

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RICARDO BEFFART AIOLFI

INTENSIDADE DE PASTEJO E ÉPOCAS DE ADUBAÇÃO
NITROGENADA EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA

TESE

PATO BRANCO

2018

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

RICARDO BEFFART AIOLFI

**INTENSIDADE DE PASTEJO E ÉPOCAS DE ADUBAÇÃO
NITROGENADA EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA**

TESE

PATO BRANCO

2018

RICARDO BEFFART AIOLFI

**INTENSIDADE DE PASTEJO E ÉPOCAS DE ADUBAÇÃO
NITROGENADA EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. André Brugnara Soares

Coorientador: Prof. Dr. Daniel Schmitt

PATO BRANCO

2018

A297i Aiolfi, Ricardo Beffart
Intensidade de pastejo e épocas de adubação nitrogenada em sistemas integrados de produção agropecuária / Ricardo Beffart Aiolfi. – 2018.
101 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. André Brugnara Soares
Coorientador: Prof. Dr. Daniel Schmitt
Tese (Doutorado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, 2018.
Bibliografia: f. 86 – 98

1. Azevem. 2. Lavoura. 3. Fertilizantes nitrogenados. I. Soares, André Brugnara, orient. II. Schmitt, Daniel, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDD (22. ed.) 630

Ficha Catalográfica elaborada por:
Suélem Belmudes Cardoso CRB9/1630
Biblioteca da UTFPR Câmpus Pato Branco



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Tese nº 042

**INTENSIDADE DE PASTEJO E ÉPOCAS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

por

RICARDO BEFFART AIOLFI

Dissertação apresentada às 08 horas 00 min. do dia 27 de agosto de 2018 como requisito parcial para obtenção do título de DOUTOR EM AGRONOMIA, Linha de Pesquisa – Integração Lavoura-Pecuária, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos membros abaixo designados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Regis Luis Missio
UTFPR

Prof. Dr. Aníbal de Moraes
UFPR

Profa. Dra. Tangriani Simioni Assmann
UTFPR

Prof. Dr. Marcelo Wallau
UFL

Prof. Dr. André Brugnara Soares
UTFPR
Orientador

Prof. Dr. Moeses Andriago Danner
Coordenador do PPGA

“O Termo de Aprovação, devidamente assinado, encontra-se arquivado na Coordenação do PPGAG, conforme Norma aprovada pelo Colegiado do Programa.”

A minha família e amigos, dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas bênçãos que me deram força e que me ajudaram a manter o foco o tempo todo!

A minha família, principalmente minha mãe Beatris e minha irmã Gabriela que mesmo em meus períodos de ausência souberam me compreender e me apoiar.

A minha namorada, Luryan Tairini Kagimura, pela paciência e compreensão. Ao agradecê-la, agradeço a toda sua família, que sempre me acolheu de braços abertos e me apoiou.

Ao meu orientador, Professor Dr. André Brugnara Soares por além de me orientar, atuar como melhor amigo, irmão, pai e por ter acreditado em mim.

Aos colegas do GISPA que em momento algum disseram não quando precisei de ajuda. Pela demonstração de caráter e parceria de cada um. Registro aqui meu respeito, minha admiração e confiança e estendo a mão para que sempre que precisarem, contem comigo! Em especial, Rosangela, Pablo e Anderson! Vocês foram mais do que fundamentais!!

A UTFPR por toda a infraestrutura oferecida.

A banca examinadora pela disponibilidade e pela contribuição para com o trabalho.

Muito obrigado!

(...) que a grandeza está no sorriso pequeno, que o espetáculo é avesso ao ego, que o talento deve ser dividido num abraço. O que me convém? Contemplar!

(Autor desconhecido)

RESUMO

AIOLFI, Ricardo Beffart. Intensidade de pastejo e época de adubação nitrogenada em sistemas integrados de produção agropecuária. 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

Sistemas integrados de produção agropecuária são essenciais na busca por intensificação do uso das terras e pela sustentabilidade da produção de alimentos. O objetivo deste trabalho foi identificar os possíveis efeitos da interação entre diferentes intensidades de pastejo e épocas de aplicação de N em um sistema integrado de produção agropecuária, englobando um ciclo de pastagem anual de inverno seguido de um cultivo de feijão. O experimento foi conduzido no período de maio de 2016 a março de 2017, em uma propriedade agropecuária localizada no município de Abelardo Luz/SC. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, distribuídos em esquema fatorial 2x2, sendo que o primeiro fator correspondeu à altura de pasto, caracterizada por duas alturas de manejo, alta altura (AA) (25 cm) e baixa altura (BA) (10 cm). O segundo fator foi à época de adubação nitrogenada, sendo o N aplicado ou sobre a pastagem (NP), no outono, ou sobre a lavoura (NG), na primavera, na dose de 200 Kg N-ureia ha⁻¹. Durante o inverno a cultura utilizada para pastejo foi o azevém anual cv. Winter Star. Os animais utilizados eram provenientes do cruzamento entre as raças Nelore x Charolês, com peso vivo de 252,6 ± 31,8 Kg, com idade aproximada de 12 meses. Com este trabalho foi possível concluir que a utilização de N na pastagem promove maiores produções de forragem, o que favorece a utilização de maior carga animal promovendo maiores ganhos por área. O manejo da pastagem em BANP promove o maior ganho animal por área. O manejo da pastagem em AA garante maior aporte de resíduos (palhada) sobre o solo quando comparado ao manejo em BA. Porém, quando a pastagem é manejada em AA, há maior heterogeneidade na distribuição da palhada sobre o solo. Independente da altura de manejo do pasto e da época de adubação nitrogenada, não há efeitos deletérios nas características físicas do solo. Os atributos químicos do solo não sofrem alterações significativas ao longo do ano agrícola. A produtividade do feijão em sucessão a pastagem de azevém anual não é afetada pelas diferentes alturas de manejo do pasto e das épocas de adubação nitrogenada.

Palavras-chave: Azevém. Lavoura. Nitrogênio. Pecuária.

ABSTRACT

AIOLFI, Ricardo Beffart. Intensity of grazing and season of nitrogen fertilization in integrated crop-livestock system. 103 f. Thesis (Ph.D. in Agronomy) - Graduate Program in Agronomy (Concentration Area: Integrated Crop-Livestock System), Federal University of Technology Paraná. Pato Branco, 2018.

Integrated crop-livestock systems are essential for seeking intensification of land use and sustainability of food production. The aim of this trail was to identify the effects of the interaction between different grazing intensities and times of nitrogen fertilization in an integrated crop-livestock system, comprehending an annual pasture followed by bean crop. The experiment was carried out from May 2016 to March 2017, in a private farm in the municipality of Abelardo Luz / SC. Randomized blocks with three replications, in a 2x2 factorial scheme experimental design was used. The first factor corresponded to the sward canopy height, characterized by two sward canopy heights (25 cm, high height) and low height (10 cm). The second factor was the time of nitrogen fertilization, applied either on pasture (NP) in the fall, or on the crop (NG), in the spring, at the dose of 200 Kg N-urea ha⁻¹. Annual ryegrass cv. Winter star under continuous stocking was used during cool-season. The animals were Nelore and Charolais crossbred, weighting 252.6 ± 31.8 Kg and about 12 months aged. The nitrogen use during pasture phase promotes higher forage production than N-crop fertilization increasing carrying capacity and animal production. Low height with N fertilization promotes the highest animal productivity. Higher sward canopy height generates bigger stubble amount on the soil than low height pasture management. However, when a pasture is managed in higher height, there is greater heterogeneity in the stubble distribution on the soil. Regardless of pasture height management and nitrogen fertilization time, there is no deleterious effect on the physical traits of the soil. Soil chemical components are not significantly altered throughout the agricultural year. Bean yield is not affected by the height of pasture management neither the times of nitrogen fertilization.

Keywords: Annual ryegrass. Crop. Nitrogen. Livestock.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Levantamento planialtimétrico da área experimental. Abelardo Luz/SC. Pato Branco – PR, 2018.....	30
Figura 2 – Croqui do experimento. Piq. 'x': Piquete; BA: Baixa Altura de manejo do pasto; AA: Alta Altura de manejo do pasto; NP: N de cobertura aplicado na fase Pastagem; NG: N de cobertura aplicado na fase Grãos. Pato Branco – PR.....	33
Figura 3 – Dados climáticos durante o período experimental (maio de 2016 a março de 2017). Abelardo Luz/SC. Pato Branco – PR, 2018.....	46
Figura 4 – Medidas de altura (cm), ao longo das semanas de avaliação, numa pastagem de azevém anual submetido a diferentes alturas de manejo e épocas de adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....	52
Figura 5 – Coeficiente de variação (%) das medidas de altura (cm), ao longo das semanas de avaliação, numa pastagem de azevém anual submetido a diferentes alturas de manejo e épocas de adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....	53
Figura 6 – Palhada de uma pastagem de azevém cv. 'Winter Star' submetido a diferentes alturas de manejo em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....	73
Figura 7 – Boxplot da massa de palhada (Kg MS ha-1) de azevém cv. 'Winter Star' submetido a diferentes alturas de manejo da pastagem e épocas de adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....	75
Figura 8 – Boxplot da altura (cm) da palhada de azevém cv. 'Winter Star' submetido a diferentes alturas de manejo da pastagem e épocas de adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....	75
Figura 9 – Densidade do solo em diferentes profundidades em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....	77

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Esquema de cultivos adotado desde a implantação do experimento em sistema de Integração Lavoura-Pecuária, no ano de 2012. Pato Branco - PR, 2018.....31
- Tabela 2 – Atributos químicos do solo verificados na profundidade de 0 a 20 cm em amostra coletada anteriormente ao início do período experimental. Pato Branco – PR, 2018.....34
- Tabela 3 – Datas de coleta e dias de cada respectivo período de coleta de forragem durante o período experimental. Pato Branco – PR, 2018.....36
- Tabela 4 – Palhada de feijão carioca (Kg ha⁻¹) cv. 'IAC Millennium' na safrinha de 2016, em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....47
- Tabela 5 – Número de plântulas emergidas (plântulas m⁻²) de azevém anual cv. "Winter Star" no período de inverno de 2016, em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....47
- Tabela 6 – Altura real do pasto (cm) de azevém cv. 'Winter Star' submetidos a combinações de alturas de manejo e estratégias de adubação nitrogenada em diferentes períodos de avaliação em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....50
- Tabela 7 – Massa de Forragem (Kg MS ha⁻¹) de azevém cv. 'Winter Star' em diferentes períodos de avaliação manejado em alta e baixa altura do pasto em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....54
- Tabela 8 – Massa de Forragem (Kg MS ha⁻¹), em diferentes períodos de avaliação, de azevém cv. 'Winter Star' com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....55
- Tabela 9 – Densidade Populacional de Perfilhos (perfilhos m⁻²) de azevém cv. 'Winter Star' submetidos a combinações de alturas de manejo e estratégias de adubação nitrogenada em diferentes períodos de avaliação em sistemas de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....56
- Tabela 10 – % Folhas de azevém cv. 'Winter Star' submetidos a combinações de alturas de manejo e estratégias de adubação nitrogenada em diferentes períodos de avaliação em sistemas de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....58
- Tabela 16 – Relação Folha/Colmo de azevém cv. 'Winter Star' em diferentes períodos de avaliação manejado em alta e baixa altura do pasto em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....63
- Tabela 18 – Densidade de Forragem (Kg MS ha⁻¹ cm⁻¹) de azevém cv. 'Winter Star' em diferentes períodos de avaliação manejado em alta e baixa altura do pasto em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....66
- Tabela 19 – Densidade de Forragem (Kg MS ha⁻¹ cm⁻¹) de azevém cv. 'Winter Star' com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....66
- Tabela 20 – Interceptação da Radiação Solar (%) de azevém cv. 'Winter Star' em diferentes períodos de avaliação manejado em alta e baixa altura do pasto em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....67
- Tabela 21 – Interceptação da Radiação Solar (%) de azevém cv. 'Winter Star' com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....68
- Tabela 22 – Taxa de Acúmulo (Kg MS ha⁻¹ dia⁻¹), em diferentes períodos de avaliação, de azevém

cv. 'Winter Star' com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....	69
Tabela 24 – Produção Total de Forragem (Kg MS ha-1) de azevém cv. 'Winter Star' manejado em alta e baixa altura do pasto com e sem adubação nitrogenada em cobertura em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....	71
Tabela 26 – Análise descritiva dos dados de Massa Residual (Palhada – Kg ha-1) de pastos de azevém anual cv. 'Winter Star' submetidos a diferentes estratégias de manejo em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.....	74
Tabela 32 – Atributos químicos do solo verificados na profundidade de 0 a 20 cm em amostras coletadas ao longo do período experimental. Pato Branco – PR, 2018.....	81

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NO SUL DO BRASIL.....	17
2.2 PASTAGEM DE AZEVÉM ANUAL EM SIPA.....	18
2.3 O SOLO E OS SIPA.....	22
2.4 CULTIVO DE FEIJÃO EM SIPA.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	30
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	31
3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	33
3.4 VARIÁVEIS OBSERVADAS.....	35
3.4.1 Antes Da Semeadura Do Azevém.....	35
3.4.1.1 Palhada da cultura antecessora.....	35
3.4.2 Pastagem De Azevém.....	36
3.4.2.1 Número de plantas emergidas.....	36
3.4.2.2 Altura da pastagem.....	36
3.4.2.3 Massa de forragem.....	37
3.4.2.4 Densidade populacional de perfilhos.....	37
3.4.2.5 Composição morfológica.....	37
3.4.2.6 Densidade de forragem.....	38
3.4.2.7 Interceptação de radiação.....	38
3.4.2.8 Taxa de acúmulo diário.....	39
3.4.2.9 Produção de forragem.....	40
3.4.3 Transição entre as fases pastagem de azevém e feijão.....	40
3.4.3.1 Palhada de azevém.....	40
3.4.3.2 Densidade do solo.....	40
3.4.3.3 Análise química do solo.....	41
3.4.4 Feijão.....	42
3.4.4.1 Profundidade de semeadura.....	42
3.4.4.2 Área de solo mobilizado no momento da semeadura.....	42
3.4.4.3 Componentes de rendimento.....	43
3.4.4.4 Produtividade.....	43
3.4.4.5 Análise química do solo.....	43

3.4.4.6	Palhada após a colheita do feijão.....	43
3.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	45
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL....	45
4.2	ANTES DA SEMEADURA DO AZEVÉM.....	46
4.2.1	Palhada da cultura antecessora.....	46
4.3	PASTAGEM DE AZEVÉM.....	47
4.3.1	Número de plântulas emergidas.....	47
4.3.2	Caracterização da pastagem antes do início do período de pastejo.....	48
4.3.3	Altura real do pasto.....	50
4.3.4	Massa de forragem.....	53
4.3.5	Densidade populacional de perfilhos.....	56
4.3.6	Composição morfológica.....	57
4.3.7	Densidade de forragem.....	65
4.3.8	Interceptação de radiação.....	67
4.3.9	Taxa de acúmulo.....	69
4.3.10	Produção de forragem.....	70
4.4	TRANSIÇÃO ENTRE A FASE DE PASTAGEM DE AZEVÉM E O CULTIVO DE FEIJÃO.....	72
4.4.1	Palhada de azevém.....	72
4.4.2	Densidade do solo.....	77
4.5	FEIJÃO.....	78
4.5.1	Profundidade de semeadura.....	78
4.5.2	Área de solo mobilizado no momento da semeadura.....	78
4.5.3	Componentes de rendimento.....	79
4.5.4	Produtividade.....	80
4.5.5	Análise química do solo.....	81
4.5.6	Palhada após a colheita do feijão.....	82
5	CONCLUSÕES.....	83
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
	REFERÊNCIAS.....	86

1 INTRODUÇÃO

A demanda mundial por alimentos vem aumentando com o passar dos anos e a tendência é a de que esse cenário persista por longo período de tempo. O último relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) projeta que para o ano de 2050 o planeta contará com mais de 9 bilhões de habitantes, ou seja, cerca de 1,5 bilhões de habitantes a mais do que os registros atuais. Neste momento você deve estar se perguntando: será possível atender essa demanda em quantidade e qualidade de um modo viável economicamente, ambientalmente sustentável e sem a degradação dos recursos naturais disponíveis? Prontamente a resposta é sim, é possível.

A adoção de sistemas integrados de produção, os quais são caracterizados pela exploração de propriedades emergentes, como também do sinergismo, que é fruto das interações entre os componentes solo-planta-animal-atmosfera (SOARES et al., 2014), pode ser um dos pontos-chave para o incremento na produção de alimentos. Através dos sistemas integrados de produção é possível promover a intensificação dos sistemas produtivos, ou seja, uma estratégia de uso da terra que permite a otimização dos recursos disponíveis, seja em relação à infraestrutura da propriedade, uso e manejo do solo e, inclusive, no aproveitamento da radiação solar incidente (SOARES et al., 2015), extraindo o máximo potencial da produção agropecuária em um mesmo local, de modo que seja ambientalmente sustentável, podendo reduzir a emissão de gases de efeito estufa.

No caso específico de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) realizados na região Sul do país, ou mais precisamente na região Sudoeste do Paraná, o sistema é conduzido em que a produção animal ocorre durante o inverno – com a utilização de forrageiras hibernais, por exemplo, aveia e azevém – e a produção de grãos no verão, utilizando a mesma área para ambas atividades. Neste caso, a possibilidade de realizar duas safras ao longo do ano, além do ganho em produção animal em períodos que anteriormente eram utilizados para pousio, faz com que a diversificação e a possibilidade de incrementos em produção sejam sinônimos de maiores ganhos e lucratividade.

Sendo assim, para que a fase pecuária não venha prejudicar posteriormente a fase de lavoura, ou a fase de grãos, o manejo adequado da pastagem no inverno é imprescindível. Entende-se por manejo adequado da pastagem a utilização de cultivares geneticamente melhoradas, densidade de semeadura adequada, ajuste da carga animal, atendimento e manutenção do propósito do critério de manejo da pastagem (p. ex. altura de pastejo) e, de modo indispensável, a adubação da pastagem. Dessa forma, quando manejado de forma correta, além de garantir produção de forragem em quantidade e qualidade, favorecendo o ganho animal e não prejudicando a qualidade física do solo, é possível deixar sobre o solo, ao final da fase pastagem, uma quantidade ideal de palhada, atendendo aos preceitos da adoção dos sistemas integrados.

Outro aspecto muito importante dentro dos SIPA está na adubação das culturas através do ponto de vista sistêmico, que trabalha associado ao sinergismo entre seus componentes. Todavia na região mencionada, por um aspecto cultural, a adubação é realizada quase que em sua totalidade na fase de lavoura, com o argumento de que a necessidade nutricional desta fase do sistema é superior a fase de pastagem. Porém, já há comprovação de que a adubação – principalmente nitrogenada – realizada apenas sobre as gramíneas forrageiras durante o inverno, é capaz de suprir as necessidades da fase de produção animal e também da fase de lavoura, principalmente por efeitos da ciclagem de nutrientes obtido pelo componente animal. Dessa forma, esse manejo tem sido proposto como inversão da adubação nitrogenada, pensando na adubação do sistema produtivo (adubação sistêmica) e não apenas de uma cultura em específico (ASSMANN et al., 2003)

É importante ressaltar que para a região em questão, a produção granífera no verão apresenta pouca diversidade de cultivos, sendo baseada principalmente nas culturas da soja, milho e, em menor expressão, o feijão. Porém, sabe-se que ao trabalhar com SIPA, a fase pastagem se torna tão importante quanto a granífera, e que por muitas vezes busca-se maiores períodos de utilização da forragem, a fim de gerar maior intensificação e aproveitamento. Neste caso, onde se opta por estender a fase de produção animal até aproximadamente o mês de dezembro, dentre os cultivos mencionados o feijão é o que pode se encaixar com maior êxito no esquema

de cultivos, devido a características como o ciclo mais curto quando comparado a soja e milho (SANDINI, 2009).

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi identificar os possíveis efeitos da interação entre diferentes intensidades de pastejo e épocas de aplicação de N em um sistema integrado de produção agropecuária caracterizado por uma fase de pastagem de azevém anual no inverno e o cultivo de feijão no verão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NO SUL DO BRASIL

Na região Sul do Brasil os sistemas integrados de produção agropecuária ganham cada vez mais espaço. O aumento da área com utilização de SIPA pode ser atrelado a fatores edafoclimáticos da região sul. Os solos são, de modo geral, profundos, o regime de chuvas é regular e bem distribuído, há estações bem definidas, o que facilita o cultivo tanto de espécies forrageiras perenes e anuais, favorece o cultivo de grãos para elevadas produtividades, favorece a adaptação tanto do gado britânico quanto do gado indiano, além de ser uma região em que a atividade agropecuária é economicamente muito importante. Ou seja, o planejamento de SIPA na região sul do Brasil é relativamente simples, e o que pode acarretar na ocorrência de maiores problemas é o manejo particular em cada uma das propriedades.

