertura vegetal e conseqüente diminuição da quantidade de resíduo e compactação do solo (Anghinoni, 2013), sabendo que muitos trabalhos demonstram que o pastejo moderado melhoram as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Carvalho et al., 2010). A utilização de SIPA com intensidades de pastejo moderada pode aumentar a concentração de carbono orgânico no solo ao longo do tempo, devido ao crescimento contínuo das plantas na área, seja pastagem ou culturas para exploração vegetal, rotação de culturas, incremento de massa produzida por tempo em decorrência do pastejo e maior ciclagem de nutrientes (Tracy & Zhang, 2008).

Moraes et al. (2014), em uma compilação de 23 estudos de SIPA no subtropical brasileiro, demonstram que em áreas onde o sistema foi alternado com uma fase pastagem obteve-se melhor produtividade de grãos do que em áreas sem pastejo. Os poucos estudos onde se constata melhor produção de grãos em áreas não pastejadas foram conduzidos com a metodologia inadequada, fertilização visando à cultura e não o sistema, e taxas de lotação inapropriadas. Além disso, a fase de pastejo com moderada intensidade melhora a capacidade de colheita de massa de forragem pelos animais, contribuindo no desempenho animal e garantindo adequada interceptação da luz para o desenvolvimento da planta (Nabinger, 2002). Da mesma forma, o pastejo contribui para agregação do solo e garante sua melhor qualidade física, química e biológica (Carvalho et al., 2010), como demonstrado em vários estudos realizados no subtropical brasileiro (Moraes et al., 2014). O correto manejo do pasto, em

especial no que abrange a sua fertilização e à manutenção da altura adequada, são essenciais para o funcionamento do SIPA (Antonio et al., 2009), independentemente do pasto utilizado.

2.2. Manejo de pastejo como catalisador dos processos em SIPA

O manejo do pastejo é considerado um dos pilares que sustentam o SIPA. O pastejo conduzido de forma adequada oportuniza a colheita e seleção dos herbívoros, que por sua vez estimula a produção de pasto (rebrote e renovação de tecidos), além de garantir a cobertura do solo em quantidade desejável para a manutenção do plantio direto. O manejo do pastejo deve ser considerado como a construção de estruturas de pastos que otimizem o processo de pastejo e a colheita da forragem pelo animal (Carvalho et al., 2006). É um processo complexo de interações entre planta e animal onde os ruminantes precisam obter quantidade e qualidade de pasto para suprir sua demanda energética, enquanto a planta busca manter produção de folhas para realização de fotossíntese e assim atender suas necessidades (Mezzalana, 2012). A otimização desses componentes depende da busca pelo equilíbrio efetivo e harmônico entre três fatores do sistema pastoril: o crescimento vegetal; a utilização da forragem produzida; e a conversão da forragem consumida em produto animal (Nabinger, 1997; Da Silva & Sbrissia, 2000).

O manejo do pasto (método de pastoreio ou a intensidade de pastejo) influencia diretamente a dinâmica populacional, estando relacionada com o aparecimento e mortalidade de perfilhos (Parsons et al., 2000). A intensidade de pastejo é considerada a principal variável a ser manejada no SIPA, determinante para produção animal e das condições de solo e de palhada para o plantio direto do cultivo em sucessão. Alguns trabalhos demonstram que taxas de lotação mais intensas diminuem a altura do pasto e aumentam o número de passos dos animais para a busca de alimento, podendo acarretar compactação superficial e reduzir a produção vegetal (lavoura e pastagem). Além disso, pode comprometer a produção animal e o meio ambiente, pois diminuem a capacidade de seleção do animal, diminuem os teores de matéria orgânica e a taxa de infiltração da água no solo, comprometendo a sustentabilidade do sistema (Nabinger, 1996). Por outro lado, taxas de lotação menos intensas propiciam maior altura do pasto, reduzem o número de passos durante o consumo e melhoram o desempenho individual dos animais. Outras consequências envolvem a elevada cobertura do solo,

incrementos no acúmulo de carbono e garantia de que não haja compactação do solo (Carvalho et al., 2007). Isso reflete em melhor desempenho animal, além de ser fator determinante para manutenção do azevém em sistemas de produção baseados na persistência da forrageira via ressemeadura natural (Barbosa et al., 2007).

Os métodos de pastoreio, contínuo ou rotativo, ambos propiciam o bom estabelecimento do pasto (Barth Neto et al., 2013) e, segundo Briske et al. (2008), não há evidências de que o pastoreio rotativo simule melhor os processos ecológicos para aumentar a produção vegetal e animal em comparação ao contínuo. Dessa forma, na formação de pastagens com azevém anual, o manejo direcionado para ressemeadura natural dos pastos, no sentido de reduzir os custos de produção e aumentar o tempo de utilização da pastagem, torna-se particularmente importante (Barbosa et al., 2009).

2.3. Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em SIPA

O azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma gramínea que tem como centro de origem a região Sul do continente europeu. Possui grande importância econômica por se adaptar bem a temperaturas frias e ao clima úmido, sendo muito utilizada como forrageira em diversos países, tais como Estados Unidos, Irlanda, Reino Unido, Europa, região Central do México, Austrália, Nova Zelândia e América do Sul (Hannaway et al., 1999). É uma espécie de rota metabólica C3, de ciclo hiberno-primaveril com boa resistência ao pastejo. É considerada uma das espécies mais adaptadas ao SIPA, principalmente pela capacidade de se estabelecer ano após ano por ressemeadura natural (Carvalho et al., 2010).

Os pastos de gramíneas são constituídos por uma agregação de perfilhos (Korte, 1986), que são as unidades básicas de crescimento das gramíneas (Hodgson, 1990). São formados por uma sucessão de fitômeros, compostos pelo colmo, nó, entrenó, bainha, lígula e lâmina foliar (Briske, 1991). Dessa forma, cada perfilho pode ser considerado uma cadeia de fitômeros, cada um em seu estágio de desenvolvimento (Matthew, 2001). Os fitômeros que formam o perfilho da gramínea alteram a massa de forragem através do aumento da densidade e/ou da massa de perfilhos (Bircham, 1983). O perfilhamento é uma estratégia de perenização e ocupação espacial que as gramíneas forrageiras desenvolveram durante seu processo evolutivo como forma de assegurar a sobrevivência e a sua persistência sendo um fenômeno influenciado por diversos fatores de ambiente e manejo (Caminha, 2009).

O azevém anual em SIPA inicia o seu estabelecimento com a emergência das plântulas antes mesmo da colheita das culturas de verão, como soja e milho. Essa característica possibilita o estabelecimento mais precoce e resulta em maior período total de pastejo (Barth Neto et al., 2011). Estudos têm demonstrado que o manejo do pastejo tem influência direta na perenização dos pastos da gramínea hiberna (Barbosa et al., 2009). Estas práticas de manejo, para garantir um satisfatório estabelecimento do azevém anual, devem assegurar no mínimo 500 plântulas m² estabelecidas (Evers e Nelson, 2000).

Em estudos mais recentes com azevém anual procedentes de áreas semeadas com soja ou milho em sistemas integrados, Barth Neto et al. (2013) demonstraram que tanto em baixas ou moderadas intensidades de pastejo, sem diferir os pastos, é possível um satisfatório estabelecimento do azevém anual no ano posterior. Por outro lado, o manejo com moderada intensidade de pastejo seguido pelo cultivo de milho teve menor acúmulo de massa de forragem ao final da fase de estabelecimento, resultando num estabelecimento mais lento, o que pode resultar em um período total de pastejo mais curto. Este efeito pode estar associado à composição e a quantidade de resíduo adicionado sob a baixa densidade de perfilhos, limitando as condições ambientais e reduzindo a sua habilidade competitiva.

A capacidade desta forrageira em garantir a perenidade, assegurando seu retorno no ano seguinte, via ressemeadura natural, está intimamente relacionada com o manejo dos animais ao longo do ciclo da pastagem. O controle da intensidade de pastejo é fator determinante para manutenção do azevém em sistemas de produção baseados na persistência da forrageira via ressemeadura natural (Barbosa et al., 2009).

Da mesma forma, a competição por nutrientes, luz e água, além de impedimentos físicos do ambiente, também interferem no estabelecimento do pasto e fazem com que as plantas criem estratégias de sobrevivência. Dentro do SIPA, onde temos diferentes espécies e ciclos de crescimento distintos, existem interferências positivas, negativas e competição entre as culturas. A abordagem ecofisiológica da competição de plantas tem, na competição pela luz, o fator mais importante que determina a busca por recursos. A reação das plantas na aquisição de nutrientes do solo determina o sucesso dessas plantas na competição pela luz (Lemaire et al., 1999).

Pesquisas destinadas a estudar a interferência das culturas de verão (ambiente) sobre a formação da pastagem são raras, principalmente em relação a deposição de resíduo das culturas de verão sobre o azevém anual, e como isso pode influenciar a dinâmica de estabelecimento do pasto.

2.4. Resíduos pós-colheita e o estabelecimento do azevém anual: malefícios ou benefícios?

A velocidade de estabelecimento do pasto de azevém anual pode estar ligada a intensidade de pastejo e aos cultivos que antecedem a fase de formação do pasto de inverno. A intensidade de pastejo influencia diretamente a quantidade de perfilhos florescidos, e conseqüentemente, a quantidade de sementes para ressemeadura natural (Barth Neto et al., 2013). Por outro lado, os cultivos antecessores a fase de pastejo podem interferir no estabelecimento do azevém anual desde a sua emergência através da competição (luz e nutrientes) e pelo resíduo depositado sobre o pasto. Esses efeitos podem influenciar a velocidade de estabelecimento do azevém anual, que está ligada ao tempo de utilização do pasto pelos animais na área.

A presença do resíduo das culturas anuais de verão depositado sobre a superfície do solo pode causar efeitos semelhantes como os causados pelas plantas daninhas. O resíduo age como uma barreira física que impede a incidência de luz dificultando a fotossíntese pelas plantas que conseguiram emergir (Fleck & Vidal, 1993; Azania et al., 2002). Além disso, interfere também na sobrevivência do banco de sementes, pois gera microclima favorável a ocorrência de predadores como insetos, moluscos e crustáceos (Kremer & Spencer, 1989), que danificam fisicamente as sementes diminuindo o vigor e a emergência, afetando sua viabilidade (Vidal & Theisen, 1999). Pitelli (1997) relata que a presença da palhada (resíduo) gera as condições necessárias (temperatura e umidade) para a formação de uma microbiocenose na superfície do solo, processo que utiliza sementes e plântulas como fontes de energia e ocasiona a deterioração das plântulas e perda de viabilidade das sementes.

A velocidade de decomposição dos resíduos culturais determina o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo, sendo variável conforme a constituição dos diferentes tecidos vegetais. Há espécies consideradas de decomposição rápida, como as leguminosas, e de decomposição lenta, como as gramíneas (Wieder & Lang, 1982). A relação C/N do material que constitui o resíduo tem efeito diretamente proporcional à quantidade de nitrogênio necessária para sua mineralização, ou seja, quanto maior a relação C/N do material depositado, maior a necessidade de nitrogênio para que os microrganismos realizem sua decomposição, voltando a estar disponível ao solo e para as plantas após a morte das bactérias (Wisniewski & Holtz, 1997).

A presença de uma camada de resíduo sobre a superfície do solo poderá influenciar na germinação e/ou no desenvolvimento da cultura implantada na sucessão. A intensidade de tais efeitos depende do material de origem, da incorporação ou não no solo, da espécie utilizada como cobertura e do plantio de sucessão (Durigam & Almeida, 1993). Como o SIPA é um sistema integrado, ou seja, as fases pastejo e produção agrícola são inter-relacionadas e ambas afetam a produção do sistema, deve-se levar em consideração também como a produção das lavouras anuais pode vir a influenciar o estabelecimento do pasto de inverno. Barth Neto et al. (2013) estudaram as influências dos cultivos antecessores ao pasto de inverno, bem como os métodos de pastoreio e intensidade de pastejo. Concluíram que os pastos estabelecidos após a cultura de soja produzem maior massa de forragem e permitem antecipar o pastejo em comparação aos estabelecidos com cultura de milho, permitindo maior uso do pasto e maior ganho animal por área. Esta diferença pode estar associada às diferentes composições do resíduo das culturas de milho e soja e as diferentes taxas de mineralização.

Todavia, independentemente da cultura precedente ou método de pastoreio e intensidade de pastejo, as pastagens de azevém anual são capazes de manter a população de perfilhos estáveis durante o período de pastejo. Guimarães et al (2006) estudaram os efeitos de culturas de verão e opções de inverno para produção de milho e os efeitos no solo na implantação do plantio direto. Entretanto, há poucos estudos que buscam entender as influências dos cultivos antecessores de verão (soja e milho principalmente) sobre o estabelecimento do pasto de inverno.

Como já foi descrito anteriormente, o azevém anual começa a emergir antes mesmo do término do ciclo das culturas de verão, nas entrelinhas de soja e milho. Esse ambiente inicial é muito complexo e se caracteriza pela dominância das plantas já estabelecidas em relação ao azevém anual em emergência. Essa dominância ocorre devido a estabilização das culturas de verão, tanto pelas raízes já desenvolvidas que otimizam a absorção de água e nutrientes, tanto pelo desenvolvimento da parte aérea que aumenta a interceptação da radiação solar e causa efeito sombreamento sobre as culturas menos desenvolvidas, no caso, o azevém anual. A estrutura da parte aérea das culturas de verão restringe a interceptação da radiação pelas plantas de azevém, podendo causar prejuízo no desenvolvimento e no perfilhamento da gramínea. Lemaire (1999) relata que em um ambiente inter-espécies, a competição ocorre de forma mais complexa, com plantas com diferentes demandas e arquiteturas estruturais competindo pelos nutrientes, água e interceptação da radiação.

Além dessas influências destacadas anteriormente pelas culturas de verão sobre o azevém anual no começo do seu ciclo, existe também a influência após a colheita das culturas

de verão. O azevém anual, que estava se desenvolvendo em ambiente de competição com plantas maiores e mais desenvolvidas, estará inserido num novo ambiente. Esse novo ambiente é caracterizado pela ausência de plantas mais desenvolvidas, ficando somente a competição dentro da espécie (azevém anual), com a presença do resíduo pós-colheita da soja e do milho que poderá vir a influenciar o estabelecimento.

Dessa forma, pensando num contexto de SIPA, devemos entender os sinergismos das produções integradas e também as interferências de um cultivo sobre o outro. O presente estudo tem por objetivo explicar o efeito da deposição dos resíduos das áreas semeadas com milho e soja sobre a formação do pasto de azevém anual oriundo de ressemeadura natural.

3. HIPÓTESE

O crescimento e desenvolvimento do azevém anual estabelecido por ressemeadura natural em SIPA é influenciado pela presença do resíduo do milho e da soja, sendo que o resíduo do milho pode reduzir a velocidade de seu estabelecimento comparado ao resíduo da soja.

4. OBJETIVO

Avaliar como as plantas de azevém anual provindas de ressemeadura natural e com diferentes intensidades de pastejo se estabelecem em áreas de SIPA, sob diferentes resíduos das culturas de milho e soja.

5. CAPÍTULO 1

Influência das intensidades de pastejo e dos resíduos das culturas de verão na fase de estabelecimento do azevém anual proveniente de ressemeadura natural em sistemas integrados

5.1. Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar como as plantas de azevém anual providas de ressemeadura natural e com diferentes intensidades de pastejo se estabelecem em áreas de SIPA, sob diferentes resíduos das culturas de milho e soja. O experimento foi realizado na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, no município de Eldorado do Sul – RS. O delineamento utilizado foi o de blocos completamente casualizados, com quatro repetições, em um arranjo fatorial 2x2x2. Os tratamentos constituíram-se em duas intensidades de pastejo (baixa e moderada), duas culturas precedentes (milho e soja) e dois tratamentos de resíduo (com resíduo e sem resíduo). Foram avaliadas a matéria seca do resíduo pós-colheita das culturas de verão (milho e soja), a massa de forragem (MF), a densidade populacional de perfilhos (DPP) e as alturas do pasto de azevém anual durante a fase de estabelecimento. Houve efeito significativo entre as culturas de verão (soja e milho) sobre a quantidade de resíduo ($P < 0,001$). Durante a fase de estabelecimento do pasto houve efeito ($P < 0,05$) da presença ou não de resíduo, intensidade de pastejo e culturas precedentes de verão (milho e soja) na MF. A DPP foi influenciada somente pela presença do resíduo ($P < 0,05$). A altura apresentou efeito da cultura precedente e um interação entre intensidade de pastejo e resíduo ($P < 0,05$). Ao fim da fase de estabelecimento do azevém anual a tanto a MF e a DPP tiveram efeito somente das intensidades de pastejo ($P < 0,05$). Já a altura nesta mesma fase foi afetada pela intensidade de pastejo e cultura precedente ($P < 0,05$). As culturas de verão (soja e milho) e os seus resíduos afetam o azevém anual de ressemeadura natural durante a fase de estabelecimento. Entretanto ao final da fase de estabelecimento do pasto não existem efeitos das culturas de verão e dos seus resíduos. Pastos manejados em baixas intensidades de pastejo resultam em um estabelecimento mais rápido no ano seguinte, comparado a pastos manejados com moderada intensidade de pastejo.

Palavras chave: *Lolium multiflorum* Lam, culturas de verão, densidade de perfilhos, intensidade de pastejo, ressemeadura.

ABSTRACT

Italian ryegrass establishment in integrated crop-livestock systems: Implication of soybean and maize tillage residue

The objective of this study was to evaluate how plants ryegrass stemmed from self-seed with different grazing intensities are established in areas of ICLS under different residue of corn and soybean crops. The experiment was conducted at the UFRGS Experimental Station in Eldorado do Sul - RS. The long-term experimental protocol consists in four replicates of 2x2x2 factorial arrangement. The treatments were two grazing intensities (low and moderate), two previous crops (corn and soybeans) and two residue treatments (with residue and without residue). We evaluated the dry matter of the post-harvest residue of summer crops (corn and soybeans), the forage mass, the tiller density and the heights of annual ryegrass pastures during the establishment phase. Significant effects between summer crops (soybeans and corn) on the amount of residue ($P < 0.001$). During the establishment phase pasture was effect ($P < 0.05$) in the presence or absence of residue, grazing intensity and summer crops (corn and soybean) in forage mass. Tiller density was only influenced by the presence of the residue ($P < 0.05$). The height of the previous culture had an effect and interaction between grazing intensity and residue ($P < 0.05$). After the establishment phase of the annual ryegrass the forage mass and tiller density had only effect of grazing intensity ($P < 0.05$). The height at the same stage was affected by grazing intensity and previous culture ($P < 0.05$). The summer crops (soybean and maize) and their residues affect the annual ryegrass by self-seeding during the establishment phase. However at the end of pasture establishment phase there are no effects of summer crops and their residues. Pastures managed at low grazing intensities result in faster establishment the following year, compared to pastures managed with moderate grazing intensity.

Keywords: *Lolium multiflorum* Lam, summer crops, tiller density, grazing intensity, self-seed.

5.2. Introdução

A capacidade de ressemeadura natural do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) é dependente do tipo (composição dos tecidos) e da quantidade de resíduo das culturas anuais de verão depositado sobre a superfície do solo durante o processo de amadurecimento da planta e após a colheita. A velocidade de mineralização dos resíduos das culturas de verão é um fator determinante para estimar o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo (Wisniewski & Holtz, 1997) e a influência sobre o estabelecimento do pasto.