Na região em questão, os SIPA são realizados em áreas dos mais diferentes portes, porém, sendo caracterizada pela agricultura em pequenas propriedades. Neste caso, a integração se caracteriza especialmente no sistema de cultivo em uma mesma área da seguinte maneira: durante o período hibernal do ano, aproximadamente de maio a setembro, com a utilização de pastagens anuais onde ocorre a fase pecuária e no período estival do ano, aproximadamente de outubro a abril, ocorre a fase lavoura, geralmente explorada com grãos (BALBINOT JR et al., 2009).

Durante a fase pecuária, com relação às pastagens utilizadas, destacam-se aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam). Os bovinos com aptidão para corte, de modo geral, são de origem britânica e indiana ou então, provenientes do cruzamento entre estas raças. Predominam as raças Nelore, Charolês, Angus e Hereford. Essa fase do sistema apresenta um potencial produtivo bastante grande, uma vez que tanto os pastos e os animais utilizados são de bom desempenho, possibilitando bons ganhos neste período. Moraes et al. (2007) citam as vantagens de se produzir bovinos sobre SIPA nessa região, em que há a possibilidade de utilizar tal período para a terminação de bovinos de corte, in-

crementando a renda num período em que há poucas alternativas de culturas realmente rentáveis e de segurança.

A fase lavoura é caracterizada pelo cultivo de grãos, especialmente a soja, mas também são utilizadas as culturas de milho e de feijão. Há um dito popular que percorre os campos de que, especialmente o milho, depois da fase pecuária, pode apresentar redução de até 5% de produtividade. Entretanto, a pesquisa com a ILP tem demonstrado exatamente ao contrário, ou seja, em sistemas com a fase pecuária bem manejada (no tocante a intensidade de pastejo e adubação da pastagem), há incremento na produtividade de grãos após a fase pastagem.

Se considerarmos o potencial das áreas agricultáveis do sul do Brasil para utilização dos SIPA, destaca-se que no verão, são cultivados aproximadamente 15 milhões de hectares e que no inverno, pouco mais de 30% dessas áreas são utilizadas por cultivos. Essas áreas são cultivadas no inverno especialmente com trigo e cevada, entretanto sabe-se que estas culturas apresentam sérios problemas como risco de ocorrência de geada no florescimento, chuva na colheita, alta incidência de doenças além dos problemas de mercado. Por outro lado, muitas das áreas ocupadas no verão ficam em pousio durante o inverno. Esse cenário pode promover maiores perdas de solo por erosão, maior infestação de plantas daninhas, menor incorporação de carbono no sistema de cultivo, ou seja, pode levar a uma degradação da qualidade física, química e biológica do solo (BALBINOT JR. et al., 2009). Sendo assim, no período hibernar do ano, a região sul apresenta um potencial muito grande para utilização das áreas em SIPA, de modo que o sistema passaria de pouco a muito intensivo, sendo mais sustentável ao longo do tempo (REICHERT, 2012). Lembrando que em SIPA, o conceito de intensificação é compatível ao conceito de sustentabilidade.

2.2 PASTAGEM DE AZEVÉM ANUAL EM SIPA

Nos SIPA da região Sul do Brasil, praticamente em sua totalidade, há utilização de gramíneas forrageiras destinadas exclusivamente para a produção animal, destacando-se o azevém como uma das plantas hibernais mais utilizadas (PELLERINI et al., 2010). O azevém se apresenta como uma boa opção para os SIPA

em especial, principalmente pela possibilidade de suprir e diminuir os efeitos do vazio forrageiro primaveril, tanto de forma solteira como consorciada com outras gramíneas e leguminosas (FLORES et al., 2008). Por conta disso, o azevém se tornou uma boa alternativa, principalmente na época de outono-inverno, possibilitando a produção animal neste período de forma satisfatória (BREMM et al., 2008). Além disso, possui características como alta capacidade de adaptação, boa qualidade nutricional, resistência ao frio e alto potencial de produção de biomassa (PELLEGRINI et al., 2010).

Altas produções de matéria seca de forma estável é um ponto essencial em ILP, isso porque há a necessidade de intensificar a produção animal no curto período de tempo entre as safras de grãos. A exemplo, Tonetto et al. (2011) ao testarem populações e cultivares de azevém anual no Rio Grande do Sul, observaram valores de produção total de matéria seca ao longo de cinco pastejos (junho a setembro) entre 3 a 5 t ha⁻¹, além da possibilidade de produção de sementes ao final do ciclo de cultivo. Flores et al. (2008), trabalhando com materiais de azevém anual do Rio Grande do Sul, verificaram ao final de cinco cortes valores de 6,3 t ha⁻¹ de produção total de matéria seca. Também, Aiolfi (2016), ao trabalhar com cultivares de azevém anual na região sudoeste do Paraná, ao longo de seis pastejos (de junho a outubro), verificou elevadas produções de forragem para praticamente todos os materiais testados, com destaque para o cultivar 'Winter Star' com produção de 10,8 t MS ha⁻¹. Visto isso, fica evidente que o azevém é uma espécie que pode promover elevados ganhos de produção animal durante o período hibernar do ano, com menores riscos de produção quando comparado aos cultivos de grãos e com inúmeras vantagens quando comparado ao pousio.

Conforme o planejamento das propriedades dentro dos SIPA existe a possibilidade de realizar consórcios com o azevém, podendo promover incrementos na qualidade do material pastejado, no período de utilização pelos animais e na estabilidade de produção. Desse modo, Roso et al. (2000), por exemplo, observou que a mistura de espécies anuais com o azevém promoveram diferentes respostas, em que as diferentes consorciações permitiram que houvesse melhorias no desenvolvimento inicial, estabilidade e produções dentro do período. Assim, destaca-se o uso da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) com o azevém incrementando a produção

principalmente nos períodos iniciais de pastejo. De mesmo modo, Cassol et al. (2011) também observaram a antecipação do período de ocupação ao utilizarem a mistura entre aveia e azevém associados a doses de N. Bernardon (2016), ao utilizar pastagem consorciada de azevém e aveia preta em SIPA, observou que as mesmas apresentam participação em momentos diferentes do período de pastejo, sendo que a aveia preta teve maior representatividade nos períodos iniciais de utilização e o azevém teve aumentos expressivos de produção de forragem da metade (mês de agosto) até o final do período (mês de novembro) de pastejo.

Além disso, é possível aumentar a produção de matéria seca, e consequentemente, a produção de derivados animais através da intensificação do uso da pastagem, um dos objetivos propostos pelos SIPA. Fatores como o manejo adequado do pasto e a adubação, principalmente em relação ao N, são fundamentais. A adubação nitrogenada, por exemplo, tem a capacidade de aumentar a produção de matéria seca das plantas, visto que é um dos nutrientes essenciais, promovendo aumentos nas taxas de crescimento (através do aumento na multiplicação de células nos pontos meristemáticos) o que pode possibilitar maior capacidade de suporte da pastagem (LEMAIRE E CHAPMAN, 1996; CASSOL et al., 2003). A título de exemplo, Pellegrini et al. (2010) ao estudarem a produção de azevém sob níveis de adubação nitrogenada (0, 75, 150, 225 Kg N ha⁻¹) sob pastejo de cordeiros observaram que os aumentos de doses promoveram maiores acúmulos e produção de forragem de azevém, com incrementos de aproximadamente 29 Kg MS ha⁻¹ a cada 10 Kg de N aplicados na pastagem. Lustosa (2002) ao analisar o efeito de doses de N (0, 75, 150, 225 e 300 Kg N ha⁻¹) sobre as características estruturais e morfogênicas de azevém anual, observaram efeito positivo em relação ao desenvolvimento foliar, sendo que a dose de 150 Kg N ha⁻¹ possibilitou elevada produção total de matéria seca, aproximadamente 9,5 t ha⁻¹ a mais do que quando não foi usado N. Ainda, Difante et al. (2006) averiguaram que com a utilização da suplementação acompanhada de adubação nitrogenada da pastagem de azevém anual para bovinos de corte é possível dobrar a carga animal e assim ampliar o ganho de peso vivo por hectare em quase 50%.

Vale ressaltar que quando há pastejo e é realizada adubação nitrogenada na pastagem, há a possibilidade da ocorrência de vários aspectos benéficos ao

sistema produtivo. Isso se dá através de um dos mais importantes agentes do sistema, o animal, que é responsável pela mediação na ciclagem de nutrientes, que apresenta efeitos sobre a cultura implantada, como também nos cultivos subsequentes. Oliveira (2014) observou a influência positiva do fator animal em SIPA, uma vez que em locais onde houve pastejo de azevém anual, houve maior produtividade da cultura sucessora, no caso o milho.

Considerando que um dos objetivos propostos pelos SIPA é o de possibilitar aumentos de produção sem haver comprometimento da sustentabilidade do sistema, atendendo a demanda dos animais com forragem em quantidade e qualidade (BARBOSA et al., 2007), é necessário manejar adequadamente a pastagem, de modo a permitir que a planta forrageira expresse seu potencial de produção somado a otimização da colheita da forragem (PRACHE et al., 2005). A altura de manejo é um dos aspectos que apresenta grande influência sobre características da pastagem, como por exemplo, componentes do dossel forrageiro e fluxo de tecidos, além de afetar diretamente o comportamento dos animais em pastejo. Ao analisar diferentes alturas de manejo para pastagem de azevém anual, Pontes et al. (2004) observaram que a faixa entre 10 e 15 cm de altura, em pastejo contínuo de bovinos, foi a que compreendeu os maiores rendimentos em taxa de crescimento e ingestão da forragem. De mesma forma, Carvalho et al. (2006) avaliando alturas de 5, 10, 15 e 20 cm observaram que a melhor faixa para a terminação de cordeiros e seu rendimento de carcaça está entre 12 e 14 cm (pastejo contínuo), sendo que alturas inferiores apresentam restrição na oferta de forragem aos animais, limitando seu desenvolvimento e, alturas superiores apresentam características qualitativas e estruturais reduzidas.

A altura é definida de acordo com a intensidade de pastejo imposta sobre a pastagem, o que alterará características morfogênicas e estruturais do dossel forrageiro, que resultam em diferentes padrões de crescimento do pasto. Cauduro et al. (2006), por exemplo, observaram que no caso de baixas intensidades de pastejo as taxas de alongamento e o comprimento das folhas é maior, indicando maior produção de matéria seca por hectare, fato fundamentado sobre a maior quantidade de nutrientes que pode ser remobilizado do material senescido que atua sobre os novos pontos de crescimento. Macari et al. (2011) em trabalho realizado com a utilização

de azevém anual sob diferentes intensidades de pastejo verificaram que as variáveis produtivas (produção total, taxa de acúmulo e matéria seca) foram maiores para a intensidade de pastejo baixa. Ademais, a intensidade de pastejo também pode ter influência sobre cultivos futuros dentro do sistema. Lunardi et al. (2008), trabalhando com cordeiros numa pastagem de azevém em SIPA, mostraram que a baixa intensidade de pastejo dos animais, anterior ao cultivo da soja, promovem maiores produtividades de grãos ($1,2 \text{ t ha}^{-1}$ a mais que a intensidade moderada) por conta da maior ciclagem de nutrientes, como também pelo maior acúmulo de biomassa radicular e aérea observada após o fim do pastejo. Por outro lado, altas intensidades de pastejo podem provocar problemas, tanto para a pastagem em questão, como também para a cultura sucessora, podendo limitar a produção de grãos, principalmente por problemas relacionados à baixa quantidade de biomassa sobre o solo no momento do pastejo, o que pode possibilitar maior compactação do solo (NICOLOSSO et al., 2006).

É importante enfatizar que dentro dos SIPA há um grande dilema em relação à fase pastagem, visto que a mesma deve fornecer alimento para os animais e, posteriormente, ainda fornecer palhada em quantidade suficiente para os cultivos. Assim, o manejo da pastagem deve permitir a maximização da produção animal, porém, ainda deixando uma quantidade de material residual de, pelo menos, de 2 t MS ha^{-1} (ASSMANN et al., 2008).

2.3 O SOLO E OS SIPA

Um dos preceitos dos SIPA preconiza a máxima utilização do solo para os mais diversos cultivos realizados ao longo do ano agrícola. Deste modo, é imprescindível a compreensão da interação entre os componentes dos SIPA – solo, planta e animal – a fim de explorar as relações sinérgicas entre eles, ou seja, a influência positiva que pode ocorrer entre as diferentes fases do sistema produtivo. Com isso será possível a melhoria de condições físicas, químicas e biológicas do solo ao intercalar cultivos agrícolas e a produção animal em um mesmo local, melhorando seu desempenho de forma sustentável (ALVARENGA e NOCE, 2005; VILELA et al., 2012).

Uma das principais influências do sistema está relacionada às propriedades químicas do solo. Com os SIPA é possível aumentar a quantidade de carbono (C) orgânico incorporado ao solo, através da biomassa diversificada disposta sobre o solo na maior parte do ano agrícola e também através da ciclagem de nutrientes, possibilitando maior eficiência de utilização dos recursos (BALBINOT JR et al., 2009). O acúmulo de matéria orgânica pode promover a ocorrência de diversas vantagens, como por exemplo, em relação à infiltração e a retenção de água, perdas de solo por erosão, aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), incremento na quantidade de nutrientes disponíveis, sequestro e estoque de C, formação de complexos e benefícios à microbiologia do solo, entre outros (SALTON et al., 2005). Gazzolla et al. (2015) em trabalho avaliando diferentes tipos de sistema de cultivo no cerrado brasileiro observaram que os SIPA contribuíram para a melhoria da quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo quando comparada ao cultivo somente de pastagem. Santos et al. (2009) relatam o incremento dos teores de matéria orgânica pela utilização dos SIPA, além de proporcionar maior acúmulo de C do que o encontrado em floresta tropical remanescente. Além do mais, os mesmos autores também relatam o aumento na quantidade de P e K nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm do solo.

Do ponto de vista de física do solo, a densidade é uma das variáveis que auxilia na predição da qualidade do sistema. Este atributo pode influenciar outras características físicas, como também alterar o crescimento e desenvolvimento da parte radicular das plantas, além de alterar atributos químicos e biológicos do solo (SPERA et al., 2010). Existe um senso comum de que a criação de animais tende a diminuir a qualidade física do solo ao passar dos anos, sendo identificada pelo aumento da densidade do solo, ou seja, a compactação, em intensidades que o desenvolvimento das plantas é comprometido. Porém, sabe-se que uma das causas está nas altas taxas de lotação animal, que remove grande parte da cobertura do solo, deixando-o exposto e vulnerável ao pisoteio. No entanto, ressalta-se que a compactação está atrelada ao tipo de solo, teor de umidade do solo, taxa de lotação e quantidade de matéria seca sobre o solo (MARCHÃO et al., 2009).

Hoje sabe-se que nos SIPA, ao ser comparado com cultivos individualmente, quando há incremento na densidade do solo, este incremento é baixo, não

causando restrições ao crescimento e desenvolvimento vegetal. Loss et al. (2012) observaram que em SIPA ocorreram os menores valores de densidade do solo quando comparado a utilização exclusiva do plantio direto nas camadas até 10 cm, indicando que não haveria prejuízos para o crescimento radicular. Kunz et al. (2013) relatam que não houve mudanças significativas na densidade do solo devido a ILP, evidenciando que o pastejo rotativo não acarretou em compactação do solo. Em contrapartida, Marchão et al. (2007) observaram compactação do solo, porém, apenas em profundidade de 0-5 cm e quando comparado a um ambiente natural. Apesar disso, sabe-se que tal situação pode ser facilmente revertida com o cultivo de plantas com sistema radicular agressivo, ou seja, plantas forrageiras que atenuam a força aplicada em superfície pelos animais (CARASSAI et al., 2011; ANDREOLLA et al., 2015).

Uma das características que pode ser afetada pelas variações da densidade do solo é a porosidade total. Leão (2002) cita que a partição entre macro e microporos na porosidade total é extremamente importante, visto que os poros preenchidos por ar (macroporos) devem representar mais do que 10% da porosidade total, isso porque se os valores estiverem abaixo deste valor, as raízes das plantas podem ser prejudicadas, reduzindo o crescimento e desenvolvimento. Há relatos na literatura de que em SIPA há redução na porosidade por conta da compactação superficial provocada pelo pisoteio animal (SCHIAVO e COLODRO, 2012).

Lanzanova et al. (2007) trabalhando com atributos físicos do solo em SIPA encontraram redução da porosidade total. Além disso, verificaram que com o aumento no intervalo entre pastejo de 14 para 28 dias, há diferenças na macroporosidade do solo, fazendo com que porosidade total apresentasse valores acima do mínimo crítico, ou seja, não apresentado danos ao desenvolvimento de raízes. Por outro lado, em trabalho conduzido por Gazolla et al. (2013) não houve diferença para esta variável nos diferentes sistemas avaliados (SIPA, plantio direto, cerrado e pastagem). Este resultado pode estar ligado ao acúmulo de matéria orgânica no local sem nenhum revolvimento, que tem capacidade de reestruturar o solo. Assim, como ocorrido em ambiente natural, também poderá ocorrer em SIPA, considerando manejos adequados, com aumentos de matéria orgânica e utilização de plantio direto.

A diminuição da qualidade física dos solos que apresentam manejos conservacionistas, como os SIPA e o SPD (sistema de plantio direto), está estreitamente ligada ao tráfego de máquinas e o pastejo de animais, visto que se realizados em situações inadequadas e sob manejos inapropriados, causam danos à estrutura do solo. Contudo, destaca-se que a umidade do solo tem papel preponderante nas respostas quanto a física do solo. Este fator associado à textura do solo, definirão a intensidade dos efeitos da compactação (BRAIDA et al., 2010). Andreolla et al. (2015) trabalhando com SIPA no estado do Paraná, encontraram que os valores alterados para densidade e porosidade total do solo estavam ligados principalmente às operações agrícolas, altura de manejo da pastagem e a umidade na qual esses processos foram aplicados. Schiavo e Colodro (2012) também observaram efeitos da umidade do solo sobre a resistência à penetração do solo, atuando somado ao tipo de solo e a porosidade, mostrando a importância desta variável sobre outras características físicas do solo.

A resistência do solo à penetração das raízes é outra variável muito utilizada para determinar a qualidade física do solo, sendo que é a característica mais adequada quando se quer analisar o grau de compactação dos solos, ou seja, a capacidade das raízes de crescerem em determinado local e permitirem um bom desenvolvimento e produção das culturas (SILVEIRA et al., 2010). Spera et al. (2010) observaram que a adoção do SIPA trouxe incrementos na resistência solo à penetração (RP) das raízes por conta da atividade pastoril, porém, após oito anos de adoção, este sistema de cultivo não implicou em degradação das propriedades físicas do solo. Conte et al. (2011) reportam efeitos similares sobre a RP, e afirmaram que este resultado se deriva do pisoteio animal, com aumentos da densidade do solo, e que geralmente esses incrementos acontecem nas camadas de 0-10 cm do solo, ou seja, superficialmente. Debiasi et al. (2014) também encontraram aumentos na RP, principalmente com maiores pressões de pastejo, na camada de 0-5 cm, porém, os mesmos autores afirmam que esse aumento na RP não prejudica a produção de culturas posteriores na época de semeadura ou em seu desenvolvimento. Calonego et al. (2011) afirmam que a utilização do SIPA trouxe melhorias à RP do solo ao se utilizar a braquiária (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) em consórcio com milho,

promovendo efeito reestruturador em profundidade através do aporte de matéria seca de suas raízes.

A plantabilidade em SIPA também é algo muito influenciável por características físicas do solo, como as citadas anteriormente. Araújo et al. (2001) cita que a resistência à penetração e o grande aporte de palhada sobre o solo, geralmente adquirido pelos sistemas sem revolvimento, podem prejudicar a uniformização de deposição de sementes e cobertura das mesmas, por problemas de trancamento das linhas de semeadura e impedimentos do próprio solo, afetando a emergência e o stand de plantas. Estas condições podem ser facilmente encontradas ao trabalhar com SIPA, visto que altas pressões de pastejo podem promover perdas na qualidade física do solo (impedimentos físicos) e a baixa pressão de pastejo sobre grandes quantidades de biomassa deixadas sobre o solo, muitas vezes havendo dificuldade no corte da massa residual por parte das semeadoras, evitando o contato solo-semente. Debiasi e Franchini (2012) encontraram que para a pastagem de *Bracharia brizantha* cv. Xaraés a quantidade de 9 t ha⁻¹ é o valor máximo a se obter para não comprometer a semeadura da cultura da soja. Além disso, intervalos entre a dessecação da pastagem e a semeadura da cultura subsequente podem ser utilizados a fim de se reverter os problemas com a palhada. Por outro lado, Oliveira (2014) observou que ao trabalhar com SIPA não houve necessidade de intervalos entre a dessecação da pastagem de azevém e a semeadura da cultura do milho, havendo um aporte de matéria seca sobre o solo suficiente e que não prejudicou a plantabilidade do cultivo subsequente. Contudo, no experimento sem pastejo, houve problemas de plantabilidade, necessitando intervalos de aproximadamente 15 dias entre a dessecação e a semeadura do cultivo subsequente para que estes problemas com plantabilidade deixassem de existir.