Muito utilizado em SIPA principalmente nas regiões subtropicais do Brasil, na fase entre safras de verão (ex. milho e soja), o azevém anual é uma gramínea de grande importância econômica devido à sua adaptabilidade a temperaturas fria e clima úmido (Hannaway et al., 1999). A utilização dessa forrageira se destaca pelo fato de iniciar o processo de emergência num período antecipado em relação à outras forrageiras de inverno permitindo antecipar a entrada dos animais em pastejo e dessa forma aumentar o tempo de utilização do pasto. Além disso, uma das principais características dessa forrageira é a capacidade de se estabelecer por ressemeadura natural (Carvalho et al., 2010), entretanto, isso só é possível se o pasto for manejado com intensidades moderadas de pastejo (Barth Neto et al. 2014).

Estudos recentes (Barth Neto et al., 2013) demonstraram que em áreas onde o azevém anual se estabeleceu após o cultivo da soja, a velocidade de crescimento do pasto foi maior do que nas áreas em sucessão a cultura de milho. É possível que essa diferença de velocidade de estabelecimento seja atribuída a presença dos resíduos do milho e da soja. Os resíduos das culturas de verão (milho e soja) possuem diferentes relações C/N, diferentes quantidades depositadas, além de diferentes velocidades de mineralização e quantidades nutrientes disponíveis após esse processo.

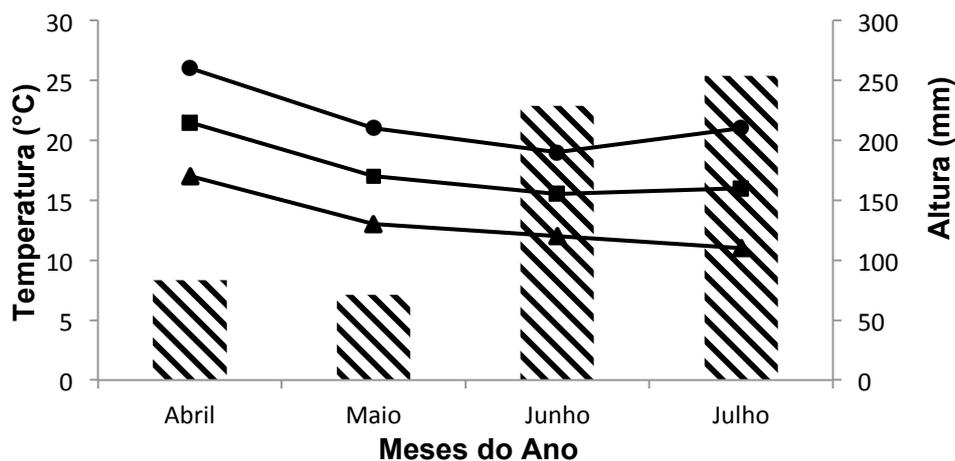
Estudos já foram realizados para avaliar e entender os efeitos da fase de pasto sobre as culturas de verão (Assmann et al., 2003; Lunardi et al., 2008; Lopes et al., 2009). Porém, para entender os processos no SIPA e as interações entre os atores principais do sistema de produção e assim aproveitar seus sinergismos, é de fundamental importância conhecer a influência das culturas de verão sobre o estabelecimento dos pastos de inverno. Assim, a hipótese desse estudo é que o crescimento e desenvolvimento do azevém anual estabelecido por ressemeadura natural em SIPA é influenciado pela presença do resíduo do milho e da soja, sendo que o resíduo do milho pode reduzir a velocidade de seu estabelecimento comparado ao resíduo da soja. O objetivo deste trabalho foi avaliar como as plantas de

azevém anual providas de ressemeadura natural e com diferentes intensidades de pastejo, se estabelecem em áreas de SIPA, sob diferentes resíduos das culturas de milho e soja.

5.3. Material e Métodos

5.3.1. Condições experimentais

Esse estudo faz parte de um protocolo experimental de longo prazo cuja proposta remete a um Sistema Integrado de Produção Agropecuária (SIPA). O protocolo teve início em 2003 na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA – UFRGS), em Eldorado do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (latitude 30005'22'' S e longitude 51039'08'' W e altitude de 46 m). O clima da região é classificado como subtropical úmido “Cfa” de acordo com a classificação de Köppen, com verões quentes e invernos chuvosos, temperatura média de 19,3°C e formação de geadas entre os meses de abril e setembro.



*Barra com linhas inclinadas correspondem às médias de precipitação pluviométrica do ano de 2014.

*Temperatura Mínima (linha com triângulos), Média (linha com quadrados) e Máxima (linha com círculos).

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet).

Figura 1. Média de precipitação pluviométrica e das temperaturas mínima, média e máxima durante o período experimental.

O solo da área experimental é classificado com Argissolo Vermelho distrófico típico (Santos et al., 2006). As características químicas do solo no horizonte de 0 a 20 cm são: pH em H₂O= 4,87; índice SMP= 5,82; P= 51,78 mg dm⁻³; K= 106,01 mg dm⁻³; MO= 1,99%; Al= 0,59 cmolc dm⁻³; Ca= 1,95 cmolc dm⁻³; Mg= 0,95 cmolc dm⁻³; capacidade de troca de cátions= 8,61 cmolc dm⁻³ e saturação por bases= 37,04% (Barth Neto et al., 2014). A área experimental tem 2,2 ha divididos em 8 piquetes. No período de inverno as áreas provenientes de ressemeadura natural de azevém anual são pastejadas por ovinos, e no período de verão essas áreas são cultivadas com culturas anuais (soja e alternância de soja-milho) para grãos.

5.3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completamente casualizados, com quatro repetições, em arranjo fatorial 2x2x2. Foram avaliados o efeito do uso de duas intensidades de pastejo no período de inverno (baixa e moderada), dois sistemas de cultivo das culturas de grãos (monocultura de soja e rotação anual soja-milho) e dois tratamentos de resíduos (remoção do resíduo e manutenção do resíduo das culturas de verão).

5.3.3. Caracterização dos tratamentos

O estudo foi realizado no ano de 2014 com influência das intensidades de pastejo na fase pasto do ano de 2013 e das culturas de verão estabelecidas no verão/outono de 2013/2014. Na fase pasto (2013) os animais utilizados foram ovinos com peso vivo médio de 27,4 ± 1,0 kg. Foram utilizadas duas intensidades de pastejo (moderada e baixa) em pastoreio contínuo, correspondendo a 2,5% e 5% do potencial de consumo de forragem pelos animais, respectivamente. A taxa de lotação média decorrente do tratamento de intensidade de pastejo moderada foi de 1095,3±120 kg PV/ha, enquanto para a intensidade de pastejo baixa foi de 767,8 ± 90 kg PV/ha. O período de pastejo foi de 114 dias. No dia 27 de junho de 2013, foi realizada a fertilização do pasto utilizando 75 kg de N e 60 kg de P e K por hectare.

Após o final da fase de pastejo, foi realizada a dessecação da área, utilizando Glifosato com dose de 2L/ha. A semeadura das culturas de verão foi realizada no dia 25 de novembro de 2013 (soja - BRX Potência RR e milho híbrido DKB 290) por semeadura direta na linha, com espaçamento entrelinhas de 43 cm (soja e milho). Por se tratar de um protocolo experimental de longa duração que objetiva a comparação do uso da rotação soja-milho com o cultivo continuado da soja, no ano de 2013, metade da área experimental (piquete) no período de verão foi semeada com milho e a outra metade com soja. Nos anos pares semeia-se a cultura da soja em todo o piquete. Foram realizadas 3 aplicações de defensivos químicos: fungicidas (Tebuconazole, Piraclostrobina, Epoxiconazol, Azoxistrobina e Ciproconzaol) e inseticidas (Diflubenzurom, Tiametoxam e Lamba-Cialotrina), para o controle sanitário.

Na Figura 1 está apresentado um esquema cronológico das atividades realizadas no experimento. Em cada piquete foi demarcada uma unidade experimental (UE) de 5x5 metros, no dia 28 de março de 2014. Para os tratamentos sem resíduo foram realizadas limpezas manuais nos dias 03/04, 09/04 e 20/04. No dia 07/05 foi realizada a colheita manual das culturas dentro das UE, e realizada a limpeza final dos tratamentos, caracterizando a condição sem a presença do resíduo. No dia 11/06 foi realizada adubação nitrogenada no pasto (75 kg de N por ha, na forma de uréia).

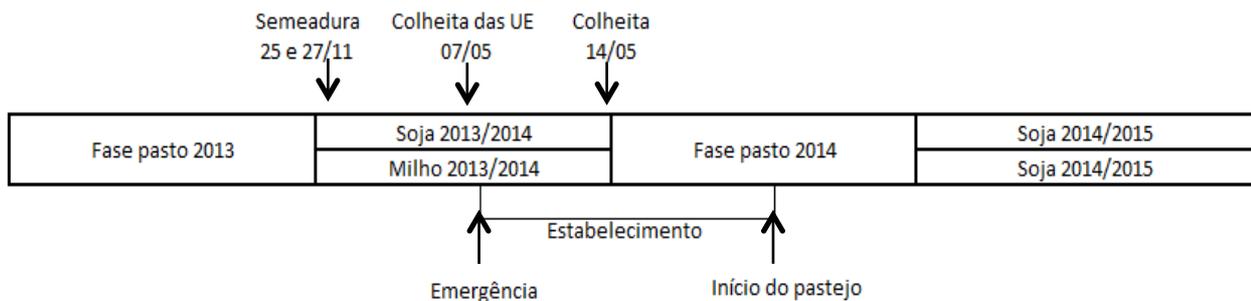


Figura 2. Cronograma das ações da fase de lavoura e do estabelecimento do pasto de azevém anual.