2.4 CULTIVO DE FEIJÃO EM SIPA

O feijão é uma cultura que apresenta características importantes como ciclo produtivo curto e, além disso, é bastante responsivo a adubação nitrogenada em cobertura. Sabe-se que o N é um nutriente limitante na produtividade do feijão. Desse modo, a restrição de N implica em perdas em crescimento, desenvolvimento

e produção, havendo necessidade de aplicação de N mineral, uma vez que a quantidade de N adquirido via fixação biológica não é suficiente para suprir a demanda da cultura quando se esperam elevados rendimentos (COELHO et al., 1998; AMANE et al., 1999; PACENTCHUK, 2016). Isso se dá, principalmente, pela duração do ciclo de cultivo do feijoeiro. A grande parte dos cultivares do feijoeiro apresentam ciclo curto, o que acarreta em período limitado da fixação biológica de N, que é intensificado a partir do início da formação da vagens, período em que a planta do feijoeiro apresenta elevada demanda pelo nutriente (PORTES, 1988; ANDREOLA, 1992)

Sendo assim, a utilização de N mineral na cultura do feijoeiro é uma das estratégias de manejo, entretanto, adubações excessivas, além de gerar gastos desnecessários, não aproveitamento do nutriente e geração de resíduos, também podem causar perdas de produção pelo acamamento das plantas (PELEGRIN et al., 2009; VIEIRA et al., 2010). Assim, a aplicação de N nessa cultura merece cuidados, devendo ser levado em consideração pontos como: dose, período, forma de aplicação, palhada e a utilização em SIPA (OLIVEIRA et al., 2010; COSTA et al., 2012).

Carvalho et al. (2010) citam que a deficiência de N na cultura do feijão é a mais comum, havendo a necessidade de aplicação de doses corretas, também em épocas adequadas, podendo vir a promover aumentos de produtividade, principalmente por conta do aumento do número de vagens por planta. Sandini (2009), de mesmo modo, verificou que o nitrogênio aplicado em cobertura na cultura do feijão manejado sob SIPA apresentou incrementos no número de vagens por planta, porém, não havendo diferenças em relação à adubação realizada na pastagem. Tal fato está ligado a intensa imobilização do N pelos microrganismos e a alta demanda pela cultura, principalmente em estádios iniciais de desenvolvimento. Reichert (2012) observou que o N aplicado promove acréscimo em alguns componentes de rendimento da cultura do feijão, como por exemplo: altura de plantas, número de ramos e de nós na haste principal e nos ramos, número de vagens por ramo e por planta e na massa de mil grãos. Ainda, o stand de plantas na área pode ter efeito sobre os componentes de rendimento ou a produtividade. Sabe-se que diferentes manejos do solo, como o que envolve os SIPA, apresentam diferenças quanto ao número de plantas finais em uma lavoura, destacando o uso de sistema de plantio direto e de consórcios de culturas graníferas e forrageiras (PEREIRA, 2008). Desse

modo, tal arranjo de plantas pode ocasionar diferentes respostas em produção, já que a produtividade da lavoura está profundamente ligada ao stand (CARVALHO et al., 2005).

A produtividade de grãos da cultura do feijão, em SIPA, é afetada de forma positiva pelo aumento de doses de N em cobertura, havendo incrementos até a dose de 160 Kg N ha⁻¹ (CUNHA et al., 2011). Andreolla et al. (2015) também encontraram aumento na produtividade do feijoeiro para doses de N, porém o maior incremento observado foi associado à aplicação de 150 Kg N ha⁻¹ na pastagem. Cas-sol (2003) comenta que sob SIPA a adubação nitrogenada realizada na fase pastagem do sistema pode promover respostas sobre o próximo cultivo, ou seja, a fase de grãos. Reichert (2012) ao trabalhar com SIPA, com pastagem de aveia e azevém e posteriormente a cultura do feijão, observou incrementos de produção de grãos quando realizada adubação nitrogenada na pastagem, independente da sua quantidade, revelando assim os efeitos da ciclagem de nutrientes existente no sistema. Ainda, o mesmo autor, ressalta que a adubação posterior, ou seja, na cultura de grãos, auxilia em maiores incrementos de produção. Assim, as maiores produtividades podem ser encontradas estando associadas às adubações efetuadas na pastagem e na cultura de grãos, como observado por Pacentchuk (2016), recomendando 139 Kg N ha⁻¹ na pastagem e 159 Kg N ha⁻¹ na cultura do feijão. Rios (2010) explica que muitas vezes a liberação de nitrogênio pela palhada não apresenta sincronia com a demanda existente pela planta, o que implicaria em redução dos valores dos componentes de rendimento e, conseqüentemente, redução do potencial produtivo.

A utilização de N mineral na cultura do feijoeiro tem relação direta com o teor de matéria orgânica do solo e com a relação C/N (Carbono/Nitrogênio) dos resíduos das culturas antecessoras. Existe a possibilidade de não haver respostas significativas da utilização de doses de N em cobertura no feijoeiro quando considerado o N presente na matéria orgânica do solo e o N disponibilizado via decomposição da palhada. Em sistemas integrados de produção agropecuária, quando a cultura de inverno é a pastagem, a taxa de decomposição dos resíduos e a liberação dos nutrientes contidos na palhada são rápidas, o que favorece melhor utilização dos nutrientes pela cultura seguinte, no caso o feijoeiro (ANGUS et al., 1998; HEENAN et al., 1998).

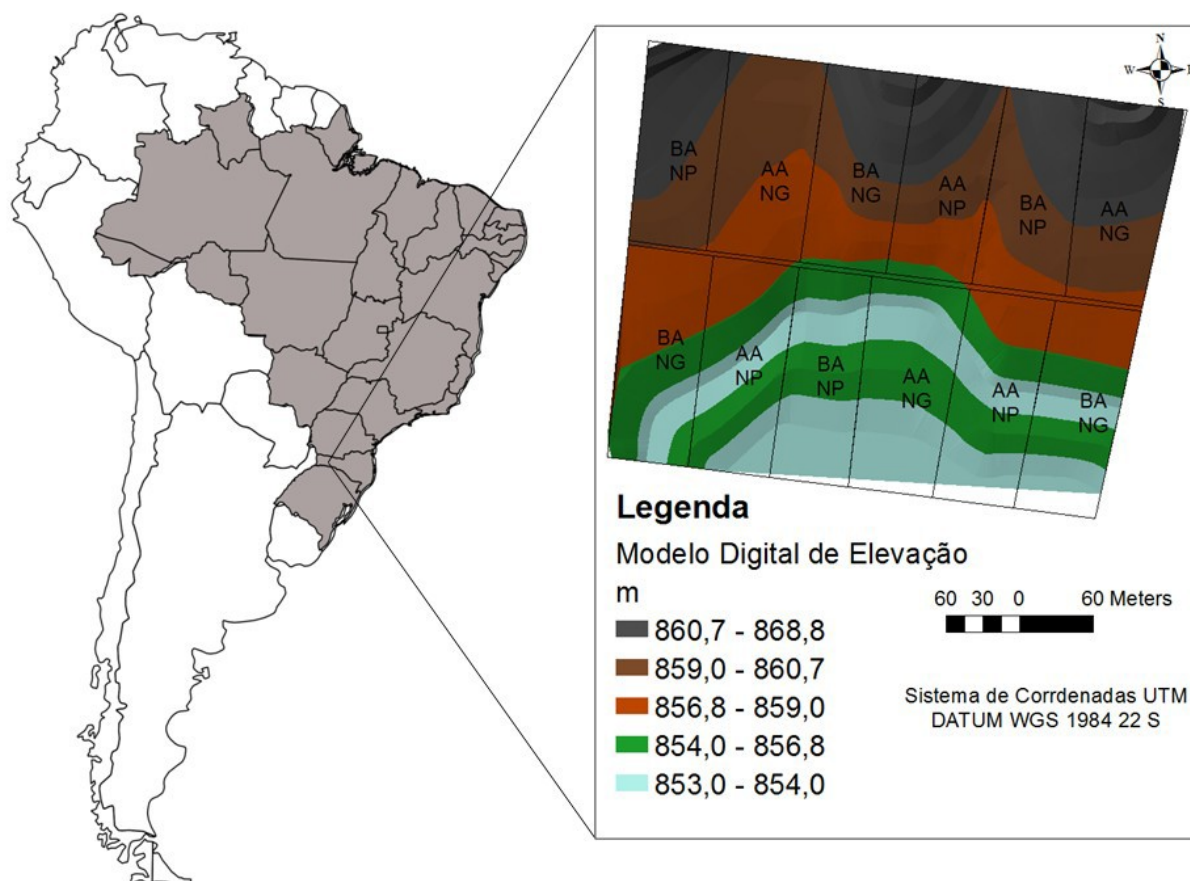
Considerando o ciclo produtivo curto e possibilidade de semeadura tardia, a cultura do feijão é uma excelente alternativa de cultivo para os sistemas integrados de produção agropecuária. Quando o feijoeiro é semeado em meados de novembro ou início do mês de dezembro, é possível prolongar o período de pastejo e otimizar a utilização do pasto e, além disso, será possível antecipar a semeadura das pastagens de inverno no ano seguinte (BONA FILHO, 2002; SANDINI, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no município de Abelardo Luz – SC, em propriedade da Fazenda Pacheco, situada a 26°31' S e 51°35' W, com altitude média de 850 metros. O clima da região é classificado como Cfb (subtropical úmido) segundo classificação de Köppen (ALVARES et al., 2014). O solo da área é classificado como Latossolo Bruno Distrófico típico (EMBRAPA, 2013) de textura muito argilosa com presença de horizonte A proeminente e horizonte B latossólico. O relevo é classificado como suave ondulado (Figura 1).

Figura 1 – Levantamento planialtimétrico da área experimental. Abelardo Luz/SC. Pato Branco – PR, 2018.



Fonte: TATTO, 2017.

A área experimental, que possui 24 ha, historicamente era conduzida

em sistema de cultivo mínimo, com gradagem para semeadura de cereais de inverno e semeadura direta de culturas de verão. A partir da instalação do experimento, no ano de 2012, a área passou a ser manejada no sistema de Integração Lavoura-Pecuária e todos os cultivos, cereais de inverno e grãos, passaram a ser implantados em semeadura direta. O esquema de cultivos adotado no experimento, desde 2012, está detalhado na tabela 1. O período experimental da presente pesquisa compreendeu o Inverno 2016 e o Verão 2016/2017.

Tabela 1 – Esquema de cultivos adotado desde a implantação do experimento em sistema de Integração Lavoura-Pecuária, no ano de 2012. Pato Branco - PR, 2018.

Período	Cultivos
Verão 2012/2013	Sorgo Forrageiro (<i>Sorghum bicolor</i>)
Inverno 2013	Aveia preta comum (<i>Avena strigosa</i>)
Verão 2013/2014	Milho grãos (<i>Zea mays</i>)
Inverno 2014	Aveia preta (<i>Avena strigosa</i>) + azevém (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)
Verão 2014/2015	Soja (<i>Glycine max</i>)
Inverno 2015	Azevém (<i>Lolium multiflorum</i> L.)
Verão 2015/2016	Milho para silagem (<i>Zea mays</i> L.)
Verão 2016	Feijão carioca safrinha (<i>Phaseolus vulgaris</i>)
Inverno 2016	Azevém (<i>Lolium multiflorum</i> L.)
Verão 2016/2017	Feijão preto (<i>Phaseolus vulgaris</i>)

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

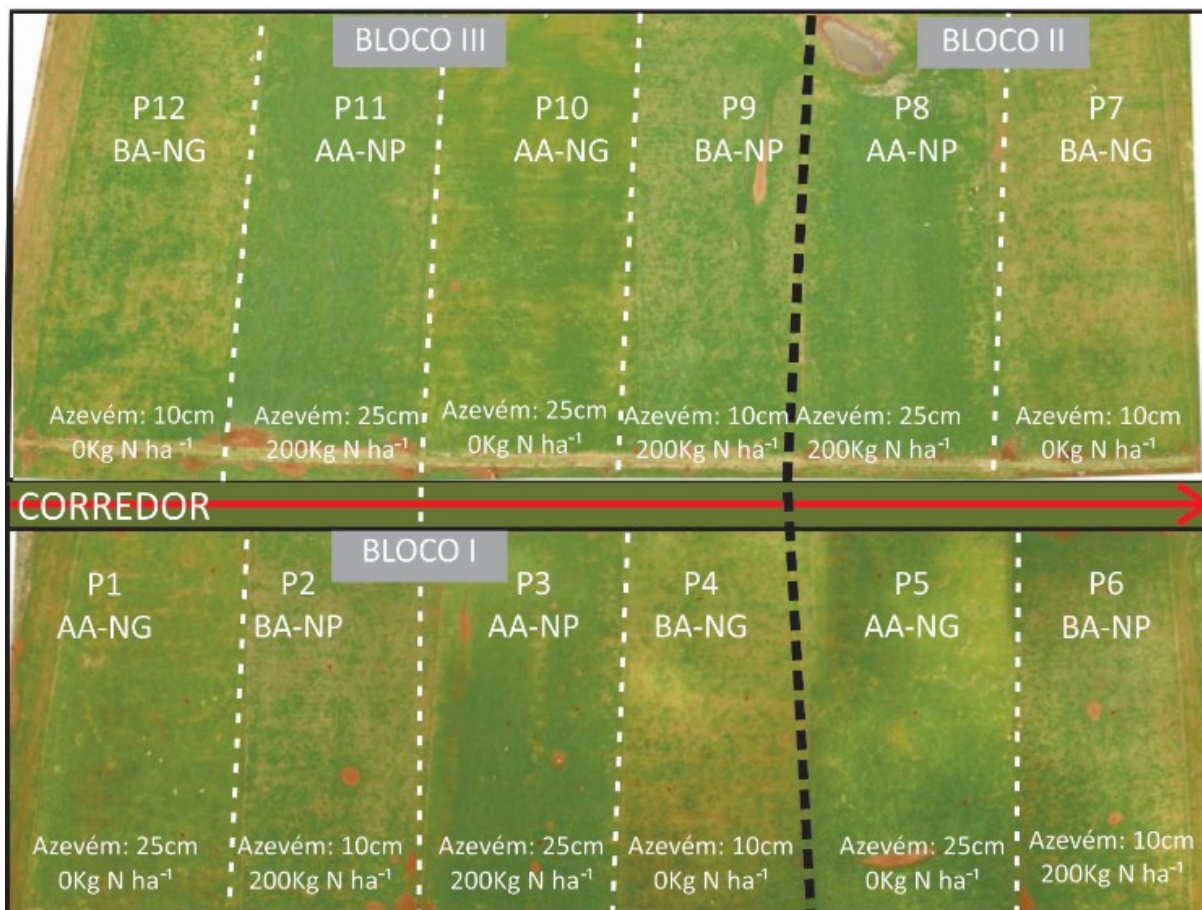
O experimento foi composto por duas fases: fase pastagem e fase grãos. A fase pastagem ocorreu de maio a novembro de 2016, quando foi cultivada uma pastagem de azevém anual. A fase grãos ocorreu no período de dezembro de 2016 a março de 2017, quando foi cultivado o feijão-preto.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições, em esquema fatorial 2x2, totalizando um número de 12 piquetes (unidades experimentais) (Figura 2). O primeiro fator foi altura de manejo da pastagem, sendo utilizadas alta altura de manejo (AA) e baixa altura de manejo (BA), as quais representavam, respectivamente, 25 cm e 10 cm de altura. O segundo fator foi época de aplicação da adubação nitrogenada de cobertura, sendo aplicada em duas épocas distintas: nitrogênio de cobertura aplicado na fase pastagem (NP) e nitrogênio de cobertura aplicado na fase grãos (NG). A dose de nitrogênio de cobertura na fase pastagem foi de 200 Kg N ha⁻¹ e na fase grãos a dose de nitrogênio de cobertura foi de 100 Kg N ha⁻¹.

Com relação a diferença na dose de N de cobertura entre as fases do experimento, nos tratamentos NG, cabe salientar que: na safra agrícola 2015/2016 foi cultivado milho silagem com 200 Kg N ha⁻¹ em cobertura e feijão safrinha com 100 Kg N ha⁻¹ em cobertura, totalizando, no verão, 300 Kg N ha⁻¹, o que de certa forma pode compensar a utilização de apenas 100 Kg N ha⁻¹ em cobertura no cultivo do feijão da safra 2016/2017, uma vez que se somados o N cobertura da safra 2015/2016 (300 Kg N ha⁻¹) e da safra 2016/2017 (100 Kg N ha⁻¹), perfazemos em média os 200 Kg N ha⁻¹, igualando a dose utilizada na pastagem no inverno de 2016.

Sendo assim, os tratamentos impostos no experimento foram: AANP – Alta Altura de manejo do pasto com Nitrogênio de cobertura aplicado na fase Pastagem; AANG – Alta Altura de manejo do pasto com Nitrogênio de cobertura aplicado na fase Grãos; BANP – Baixa Altura de manejo do pasto com Nitrogênio de cobertura aplicado na fase Pastagem e, BANG – Baixa Altura de manejo do pasto com Nitrogênio aplicado na fase Grãos. Vale lembrar que as unidades experimentais que receberam aplicação de N em cobertura durante o cultivo da pastagem no inverno foram às que não receberam a aplicação de N durante o cultivo de grãos no verão.

Figura 2 – Croqui do experimento. Piq. ‘x’: Piquete; BA: Baixa Altura de manejo do pasto; AA: Alta Altura de manejo do pasto; NP: N de cobertura aplicado na fase Pastagem; NG: N de cobertura aplicado na fase Grãos. Pato Branco – PR.



3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Inicialmente foi efetuada amostragem de solo em 10 pontos por piquete com auxílio de um trado holandês, na profundidade de 0 a 20 cm, para posterior análise de rotina dos atributos químicos do solo. As coletas dos 10 pontos por piquete formaram uma amostra composta, a qual foram submetidas as análises laboratoriais. Os atributos químicos verificados na análise de solo podem ser visualizados na tabela 2.

Tabela 2 – Atributos químicos do solo verificados na profundidade de 0 a 20 cm em amostra coletada anteriormente ao início do período experimental. Pato Branco – PR, 2018.

pH	M.O.	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg d ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----							%
4,7	51,71	14,37	0,44	4,36	2,24	0,13	7,19	7,04	14,23	49,47

Laboratório de análises de solos UTFPR-PB/IAPAR. Metodologias: M.O. por digestão úmida; P e K⁺ extraídos com solução de Mehlich 1; pH em CaCl₂ 1:2,5; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹.

Conforme recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo dos estados do RS e SC (CQFS, 2016), para correção do pH do solo foram aplicados superficialmente, em área total do experimento, 3 t ha⁻¹ de calcário dolomítico.

Em 12 de maio de 2016 foi implantada a cultura do azevém cv. Winter Star, com auxílio de uma semeadora-adubadora de fluxo contínuo, com densidade de semeadura de 25 Kg ha⁻¹, espaçamento entre linhas de 17 cm e profundidade de semeadura de aproximadamente 2 cm. A adubação de base para o azevém foi 400 Kg ha⁻¹ de um fertilizante N-P₂O₅-K₂O de formulação 08-20-20. A aplicação da dose de N em cobertura nos piquetes com tratamento NP foi realizada em 20 de junho de 2016, ou seja, 39 dias após a semeadura, durante o perfilhamento das plantas de azevém. A fonte de N foi ureia (45% N), utilizada em uma única aplicação.

O início do período de pastejo se deu em 18 de julho de 2016, em todos os piquetes, quando as plantas atingiram aproximadamente 13,1 cm de altura, em média. O método de pastejo utilizado foi o contínuo com taxa de lotação variável. Em cada piquete foram alocados, inicialmente, três animais *testers*. Adjacente à área do experimento havia 10 hectares destinados aos animais reguladores, os quais eram utilizados para ajuste da altura do pasto. Foram utilizados novilhos provenientes do cruzamento entre as raças Nelore x Charolês, com peso vivo médio de 252,6 ± 31,8 Kg, com idade aproximada de 12 meses. Durante o período de pastejo os animais, tanto *testers* quanto reguladores, tiveram acesso livre a água e sal mineral.

De modo a garantir as alturas preconizadas nos tratamentos, eram realizadas medidas de altura uma vez por semana, em 40 pontos por piquete, com auxílio de régua graduada em milímetros. A média das alturas reais ao longo do

período de pastejo foram de 28,2 cm para os tratamentos AA e 12,2 cm para os tratamentos BA. O período de pastejo se estendeu até 21 de novembro, totalizando 126 dias.

No dia 24 de novembro de 2016 foi realizada a dessecação da pastagem com a aplicação de 1,5 Kg ha⁻¹ de *Roundup WG* (Glifosato). Em 01 de dezembro de 2016 foi implantada a cultura do feijão preto cv. Tuiuiú, com densidade de semeadura de 14 sementes m⁻¹ linear, espaçamento entre linhas de 45 cm e profundidade de semeadura de 3 a 5 cm. As sementes do feijão foram tratadas antes do plantio com 2 mL Kg⁻¹ de Co-Mo, 3 mL Kg⁻¹ de Cropstar (Imidacloprido + Tiodicarbe) e 2 mL Kg⁻¹ de Protreat (Carbendazim + Tiram). A adubação de base para o feijão preto foi de 400 Kg ha⁻¹ de um fertilizante N-P₂O₅-K₂O de formulação 00-18-18. A aplicação da dose de N em cobertura nos piquetes com tratamento NG foi com utilização de ureia (45% N), em uma única aplicação, com as plantas em estágio de desenvolvimento V3. Os tratos culturais na cultura do feijão (aplicação de herbicidas, fungicidas e inseticidas) foram realizados sempre que necessário, mas sempre iguais em todas as parcelas. A colheita do feijão foi realizada em 23 de março de 2017.

3.4 VARIÁVEIS OBSERVADAS

3.4.1 Antes Da Semeadura Do Azevém

3.4.1.1 Palhada da cultura antecessora

Para a estimativa da massa seca residual, ou palhada, foram coletados sete pontos amostrais por piquete, com o auxílio de uma estrutura de ferro retangular de 0,25 m². Após coletadas, essas amostras eram levadas para estufa de secagem a 55 °C com circulação de ar forçada por 72 horas para a obtenção de seus respectivos pesos secos e conversão para Kg MS ha⁻¹. É importante ressaltar que todo o material que estava sobre o solo foi coletado e considerado como palhada.

3.4.2 Pastagem De Azevém

Antes da entrada dos animais para início do período de pastejo, no dia 14 de julho de 2016, foram realizadas avaliações de caracterização da pastagem – altura do pasto, massa de forragem, densidade populacional de perfilhos, massa dos componentes morfológicos, densidade de forragem e taxa de acúmulo diário (desde o dia da emergência). As avaliações realizadas na pastagem de azevém, após o início do período de pastejo – massa de forragem, densidade populacional de perfilhos, composição morfológica, densidade de forragem, interceptação da radiação solar e taxa de acúmulo diário – foram realizadas a cada 28 dias, aproximadamente, totalizando cinco períodos de avaliação (Tabela 3). Todas as coletas para as determinadas avaliações eram realizadas no mesmo dia. A média aritmética entre as avaliações inicial e final de cada período gerou o dado do período em si. A avaliação final de um período foi considerada a avaliação inicial do período subsequente.

Tabela 3 – Datas de coleta e dias de cada respectivo período de coleta de forragem durante o período experimental. Pato Branco – PR, 2018.

Período	1	2	3	4	5
Datas	14/07 – 13/08	13/08 – 10/09	10/09 – 07/10	07/10 – 03/11	03/11 – 20/11
Dias	30	22	27	27	17

3.4.2.1 Número de plantas emergidas

Nove dias após a semeadura do azevém foi realizada a contagem, manualmente, do número de plantas estabelecidas por metro quadrado em cada um dos piquetes. Foram realizadas 10 contagens por piquete.

3.4.2.2 Altura da pastagem

A altura da pastagem foi monitorada constantemente, duas vezes por semana, no mínimo, ao longo de todo o período experimental. As alturas eram medidas com auxílio de réguas graduadas em milímetros em 40 pontos aleatórios

por piquete.

3.4.2.3 Massa de forragem

Para quantificação da massa de forragem eram amostrados três pontos por piquete. Em cada um dos pontos o pasto era cortado rente ao solo. O corte era realizado em uma área de 0,25 m² delimitada por uma estrutura de ferro. Após o corte a forragem era acondicionada em sacos de papel *kraft* e levada para estufa de secagem com circulação de ar forçada a temperatura de 55 °C, onde permanecia até peso constante. Posteriormente era obtido o peso seco de cada amostra e então convertido este peso seco para kg MS ha⁻¹. Era considerada, nos cálculos, a massa de forragem média das três amostras de cada piquete. A média da massa de forragem de cada período foi calculada por meio da soma da massa de forragem inicial do período com a massa de forragem final do mesmo período dividido por dois.

3.4.2.4 Densidade populacional de perfilhos

Em cada um dos piquetes, em três pontos amostrais de 0,17 m² cada ponto, eram contados, manualmente, todos os perfilhos. Posterior a contagem, era considerada a média dos três pontos amostrais para obtenção da densidade populacional de perfilhos de cada piquete, mensurada em número de perfilhos m⁻².

3.4.2.5 Composição morfológica

Para quantificação da composição morfológica do pasto, em dois pontos amostrais de 0,17 m² cada um, o pasto era cortado rente ao solo e acondicionado em pacotes plásticos. Em laboratório, cada uma das amostras do pasto era submetida a separação manual dos componentes folha, colmo e material morto. Foi considerado material morto estruturas com mais de 50% do material em senescência. Após a separação, os componentes, individualmente, eram

acondicionados em sacos de papel *kraft* e levados para estufa de circulação de ar forçada a temperatura de 55 °C até atingir peso constante. Posteriormente, as amostras de folhas, colmos e material morto eram pesadas individualmente para obtenção do peso seco e então era calculada a média, dos dois pontos amostrais, para cada um dos componentes. De posse dos dados finais, foram quantificadas as proporções, em porcentagem, de folhas, colmos e material morto em cada piquete. Além disso, com esses dados também foi possível calcular a relação folha/colmo, que foi obtida através da divisão simples entre a proporção de folhas pela proporção de colmos.

3.4.2.6 Densidade de forragem

Para estimativa da densidade de forragem, no mesmo instante em que era avaliada a massa de forragem, foram medidos cinco pontos de altura do pasto dentro do quadro de 0,25 m². Feito isso, era calculada a média de altura em cada um dos pontos. A densidade de forragem foi calculada através da relação entre a massa de forragem (kg MS ha⁻¹) e a altura média (cm) do pasto em cada ponto amostral. A unidade de medida para densidade de forragem foi kg MS ha⁻¹ cm⁻¹.

3.4.2.7 Interceptação de radiação

As leituras da interceptação de radiação luminosa pelo dossel forrageiro eram realizadas em cinco pontos amostrais por piquete, com auxílio de um ceptômetro modelo Sunfleck PAR Ceptometer, Decagon Device, USA. Em cada ponto amostral o aparelho era posicionado sobre o dossel forrageiro e, posteriormente, inserido abaixo do dossel forrageiro, logo acima do solo, perpendicularmente às linhas de semeadura. A diferença entre a leitura acima e abaixo do dossel, multiplicado por 100 e dividido pela quantidade de radiação acima do dossel, indicou, em porcentagem, a interceptação da radiação luminosa incidente.

3.4.2.8 Taxa de acúmulo diário

A taxa de acúmulo diário de massa seca (Kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) foi monitorada por meio da técnica do duplo emparelhamento descrita por Campbell (1966), com uso de três gaiolas de exclusão ao pastejo por unidade experimental. As gaiolas tinham formato trapezoidal com 1 m² de área de base e 90 cm de altura e fechadas com tela de arame de aço galvanizado, malha de 50x100 mm, nas laterais e na parte superior.

As amostras de forragem foram coletadas dentro e fora das gaiolas, em área de 0,25 m² com auxílio de um quadro de ferro e uma tesoura de esquila, cortando em nível do solo. As gaiolas foram distribuídas em três pontos representativos dos tratamentos por piquete e foram realocadas após cada avaliação. Na escolha das áreas foi levado em consideração, a topografia, densidade de forragem, massa de forragem e composição morfológica do pasto, para que os três pontos representassem a condição média do piquete. Após serem cortadas, as amostras de forragem foram secas em uma estufa de circulação de ar forçada a temperatura de 55 °C, até peso constante.

Por meio da equação sugerida por Campbell (1966) foi estimada a taxa de acúmulo diário de matéria seca:

$$TA_j = \frac{(DG_i - FG_{i-1})}{n}$$

Em que:

TA_j = Taxa de acúmulo de matéria seca diária (Kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹) no período j;

DG_i = Média da quantidade de MS ha⁻¹ dentro das três gaiolas de exclusão ao pastejo no instante i;

FG_{i-1} = Média da quantidade de MS ha⁻¹ nos três pontos na avaliação fora das gaiolas no instante i-1;

n = número de dias do período j.

A taxa de acúmulo diário antes da entrada dos animais para o pastejo foi obtida dividindo-se a massa de forragem inicial, avaliada por ocasião da entrada

dos animais, pelo número de dias compreendido entre a emergência e a entrada dos animais.

3.4.2.9 Produção de forragem

A produção de forragem em cada um dos períodos de avaliação foi obtida através da multiplicação da taxa de acúmulo diário e o número de dias de cada período. Através da somatória da produção de forragem de cada período, inclusive do período entre a emergência e a entrada dos animais, foi calculada a produção de forragem total.

3.4.3 Transição entre as fases pastagem de azevém e feijão

3.4.3.1 Palhada de azevém

Para a estimativa da massa seca residual, ou palhada, foram coletados sete pontos amostrais por piquete, com o auxílio de um quadro de ferro de 0,25 m². Após coletadas, essas amostras eram levadas para estufa de secagem a 55 °C com circulação de ar forçada por 72 horas para a obtenção de seus respectivos pesos secos e conversão para kg MS ha⁻¹. É importante ressaltar que foi coletado apenas a massa seca do azevém. Além da quantificação, foi avaliada a heterogeneidade de distribuição da palhada através de medidas de variabilidade e dispersão.

3.4.3.2 Densidade do solo

A densidade do solo foi determinada através da utilização de anéis volumétricos. Em cada piquete foram coletados em três pontos amostrais. Em cada um dos pontos foram retiradas amostras indeformadas com auxílio dos anéis a cada 5 cm até alcançar os 40 cm de profundidade. Depois de coletados os anéis eram envoltos em papel-alumínio. Em laboratório os anéis eram pesados para

determinação da massa de solo úmido e, posteriormente eram levados a estufa a 105 °C até peso constante. Após eram pesados novamente para determinação da massa de solo seco. O volume dos anéis foi determinado a partir da fórmula do volume de um cilindro:

$$V_c = \pi r^2 h$$

Em que:

V_c = volume do cilindro (cm³)

r = raio da base do cilindro (cm)

h = altura do cilindro (cm)

A densidade do solo foi determinada através da seguinte fórmula:

$$D_s = \frac{m_{ss}}{v_{ss}}$$

Em que:

D_s = densidade do solo (g cm⁻³)

m_{ss} = massa de solo seco (g)

v_{ss} = volume do cilindro (cm³)

3.4.3.3 Análise química do solo

Foi efetuada amostragem de solo em 10 pontos por piquete com auxílio de um trado holandês, na profundidade de 0 a 20 cm, para posterior análise de rotina dos atributos químicos do solo. As coletas dos 10 pontos por piquete formaram uma amostra composta, a qual foram submetidas as análises laboratoriais.

3.4.4 Feijão

3.4.4.1 Profundidade de semeadura

Após a semeadura do feijão foi realizada a abertura manual do sulco de semeadura em seis pontos por piquete e, em cada um dos sulcos, foi medido com auxílio de uma régua graduada em milímetros, a distância em centímetros, da superfície do solo até o local de deposição das sementes, o que representou a profundidade de semeadura. Em cada ponto amostral foram medidas as profundidades de deposição de 20 sementes.

3.4.4.2 Área de solo mobilizado no momento da semeadura

A área de solo mobilizado nas linhas de semeadura foi determinada com auxílio de um perfilômetro de madeira, com régua vertical graduada em centímetros e 25 varetas de aço espaçadas a cada 2 cm. O perfilômetro era instalado no sentido transversal a linha de semeadura. Em cada piquete foram determinados os perfis da superfície final do solo em três repetições. A área de solo mobilizado foi obtida através da seguinte equação (FRANCHIN, 2011; MODOLO et al., 2013; TRENTIN, 2015):

$$A_m = \sum (P_n - P_f) * e$$

Em que:

A_m = área de solo mobilizado (cm²)

P_n = perfil da superfície natural do solo para cada ponto do perfilômetro
(cm)

P_f = perfil da superfície final do solo para cada ponto do perfilômetro
(cm)

e = espaçamento entre as régua verticals (cm)

3.4.4.3 Componentes de rendimento

Para determinação dos componentes de rendimento foram coletadas 15 plantas por piquete e, em laboratório, foram determinados o número de vagens, número de grãos por vagem e a massa de mil sementes.

3.4.4.4 Produtividade

Para determinar a produtividade (Kg ha^{-1}) foi colhida, manualmente, uma área de $4,72 \text{ m}^2$ (3 linhas x 3,5 m de comprimento). Após a colheita, as plantas foram trilhadas. Os grãos trilhados foram conduzidos ao laboratório para determinação da umidade. Posteriormente procedeu-se a correção da umidade para 13% e então foi realizado o ajuste da produtividade.

3.4.4.5 Análise química do solo

Foi efetuada amostragem de solo em 10 pontos por piquete com auxílio de um trado holandês, na profundidade de 0 a 20 cm, para posterior análise de rotina dos atributos químicos do solo. As coletas dos 10 pontos por piquete formaram uma amostra composta, a qual foram submetidas as análises laboratoriais.

3.4.4.6 Palhada após a colheita do feijão

Para a estimativa da massa seca residual, ou palhada, foram coletados sete pontos amostrais por piquete, com o auxílio de um quadro de ferro de $0,25 \text{ m}^2$. Após coletadas, essas amostras eram levadas para estufa de secagem a $55 \text{ }^\circ\text{C}$ com circulação de ar forçada por 72 horas para a obtenção de seus respectivos pesos secos e conversão para Kg MS ha^{-1} . É importante ressaltar que todo o material que estava sobre o solo foi coletado e considerado como palhada.

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos a análise de normalidade e homogeneidade de variâncias e, quando aceitas as pressuposições, foram submetidos a análise de variância pelo PROC MIXED utilizando o programa computacional *Statistical Analysis System* - SAS v. 9.0 (SAS, 2002) considerando os efeitos fixos de bloco, altura de manejo, estratégia de adubação e a interação altura de manejo*estratégia de adubação. O período de avaliação foi considerado como medida repetida no tempo. Quando significativos os efeitos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. A significância adotada para todas as análises foi de 5% ($P < 0,05$).

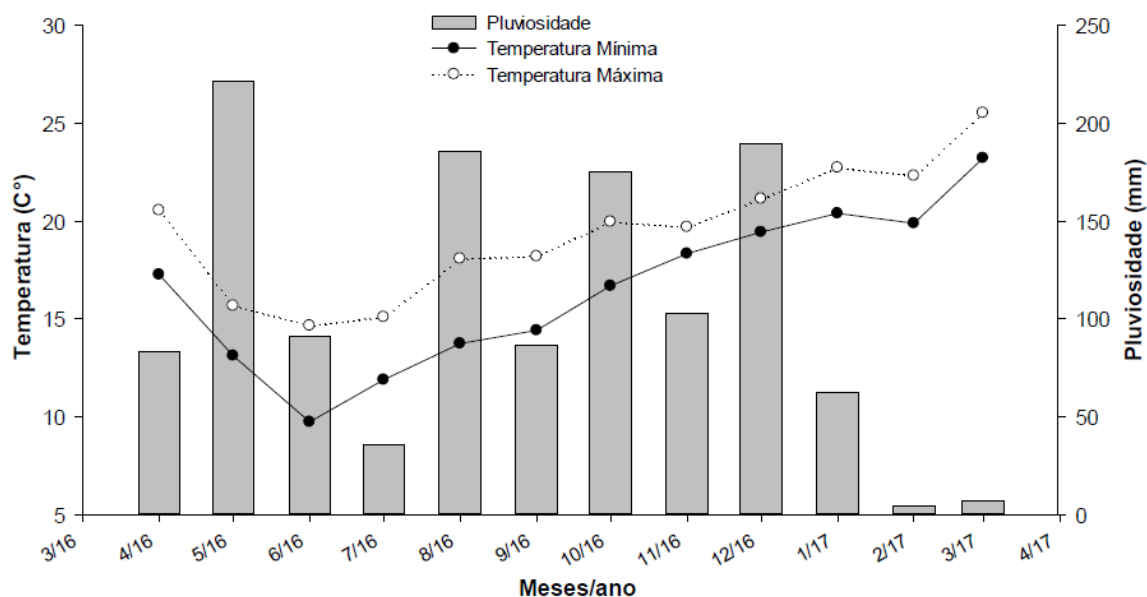
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL

Considerando o período em que a pastagem esteve instalada, de maio a novembro de 2016, foram registados aproximadamente 850 mm de precipitação pluvial e as temperaturas médias estiveram entre 10 e 20 °C (Figura 3). O azevém anual é uma espécie de origem de clima temperado, que necessita, durante a estação de crescimento, de um mínimo de 500 mm de precipitação pluvial e que, de modo geral, tem seu crescimento e desenvolvimento favorecido numa faixa de temperatura entre 5 e 18 °C (EVERS et al., 1997). Sendo assim, as condições climáticas observadas durante o período experimental, na média, foram satisfatórias para atender as exigências da espécie. Entretanto, as condições climáticas logo após a sementeira (elevada pluviosidade e baixas temperaturas) retardaram o desenvolvimento inicial do azevém, o que pode ser verificado pelo longo período (67 dias) entre a sementeira e o início do pastejo.

O feijão, por sua vez, é uma espécie exigente por clima tropical, porém sensível a altas e baixas temperaturas, sendo a média ótima entre 18 e 24 °C e a temperatura ideal 21 °C. De modo geral a cultura do feijão apresenta bom desenvolvimento com precipitações entre 300 e 400 mm bem distribuídos ao longo do ciclo de cultivo (MATZENAUER et al., 1998). No período em que a cultura do feijão esteve instalada, de dezembro de 2016 a março de 2017, foram registados aproximadamente 260 mm de precipitação e a temperatura média esteve entre 20 e 25 °C. Visto isso, as temperaturas estiveram dentro da faixa ideal para o cultivo do feijão, por outro lado, a precipitação registrada ficou abaixo do mínimo necessário para a cultura. Considerando que a máxima exigência hídrica do feijão está compreendida entre os períodos de início do florescimento e maturação fisiológica (MATZENAUER et al., 1998), e que, durante o período experimental estes períodos ocorreram entre os meses de fevereiro e março de 2017, momento em que houve baixa precipitação pluvial, com isso, é possível fazer a inferência de que a cultura do feijão não pôde expressar todo seu potencial produtivo.

Figura 3 – Dados climáticos durante o período experimental (maio de 2016 a março de 2017). Abelardo Luz/SC. Pato Branco – PR, 2018.



Fonte: Epagri/CIRAM e Inmet.

Com relação as demais variáveis observadas, os valores de significância (valores de P) das análises de variância, para cada uma das avaliações podem ser verificados no Apêndice A.

4.2 ANTES DA SEMEADURA DO AZEVÉM

4.2.1 Palhada da cultura antecessora

Para a variável palhada da cultura antecessora (Kg MS ha^{-1}) não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4). A cultura antecessora na ocasião era o feijão-carioca cv. 'IAC Millennium'. Destaca-se que, na média, a quantidade de palhada deixada sobre o solo atende aos requisitos para sistemas de cultivo em plantio direto (CASSOL, 2003; CRUZ et al., 2010).

Tabela 4 – Palhada de feijão carioca (Kg ha⁻¹) cv. 'IAC Millennium' na safrinha de 2016, em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

	Palhada de feijão (Kg MS ha ⁻¹)		
	AA	BA	Média
NG	2628,4	2539,7	2584
NP	2030,4	2461,2	2245,8
Média	2329,4	2500,4	

*Abreviações: AA = alta altura de manejo do pasto; BA = baixa altura de manejo do pasto; NP = nitrogênio aplicado na pastagem; NG = nitrogênio aplicado na cultura de grãos.

4.3 PASTAGEM DE AZEVÉM

4.3.1 Número de plântulas emergidas

Não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos para a variável número de plântulas emergidas (plântulas m⁻²) (Tabela 5). Esse comportamento já era esperado, uma vez que a densidade de semeadura (25 Kg ha⁻¹ de sementes puras e viáveis) foi a mesma para todos os tratamentos (Cabe ressaltar de que a densidade de semeadura utilizada foi a recomendada pelo detentor da cultivar).

Tabela 5 – Número de plântulas emergidas (plântulas m⁻²) de azevém anual cv. "Winter Star" no período de inverno de 2016, em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

	Número de plântulas emergidas (plântulas m ⁻²)		
	AA	BA	Média
NG	410	421,8	415,9
NP	447,1	439,4	443,2
Média	428,6	430,6	

*Abreviações: AA = alta altura de manejo do pasto; BA = baixa altura de manejo do pasto; NP = nitrogênio aplicado na pastagem; NG = nitrogênio aplicado na cultura de grãos.

A não existência de diferença coloca todos os tratamentos em um mesmo "ponto de partida". Contudo, um satisfatório stand de plantas de azevém anual é alcançado com aproximadamente 600 plântulas emergidas por m² (EVERS et al., 1997) e, no presente trabalho, a média foi de aproximadamente 430 plântulas emergidas por m². O baixo número de plântulas emergidas por m² pode estar atrelado ao fator climático logo após a semeadura do azevém. Elevadas

pluviosidades e temperaturas bastante baixas podem ter suprimido a emergência de algumas sementes. Mesmo tomando o cuidado para que as sementes não ficassem demasiadamente enterradas, a alta pluviosidade afetou no aprofundamento demasiado das sementes, ou fazendo o deslocamento lateral delas. Contudo, ressalta-se que as plantas de azevém apresentam plasticidade fenotípica alta, podendo adaptar-se facilmente ao ambiente em que está exposta. Ferreira et al. (2008) ao avaliar genótipos de azevém puderam observar que os mesmos apresentam adaptação no número de perfilhos frente a mudança de densidade de plantas, ou seja, quanto menor a densidade, maior a quantidade de perfilhos emitidos pelas plantas por conta da maior captação de luz. Ainda, destaca-se que após este período crítico, as condições climáticas passaram a ser favoráveis e as plantas se desenvolveram satisfatoriamente.