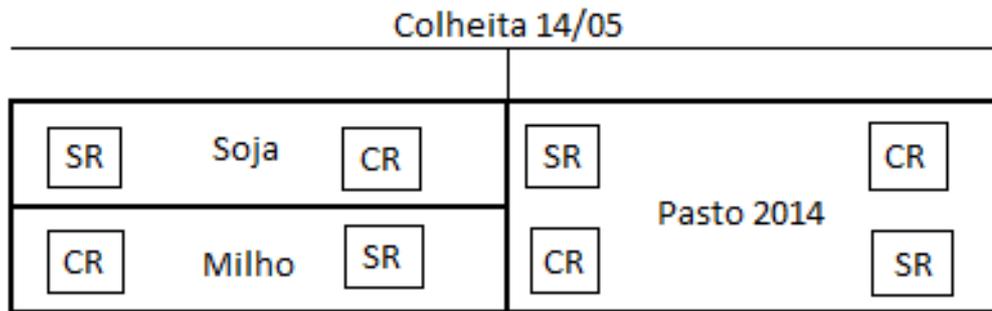


Figura 3. Disposição das unidades experimentais num piquete no período de primavera-verão e, no outono-inverno com pasto de azevém anual; CR – unidades experimentais com resíduo; SR – unidades experimentais sem resíduo.

5.3.4. Avaliações do pasto

As avaliações do pasto foram realizadas durante a fase de estabelecimento do azevém anual. Definiu-se como fase de estabelecimento do pasto o período entre a emergência das plântulas e o início do pastejo (30/04 a 14/07, respectivamente).

As avaliações de massa de forragem (MF) e contagem de perfilhos foram realizadas quinzenalmente, nos mesmos dias da avaliação de altura do pasto. A MF foi amostrada dentro das UE, utilizando-se de molduras metálicas de 0,5 x 0,5 m (duas amostragens por UE). As molduras metálicas eram alocadas de forma aleatória dentro das UE e, após foi realizado o corte do pasto rente ao solo. As amostras eram secas a 55°C por 72 horas e pesadas.

A contagem de perfilhos foi realizada em uma moldura metálica de 0,1 x 0,1m (duas amostras por UE). No mesmo ponto onde foram retiradas as amostras de MF foram também contados os perfilhos. As amostras foram cortadas em nível do solo, secas a 55°C por 72 horas e pesadas.

As avaliações de altura do pasto foram realizadas com bastão graduado (*sward stick*) (Bathram, 1989), 30 pontos por UE. Foram realizadas cinco avaliações durante o estabelecimento do azevém anual até a entrada dos animais na área experimental.

Os estádios de desenvolvimento do pasto durante as amostragens, conforme escala proposta por Moore et al (1991), foram:

- Vegetativo, variando entre V1, V2 e V3 nas duas primeiras amostragens (30/04 e 25/05).
- Elongamento: variando entre E0, E1, E2 e E3 nas demais amostragens (08/06, 24/06 e 14/07).

5.3.5. Resíduos pós-colheita do milho e da soja

Para quantificar o resíduo adicionado sobre o azevém anual foram utilizados o rendimento biológico (matéria seca) das culturas de verão e o índice de colheita. As amostragens das plantas de soja e milho foram realizadas no início do florescimento (08/02/2014) para o cálculo de biomassa de cada cultura. Em cada piquete foram coletadas seis amostras aleatórias (três nas áreas com soja e três nas áreas com milho). Em cada amostragem foram coletadas plantas em duas linhas de plantio, com 60 cm de comprimento, totalizando 1,54 m². As amostras foram secas a 55°C por 72 horas e pesadas posteriormente. Através do peso das amostras e do tamanho da superfície amostrada, foi calculado o rendimento biológico da cultura (kg MS ha⁻¹). O rendimento biológico é o peso da planta madura, excluindo as raízes, e representa a quantidade de matéria seca acumulada pela parte aérea da planta durante seu ciclo de desenvolvimento (Niciporovic, 1960). O índice de colheita (IC), definido por Donald (1962), é a relação entre o rendimento de grãos e o rendimento biológico, expressando a eficiência da translocação dos produtos da fotossíntese para as partes economicamente importantes da planta. Os índices de colheita utilizados para o cálculo do residual pós-colheita nesse experimento foram de 0,50 para o milho (Gregorich et al., 2011) e 0,35 para a soja (Johnson et al., 2006). Dessa forma, foram obtidos os dados referentes ao rendimento de grãos e o equivalente a quantidade de resíduo que fica no sistema.

5.3.6. Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando o software estatístico R versão 2.12.0 (R Development Core Team, 2010) com modelos lineares mistos. (Zuur et al., 2009) através do pacote estatístico nlme (Pinheiro et al., 2010). As estruturas dos modelos foram selecionadas de acordo com o teste de Informação de Critério Akaike's (AIC). Para a variável resíduo na estrutura do modelo foram utilizados as intensidades de pastejo e culturas precedentes como efeitos fixos e a parcela como efeito aleatório. Já para as variáveis MF, DPP e altura durante a fase de estabelecimento do pasto foram utilizados como efeitos fixos as intensidades de pastejo, cultura precedente e resíduo. Como efeito aleatório no modelo considerou-se as medidas repetidas no tempo e a parcela. Para ajustar a normalidade dos residuais nestas análises foram aplicados uma transformação raiz cúbica e raiz quadrada para as análises de MF e DPP, respectivamente. As análises para as variáveis MF, DPP e altura ao final da fase de estabelecimento do pasto os tratamentos intensidade de pastejo, cultura precedente e resíduo foram considerados efeitos fixos no modelo e a parcela como efeito aleatório.

5.4. Resultados

Não houve efeito significativo das intensidades de pastejo sobre a quantidade de matéria seca (resíduo) das culturas de verão ($P=0,8801$; Tabela 1). Houve efeito significativo entre as culturas de verão (soja e milho) sobre a quantidade de matéria seca (resíduo) ($P<0,001$), onde a cultura de milho apresentou maior quantidade de matéria seca, comparado à cultura de soja, independente da intensidade de pastejo.

Tabela 1. Matéria seca de resíduo (kg ha^{-1}) das culturas de milho e soja pós-colheita, submetidas a diferentes intensidades de pastejo (baixa e moderada).

Cultura	Intensidade de pastejo		Pip	Pcp
	Baixa	Moderada		
Milho	2958.81aA \pm 921	3057.27aA \pm 815	0.8801	<.0001
Soja	1230.68aB \pm 482	1138.62aB \pm 273		

Pic= valor de P para intensidade de pastejo; Pcp=valor de P para cultura precedente

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem ($P<0,05$) entre si pelo teste de Tukey.
Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem ($P<0,05$) entre si pelo teste Tukey.

Os resultados mostrados nas Figuras 3, 4 e 5 consideram a MF, densidade populacional de perfilhos (DPP) e altura do pasto ao longo da fase de estabelecimento do azevém anual.

Não houve interação entre intensidade de pastejo, cultura precedente (soja e milho) e presença ou não de resíduo ($P>0,05$) para a evolução da MF do azevém anual.

Houve efeito ($P<0,05$) da presença ou não do resíduo (Figura 3A), intensidade de pastejo (Figura 3B) e culturas precedentes de verão (soja e milho) (Figura 3C) durante a fase de estabelecimento da MF do azevém anual. Onde não há presença de resíduo, a intensidade de pastejo baixa e a cultura de soja apresentam maior MF ao longo do tempo comparado a presença de resíduo, intensidade de pastejo moderada e cultura de milho, respectivamente.

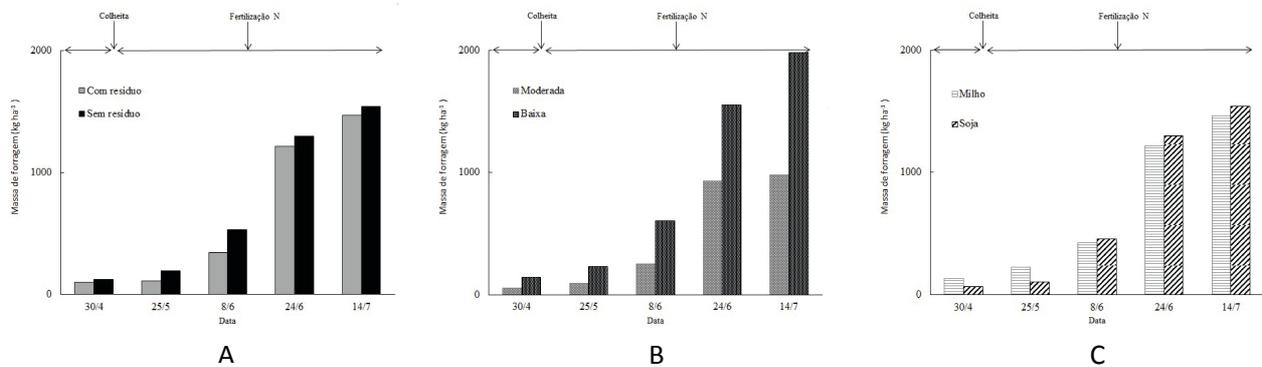


Figura 4. Evolução da massa de forragem (kg MS ha^{-1}) durante a fase de estabelecimento azevém anual com a presença ou não de resíduo (A), diferentes intensidades de pastejo (baixa e moderada) (B) e diferentes culturas precedentes (soja e milho) (C).

Não houve interação entre intensidade de pastejo, cultura precedente (soja e milho) e presença ou não de resíduo ($P>0,05$) para a DPP do pasto de azevém anual. Houve efeito ($P<0,05$) da presença ou não de resíduo para a DPP. A DPP é menor com a presença de resíduo comparado os tratamentos sem resíduo (Figura 4). Não houve efeito ($P>0,05$) da intensidade de pastejo e a cultura precedente (soja e milho) na DPP.

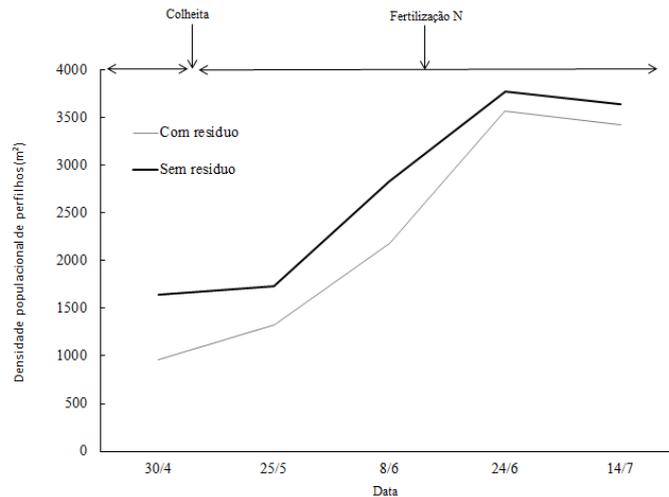


Figura 5. Evolução da densidade populacional de perfilhos na fase de estabelecimento do azevém anual em relação à presença ou ausência do resíduo das culturas de soja e milho.

A evolução da altura do pasto de azevém anual apresenta efeito ($P < 0,05$) da cultura precedente (soja e milho), onde a altura do pasto é maior para a cultura de milho comparada a cultura de soja (Figura 5B). Houve interação ($P < 0,05$) entre a intensidade de pastejo e a presença ou não de resíduo na avaliação da altura (Figura 5A).

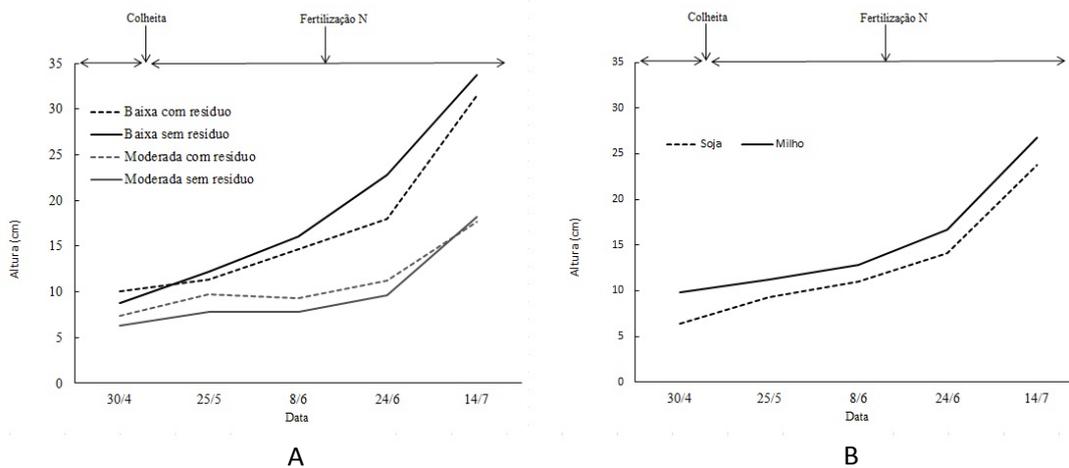


Figura 6. Evolução da altura do pasto durante a fase de estabelecimento do azevém anual em relação à presença ou não do resíduo sob duas intensidades de pastejo (baixa e moderada) (A) e em relação à cultura precedente (soja e milho) (B).

Os resultados apresentados na Tabela 2 consideram a MF, DPP e altura do pasto no final da fase de estabelecimento do pasto.

Tabela 2. Massa de forragem (kg ha^{-1}), densidade populacional de perfilhos (m^2) e altura do pasto (cm) ao fim da fase de estabelecimento do azevém anual submetido a diferentes intensidades de pastejo (baixa e moderada), cultura precedente (soja e milho) e deposição do resíduo (com e sem resíduo).

Variáveis	Intensidade de pastejo		Cultura precedente		P _{IP}	P _{CP}	P _{IPxCP}
	Baixa	Moderada	Soja	Milho			
<i>Massa de forragem</i>							
Com resíduo	1957aA ± 494	917bA ± 290	1565aA ± 799	1309aA ± 520	0,0017	0,3845	0,2811
Sem resíduo	2000aA ± 317	956bA ± 392	1446aA ± 684	1510aA ± 631			
<i>DPP</i>							
Com resíduo	3171bA ± 325	3408aA ± 312	3250aA ± 275	3317aA ± 408	0,0257	0,3845	0,2811
Sem resíduo	3607bA ± 746	3664aA ± 532	3300aA ± 460	3971aA ± 606			
<i>Alturas</i>							
Com resíduo	31,4aA ± 7	17,6bA ± 2	23bA ± 9	26aA ± 8	0,0047	0,0068	0,3961
Sem resíduo	33,7aA ± 4	18,2bA ± 6	25bA ± 10	27aA ± 9			

P_{IC}= valor de P para intensidade de pastejo; P_{CP}=valor de P para cultura precedente; P_{IPxCP}=valor de P para a interação entre intensidade de pastejo e cultura precedente; DPP=densidade populacional de perfilhos..

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem ($P < 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem ($P < 0,05$) entre si pelo teste F.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre intensidade de pastejo e culturas precedentes (soja e milho) para as variáveis MF, densidade de perfilhos e altura do pasto. Tanto para a intensidade de pastejo quanto para cultura precedente (soja e milho) não houve efeito ($P > 0,05$) da presença ou não do resíduo para todas as variáveis (MF, densidade de perfilhos e altura do pasto).

A MF final e altura do pasto são maiores para baixa intensidade de pastejo ($P < 0,05$) comparada à moderada intensidade de pastejo. As culturas precedentes (soja e milho) não interferiram na MF e na DPP ($P > 0,05$). Entretanto, influenciaram a altura do pasto ($P < 0,05$), apresentando maior altura do azevém anual para a cultura do milho em relação à cultura de soja. Observa-se que a intensidade de pastejo moderada apresenta maior DPP ($P < 0,05$) do que os tratamentos com baixa intensidade de pastejo.

5.5. Discussão

Os resíduos das culturas de gramíneas, nesse caso a cultura de milho, são capazes de cobrir toda a superfície do solo (Saraiva & Torres, 1997) sendo o processo de mineralização do resíduo de milho muito mais lento do que o resíduo da soja. O resíduo do milho demora cerca de 150 dias para diminuir 51% da massa seca de resíduo (Wisniewski & Holtz, 1997). Já as leguminosas apresentam maior taxa de mineralização devido à menor relação C/N nos resíduos das culturas e disponibilizam maior quantidade de N para o solo (Russelle & Birr, 2004). Saraiva & Torres (1997) descrevem que os restos culturais resultantes da colheita da soja não são suficientes para cobertura total do solo, considerando ainda a rápida decomposição do resíduo. Observa-se que a quantidade de resíduo depositada após a colheita é maior na cultura do milho do que na cultura da soja, independente da intensidade de pastejo adotada anteriormente as culturas de verão (tabela 1).

Dessa forma, a influência nos tratamentos pós-soja são menores devido à menor quantidade de resíduo depositada sobre o pasto e a maior velocidade de mineralização dos tecidos da leguminosa. Esta diferença pode estar associada ao menor porte da planta de soja e ao processo de perda das folhas no decorrer da maturação. As folhas da soja que se depositam sobre o solo entram em processo de mineralização (menor relação C/N) e assim diminui o efeito do resíduo após a colheita. A massa total de resíduo depositado após a colheita da soja acaba sendo menor em relação à massa total de resíduo de milho. Num primeiro instante, o processo de maturação da soja e a perda de folhas influenciaram a MF nas coletas, onde os dados de MF no milho foram maiores do que na soja até a realização da colheita (figura 4C). Após a colheita, o resíduo da cultura do milho influenciou a MF enquanto que nos tratamentos pós-soja essa interferência foi menor.

As diferentes relações C/N entre gramíneas e leguminosas e a quantidade de nutrientes, principalmente o N, disponibilizado pelo processo de mineralização dos restos vegetais pode influenciar o crescimento do pasto de azevém anual. Essa diferença é evidenciada nos tratamentos pós-soja, produzindo maior MF ao final do estabelecimento. O N influencia a produção vegetal podendo reduzir o perfilhamento e massa do perfilhos em gramíneas, quando sua oferta é restrita. As diferentes rotas metabólicas do milho e da soja (C4 e C3) originam fluxos de absorção de N distintos. A soja obtém o N através da simbiose com bactérias fixadoras enquanto que o milho obtém diretamente da absorção do N no solo. Essas diferenças entre as culturas alteram a dinâmica do N no solo, podendo estar em teores diferentes disponíveis para gramínea, interferindo na velocidade do estabelecimento. Isto foi observado no presente trabalho conforme apresentado na figura 4C.

A presença do resíduo das culturas de verão causou efeito significativo durante o estabelecimento do pasto (figura 4A). Entretanto, quando comparamos a média final de MF, densidade de perfilhos e altura do pasto antes da entrada dos animais, esse efeito do resíduo não existe.