4.3.2 Caracterização da pastagem antes do início do período de pastejo

A caracterização do desenvolvimento inicial da pastagem compreendeu o período entre a data da emergência e a entrada dos animais. Com relação as variáveis observadas, para massa de forragem não houve interação entre os fatores altura de manejo do pasto e época de adubação nitrogenada, entretanto, independente da altura de manejo do pasto, os piquetes NP apresentaram maior massa de forragem inicial, produzindo 1408,8 Kg MS ha⁻¹ a mais que os tratamentos NG. Na densidade populacional de perfilhos não houve interação entre os fatores altura de manejo do pasto e época de adubação nitrogenada, nem mesmo efeito dos fatores isolados. A média da DPP foi de 2325 perfilhos m⁻².

Quanto a proporção dos componentes morfológicos, não houve interação entre os fatores altura de manejo do pasto e época de adubação nitrogenada, nem mesmo efeito dos fatores isolados. Os valores médios das porcentagens de folhas, colmos e material morto foi de 68%, 22% e 10%, respectivamente. Por outro lado, quando avaliada a massa dos componentes morfológicos, observou-se que não houve interação entre os fatores altura de manejo do pasto e época de adubação nitrogenada, contudo, independente da altura de manejo do pasto, houve maior massa de folhas, colmos e material morto nos

tratamentos NP.

Para densidade de forragem não houve interação entre os fatores altura de manejo do pasto e época de adubação nitrogenada, nem mesmo efeito dos fatores isolados. A média da DF foi de 141,25 Kg MS ha⁻¹ cm⁻¹. Na avaliação da taxa de acúmulo não houve interação entre os fatores altura de manejo do pasto e época de adubação nitrogenada, todavia, independente da altura de manejo do pasto, os tratamentos NP apresentaram TA de 45 Kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ enquanto que os tratamentos NG apresentaram TA de 20 Kg MS ha⁻¹ dia⁻¹.

O efeito observado para o tratamento NP no período anterior à entrada dos animais para as variáveis massa de forragem, taxa de acúmulo e massa dos componentes morfológicos se deve justamente à aplicação de nitrogênio na pastagem que ocorreu antes dessa avaliação. Assim, sabe-se que o N atua sobre as zonas meristemáticas das plantas forrageiras, estimulando o maior desenvolvimento das plantas (GASTAL e NELSON, 1994). Dessa forma, com maiores estímulos ao crescimento das células, o resultado final é observado no incremento em massa de folhas, taxa de acúmulo e massa de forragem, como observado nos resultados. Resultados encontrados por Pellegrini et al. (2010) mostram a resposta do azevém submetido a doses de nitrogênio. Observou-se que com o aumento das doses houve incremento na porcentagem de folhas no dossel, taxa de acúmulo e massa de forragem.

A partir desses resultados pode-se perceber que a aplicação da adubação nitrogenada no perfilhamento do azevém promove um rápido desenvolvimento inicial, provocando aumentos significativos na taxa de acúmulo e, conseqüentemente, na massa de forragem. Sendo assim, o início do período de pastejo poderia ser adiantado quando comparado a pastagem que não recebeu N em cobertura no perfilhamento, o que favoreceria a redução do período de vazio de outono. No entanto, cabe ressaltar que as variáveis avaliadas no pasto antes da entrada dos animais estão na dependência conjunta dos possíveis efeitos acumulados dos tratamentos, que iniciaram na primavera de 2012, e também da adubação nitrogenada aplicada neste período nos piquetes NP (Semeadura: 12/05/2016; Adubação nitrogenada: 20/06/2016; Entrada dos animais: 18/07/2016).

4.3.3 Altura real do pasto

Foi constatada interação tripla significativa entre os fatores altura do pasto, adubação nitrogenada e período de avaliação para altura real do pasto (Tabela 6). O pastejo iniciou em 18/07/2016 (67 dias após a semeadura), quando a altura média geral do pasto era de 13,1 cm, com maiores valores para os tratamentos NP (AANP = 17,8 cm; BANP = 16,0 cm) e menores para NG (AANG = 9,7 cm; BANG = 8,9 cm). Cabe ressaltar que o primeiro período de pastejo foi de adaptação e ajuste da carga animal para que então, o tratamento de altura do pasto fosse formado.

Tabela 6 – Altura real do pasto (cm) de azevém cv. ‘Winter Star’ submetidos a combinações de alturas de manejo e estratégias de adubação nitrogenada em diferentes períodos de avaliação em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

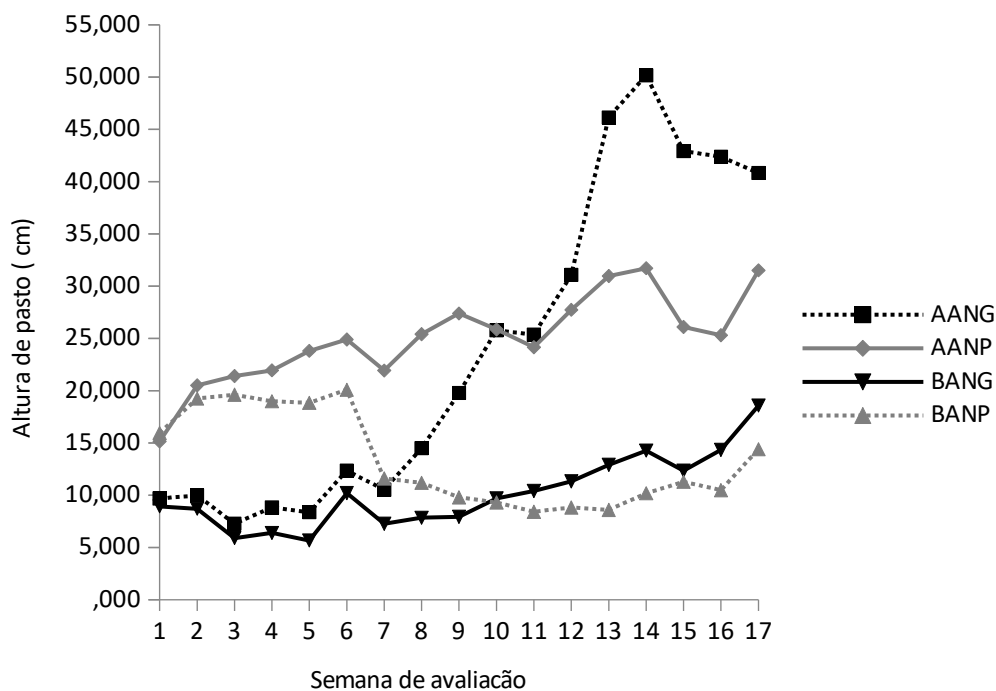
Períodos	Altura real de pasto (cm)				Média
	Altura de pasto				
	AA		BA		
	NG	NP	NG	NP	
18/07 – 14/08	9,2 ^{Cb}	21,9 ^{Ba}	7,7 ^{Cb}	18,5 ^{Aab}	14,3 ^C
14/08 – 10/09	18,0 ^{Cab}	26,7 ^{ABa}	7,9 ^{Cb}	10,3 ^{BCb}	15,7 ^{BC}
10/09 – 08/10	32 ^{Ba}	27,2 ^{ABa}	11,1 ^{Bb}	8,8 ^{Cb}	19,8 ^B
08/10 – 05/11	46,3 ^{Aa}	27,7 ^{ABb}	13,6 ^{Bc}	10,7 ^{Bcc}	24,6 ^A
05/11 – 20/11	40,8 ^{ABa}	31,5 ^{Aa}	18,6 ^{Ab}	14,4 ^{ABb}	26,3 ^A
Média	29,3 ^A	27,0 ^A	11,8 ^B	12,5 ^B	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Erro Padrão da Média = 2,2579. Abreviações: AA = alta altura; BA = baixa altura; NP = nitrogênio na pastagem; NG = nitrogênio no grão.

Ao longo do primeiro período de pastejo o tratamento AANP foi o que apresentou maior altura de pasto. A menor carga animal mantida sobre o pasto (TERRA LOPES et al., 2008), concomitante à maior disponibilidade de N neste tratamento, explicam esta diferença significativa em relação aos demais tratamentos. A partir do segundo período até o terceiro período de pastejo foram observados maiores valores de altura do pasto para os tratamentos AA em relação aos tratamentos BA. No quarto período de avaliação o tratamento AANG apresentou o maior valor de altura do pasto. Neste tratamento foi difícil de manter a altura preconizada desde o início do experimento, visto que para que a altura preconizada fosse estabelecida foi necessário trabalhar sempre com baixa carga animal, o que favoreceu a rápida alongação dos entrenós e a antecipação do florescimento,

justificando os elevados valores de altura nos últimos períodos de avaliação para este tratamento (Figura 4). No quinto período de avaliação o comportamento dos tratamentos em AA apresentarem maiores valores com relação ao BA voltou a ser observado, como já havia sido verificado nos segundo e terceiro períodos. Contudo, as médias da altura real de 28,2 cm para AA e 12,2 cm para BA, foram muito próximas às alturas pretendidas de 25 e 10 cm, respectivamente. Sabe-se que com o aumento do ciclo da cultura do azevém, com a passagem do período vegetativo para o reprodutivo, há maior participação dos colmos no dossel forrageiro (CASSOL et al., 2011), com a alongação dos entrenós e consequente elevação da parte reprodutiva das plantas, com isso contribuindo para o aumento da altura do dossel ao final do período de avaliação. Lembra-se também que, como observado pelo mesmo autor, aplicações de N também apresentam influência sobre essa resposta, visto que aumentam a participação de folhas no dossel durante todo o período de cultivo. Ainda, ressalta-se que pastos mantidos em altura superiores, como é o caso do tratamento AA, há maiores quantidades de colmo, como observado por Aguinaga et al. (2008), o que possibilita maior influência desses na altura.

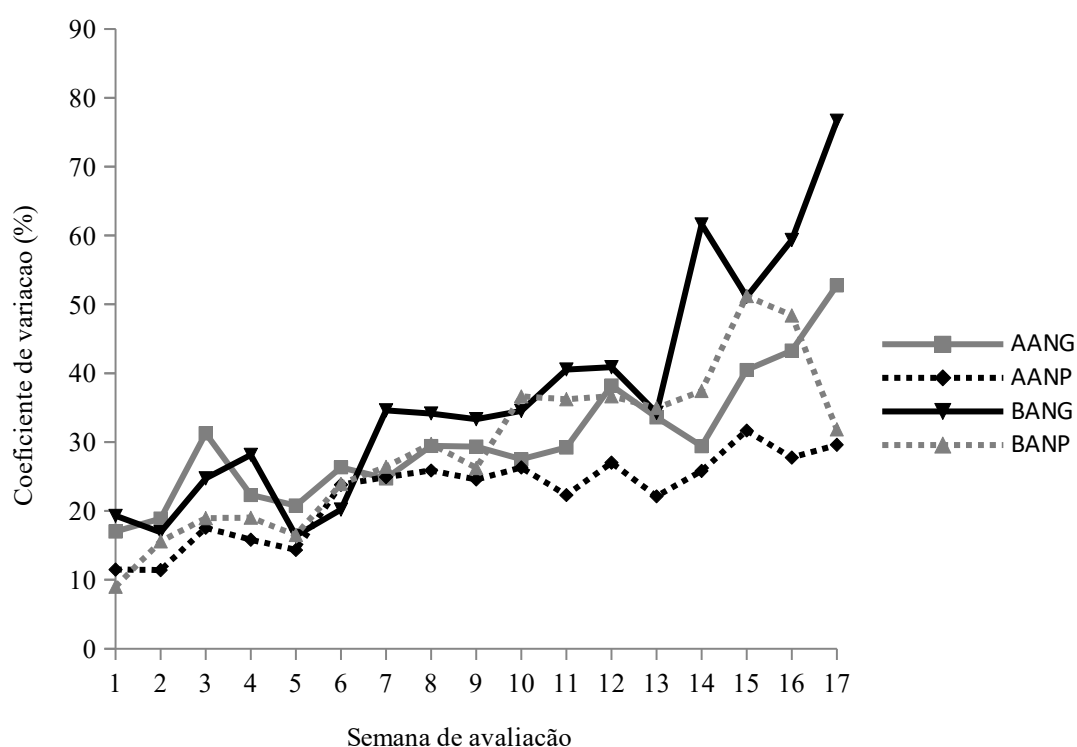
Figura 4 – Medidas de altura (cm), ao longo das semanas de avaliação, numa pastagem de azevém anual submetido a diferentes alturas de manejo e épocas de adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.



Pelos coeficientes de variabilidade da altura do pasto ao longo do período de pastejo (Figura 5), percebe-se que no início do pastejo há maior homogeneidade de altura de dossel nos tratamentos com aplicação de N na pastagem (NP) e que, com avanço do período de pastejo e a evolução fenológica da pastagem, há um aumento na heterogeneidade que se estende até o final do período de pastejo em todos os tratamentos. No tratamento AANP, foi observado menor heterogeneidade durante todo o período de pastejo. A maior uniformidade neste tratamento, provavelmente foi em decorrência de uma maior MF com alta proporção de folhas verdes e menor de colmos, o que propiciou uma menor seletividade pelos animais em pastejo. Sendo assim, quando a demanda dos animais é inferior à oferta de forragem, a pressão de pastejo é variável e pode-se criar ou manter áreas mais homogêneas na pastagem (GARCIA et al. 2005), evento que pode ter ocorrido no presente trabalho. Por outro lado, no tratamento BANG foi observada a maior variabilidade em praticamente todo o período de pastejo. Isso pode ter sido produto de uma maior seletividade exercida pelo animal, criando-se no

piquete áreas pastejadas com menor altura, menor quantidade de forragem e com maior valor nutritivo e áreas pouco ou não pastejadas, com maior altura de pasto, maior quantidade de forragem, e com menor valor nutritivo, e que quanto mais próximo do final do ciclo as plantas se encontravam, mais crítica se tornava a situação, aumentando a heterogeneidade (CARVALHO et al., 1999).

Figura 5 – Coeficiente de variação (%) das medidas de altura (cm), ao longo das semanas de avaliação, numa pastagem de azevém anual submetido a diferentes alturas de manejo e épocas de adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.



4.3.4 Massa de forragem

Para a variável massa de forragem (MF, Kg MS ha⁻¹) houve interação entre períodos de avaliação x altura de manejo do pasto (Tabela 7) e também para períodos de avaliação x época de aplicação da adubação nitrogenada (Tabela 8).

Independente da época de aplicação nitrogenada, no primeiro período de avaliação não houve diferença na MF dos pastos manejados em AA e BA (Tabela 7). Nos demais períodos de avaliação o tratamento AA foi o que apresentou os

maiores valores para MF. Para o tratamento AA, do segundo ao quinto período de avaliação a MF foi superior ao primeiro período. Já para o tratamento de BA, depois de uma baixa MF no primeiro período, houve um incremento na MF no segundo e terceiro períodos, voltando a diminuir no quarto e quinto períodos (Tabela 7).

Tabela 7 – Massa de Forragem (Kg MS ha⁻¹) de azevém cv. ‘Winter Star’ em diferentes períodos de avaliação manejado em alta e baixa altura do pasto em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Período	Massa de Forragem (Kg MS ha ⁻¹)		Média
	AA	BA	
14/07 – 14/08	1929 ^{Ba}	1882 ^{BCa}	1905
14/08 – 10/09	4569 ^{Aa}	3202 ^{Ab}	3885
10/09 – 08/10	4936 ^{Aa}	2822 ^{ABb}	3879
08/10 – 05/11	4394 ^{Aa}	2083 ^{BCb}	3238
05/11 – 20/11	4148 ^{Aa}	1701 ^{Cb}	2924
Média	3995,2	2338	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). AA = alta altura; BA = baixa altura; Erro Padrão da Média = 210,6.

A variável MF tem uma alta correlação com a altura do pasto (AGUINAGA et al., 2008; CARVALHO et al., 2010) e por conta disso os maiores valores para massa de forragem foram justamente encontrados para o manejo em alta altura. A ausência de diferença significativa na MF entre AA e BA no primeiro período de avaliação é devido as estruturas estarem muito semelhantes, uma vez que os tratamentos estavam em processo de formação no campo. Por mais que os valores médios para AA fossem superiores aos de BA neste período, 15,5 e 13,1 cm, respectivamente, o tratamento de BA apresentou maior densidade populacional de perfilhos ao AA, compensando em tamanho de perfilhos e conseqüentemente nos valores de MF (BARTH NETO et al., 2013). A partir do segundo período de avaliação, com os tratamentos já formados, os maiores valores para MF no tratamento em AA devem-se a maiores alturas do pasto e a baixa carga animal. Esse efeito também foi observado em trabalho desenvolvido por Pontes et al. (2003), em que os valores de massa de forragem (3663 kg MS ha⁻¹) foram superiores para o tratamento com maior altura (16,9 cm), que também apresentou menor carga animal dentre os tratamentos (1143 kg PV ha⁻¹).

Com relação à época de aplicação de N na pastagem, foi verificado maior MF para o tratamento NP quando comparado ao NG apenas no primeiro período de pastejo. Nos demais períodos a MF não diferiu entre NP e NG. Para o

tratamento NP os menores valores de MF foram verificados no primeiro e no último período de avaliação. Por outro lado, para o tratamento NG, o menor valor de MF foi verificado no primeiro período de avaliação (Tabela 8). Os maiores valores encontrados para a massa de forragem no tratamento com nitrogênio corrobora com o que foi encontrado em trabalho desenvolvido por Quatrin et al. (2015), em que pastos de azevém que receberam adubação nitrogenada nos valores de 100 e 150 kg de N ha⁻¹ responderam com massa de forragem superior (1928 e 1989 kg MS ha⁻¹), sendo que os autores apontaram efeitos de maior crescimento vegetativo e de perfilhos para o aumento de massa. Ainda, o comportamento de cultivares de azevém geralmente apresenta o padrão observado para o tratamento NP, como relatado por Aiolfi (2016), em que as cultivares (adubadas com 150 kg N ha⁻¹) apresentaram menores valores de massa de forragem no primeiro período de avaliação, seguido dos máximos de produção por três períodos e após há um declínio, por consequência do próprio ciclo da planta. Por outro lado, as respostas obtidas para o tratamento NG apresentaram menores valores apenas no primeiro período, possivelmente por conta de um desenvolvimento inicial menor.

Tabela 8 – Massa de Forragem (Kg MS ha⁻¹), em diferentes períodos de avaliação, de azevém cv. ‘Winter Star’ com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Período	Massa de Forragem (Kg MS ha ⁻¹)		Média
	NP	NG	
14/07 – 14/08	2610 ^{Ba}	1201 ^{Bb}	1905,5
14/08 – 10/09	4304 ^{Aa}	3468 ^{Aa}	3885,5
10/09 – 08/10	3974 ^{Aa}	3784 ^{Aa}	3879
08/10 – 05/11	3401 ^{ABa}	3076 ^{Aa}	3238,5
05/11 – 20/11	2906 ^{Ba}	2943 ^{Aa}	2924,5
Média	3439	2894,4	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). NP = nitrogênio na pastagem; NG = nitrogênio no grão; Erro Padrão da Média = 210,6.

A maior MF, independente da altura de manejo do pasto, para o tratamento NP no primeiro período de avaliação pode ser atribuída a maior densidade populacional de perfilhos quando comparado ao NG. Tal fato está relacionado à grande influência do nitrogênio sobre os meristemas da planta, possibilitando maiores valores de densidade populacional de perfilhos (LEMAIRE

e CHAPMAN, 1996). A ausência de diferença significativa entre NP e NG nos períodos subsequentes deve-se a semelhantes estruturas de dossel, indicando que a MF pode ser mais afetada pelo estágio fenológico da planta, fatores climáticos e de solo e manejo (ALVIM e MOOJEN, 1984; PEREIRA, 2009).

4.3.5 Densidade populacional de perfilhos

Foi verificada interação tripla significativa entre os fatores altura do pasto, época de adubação nitrogenada e período de avaliação para a variável densidade populacional de perfilhos (DPP, perfilhos m⁻²) (Tabela 9).

Tabela 9 – Densidade Populacional de Perfilhos (perfilhos m⁻²) de azevém cv. ‘Winter Star’ submetidos a combinações de alturas de manejo e estratégias de adubação nitrogenada em diferentes períodos de avaliação em sistemas de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Período	Densidade Populacional de Perfilhos (perfilhos m ⁻²)				Média
	AA		BA		
	NP	NG	NP	NG	
14/07 – 14/08	2406 ^{Aab}	1918 ^{Ab}	2818 ^{Aa}	2332 ^{Aab}	2368,42
14/08 – 10/09	2470 ^{Aa}	2002 ^{Aa}	2457 ^{ABa}	2233 ^{Ba}	2290,53
10/09 – 08/10	1840 ^{Ba}	1591 ^{ABa}	1960 ^{Ba}	1680 ^{Ca}	1767,72
08/10 – 05/11	1805 ^{Bb}	1055 ^{BCc}	2224 ^{ABa}	1515 ^{Cbc}	2028,85
05/11 – 20/11	2147 ^{ABab}	941 ^{Cc}	2701 ^{Aa}	1563 ^{Cbc}	1838,27
Média	2133,58	1501,68	2432,02	2167,75	

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05). Erro Padrão da Média = 132,62. Abreviações: AA = alta altura; BA = baixa altura; NP = nitrogênio na pastagem; NG = nitrogênio no grão.