Observa-se que os tratamentos de baixa intensidade de pastejo apresentaram maiores valores de MF e de altura do pasto durante o experimento. A intensidade de pastejo também influenciou o peso dos perfilhos e a DPP. Os tratamentos de baixa intensidade de pastejo apresentaram menor DPP, porém com maior peso médio de perfilhos (0,61g com resíduo e 0,55g sem resíduo) proporcionando maior MF do que os tratamentos de moderada intensidade de pastejo (0,26g com resíduo e sem resíduo). Conforme trabalhos anteriores (Barbosa et al., 2009 e Barth Neto et al., 2013), esses resultados em relação a MF já eram esperados pois, baixas intensidades de pastejo aumentam o percentual de perfilhos florescidos, melhoram a ressemeadura natural e a sustentabilidade do sistema baseado nesta espécie forrageira. Em comparação com trabalhos realizados anteriormente na mesma área experimental, Barth Neto et al. (2011), encontraram valores maiores de DPP nas áreas pós cultura de soja (9548 perfilhos/m²) do que nas áreas pós cultura de milho (6803 perfilhos/m²).

A DPP está associada diretamente a MF que é calculada pelo produto da DPP e da massa de perfilhos, sendo que o aumento da MF pode ser atribuído pelo aumento na DPP ou um aumento na massa de perfilhos (Hirata & Pakiding, 2002). A maior DPP encontrada no trabalho foi no tratamento milho sem resíduo (tabela 2). O mesmo tratamento não foi o que apresentou maior valor de MF, sendo assim os perfilhos do tratamento milho sem resíduo mais numerosos e mais leves (0,38g) do que os tratamentos soja sem resíduo (0,43g) devido a estratégias de adaptação da planta de azevém anual.

As culturas precedentes (milho e soja), devido às diferenças morfológicas nos processos de maturação, tiveram influências em relação ao processo inicial de emergência do azevém anual. Enquanto na soja as folhas ficam amareladas e caem sobre o azevém anual (estádios R6, R7 e R8), no milho (estádio R6) as folhas permanecem aderidas ao colmo da planta. Esses efeitos estão relacionados ao processo de emergência do azevém anual pois, com a queda das folhas da cultura da soja, aumenta a quantidade de radiação na base do dossel, sendo esse um dos fatores mais importantes no aparecimento de perfilhos (Matthew, 1992).

Entretanto, constatou-se maior DPP e maiores dados de altura nos tratamentos com milho, diferente de trabalhos recentes (Barth Neto et al., 2013) que apresentaram dados maiores de DPP para a cultura de soja. É possível que essa diferença esteja associada a alterações na composição espectral da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), com filtragem da porção

do vermelho (V) e do azul pelas plantas de milho, enquanto o vermelho distante (VD) é predominantemente refletido e transmitido ao dossel forrageiro (Jose et al., 2004). Deste modo, a porção RFA que chega ao dossel forrageiro tem menor razão V:VD. Essa diferença de radiação e o efeito do sombreamento das plantas de milho altera a conformação das plantas de azevém anual, que passam a adotar estratégias adaptativas para compensar as menores taxas fotossintéticas.

Entre as estratégias e adaptações morfológicas para esse efeito estão a produção de maior área foliar e menor peso foliar específico (Lin et al., 1999), maior relação folha-colmo (Kepharth & Buxton 1992), maior relação da parte aérea em relação a raiz (Belesky et al., 2002) fazendo com que a planta aumente o investimento na área de captação de energia luminosa em detrimento do sistema radicular. Essas adaptações explicam os maiores resultados de DPP, altura e a menor MF apresentados nos tratamentos pós cultura de milho em relação aos tratamentos pós cultura de soja. Além disso, é possível que ocorra influência física das folhas de soja no início do estabelecimento do azevém anual, quando a leguminosa começa o processo de maturação e perda de folhas que ficam depositadas sobre as plântulas de azevém anual, influenciando a emergência de perfilhos, não ocorrendo no milho devido às folhas permanecerem aderidas ao colmo.

O experimento em questão recebe fertilização com N na quantidade de 150 kg ha⁻¹ na fase pasto e, além disso, tem animais em pastejo em todos os períodos hibernais desde o início do experimento (2003). O pastejo pode influenciar os processos de mineralização/imobilização de N, facilitar a rápida decomposição de substratos (Singh et al., 1991) e aumentar a taxa de reciclagem de N resultante da deposição de urina e fezes (Bauer et al., 1987). É provável que o sistema possua alto nível de N, favorecendo o crescimento do azevém anual ao mesmo tempo que propicia maior quantidade de N aos processos de mineralização dos resíduos pelas bactérias. Esse resultado pode estar associado ao tempo de utilização da área em sistema integrado, garantindo maior aporte de N e, assim, não ocorrendo impactos dos resíduos no final do estabelecimento do azevém anual. No ano de realização do experimento, a lavoura de milho que precedeu a fase pasto 2014 sofreu ataque severo do fungo basidiomiceto (*Ustilago maydis*) (carvão), causando diminuição da quantidade de grãos formados. Essa doença está associada a períodos secos e a níveis altos de nitrogênio no solo (Bedendo et al., 1995). O rendimento de grãos desta safra pode ter sido menor do que os encontrados na literatura, acarretando menor índice de colheita, maior quantidade de matéria seca e maior quantidade de resíduo no sistema.

O estudo demonstra que a presença do resíduo das culturas de verão depositadas sobre o azevém anual interferem no estabelecimento do pasto de azevém anual porém, devido ao protocolo, a análise realizada antes da entrada dos animais demonstra não haver influência da presença do resíduo. Os tratamentos avaliados demonstram que há compensação em relação à DPP e ao peso dos perfilhos, que são os fatores de produção de MF. Dessa forma, a intensidade de pastejo continua sendo o principal fator que determina o sucesso do estabelecimento do azevém anual em SIPA. Intensidades baixas de pastejo apresentam bons índices produtivos, tanto animal quanto de grãos, como apresentado em diversos trabalhos (Lopes et al., 2009, Assmann et al., 2003) e constatado no presente estudo.

No protocolo de avaliação utilizado foi realizada a análise antes da entrada dos animais em pastejo que demonstrou não haver influência da presença do resíduo. Todavia, durante o estabelecimento do pasto de azevém, ocorreu efeito do resíduo como apresentado nas figuras 4A, 5 e 6A. O efeito da presença do resíduo deixa de existir no decorrer do estabelecimento do pasto. Dessa forma, é possível que a interferência da presença ou não do resíduo seja mais significativa analisando separadamente as etapas do estabelecimento (início, meio e fim), e não apenas estabelecimento e pré-entrada dos animais como foi realizado nesse trabalho devido ao protocolo escolhido. A intensidade de pastejo demonstrou ser o principal fator que influencia o estabelecimento do pasto de azevém anual como apresentado nos gráficos 4B e 6A.

Devido à ressemeadura natural, o azevém anual apresenta uma característica muito importante que é a antecipação da entrada dos animais em pastejo em relação à outras espécies forrageiras, aumentando o tempo de uso do pasto. Silva et al., (no prelo) constataram que a altura que maximiza a taxa de ingestão no azevém anual ocorre quando o pasto atinge a altura de 18,5cm. Na figura 6A, ficam demonstradas as diferentes alturas referentes às intensidades de pastejo, onde a intensidade baixa alcança a altura de 18,5cm logo após a fertilização enquanto a intensidade moderada possui um crescimento mais lento. Levando em consideração essa altura com a entrada ótima para os animais em pastejo, a intensidade baixa permite antecipar a entrada dos animais em relação às intensidades moderadas aumentando o período total da fase pasto.

5.6. Conclusão

As culturas de verão soja e milho e os seus resíduos afetam o azevém anual de ressemeadura natural durante o estabelecimento em sistemas integrados de produção agropecuária. Entretanto, ao final da fase de estabelecimento do pasto não existem efeitos das culturas de verão e dos seus resíduos. A influência dos resíduos das culturas de verão diminuem no decorrer do estabelecimento do pasto.

A intensidade de pastejo é o principal fator que interfere na fase de estabelecimento do azevém anual onde os pastos manejados em baixas intensidades de pastejo (5% do potencial de consumo de forragem pelos animais) resultam em um estabelecimento mais rápido no ano seguinte, comparado a pastos manejados com moderada intensidade de pastejo (2,5% do potencial de consumo dos animais). Esta maior velocidade de crescimento do pasto na fase de estabelecimento do azevém anual resulta em uma antecipação do início do pastejo e potencialmente um maior período de pastejo.

5.7. Referências

- ASSMANN, T.S., RONZELLI, P.J., MORAES, A.DE., ASSMANN, A.S., KOEHLER, H.S., SANDINI, I. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 675-683, 2003.
- BARBOSA, C.M.P., CARVALHO, P. C. D. F., CAUDURO, G. F., DEVINCENZI, T., NABINGER, C., JACQUES, A. V. Á. (2009). Efeito de métodos e intensidades de pastejo sobre a ressemeadura natural de azevém anual. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 30(4), 387–393. doi:10.4025/actascianimsci.v30i4.6463.
- BAUER, A.; COLE, C.V. & BLACK, A.L. Soil property comparisons in virgin grassland between grazed and nongrazed management systems. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 51:176-182, 1987.
- BARTH NETO, A., CARVALHO, P.C.D.F., LEMAIRE, G., SBRISSIA, A.F., CANTO, M.W. DO, SAVIAN, J.V., BREMM, C. (2013). Perfilhamento em pastagens de azevém em sucessão a soja ou milho, sob diferentes métodos e intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 48(3), 329–338. doi:10.1590/S0100-204X2013000300012.
- BEDENDO, I. P. - Carvões, BERGAMIN, F. A. In: KIMATI, H. & AMORIM, L. - **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3a Ed., Vol. 1, Editora Agronômica Ceres Ltda., São Paulo SP, 919p., 1995.
- CARVALHO, P.C.D.F., ANGHINONI, I., MORAES, A., SOUZA, E.D., SULC, R.M., LANG, C.R., FLORES, J.P.C., LOPES, M.L.T., DA SILVA, J.L.S., CONTE, O., WESP, C.L., LEVIEN, R., FONTANELI, R.S., BAYER, C., 2010. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutr. Cycl. Agroecosyst.** 88, 259–273 (Dordrecht).
- DONALD, C.M. In search of yield. **J. Aust. Inst. Agric. Sci.**, Melbourne, 28:171-8, 1962.
- FRANZLUENNERS, A.J., 2010. Achieving soil organic carbon sequestration with conservation agricultural systems in the Southeastern United States. **Soil. Sci. Soc. Am. J.** 74, 347–357 (Madison).
- GREGORICH, E.G., LAPEN, D.R., MA, B.L., MCLAUGHLIN, N.B., VANDENBYGAART, B., 2011. Soil and crop response to varying levels of compaction, nitrogen fertilization, and clay content. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 75, 1483e1492.
- HANNAWAY, D. et al. Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). Oregon State University, PNW 501, 1999.
- HIRATA, M.; PAKIDING, W. Dynamics in Tiller Weight and its Associação With Herbage Mass and Tiller Density in Bahia Grass (*Paspalum Notatum*) Pasture Under Grazing. **Tropical Grazing**. v. 36, p. 24-32, 2002.

JOHNSON, J.M.F., ALMARAS, R.R., REICOSKY, D.C., 2006. Estimating source carbon from crop residues, roots and rhizodeposits using the national grain-yield database. **Agronomy Journal**. 98, 622e636.

JOSE, S.; GILLESPIE, A.R.; PALLARDY, S.G. Interspecific interactions in temperate agroforestry. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.61-62, p.237-255. 2004.

KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R Growth of C3 and C4 perennial grasses under reduced. **Crop Science**, Madison, v.32, p.1033–1038. 1992.

LIN, C.H. et al. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.44, p.109-119. 1999.

LOPES, M. L. T; CARVALHO, P. C. de F; ANGHINONI, I; SANTOS, D. T. dos; AGUINAGA, A. A. Q; FLORES, J. P. C; MORAES, A. de. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo de altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja.

MATTHEW, C. A Study of Seasonal Root and Tiller Dynamics in Sward of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.). **Phd Thesis**, Massey University.

NICIPOROVIC, A.A. Photosynthesis and theory of obtaining high crop yields. **Field Crop Abst.**, Berks, 13: 169-75, 1960.

RUSSELLE, M.P., BIRR, A.S. Large-scale assessment of symbiotic dinitrogen fixation by crops. **Agronomy Journal**, v.96, p.1754-1760, 2004. DOI: 10.2134/agronj2004.1754.

SARAIVA, O. F.; TORRES, E. Incorporação de restos culturais e cobertura do solo condicionados por sistemas de preparo do solo, na cultura de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA NA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 19., 1997, Jaboticabal. **Ata e resumos...** Londrina: EMBRAPA–CNPSo, 1997. p. 179. (EMBRAPA–CNPSo. Documentos, 107).

SINGH, R.S.; RAGHUBANSHI, A.S. & SINGH, J.S. Nitrogen mineralization in dry tropical savanna: Effects of burning and grazing. **Soil Biol. Biochem.**, 23:269-273, 1991.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 2, n. 11, 1191-1197, 1997.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desse estudo demonstram que o azevém anual pode ser utilizado no período entressafra de verão em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária no subtropico sem que ocorra influência dos resíduos sobre a formação do pasto. A característica da gramínea em iniciar a emergência antes mesmo do final do ciclo das culturas de verão garante um aporte forrageiro por mais tempo. Isso implica em maior tempo de pastejo dos animais e melhor utilização da área. Indiferente da cultura precedente, da arquitetura da cultura de verão (soja e milho), do efeito sombreamento, e da deposição dos resíduos pós-colheita, dentre outros, a planta de azevém anual possui estratégias e adaptações morfológicas que permitem o contínuo desenvolvimento da planta. Esses resultados, associados a outros vários autores que trabalharam com essa espécie, fortalecem e realçam a importância da utilização do azevém anual de ressemeadura natural que, com o manejo das intensidades de pastejo, permite ao produtor a ressemeadura natural e a possibilidade de produção animal.

Como perspectiva de estudo, há necessidade de entender os efeitos químicos (índice de nutrição nitrogenada, decomposição do resíduo pós-colheita, relação C/N do resíduo pós-colheita, dentre outros) das culturas de verão e do resíduo sobre a pastagem de inverno em SIPA. Dessa maneira será possível manejar o azevém anual de maneira a favorecer o satisfatório estabelecimento do pasto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGHINONI, I., CARVALHO, P. C. F., VALADÃO, S., COSTA, G. (2013). **Abordagem Sistêmica do solo em Sistemas Integrados de Produção Agrícola e Pecuária no Subtropical Brasileiro.** (2), 1–56.

ANGHINONI, I., MORAES, A.DE, TREIN, C.R., CEPIK, C.T.C., LEVIEN, R., BAGGIO, C., PELISSARI, A. (2005) **O estado da arte em integração lavoura e pecuária,** 7–44.

ANTONIO, A., JUNIOR, B., MORAES, A.DE., PELISSARI, A., DIECKOW, J (2009). **Integração lavoura-pecuária : intensificação de uso de áreas agrícolas, 1925–1933.**

ASSMANN, T.S., RONZELLI, P.J., MORAES, A.DE., ASSMANN, A.S., KOEHLER, H.S., SANDINI, I. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Rev. Bras. Cienc. Solo,** Viçosa, v. 27, n. 4, p. 675-683, 2003.

ASSMANN, A.L., PELISSARI, A., MORAES, A.DE., ASSMANN, T.S., OLIVEIRA, E.B., SANDINI, I.(2004). Produção de Gado de Corte e Acúmulo de Matéria Seca em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária em Presença e Ausência de Trevo Branco e Nitrogênio 1 Beef Cattle Production and Dry Matter Accumulation in the Crop-Pasture Rotation System in Presence and, 37–44.

AZANIA, A.A.P.M.; AZANIA, C.A.M.; GRAVENA, R.; PAVANI, M.C.M.D.; PITELLI, R.A. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convolvulaceae. **Planta Daninha,** v.20, p.207-212, 2002.

BARBOSA, C., CARVALHO, P.C.D.F., FERNANDES, G., LUNARDI, R., GIANLUPPI, F. (2007). **Revista Brasileira de Zootecnia.** Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo Finishing of grazing lambs on ryegrass swards (*Lolium multiflorum Lam .*) under different grazing intensities.

BARBOSA, C.M.P., CARVALHO, P. C. D. F., CAUDURO, G. F., DEVINCENZI, T., NABINGER, C., JACQUES, A. V. Á. (2009). Efeito de métodos e intensidades de pastejo sobre a ressemeadura natural de azevém anual. **Acta Scientiarum. Animal Sciences,** 30(4), 387–393. doi:10.4025/actascianimsci.v30i4.6463.

BARTH NETO, A. (2011). Perfilamento de azevém anual em Sistemas Integrados: Do estabelecimento ao pastejo (Mestrado em Agronomia) – Universidade federal do Paraná, Curitiba, 2011.

BARTH NETO, A., CARVALHO, P.C.D.F., LEMAIRE, G., SBRISSIA, A.F., CANTO, M.W. DO, SAVIAN, J.V., BREMM, C. (2013). Perfilamento em pastagens de azevém em sucessão a soja ou milho, sob diferentes métodos e intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** 48(3), 329–338. doi:10.1590/S0100-204X2013000300012.

BARTHOLOMEW, P. W.; WILLIAMS, R. D. Establishment of Italian Ryegrass (*Lolium Multiflorum* Lam.) by Self-Seeding as Affected by Cutting Date and Degree of Herbage Removal in Spring in Pastures of the Southern Great Plains of the United States. **Grass and Forage Science**, v. 64, p. 177-186, 2009.

BAUER, A.; COLE, C.V. & BLACK, A.L. Soil property comparisons in virgin grassland between grazed and nongrazed management systems. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 51:176-182, 1987.

BEDENDO, I. P. - Carvões, BERGAMIN, F. A. In: KIMATI, H. & AMORIM, L. - **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3a Ed., Vol. 1, Editora Agronômica Ceres Ltda., São Paulo SP, 919p., 1995.

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

BIRCHAM, J. S., HODGSON, J. 1983. The Influence of Sward Condition on Rates of Herbage Growth and Senescence in Mixed Sward Under Continuous Stocking Management. **Grass and Forage Sci.**, 38(4):323-331.

BRISKE, D.D. Developmental Morphology and Physiology of Grasses. In HEITSCHIMEDT, R.K.; STUTH, J.W. (Ed.). *Grazing Management: an Ecological Perspective*. **Portland: Timber Press**, 1991. p. 85-108.

BRISKE, D. D.; DERNER, J. D.; BROWN, J. R. et al. Rotational Grazing on Rangelands: Reconciliation of Perception and Experimental Evidence. **Rangeland Ecology and Management**, v. 61, p. 3-17, 2008.

CAMINHA, F. O. **Densidade populacional, padrões demográficos e dinâmica da população de perfilhos em pastos de capim-marandú submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes**. 2009. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CARVALHO, P.C.D.F., BARRO, R.S., ROBINSON, T., DAMIAN, F., NETO, A.B., SAVIAN, J.V., ANGHINONI, I. (2006). Experiências de Integração Lavoura-Pecuária no Rio Grande do Sul, 6(1).

CARVALHO, P.C.D.F., MORAES, A.DE., ANGHINONI, I., KANG, C.R., JAMIR, L.S. (2006). Manejo da integração lavoura-pecuária em sistema de plantio direto para a região de clima subtropical. **Encontro Nacional de Plantio Direto Na Palha**, 177–184.

CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J.L.S.; MORAES, A.; FONTANELLI, R.S.; MACARI, S.; BREMM, C.; TRINDADE, J. Manejo de animais em pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: Moares, A. et al. **International Symposium on International Crop-livestock Systems**, Curitiba, 2007, Proceedings...CD-ROM.