No primeiro período de avaliação pastos manejados em BANP apresentaram a maior DPP. Ao longo do segundo e terceiro períodos de avaliação não houve diferença entre os tratamentos. Já no quarto e quinto períodos o tratamento BANP voltou a apresentar as maiores DPP. Quando comparados, individualmente, cada tratamento ao longo dos períodos de avaliação percebe-se que os tratamentos tendem a reduzir a DPP do terceiro período de avaliação em diante, contudo é importante ressaltar o comportamento do tratamento BANP, que foi o tratamento com a menor redução na DPP ao longo do ciclo de cultivo, inclusive apresentando aumento na DPP no último período de avaliação. Evidente foi a diminuição na DPP no tratamento BANG, nos períodos finais, provavelmente por

limitações de N e de área foliar houve maior mortalidade de perfilhos em relação ao seu surgimento. De modo geral, os maiores valores de DPP foram observados quando a pastagem de azevém recebeu aplicação de N e foi manejada em baixa altura.

O perfilhamento é um processo contínuo que poder ser acelerado pela desfolhação da planta e pela conseqüente melhoria do ambiente luminoso na base do dossel, além de que é afetado por fatores como temperatura, nutrição mineral (especialmente adubação nitrogenada) e suprimento de água (PEDREIRA et al., 2001; PELLEGRINI et al., 2010). De modo geral, quando o pasto é mantido em maiores alturas de dossel há um decréscimo no número de perfilhos (CAUDURO et al., 2006), o que pode ser atribuído pela baixa intensidade e qualidade da luz incidente na base do dossel forrageiro (SBRISSIA e DA SILVA, 2008). Outro aspecto relativo ao perfilhamento do azevém é o efeito positivo da aplicação de N em cobertura (MAZZANTI et al., 1994; GARCEZ NETO et al., 2002). Esse efeito depende da taxa de aparecimento de novas folhas, visto que cada nova folha originada gera uma nova gema axilar, a qual poderá se desenvolver em novo perfilho (COSTA E SILVA, 2011), de acordo com as condições de ambiente. A emissão de um número significativo de novos perfilhos pelas plantas é um processo que ocorre até o início do florescimento. Desse momento em diante a prioridade é a de garantir a produção de sementes. Conseqüentemente, a realocação de reservas passa a ser para a panícula e não mais para a emissão de perfilhos. Novos perfilhos ainda podem aparecer, mas uma quantidade não significativa. O reduzido número de perfilhos também é associado com a morte dos perfilhos já existentes, e uma das principais causas é a remoção do ápice do perfilho através do pastejo realizado pelos animais (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

4.3.6 Composição morfológica

Foi verificada interação tripla significativa entre os fatores altura do pasto, época de adubação nitrogenada e período de avaliação para a variável % Folhas (Tabela 10).

Tabela 10 – % Folhas de azevém cv. ‘Winter Star’ submetidos a combinações de alturas de manejo e estratégias de adubação nitrogenada em diferentes períodos de avaliação em sistemas de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Período	% Folhas				Média
	AA		BA		
	NP	NG	NP	NG	
14/07 – 14/08	66,8 ^{Aa}	71,4 ^{Aa}	66,8 ^{Aa}	66,1 ^{Aa}	67,7
14/08 – 10/09	50,2 ^{Ba}	62,2 ^{Ba}	45,2 ^{ABa}	57,1 ^{ABa}	42,4
10/09 – 08/10	40 ^{Ca}	49,3 ^{Ca}	38,5 ^{Ba}	53 ^{Ba}	45,2
08/10 – 05/11	26,1 ^{Db}	22,7 ^{Db}	48,3 ^{ABa}	31,6 ^{Cab}	32,2
05/11 – 20/11	16,4 ^{Eb}	6,2 ^{Eb}	52,1 ^{ABa}	12,6 ^{Db}	21,8
Média	39,9	42,4	50,2	44,1	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Erro Padrão da Média = 3,5597. Abreviações: AA = alta altura; BA = baixa altura; NP = nitrogênio na pastagem; NG = nitrogênio no grão.

Verifica-se que do primeiro ao terceiro período de avaliação não há diferença significativa entre os tratamentos, porém no quarto e quinto período de avaliação o tratamento BANP se sobressaiu aos demais, mantendo dosséis em torno de 50% de lâminas foliares. Com o avanço do ciclo do azevém percebe-se que os tratamentos tendem a reduzir a proporção de folhas no dossel (CARVALHO et al., 2010), entretanto, destaca-se o comportamento do tratamento BANP, uma vez que a proporção de folhas nos dosséis deste tratamento foi mais estável ao longo do ciclo de cultivo da pastagem e se manteve superior quando os tratamentos foram comparados dentro dos períodos. Esse comportamento é o mesmo verificado na DPP dos tratamentos, demonstrando alta correlação entre estas variáveis. Dessa forma, como o tratamento apresentou maiores quantidades de perfilhos por conta do manejo imposto, há também uma maior quantidade de folhas surgindo no dossel, apesar de menor tamanho, o que faz com que os valores de % Folhas seja superior. Resultados semelhantes a esse foram também encontrados por Cauduro et al. (2006) ao avaliar pastos de azevém manejados em duas intensidades de pastejo.

Para a variável % Colmos foram verificadas interações significativas entre altura do pasto x época de adubação nitrogenada (Tabela 11), período de avaliação x altura do pasto (Tabela 12) e período de avaliação x época de adubação nitrogenada (Tabela 13). Verifica-se que quando o pasto for manejado em BA haverá menor proporção de colmos na estrutura da pastagem. Ainda, se o pasto for manejado em AA, a % Colmos será maior quando comparado ao BA e não será

dependente da aplicação de N em cobertura e que, se o pasto for manejado em BANP será obtido, entre todos os tratamentos, a menor proporção de colmos na composição morfológica do pasto (Tabela 11). Este é um dos resultados esperados, uma vez que pastos mantidos sob BA são os pastos submetidos a maior carga animal, levando o pasto a apresentar uma pequena altura da camada de pseudocolmos, como observado em trabalho de Confortin et al. (2010), em que pastos de azevém manejados sob alta intensidade de pastejo apresentaram as menores taxas de alongação de colmo. Além disso, Santos et al. (2016) constataram que quando os pastos de azevém são manejados com alturas superiores a 20 cm, existe uma maximização da proporção de colmos no dossel. Além disso, quando há aplicação de N no pasto, haverá uma maior % Folhas quando comparado a % Colmos, como observado por Cassol et al. (2011). Ressalta-se aqui o efeito extremamente significativo do histórico de manejo da pastagem ou de sua condição anterior (ARMSTRONG, et al., 1995). Ou seja, se a pastagem hoje está em baixa altura, pode estar apresentando estruturas completamente distintas se há um tempo atrás estava em maior, na mesma, ou menor altura. Como a entrada dos animais foi feita em momento para que a altura de dossel não se elevasse muito, e o tempo de uso do pasto é relativamente longo, espera-se essa relação descrita acima.

Tabela 11 – % Colmos de azevém cv. ‘Winter Star’ manejado em alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

% Colmos			
	NP	NG	Média
AA	39,1 ^{Aa}	42,1 ^{Aa}	40,6
BA	26,8 ^{Bb}	35,9 ^{Ba}	31,3
Média	32,9	39	

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). Erro Padrão da Média = 0,9128. Abreviações: AA = Alta altura; BA = Baixa altura; NP = nitrogênio na pastagem; NG = nitrogênio no grão.

Quando é comparado o efeito das alturas de manejo, independente da época de aplicação de N, ao longo do ciclo de cultivo da pastagem (Tabela 12), percebe-se que até o segundo período de avaliação não há diferença significativa entre AA e BA, porém, a partir do terceiro período de avaliação até o final do período de pastejo, o pasto manejado em AA apresentou maior % Colmos quando comparado ao BA. Isso indica que pastos manejados em AA, com menor pressão de

pastejo, alongam os entrenós mais rapidamente, aumentando a proporção deste componente na estrutura do dossel forrageiro, como já relatado e observado por Santos et al. (2016) em pastos de azevém manejados com alturas superiores à 20 cm. Ainda, as porcentagens de colmos dentro dos tratamentos e entre os períodos apresenta a tendência de aumento ao decorrer do ciclo, relacionado à passagem do estágio vegetativo para o reprodutivo (PEDROSO et al., 2004).

Tabela 12 – % Colmos de azevém cv. ‘Winter Star’ em diferentes períodos de avaliação manejado em alta e baixa altura do pasto em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Período	% Colmos		Média
	AA	BA	
14/07 – 14/08	21,8 ^{Da}	21,6 ^{Ca}	21,7
14/08 – 10/09	25,8 ^{Da}	24,5 ^{BCa}	25,1
10/09 – 08/10	37,1 ^{Ca}	29,2 ^{Bb}	33,1
08/10 – 05/11	53,8 ^{Ba}	37,7 ^{Ab}	45,7
05/11 – 20/11	64,6 ^{Aa}	43,8 ^{Ab}	54,2
Média	40,6	31,3	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Erro Padrão da Média = 1,4432. Abreviações: AA = Alta altura; BA = Baixa altura.

Quanto à época de aplicação de nitrogênio (Tabela 13), foi possível evidenciar que até o terceiro período de pastejo não houve diferença significativa entre NP e NG, mas no quarto e quinto pastejo o tratamento NG apresentou as maiores % Colmos na estrutura do pasto, o que indica que a aplicação de N na pastagem retarda o alongamento dos entrenós, mantendo menores % Colmos, o que promove um dossel com maior participação de folhas, favorecendo o consumo de forragem pelos animais. Como encontrado por Bremm et al. (2008), o aumento da quantidade de colmos no dossel forrageiro de pastagens hibernais ocorre acompanhado do decorrer do ciclo das plantas (aumentos de 8,1 para 23,2 kg ha⁻¹ no período de 13/07 a 03/09). Ainda, como já descrito e observado por Cassol et al. (2011), as porcentagens de colmo na estrutura do dossel são menores quando há aplicação de nitrogênio, visto que a aplicação incentiva a maior produção de folhas, representando a maior porção do pasto.

Tabela 13 – % Colmos de azevém cv. ‘Winter Star’ com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Período	% Colmos		Média
	NP	NG	
14/07 – 14/08	22,6 ^{Da}	20,8 ^{Da}	21,7
14/08 – 10/09	28,1 ^{CDa}	22,1 ^{Da}	25,1
10/09 – 08/10	33,2 ^{BCa}	33,1 ^{Ca}	33,1
08/10 – 05/11	38,2 ^{ABb}	53,2 ^{Ba}	45,7
05/11 – 20/11	42,6 ^{Ab}	65,7 ^{Aa}	54,1
Média	32,9	39	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Erro Padrão da Média = 1,4432. Abreviações: NP = nitrogênio na pastagem; NG = nitrogênio no grão.

Para a variável % Material Morto houve apenas efeitos individuais para altura do pasto, época de adubação nitrogenada e períodos de avaliação. Com relação à altura do pasto, o tratamento de BA apresentou maior proporção de material morto quando comparado ao AA, 20,6 e 17%, respectivamente. Quanto a época de aplicação de N, o tratamento NP produziu mais material morto do que o NG, 21,7 e 15,8%, respectivamente. Relativo ao comportamento do material morto ao longo dos períodos de avaliação (Tabela 14), no primeiro período foi verificada a menor proporção de material morto no dossel forrageiro, aumentando significativamente no segundo período, mantendo os valores elevados, porém sem diferença significativa, até o final do período experimental. Aguinaga et al. (2008) verificou que houve aumento das quantidades de material morto agregado ao período de utilização da pastagem. Além disso, os mesmos autores constataram que a quantidade de material morto nos diferentes tratamentos de altura da pastagem apresenta variações entre os mesmos, sendo que no segundo período avaliado os pastos manejados com 10 cm apresentaram as maiores porcentagens. Frizzo et al. (2003) comentam que pastos que apresentam menor frequência de desfolha apresentam maiores quantidades de material morto, o que se esperava ao se observar as condições do tratamento AA. É importante lembrar que a variável em questão é medida através da porcentagem da massa de forragem, assim, apesar das maiores porcentagens observadas para esse tratamento, as quantidades em kg ha^{-1} são diferentes e podem ser inferiores ao tratamento AA.

Tabela 14 – % Material Morto de azevém cv. ‘Winter Star’ em diferentes períodos de avaliação em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

% Material Morto					
Períodos de Avaliação					
14/07– 14/08	14/08 – 10/09	10/09 – 08/10	08/10 – 05/11	05/11 – 20/11	Média
10,4 ^b	21,1 ^a	21,6 ^a	20,4 ^a	20,3 ^a	18,8

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). Erro Padrão da Média = 1,4313.

Para a variável relação folha/colmo (F/C) houve interação significativa entre os fatores altura do pasto x época de aplicação de N (Tabela 15), entre períodos de avaliação x altura do pasto (Tabela 16) e entre períodos de avaliação x época de adubação nitrogenada (Tabela 17). Quando é comparado o efeito de alturas do pasto com a época de aplicação do N, percebe-se que há pouca diferença entre os diferentes arranjos dos tratamentos. Da mesma forma, independente da altura do pasto, quando não houve aplicação de N na pastagem, não houve diferença. A única diferença significativa foi verificada entre as alturas do pasto na ocasião da aplicação de N na pastagem, sendo que o tratamento que apresentou a maior relação F/C foi o BANP (Tabela 15). Esperava-se que, como relatado por Confortin (2009), a quantidade de folhas, e conseqüentemente a relação F/C, fosse superior para o tratamento com menor intensidade de pastejo por apresentar maiores taxas de crescimento. Por outro lado, Aguinaga et al. (2008) também encontraram valores superiores de folhas para pastos de azevém manejados com 10 cm de altura em todos os períodos de avaliação, reforçando a importância da quantidade e sua manutenção ao longo do período de pastejo.

Tabela 15 – Relação Folha/Colmo de azevém cv. ‘Winter Star’ manejado em alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

	Relação Folha/Colmo		Média
	NP	NG	
AA	1,36 ^{Ba}	1,81 ^{Aa}	1,6
BA	2,1 ^{Aa}	1,77 ^{Aa}	1,9
Média	1,7	1,8	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). Erro Padrão da Média = 0,1187. Abreviações: Abreviações: AA = Alta altura; BA = Baixa altura; NP = nitrogênio na pastagem; NG = nitrogênio no grão.

Para a interação entre períodos de avaliação e altura do pasto houve

diferença significativa apenas no último período de avaliação, sendo que a maior relação F/C foi obtida no pasto mantido em BA. Quando comparados os efeitos das alturas, individualmente, ao longo dos períodos de avaliação, percebe-se que com o avanço no ciclo da pastagem, independente da altura de manejo, há uma redução na relação F/C. Exemplo disso pode ser verificado em trabalho de Bremm et al. (2008) e Bratti et al. (2009), em que os valores da relação F/C diminuíram com o decorrer do período experimental. Contudo, os tratamentos em BA apresentam um decréscimo mais gradual, sugerindo que pastos manejados em BA conseguem manter a proporção de folhas mais estável ao longo do ciclo de cultivo (Tabela 16).

Tabela 16 – Relação Folha/Colmo de azevém cv. ‘Winter Star’ em diferentes períodos de avaliação manejado em alta e baixa altura do pasto em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Período	Relação Folha/Colmo		Média
	AA	BA	
14/07 – 14/08	3,37 ^{Aa}	3,2 ^{Aa}	3,28
14/08 – 10/09	2,47 ^{Ba}	2,2 ^{Ba}	2,33
10/09 – 08/10	1,31 ^{Ca}	1,6 ^{BCa}	1,45
08/10 – 05/11	0,57 ^{CDa}	1,37 ^{BCa}	0,47
05/11 – 20/11	0,21 ^{Db}	1,17 ^{Ca}	0,69
Média	1,58	1,9	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). Erro Padrão da Média = 0,1878. Abreviações: AA = Alta altura; BA = Baixa altura.

Com relação a interação entre época de aplicação de N x períodos de avaliação, verifica-se que no primeiro período de avaliação não houve diferença significativa entre NP e NG (Tabela 17). Já no segundo período, o tratamento NG apresentou maior relação F/C quando comparado ao NP. No terceiro e quarto período não houve diferença, voltando a ser significativamente diferente apenas no quinto período de avaliação, quando o tratamento NP apresentou maior relação F/C. Percebe-se que com o avanço do ciclo produtivo, com a maturação fisiológica das plantas, ocorre a redução da % Folhas e aumento na % Colmos, promovendo dosséis com menores relações F/C (PELLEGRINI et al., 2010), contudo, quando há aplicação de N na pastagem, a redução na relação F/C é menos acentuada, indicando que pastos fertilizados com N fornecerão aos animais, forragem de melhor valor nutritivo mesmo ao final do período de pastejo (Tabela 17). A adubação nitrogenada sobre a pastagem de azevém apresenta grande efeito sobre o crescimento de lâminas foliares. Sabe-se que adubações que apresentam doses

entre 100 e 200 kg N ha⁻¹ apresentam respostas superiores, principalmente sobre a taxa de alongação foliar, o que pode levar à maiores valores da variável F/C (GONÇALVES; QUADROS, 2003).

Tabela 17 – Relação Folha/Colmo de azevém cv. 'Winter Star' com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Relação Folha/Colmo			
Período	NP	NG	Média
14/07 – 14/08	3,15 ^{Aa}	3,47 ^{Aa}	3,31
14/08 – 10/09	1,78 ^{Bb}	2,9 ^{Aa}	2,34
10/09 – 08/10	1,23 ^{Ba}	1,71 ^{Ba}	1,47
08/10 – 05/11	1,25 ^{Ba}	0,68 ^{Ca}	0,96
05/11 – 20/11	1,2 ^{Ba}	0,18 ^{Cb}	0,69
Média	1,72	1,78	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). Erro Padrão da Média = 0,1878. Abreviações: NP = nitrogênio na pastagem; NG = nitrogênio no grão.

Com os dados de composição morfológicas apresentadas fica evidente que as diferentes estratégias de manejo da pastagem interferem significativamente na estrutura do dossel forrageiro ao longo do ciclo de cultivo. Uma das questões a serem levantadas é de que manter um dossel forrageiro com elevadas % Folhas não é uma tarefa fácil. No início do ciclo de cultivo o pasto não se encontra com os colmos alongados, o que favorece dosséis com elevada % Folhas, conseqüentemente de elevado valor nutritivo, favorecendo o consumo e produção animal (HODGSON, 1990; TRINDADE et al., 2007). Entretanto, com o avanço do ciclo e o alongamento dos entrenós, a redução significativa na % Folhas pode reduzir o consumo animal, levando a uma reduzida produtividade do sistema como um todo. Dentre os tratamentos do presente trabalho, o BANP foi o tratamento que apresentou elevados valores de % Folhas bem como melhor distribuição da % Folhas ao longo do ciclo. Além disso, este tratamento apresentou elevada produção de forragem, o que pode ter favorecido o aumento na proporção de material morto, mas, por outro lado, este tratamento deve ter apresentado a maior taxa de aparecimento foliar.

Outro aspecto evidente é que a utilização de N em cobertura na pastagem auxilia na melhor distribuição da % Folhas ao longo do ciclo, mantendo relações F/C mais elevadas, o que favorece a formação de um dossel forrageiro com

menos limitantes ao pastejo, favorecendo maiores consumos com consequente maior produtividade animal. Também deve ser considerado que maior F/C no momento da retirada dos animais equivale a uma palhada com maior velocidade de decomposição e de liberação de nutrientes, influenciando na capacidade de ciclagem e nas respostas posteriores dos cultivos agrícolas. Muitos anos de trabalho de pesquisa e centenas de trabalhos na literatura brasileira e internacional avaliaram níveis de palhada sobre inúmeras variáveis (perdas de solo, frequência de invasoras, parâmetros de física de solo, crescimento das plantas agrícolas, componentes de rendimento e produtividade de grãos), mas sem fazer menção aos serviços da palhada que são dependentes de sua composição.

4.3.7 Densidade de forragem

Para a variável densidade de forragem (DF, Kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) houve interação significativa entre período de avaliação x altura do pasto e entre período de avaliação x época de adubação nitrogenada. Com relação a influência da altura do pasto na DF (Tabela 18), sabe-se que há uma relação inversa entre estes fatores, ou seja, pastos baixos apresentam maior DF (CARNEVALLI et al., 2001; GONÇALVES et al., 2009; PELLEGRINI et al., 2010). No presente trabalho este comportamento foi verificado apenas no terceiro e quarto período de avaliação, mesmos períodos em que houve maior % Folhas e menor % Colmos para os tratamentos em BA, justificando os maiores valores de DF. A não existência de diferença significativa no último período de avaliação, mesmo a relação F/C sendo maior em BA, se explica pela reduzida MF deste tratamento neste período (Tabela 7).