CARVALHO, P.C.D.F., ANGHINONI, I., MORAES, A., SOUZA, E.D., SULC, R.M., LANG, C.R., FLORES, J.P.C., LOPES, M.L.T., DA SILVA, J.L.S., CONTE, O., WESP, C.L., LEVIEN, R., FONTANELI, R.S., BAYER, C., 2010. Managing grazing animals to

achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutr. Cycl. Agroecosyst.** 88, 259–273 (Dordrecht).

CARVALHO, P.C.D.F., MORAES, A.DE, PONTES, S., ANGHINONI, I (2014). Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção, 5, 1040–1046.

CARVALHO, P.C.D.F., GONDA, H.L., WADE, H., MEZZALIRA, J.C., FONSECA, M. (2006). Características estruturais do pasto e o consumo de forragem: O quê pastar, quanto pastar e como se mover para encontrar o pasto.

CLAUDIO, M., & MACEDO, M. (2009). **Revista Brasileira de Zootecnia**. Integração lavoura e pecuária : o estado da arte e inovações tecnológicas Crop and livestock integration : the state of the art and the near future Introdução, 3598(Mdl).

DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. A planta forrageira no sistema de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2000. p.3-20.

DONALD, C.M. In search of yield. *J. Aust. Inst. Agric. Sci*, Melbourne, 28:171-8, 1962.

DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. L. S. Noções de alelopatia. Jaboticabal: Editora da FUNEP, 1993. 23 p.

EVERS G.; NELSON L. R. Grazing Termination Date Influence on Annual Ryegrass Seed Production and Reseeding in The South-Eastern USA. **Crop Science**, 40, 1.724– 1.728, 2000.

FLECK, N.G.; VIDAL, R.A. Efeitos de métodos físicos de controle de plantas daninhas sobre características agrônomicas do girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, p.1307-1318, 1993.

FRANZLUEBBERS, A.J., 2010. Achieving soil organic carbon sequestration with conservation agricultural systems in the Southeastern United States. **Soil. Sci. Soc. Am. J.** 74, 347–357 (Madison).

FREIDRICH, T. (2010). Sustainable crop production intensification and the global development of conservation agriculture: the FAO's view (intensificação da produção de lavouras sustentáveis e o desenvolvimento mundial da Agricultura de Conservação: a visão da FAO). In: **Crop World Congress & Exhibition**, Londres, 2010.

GREGORICH, E.G., LAPEN, D.R., MA, B.L., MCLAUGHLIN, N.B., VANDENBYGAART, B., 2011. Soil and crop response to varying levels of compaction, nitrogen fertilization, and clay content. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 75, 1483e1492.

GUIMARÃES, G.L., BUZETTI, S., LAZARINI, E., SÁ, M. E. De., ANDRADE, J. A. D. C. (2006). Efeitos de culturas de verão e opções de inverno na cultura do milho e no solo na implantação do plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 28. doi:10.4025/actasciagron.v28i4.778.

- HANNAWAY, D. et al. Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). Oregon State University, PNW 501, 1999.
- HERRERO, M. et al., (2010). Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. **Science**, v. 327, p. 822-825, 2010.
- HIRATA, M.; PAKIDING, W. Dynamics in Tiller Weight and its Associação With Herbage Mass and Tiller Density in Bahia Grass (*Paspalum Notatum*) Pasture Under Grazing. **Tropical Grazing**. v. 36, p. 24-32, 2002.
- HODGSON, J. **Grazing Management: Science Into Practice**. New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, 203 p., 199.
- JOSE, S.; GILLESPIE, A.R.; PALLARDY, S.G. Interspecific interactions in temperate agroforestry. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.61-62, p.237-255. 2004.
- JOHNSON, J.M.F., ALMARAS, R.R., REICOSKY, D.C., 2006. Estimating source carbon from crop residues, roots and rhizodeposits using the national grain-yield database. **Agronomy Journal**. 98, 622 e 636.
- KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R Growth of C3 and C4 perennial grasses under reduced. **Crop Science**, Madison, v.32, p.1033–1038. 1992.
- KEULEN, H.; SCHIERE, H. 2004. Crop-livestock systems: old wine in new bottles? In: Fischer, T. et al. (Eds.). New directions for a diverse planet. **Proceedings of the IV International Crop Science Congress**, Australia, 2004. 1 CD ROM.
- KORTE, C. J. Tillering in “Grassland Nui” Perennial Ryegrass Sward. 2. Seasonal Pattern of Tillering and Age of Flowering Tillers With Two Mowing Frequencies. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 29, p. 629-638, 1986.
- KREMER, R.J.; SPENCER, N.R. Impact of a seed-feeding insect and microorganisms on velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) seed viability. **Weed Science**, v.37, p.211-216, 1989.
- LEMAIRE, G. (1999). Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant population in grazed swards.
- LEMAIRE, G., & RYSCHAWY, J. (2012). “ Food Security and Nature Conservation : Conflicts and Solutions ” Part 3 : Approaches to protecting nature and producing more food. Chapter 6 .Agricultural intensification and diversity for reconciling production and environment . Role of integrated crop.
- LIN, C.H. et al. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.44, p.109-119. 1999.
- LOPES, M. L. T; CARVALHO, P. C. de F; ANGHINONI, I; SANTOS, D. T. dos; AGUINAGA, A. A. Q; FLORES, J. P. C; MORAES, A. de. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo de altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja.

LUNARDI, R.; CARVALHO, P. C. F.; TREIN, C. R.; COSTA, J. A.; CAUDURO, G. F.; BARBOSA, C. M. P.; AGUINAGA, A. A. Q.. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, v.38, n.3, mai-jun, 2008.

MATTHEW, C.; VAN LOO, E. N.; THOM, E. R.; DAWSON, L. A.; CARE, D. A. Understanding Shoot and Root Development. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**, 19., 2001, Piracicaba. Proceedings... Piracicaba: FEAQ, 2001.

MATTHEW, C. A Study of Seasonal Root and Tiller Dynamics in Sward of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.). **Phd Thesis**, Massey University.

MEZZALIRA, J.C. (2012). Taxa de ingestão potencial em pastejo: Um estudo contrastando pastos de clima temperado e tropical.

MORAES, A.DE., CARVALHO, P.C.D.F., ANGHINONI, I., LUSTOSA, S.B.C., COSTA, S.E.V.G.D.A., KUNRATH, T.R. (2014). Integrated crop–livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, 57, 4–9. doi:10.1016/j.eja.2013.10.004.

MORAES, A.DE., PIVA, J.T., CARVALHO, P.C.D.F. (2011). Avanços científicos em integração lavoura-pecuária no sul do Brasil., **Scientific advances on crop-livestock system in**, 6(1).

MORAES A. et al. (2012). Crop-livestock integration in Brazilian subtropics II. In: **International Symposium on Integrated Crop-Livestock Systems**. Porto Alegre: UFRGS 2012. CD Rom.

MORAES, A.DE.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S.C.; COSTA, S.E.V.G.A. & KUNRATH, T.R. (2012). Crop-livestock integration in Brazilian subtropics II. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. CD ROM.

MORAES, A. DE., CARVALHO, P.C.D.F., LUSTOSA, S.B.C., LANG, C.R., DEISS, L. (2014). Research on Integrated Crop-Livestock Systems in Brazil. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 5 (Especial), p. 1024-1031, 2014.

MOORE, K.J., MOSER, L.E., VOGEL, K.P. et al. Describing and quantify growth stages of perennial forage grasses. **Agronomy Journal**, v.83, p.1073-1077, 1991.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagens, 13, 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p.15- 95.

NABINGER, C. (1997). Princípios da exploração intensiva de Pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. p.15-95.

NABINGER, C. (2002). Bases ecofisiológicas do crescimento das pastagens e as práticas de manejo.

NICIPOROVIC, A.A. Photosynthesis and theory of obtaining high crop yields. **Field Crop Abst.**, Berks, 13: 169-75, 1960.

PARSONS, A. J.; CHAPMAN, D. J. The Principles of Pasture Utilization. In: HOPKINS, A. (ed.). *Grass: its Production & Utilization*. Okehampton: **British Grassland Society**, 2000. p. 31-80.

PITELLI, R.A. Dinâmica de plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: **SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS**, 1997, Dourados. Resumos. Dourados: Embrapa- CPAO, 1997. p.50-61.

QUADROS, F. &. (1995). Produção animal em misturas forrageiras de estação fria semeadas em uma pastagem natural.

RUSSELLE, M.P., BIRR, A.S. Large-scale assessment of symbiotic dinitrogen fixation by crops. **Agronomy Journal**, v.96, p.1754-1760, 2004. DOI: 10.2134/agronj2004.1754.

SARAIVA, O. F.; TORRES, E. Incorporação de restos culturais e cobertura do solo condicionados por sistemas de preparo do solo, na cultura de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA NA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 19., 1997, Jaboticabal. **Ata e resumos...** Londrina: EMBRAPA–CNPSO, 1997. p. 179. (EMBRAPA–CNPSO. Documentos, 107).

SINGH, R.S.; RAGHUBANSHI, A.S. & SINGH, J.S. Nitrogen mineralization in dry tropical savanna: Effects of burning and grazing. **Soil Biol. Biochem.**, 23:269-273, 1991.

SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; ANGHINONI, I.; LIMA, C. V. S.; CARVALHO, P.C.F.; MARTINS, A. P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34, 79-88, 2010.

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

THEISEN, G.; VIDAL, R.A. Efeito da cobertura do solo com resíduos de aveia-preta nas etapas do ciclo de vida do capim marmelada. **Planta Daninha**, v.17, p.189-196, 1999.

VEZZANI, F.M. & MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, 33:743-755, 2009

WIEDER, R.K. & LANG, G.E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, 63:1636-1642, 1982.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 2, n. 11, 1191-1197, 1997.