Tabela 18 – Densidade de Forragem (Kg MS ha⁻¹ cm⁻¹) de azevém cv. ‘Winter Star’ em diferentes períodos de avaliação manejado em alta e baixa altura do pasto em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Período	Densidade de Forragem (Kg MS ha ⁻¹)		Média
	AA	BA	
14/07 – 14/08	112,74 ^{Ba}	125,79 ^{BCa}	119,26
14/08 – 10/09	197,83 ^{Aa}	255,12 ^{Aa}	226,47
10/09 – 08/10	181,48 ^{Ab}	279,07 ^{Aa}	230,27
08/10 – 05/11	117,94 ^{Bb}	185,62 ^{Ba}	151,78
05/11 – 20/11	113,32 ^{Ba}	121,92 ^{Ca}	117,62
Média	144,66	193,5	

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). Erro Padrão da Média = 12,9151. Abreviações: AA = alta altura; BA = baixa altura.

Quanto a influência da época de aplicação N ao longo dos períodos de avaliação (Tabela 19), verifica-se que houve diferença apenas nos dos últimos períodos de avaliação, com valores superiores de DF para o tratamento NP. Sabe-se que a adubação nitrogenada também apresenta efeitos sobre a densidade de forragem sobre pastos de azevém, como relatado por Pellegrini et al. (2010), em que a resposta à doses crescentes de N apresentou resposta quadrática. Este resultado se justifica uma vez que nestes mesmos períodos de avaliação houve maior relação F/C para os pastos manejados em NP, favorecendo a formação de um dossel forrageiro mais denso, o que implica diretamente no padrão de consumo dos animais. Neste caso, pastos mais densos apresentaram maior massa de lâminas foliares, o que favorece a melhor apreensão da forragem com melhor valor nutritivo, promovendo maior desempenho animal.

Tabela 19 – Densidade de Forragem (Kg MS ha⁻¹ cm⁻¹) de azevém cv. ‘Winter Star’ com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Período	Densidade de Forragem (Kg MS ha ⁻¹)		Média
	NP	NG	
14/07 – 14/08	130,95 ^{Ca}	107,58 ^{Ba}	119,26
14/08 – 10/09	214,87 ^{Aa}	238,07 ^{Aa}	226,47
10/09 – 08/10	228,03 ^{Aa}	232,53 ^{Aa}	230,28
08/10 – 05/11	201,04 ^{ABa}	102,52 ^{Bb}	151,78
05/11 – 20/11	148,73 ^{BCa}	86,5 ^{Bb}	117,61
Média	184,72	153,44	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). Erro Padrão da Média = 12,9151. Abreviações: NP = nitrogênio na pastagem; NG = nitrogênio no grão.

4.3.8 Interceptação de radiação

Para a variável interceptação de radiação (IR, %) houve interação entre os fatores período de avaliação x altura do pasto e período de avaliação x época de adubação nitrogenada. Quando comparado o efeito das alturas de manejo ao longo dos períodos de avaliação (Tabela 20), verifica-se diferença significativa entre AA e BA do terceiro ao quinto período de avaliação, com valores superiores para AA. Quando comparado o efeito individual de cada altura de manejo ao longo dos períodos de avaliação, percebe-se que para AA não houve diferença, já para BA, a tendência foi de redução da IR ao longo do ciclo de cultivo, com as menores IR registradas nos últimos períodos de avaliação. Compreende-se que a variável interceptação de radiação é extremamente dependente da área foliar do pasto em questão (DIFANTE; NASCIMENTO JR, 2003), apresentando correlação positiva entre as mesmas. Assim, esses valores obtidos para IR podem ser derivados de uma maior área foliar nos tratamentos. Em trabalho desenvolvido por Pontes et al. (2003) é possível observar que os pastos mantidos em maiores alturas apresentam maiores índices de área foliar – e maiores valores de IR –, o que influenciou diretamente sobre a velocidade do rebrote do pasto de azevém (tempo de duração da alongação).

Tabela 20 – Interceptação da Radiação Solar (%) de azevém cv. ‘Winter Star’ em diferentes períodos de avaliação manejado em alta e baixa altura do pasto em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Período	Interceptação da Radiação Solar (%)		Média
	AA	BA	
14/07 – 14/08	75 ^{Aa}	71 ^{ABa}	73
14/08 – 10/09	81 ^{Aa}	74 ^{Aa}	77,6
10/09 – 08/10	87 ^{Aa}	68 ^{ABb}	77,3
08/10 – 05/11	89 ^{Aa}	59 ^{Bb}	74,1
05/11 – 20/11	83 ^{Aa}	57 ^{Bb}	70,1
Média	82,9	65,8	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Erro Padrão da Média = 3,08. Abreviações: AA = alta altura; BA = baixa altura.

A eficiência do dossel na conversão da energia luminosa em matéria seca é dependente da taxa fotossintética de folhas individuais e dos padrões de interceptação da radiação solar incidente bem como da eficiência de utilização da radiação interceptada (SILVA et al., 2008). Estes processos estão diretamente

relacionados com a DPP e a % Folhas do dossel forrageiro. Sbrissia e Silva (2003) apontam que a densidade populacional de perfilhos podem ser grandemente afetadas pelo regime de desfolhação, resultando em algumas diferenças, principalmente para folhas produzidas por área ou o próprio índice de área foliar, que se relaciona com a interceptação da radiação. Lembra-se que pastos manejados em BA apresentam maior DPP quando comparados pastos manejados em AA, porém, pastos em AA apresentam perfilhos maiores, com folhas maiores, que de certa maneira compensando a menor DPP, o que favorece maior interceptação da radiação solar incidente (SBRISSIA; SILVA, 2003; CAUDURO et al., 2006).

Com relação ao efeito da época de aplicação de N, houve diferença significativa entre NP e NG apenas nos dois primeiros períodos de avaliação, com maiores valores de IR para o tratamento NP (Tabela 21). Os baixos valores de IR para o tratamento NG se explicam pelo desenvolvimento mais lento da pastagem submetida a esse tratamento no início do ciclo de cultivo. Ainda, sabe-se que o nitrogênio também apresenta influência sobre tal variável, sendo que trabalhos como o de Fagundes et al. (2006) revelam efeito linear positivo das doses.

Tabela 21 – Interceptação da Radiação Solar (%) de azevém cv. ‘Winter Star’ com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Período	Interceptação da Radiação Solar (%)		Média
	NP	NG	
14/07 – 14/08	93 ^{Aa}	53 ^{Bb}	73
14/08 – 10/09	89 ^{ABa}	66 ^{ABb}	77,6
10/09 – 08/10	77 ^{BCa}	78 ^{Aa}	77,3
08/10 – 05/11	75 ^{BCa}	74 ^{Aa}	74,1
05/11 – 20/11	70 ^{Ca}	71 ^{Aa}	70,1
Média	80,6	68,2	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Erro Padrão da Média = 3,08. Abreviações: NP = nitrogênio na pastagem; NG = nitrogênio no grão.

Sabe-se que a grande parte das espécies forrageiras apresenta maior acúmulo de forragem até uma interceptação luminosa de 95% (HUMPHREYS, 1966; BROWN e BLASER, 1968). Acima deste valor, há um sombreamento excessivo, reduzindo a quantidade e a qualidade da radiação solar incidente na parte basal das plantas. A consequência é a redução da emissão de perfilhos, aumento da morte de tecidos e, conseqüentemente, redução do acúmulo de forragem (BROUGHAM,

1956). Visto isso, destaca-se que o presente trabalho esteve com valores de IR sempre abaixo do valor crítico de 95%. Os tratamentos que mais se aproximaram do valor de IR que promove o maior acúmulo de forragem foram os tratamentos mantidos em AA e também os tratamentos com N aplicado na pastagem.

4.3.9 Taxa de acúmulo

Para a variável taxa de acúmulo (TA, Kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) houve interação entre os fatores período de avaliação x época de adubação nitrogenada e também entre os fatores altura do pasto x época de adubação nitrogenada. Em todos os períodos de avaliação os maiores valores de TA foram observados no tratamento NP quando comparado ao NG. Tanto para NP quanto para NG houve redução significativa na TA ao longo do ciclo de cultivo (Tabela 22). Para Lupatini et al. (1998) a influência do N sobre essa variável é extremamente evidente, visto que em seu trabalho os pastos de azevém apresentaram resposta linear frente as doses aplicadas. Segundo o mesmo, o uso de 150 kg N ha⁻¹ resulta em um aumento médio de 122% nas taxas de acúmulo. Ainda, sobre a diferença entre os períodos de avaliação, as menores taxas de acúmulo são encontradas nos últimos períodos, isso por conta do próprio ciclo da planta ao entrar em estágio reprodutivo (AGUINAGA et al., 2008).

Tabela 22 – Taxa de Acúmulo (Kg MS ha⁻¹ dia⁻¹), em diferentes períodos de avaliação, de azevém cv. ‘Winter Star’ com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Período	Taxa de Acúmulo (Kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹)		Média
	NP	NG	
14/07 – 14/08	222 ^{Aa}	61 ^{Ab}	141,5
14/08 – 10/09	141 ^{Ba}	47 ^{ABb}	94
10/09 – 08/10	66 ^{Ca}	36 ^{BCb}	51
08/10 – 05/11	57 ^{CDa}	30 ^{CDb}	43,5
05/11 – 20/11	40 ^{Da}	20 ^{Db}	30
Média	101,3	38,6	

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). Erro Padrão da Média = 4,1. Abreviações: NP = nitrogênio na pastagem; NG = nitrogênio no grão.

Quando comparados todos os tratamentos na interação entre altura do

pasto e época de adubação nitrogenada verifica-se que, tanto em AA quanto BA, os maiores valores de TA foram obtidos quando o pasto recebeu adubação nitrogenada em cobertura. Percebe-se também que quando comparada a época de adubação nitrogenada dentro das alturas do pasto, no tratamento NP a maior TA foi observada quando o pasto foi manejado em AA, por outro lado, no tratamento NG não houve diferença significativa entre as alturas de manejo (Tabela 23).

Tabela 23 – Taxa de Acúmulo (Kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) de azevém cv. ‘Winter Star’ manejado em alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

	Taxa de Acúmulo (Kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹)		Média
	NP	NG	
AA	120,4 ^{Aa}	36 ^{Ab}	78,2
BA	89,4 ^{Ba}	41,3 ^{Ab}	65,3
Média	104,9	38,6	

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). Erro Padrão da Média = 3,6. Abreviações: AA = Alta altura; BA = Baixa altura; NP = nitrogênio na pastagem; NG = nitrogênio no grão.

Pontes et al. (2003) relata em seu trabalho que o manejo da pastagem com alturas maiores resulta em maiores taxas de acúmulo, isso porque há aumento das quantidades de lâmina verde total, o que também influenciou a interceptação da radiação. Dessa forma, é importante lembrar que os valores de massa de forragem também foram superiores para os tratamentos AA (Tabela 7). A adubação nitrogenada promove aceleração no crescimento das plantas (SANTOS JUNIOR et al., 2004), promovendo maior perfilhamento além de maior produção de folhas, como já foi verificado no presente trabalho e, a consequência deste comportamento são aumentos no acúmulo diário de forragem. Além disso, os elevados valores de TA nos últimos períodos de avaliação nos tratamentos NP, indicam que o N se mantém ativo ao longo do ciclo de cultivo, mesmo que a dose total de N tenha sido aplicada de uma única vez ainda no mês de junho.

4.3.10 Produção de forragem

Houve interação entre altura do pasto x época de adubação nitrogenada para a variável produção de forragem (PF, Kg MS ha⁻¹) (Tabela 24). A

PF representa o total de forragem produzida desde a emergência até o final do ciclo de cultivo da pastagem. Percebe-se que, independente da altura do pasto, quando a pastagem recebeu adubação nitrogenada em cobertura (NP) houve maior PF. Quando comparado o efeito da época de aplicação nitrogenada verifica-se que para o tratamento NG não houve diferença significativa entre AA e BA, por outro lado, no tratamento NP, houve maior PF quando o pasto foi mantido em AA. O tratamento com a maior PF foi o AANP. Logicamente, os resultados obtidos para a produção de forragem apresentam a mesma tendência que a taxa de acúmulo (Tabela 23), isso porque as taxas de acúmulo compõem o cálculo para a produção de forragem total (FRIZZO et al., 2003). Trabalhos como o de Aguinaga et al. (2008) mostram que a produção de forragem para diferentes alturas de manejo da pastagem não apresentara diferenças entre si, porém, salientado que essa igualdade entre os tratamentos pode ser advinda da superestimação através da metodologia para pastos manejados com alturas menores. Ainda, como já relatado em diversas variáveis, e principalmente para a taxa de acúmulo, os resultados são grandiosos. Porém, ressalta-se que trabalhos sobre a interação entre os dois fatores (como no presente trabalho) não existem, demonstrando assim que a junção de um correto manejo do pasto e com adubação nitrogenada suficiente para suprir a demanda da planta, é possível alcançar produções superiores, como observado para o tratamento AANP.

Tabela 24 – Produção Total de Forragem (Kg MS ha⁻¹) de azevém cv. ‘Winter Star’ manejado em alta e baixa altura do pasto com e sem adubação nitrogenada em cobertura em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Produção Total de Forragem (Kg MS ha ⁻¹)			
	AA	BA	Média
NG	5607 ^{Ba}	6228 ^{Ba}	5917
NP	18471 ^{Aa}	14045 ^{Ab}	16258
Média	12039	10136	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). Erro Padrão da Média = 730,5. Abreviações: AA = alta altura; BA = baixa altura; NG = nitrogênio no grão; NP = nitrogênio na pastagem.

É importante ressaltar que com relação ao valor nutritivo da pastagem, não houve diferença entre os quatro tratamentos para as variáveis proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. Destaca-se que, embora o tratamento AANP tenha apresentado a maior PF, não foi este tratamento que

apresentou a maior produção animal (Tabela 25).

Tabela 25 – Valores médios de produtividade animal de novilhos cruzados Nelore X Charolês em pastagens de azevém anual cv. 'Winter Star' submetidas a combinações de alturas de manejo e época de adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Ganho médio diário (Kg dia ⁻¹)						
Altura de pasto						
Nitrogênio	AA		BA		Média	
NG	1,33	(±0,1)	1,13 ^{ns}	(±0,1)	1,23	(±0,5)
NP	1,33	(±0,1)	1,26	(±0,1)	1,30	(±0,5)
Média	1,33	(±0,5)	1,20	(±0,5)		
Ganho de peso vivo por área (Kg ha ⁻¹)						
Altura de pasto						
Nitrogênio	AA		BA		Média	
NG	342 ^{Ab}	(±22,4)	406 ^{Ab}	(±22,4)	374	(±15,8)
NP	592 ^{Ba}	(±22,4)	860 ^{Aa}	(±22,4)	726	(±15,8)
Média	467	(±15,8)	633	(±15,8)		
Carga animal (Kg PV ha ⁻¹)						
Altura de pasto						
Nitrogênio	AA		BA		Média	
NG	778 ^{Ab}	(±41,5)	911 ^{Ab}	(±41,5)	845	(±29,3)
NP	1147 ^{Ba}	(±41,5)	1728 ^{Aa}	(±41,5)	1437	(±29,3)
Média	963	(±29,3)	1320	(±29,3)		
Taxa de lotação (Número de animais ha ⁻¹)						
Altura de pasto						
Nitrogênio	AA		BA		Média	
NG	2,2 ^{Bb}	(±0,1)	2,8 ^{Ab}	(±0,1)	2,5	(±0,1)
NP	3,6 ^{Ba}	(±0,1)	5,4 ^{Aa}	(±0,1)	4,5	(±0,1)
Média	2,9	(±0,1)	4,1	(±0,1)		

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05); ^{ns}: não significativo. Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média, Abreviações: AA: alta altura; BA: baixa altura; NP: nitrogênio na pastagem; NG: nitrogênio no grão.

4.4 TRANSIÇÃO ENTRE A FASE DE PASTAGEM DE AZEVÉM E O CULTIVO DE FEIJÃO

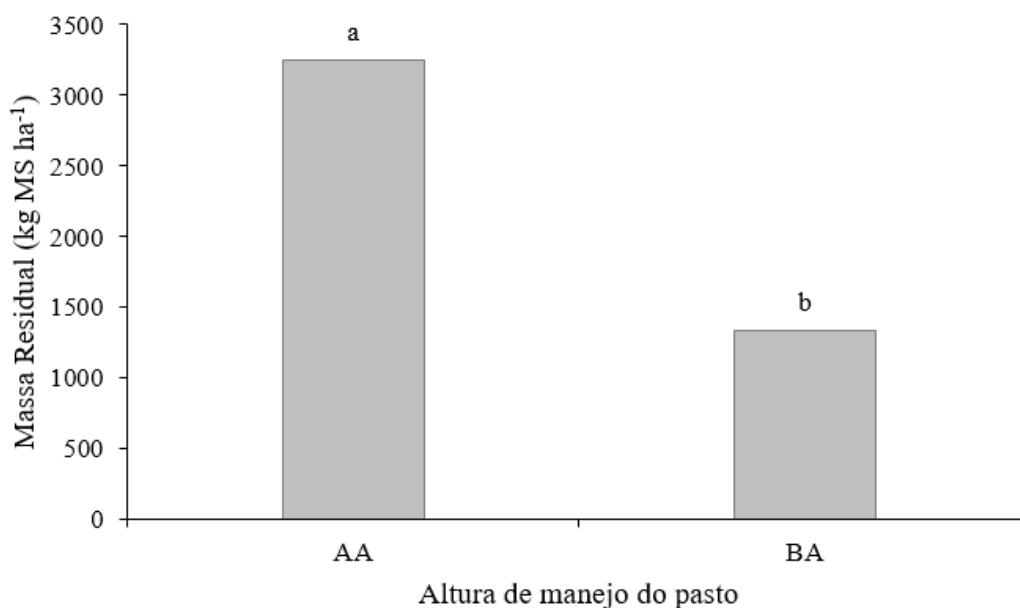
4.4.1 Palhada de azevém

Para a variável palhada de azevém (Kg MS ha⁻¹) houve diferença significativa apenas para o fator altura do pasto (Figura 6). Quando o pasto foi manejado em AA houve uma massa de palhada 2,42 vezes maior quando comparado ao BA. Este era um resultado esperado, uma vez que as maiores MF

obtidas nos tratamentos AA refletem os maiores valores de palhada para este tratamento.

Segundo os preceitos de conservação de solos em sistemas de plantio direto, massas de palhada entre 2 – 3 t MS ha⁻¹ seriam capazes de proteger o solo contra o impacto das gotas de chuva, de reduzir a população de plantas daninhas e de manter a umidade no solo por maior período de tempo (CASSOL, 2003; CRUZ et al., 2010). Considerando isso, apenas quando a pastagem foi manejada em AA é que foi possível atender os preceitos do sistema conservacionista.

Figura 6 – Palhada de uma pastagem de azevém cv. ‘Winter Star’ submetido a diferentes alturas de manejo em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.



Contudo, um dos principais problemas da produção de palhada em sistemas de ILP é a heterogeneidade da palhada na área, ou seja, existem áreas com elevada massa seca residual e existem áreas com quantidade de massa seca residual muito baixa. Isso é reflexo do pastejo não uniforme, uma vez que os animais em pastejo possuem diferentes comportamentos. Podem ocorrer situações em que a média de palhada está acima de um limite mínimo para conservação do solo e água, mas há distribuição horizontal desuniforme, criando áreas com menor quantidade de palhada e fragilizando a conservação do solo.

Visto isso, na tentativa de descrever a heterogeneidade da palhada

deixada sobre o solo, realizou-se uma análise descritiva dos dados (Tabela 26) em que se evidencia que o tratamento AANG apresentou a maior heterogeneidade, visto que as medidas de desvio foram superiores na maioria das situações.

Tabela 26 – Análise descritiva dos dados de Massa Residual (Palhada – Kg ha⁻¹) de pastos de azevém anual cv. ‘Winter Star’ submetidos a diferentes estratégias de manejo em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

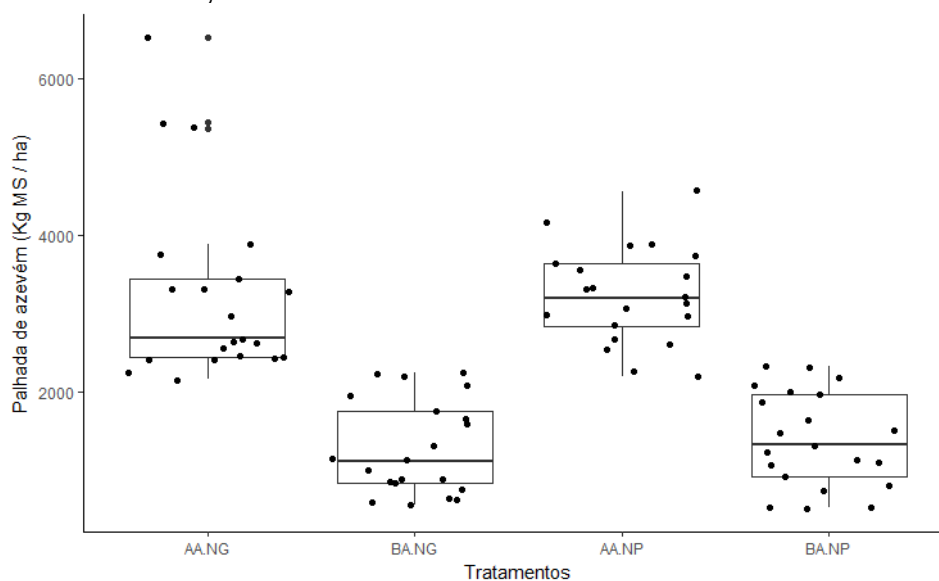
	AANP	AANG	BANP	BANG
Média	3238,095	3251,429	1390,476	1283,81
Desvio Padrão	614,5537	1182,076	608,461	597,9839
Assimetria	0,224299	1,637637	0,064543	0,46629
Curtose	-0,29944	2,114612	-1,29411	-1,33501
CV (%)	18,97886	36,35558	43,75918	46,57887
EPM	134,1066	257,9501	132,7771	130,4908
Variância	377676,2	1397303	370224,8	357584,8

*Abreviações: AANP = Alta Altura do pasto com Nitrogênio aplicado na Pastagem; AANG = Alta Altura do pasto com Nitrogênio aplicado na cultura de grãos; BANP = Baixa Altura do pasto com Nitrogênio aplicado na pastagem; BANG = Baixa Altura do pasto com Nitrogênio aplicado na cultura de grãos.

Além disso, foram gerados gráficos de *boxplot* para auxiliar na compreensão e descrição da variabilidade dos dados de palhada. Os gráficos de *boxplot* foram gerados para os dados de massa de palhada (Kg MS ha⁻¹) e também para altura (cm) da palhada.

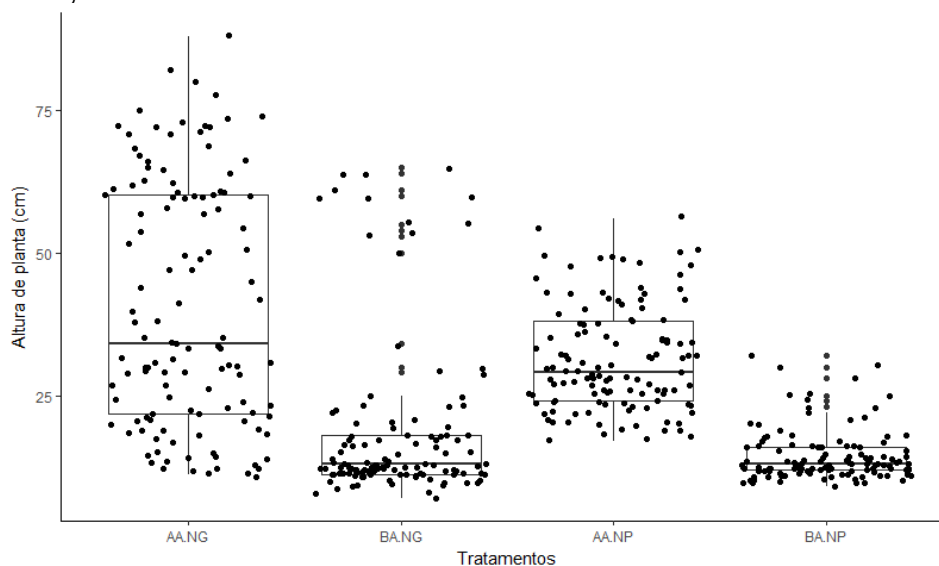
Quando avaliado o gráfico de *boxplot* para massa de palhada (Figura 7), percebe-se que o tratamento com a maior dispersão dos dados em relação a média é o tratamento AANG e os demais tratamentos apresentaram comportamento similar, com menor heterogeneidade dos dados com relação à média de cada um deles.

Figura 7 – *Boxplot* da massa de palhada (Kg MS ha⁻¹) de azevém cv. 'Winter Star' submetido a diferentes alturas de manejo da pastagem e épocas de adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.



Para o gráfico de *boxplot* para altura da palhada (Figura 8), percebe-se que a maior heterogeneidade dos dados também se encontra no tratamento AANG, seguido pelo tratamento BANG. Os tratamentos AANP e BANP foram os que apresentaram a menor heterogeneidade de altura da palhada.

Figura 8 – *Boxplot* da altura (cm) da palhada de azevém cv. 'Winter Star' submetido a diferentes alturas de manejo da pastagem e épocas de adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.



De modo geral os dados indicam que quando a pastagem for manejada em NG haverá maior heterogeneidade da altura e da massa de palhada e que quando a pastagem for manejada em AA haverá maior heterogeneidade, principalmente, na altura da palhada. Estes resultados se justificam, uma vez que quando o pasto é mantido em AANG, os animais passam a ter uma certa restrição na apreensão da forragem, visto que haverá uma grande quantidade de colmos alongados e uma pequena proporção de folhas no dossel, especialmente no último período de pastejo. Isso faz com que os animais passem a se movimentar mais na área, procurando por *patches* com melhor estrutura de dossel. A consequência é a formação de pastagens heterogêneas, tanto em massa quanto em altura e que, chegando ao final do ciclo de cultivo da pastagem, deixará esta condição de palhada imposta ao sistema.

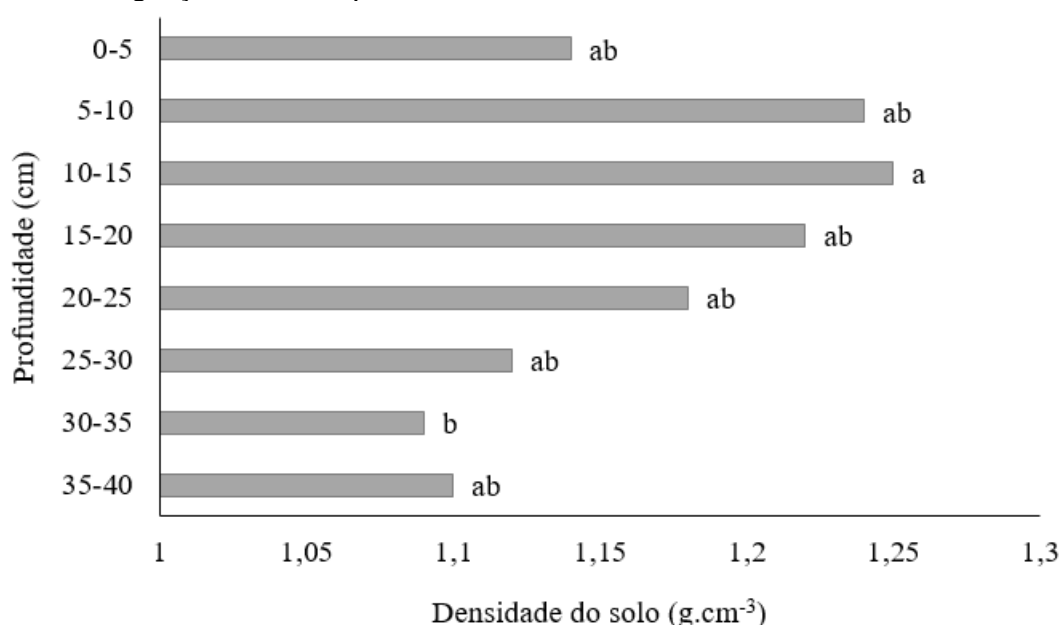
Os potenciais problemas desta condição de heterogeneidade da palhada deixada sobre o solo são a redução da proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva (o que pode ser ainda mais agravado se as áreas em pastejo estiverem localizadas em declives acentuados), maior incidência de plantas invasoras, menor acúmulo de C nas áreas de pouca massa de palhada, heterogeneidade dos parâmetros químicos de solo, entre outros.

Com os dados e discussão expostos anteriormente, evidencia-se que a compreensão da heterogeneidade da massa de forragem residual em sistemas de ILP é de fundamental importância. Nesse sentido, a simples interpretação de um único valor de massa como representativo de toda a cobertura de solo pode acarretar em uma equivocada interpretação visto que em uma mesma área é possível que existam pontos com pouca ou excessiva cobertura de palhada, ainda embora a produção de massa residual esteja dentro dos limites preconizados. Ademais, a presença dos animais durante a fase pastagem promove variações espaciais que devem ser amortizadas para se garantir a homogeneidade de produção durante a fase lavoura. Portanto, é necessário a predição desta heterogeneidade para que ações de manejo possam ser estabelecidas a fim de promover maior homogeneidade da produção de palhada.

4.4.2 Densidade do solo

Para a variável densidade do solo (D_s , g cm^{-3}) houve diferença significativa apenas para as diferentes profundidades (Figura 9). A profundidade de solo que apresentou a maior D_s foi a de 10 a 15 cm, com valor de $1,25 \text{ g cm}^{-3}$. A ausência de diferença para os demais fatores pode estar atrelada ao bom desenvolvimento da pastagem ao longo do ciclo de cultivo, favorecido, de modo geral, pelas boas condições climáticas. O fato de não haver diferença entre os tratamentos indica que mesmo o manejo de BA não tem causado prejuízos significativos às propriedades físicas do solo, o que pode nos levar à conclusão de que o tratamento BA imposto no presente estudo não representa uma intensidade de pastejo a ponto de promover degradação do sistema.

Figura 9 – Densidade do solo em diferentes profundidades em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.



Se considerarmos que em solos argilosos poderá haver restrição do crescimento radicular e, conseqüentemente, comprometimento do desenvolvimento das culturas, em valores de D_s que variam de 1,3 a $1,4 \text{ g cm}^{-3}$ (CINTRA e MIELNICZUK, 1983; ARSHAD et al., 1996), verifica-se que mesmo na camada com o maior valor de D_s (10 a 15 cm) não haverá restrições, permitindo concluir, mais

uma vez, de que a fase pastagem deste trabalho não comprometeu às propriedades físicas do solo.

4.5 FEIJÃO

4.5.1 Profundidade de semeadura

Para profundidade de semeadura (Ps, cm) houve efeito significativo apenas da época de adubação nitrogenada (Tabela 28). A maior Ps do feijão foi verificada na área manejada em NG quando comparada ao NP. Sabe-se que o azevém é uma espécie que apresenta uma grande massa radicular, principalmente nos primeiros centímetros do perfil do solo. Quando a pastagem foi manejada em NP pode ter ocorrido uma maior produção de raízes, as quais podem ter promovido maior resistência ao aprofundamento do disco de semeadura. Oliveira (2014) ao trabalhar com diferentes quantidades de palhada de azevém no plantio da cultura do milho, constatou que altas quantidades de palhada no momento da semeadura dificultam a semeadura pelo implemento em questão, também promovendo heterogeneidade quanto à profundidade de semeadura. Cabe ressaltar que a semeadura foi realizada com semeadora equipada apenas com disco duplo, sem a utilização de hastes sulcadoras.

Tabela 28 – Profundidade de semeadura (cm) do feijão preto cv. ‘Tuiuiú’, na safra 2016-2017, em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Profundidade de Semeadura (cm)		
NP	NG	Média
3,75 ^b	4,47 ^a	4,1

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Erro Padrão da Média = 0,1594. Abreviações: NP = nitrogênio na pastagem; NG = nitrogênio no grão.

4.5.2 Área de solo mobilizado no momento da semeadura

Para esta variável não houve efeito significativo para nenhum dos fatores. Cabe destacar que os valores obtidos para esta variável foram baixos (Tabela 29). Os valores baixos se justificam devido à utilização de discos duplos no

momento da semeadura, que se caracteriza por ser um mecanismo de modo de ação menos agressivo quando comparado a utilização de haste sulcadora (MELLO et al., 2003). Por mais que tenha ocorrido diferença significativa para a variável Ps, o que poderia indicar maior mobilização de solo em áreas com maior Ps, a não ocorrência de diferença também se justifica pelas condições edáficas no momento da semeadura. Como já discutido, as camadas superficiais do solo não estavam compactadas, a velocidade de semeadura foi adequada, a umidade do solo estava adequada, favorecendo uma semeadura com pouca mobilização de solo. Resultados semelhantes ao do presente trabalho foram reportados por Franchin (2011) e Modolo et al. (2013).

Tabela 29 – Área de solo mobilizada (cm²) após a semeadura do feijão em função de diferentes alturas de manejo do pasto e épocas de adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura-pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

	Área de solo mobilizada (cm ²)		Média
	AA	BA	
NG	13,5	9,4	11,4
NP	10,2	10,6	10,4
Média	11,8	10	

Erro Padrão da Média = 1,0771. Abreviações: AA = alta altura; BA = baixa altura; NG = nitrogênio no grão; NP = nitrogênio na pastagem.

4.5.3 Componentes de rendimento

Não houve nenhum efeito significativo para os componentes de rendimento número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de mil sementes (Tabela 30). Destaca-se que dentre todos os componentes de rendimento, o número de vagens por planta é o principal para a cultura do feijoeiro, é o que apresenta a maior contribuição no rendimento de grãos (KUREK et al., 2001). Sandini (2009) trabalhando com a inversão de adubação sobre os componentes de rendimento do feijão, observaram apenas efeitos sobre a massa de mil grãos quando a adubação nitrogenada foi feita sobre a cultura de verão, mas que não respondeu em produtividade. Pacentchuk (2016) trabalhando no mesmo experimento observou que existe efeito residual do nitrogênio aplicado na pastagem sobre as plantas de feijão, porém sendo o mesmo suprimido com altas doses aplicadas na cultura de verão.

Tabela 30 – Número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de mil sementes (g) de feijão preto cv. ‘Tuiuiu’ na safra 2016-2017, em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

	Número de vagens por planta		Média
	AA	BA	
NG	14,8	12	13,4
NP	12,1	12	12
Média	13,4	12	
	Número de grãos por vagem		Média
	AA	BA	
NG	4,4	4,7	4,5
NP	4,9	5,1	5
Média	4,6	4,9	
	Massa de Mil Sementes (g)		Média
	AA	BA	
NG	249,4	245	247,2
NP	243,5	246,9	245,2
Média	246,4	245,9	

*Abreviações: AA = alta altura de manejo do pasto; BA = baixa altura de manejo do pasto; NP = nitrogênio aplicado na pastagem; NG = nitrogênio aplicado na cultura de grãos.

4.5.4 Produtividade

Igualmente aos componentes de rendimento, para a variável produtividade de grãos (Kg ha^{-1}) não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos (Tabela 31).

Tabela 31 – Produtividade (Kg ha^{-1}) de feijão preto cv. ‘Tuiuiu’ na safra 2016-2017, em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

	Produtividade (Kg ha^{-1})		Média
	AA	BA	
NG	2190	2240	2215
NP	2640	2660	2650
Média	2415	2450	

*Abreviações: AA = alta altura de manejo do pasto; BA = baixa altura de manejo do pasto; NP = nitrogênio aplicado na pastagem; NG = nitrogênio aplicado na cultura de grãos.

A não existência de diferença significativa na produtividade da fase lavoura não é uma novidade para este trabalho que já dura cinco anos, além de Sandini (2009) e Pacentchuk (2016) terem encontrados resultados semelhantes. De modo geral, percebe-se que com o passar do tempo a inversão da adubação nitrogenada vem se demonstrando eficiente tanto para o aumento da produção animal no inverno, quanto para produção de grãos no verão.

Cabe ressaltar que na época de aplicação NP não foi aplicado N em cobertura na cultura do feijão e que na época de adubação NG foram aplicados 100

Kg N ha⁻¹ em cobertura. O feijão é uma planta de reduzida plasticidade fenotípica, ou seja, não consegue se automodelar a ponto de compensar, por exemplo, um reduzido stand inicial de plantas. Destaca-se essa informação para deixar claro de que todos os tratamentos estiveram submetidos as mesmas condições climáticas e aos mesmos tratamentos culturais, com exceção à aplicação de N em cobertura. As produtividades alcançadas foram satisfatórias, embora poderiam ter sido superiores caso não houvesse tido restrição na disponibilidade hídrica no período de início de florescimento e enchimento de grãos, como já mencionado anteriormente.

4.5.5 Análise química do solo

Ao longo do período experimental foi possível observar que não houve diferença significativa entre os atributos químicos avaliados (Tabela 32). Variações nos atributos químicos do solo seriam esperados em experimentos com diferentes sistemas de manejo. Para Carvalho et al. (2011), o solo é considerado como um dos compartimentos que compõe o sistema que centraliza todos os processos e dessa forma aprisiona todos os efeitos sofridos. Entretanto, no presente trabalho, estamos avaliando o quarto ano agrícola de cada um dos sistemas (tratamentos), e a falta de diferença significativa entre os atributos pode estar atrelada ao equilíbrio, a resiliência dos sistemas, visto que as fases pastagem e grãos se complementam ao longo dos anos através do sinergismo.

Tabela 32 – Atributos químicos do solo verificados na profundidade de 0 a 20 cm em amostras coletadas ao longo do período experimental. Pato Branco – PR, 2018.

Atributos químicos avaliados										
pH	M.O.	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg d ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----							%
Antes da semeadura do azevém										
4,7	51,71	14,37	0,44	4,36	2,24	0,13	7,19	7,04	14,23	49,47
Pastagem de azevém										
4,91	47,89	11,64	0,39	4,49	2,05	0,07	7,26	7,04	14,17	48,82
Após feijão										
5,0	53,61	13,93	0,37	4,88	1,96	0,23	7,30	7,11	14,66	49,01

Laboratório de análises de solos UTFPR-PB/IAPAR. Metodologias: M.O. por digestão úmida; P e K⁺ extraídos com solução de Mehlich 1; pH em CaCl₂ 1:2,5; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹.

4.5.6 Palhada após a colheita do feijão

Para esta variável não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 33). Cabe ressaltar de que todo o material residual que estava sobre o solo foi coletado e considerado como palhada. Sabe-se que valores fixados por Cruz et al. (2010) são inferiores aos encontrados nesse trabalho (6 t ha^{-1}), ou seja, os valores de palhada após a colheita do feijão foram elevados, que se somados aos demais valores de massa de palhada de todo o período experimental, indicam que não há dificuldades em aportar ao sistema quantidades satisfatórias de carbono. Fica evidente que um sistema de ILP atende aos requisitos de sustentabilidade, auxiliando no sequestro de carbono da atmosfera e transformando este carbono em produtos de origem animal e vegetal.

Tabela 33 – Palhada após a colheita de feijão preto (Kg ha^{-1}) cv. ‘Tuiuiuí’ na safra 2016-2017, em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Pato Branco – PR, 2018.

Palhada após a colheita de feijão preto (Kg ha^{-1})			
	AA	BA	Média
NG	7109,7	5033	6071,3
NP	6254,3	4439,7	5347
Média	6682	4736,3	

*Abreviações: AA = alta altura de manejo do pasto; BA = baixa altura de manejo do pasto; NP = nitrogênio aplicado na pastagem; NG = nitrogênio aplicado na cultura de grãos.

5 CONCLUSÕES

A utilização de N na pastagem promove maiores produções de forragem, o que favorece a utilização de maior carga animal promovendo maiores ganhos por área.

O manejo da pastagem em BANP promove o maior ganho animal por área dentre todos os tratamentos.

O manejo da pastagem em AA garante maior aporte de resíduos (palhada) sobre o solo quando comparado ao manejo em BA. Porém, quando a pastagem é manejada em AA, há maior heterogeneidade na distribuição da palhada sobre o solo.

Independente da altura de manejo do pasto e da época de adubação nitrogenada, não há efeitos deletérios nas características físicas do solo.

Os atributos químicos do solo não sofrem alterações significativas ao longo do ano agrícola.

A produtividade do feijão em sucessão a pastagem de azevém anual não é afetada pelas diferentes alturas de manejo do pasto e das épocas de adubação nitrogenada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Experimentos de longa duração são essenciais na compreensão da eficiência e da sustentabilidade de diferentes estratégias de manejo. Em se tratando de experimentos com sistema de ILP, isso é inquestionável. As inúmeras relações possíveis dentro do sistema são completamente dependentes das condições edafoclimáticas e apenas com um longo período de visualização será possível descrever, com certa exatidão, qual componente é responsável por determinada resposta. Em sistemas de cultivo consolidados, com vários anos em execução, é possível a ocorrência de propriedades emergentes, ou seja, é possível alcançar elevadas produtividades mesmo na presença de Al^{3+} e de pH baixo, como pode ser verificado no presente trabalho.

Além disso, resultados que estão sendo observados em sistemas de ILP indicam que determinadas recomendações de adubação devem ser revistas. De modo geral entende-se que a inversão de adubação não é uma estratégia eficiente, que os nutrientes não conseguem permanecer no sistema do período hibernar até o período estival. Contudo, o que tem sido verificado é de que a ciclagem de nutrientes tem sido sim bastante eficiente, ou seja, os nutrientes que estão sendo aplicados na fase pastagem, estão sendo utilizados para aumento na produção de forragem e, conseqüente, produção animal e que também estão eficientes para que elevadas produtividades de grãos sejam alcançadas no verão.

Este trabalho discute apenas a inversão da adubação nitrogenada no sistema, mas será que não esta estratégia não seria eficiente com os demais nutrientes? Aplicação de fontes de fósforo mais solúvel no inverno, em áreas com presença de pastejo, com conseqüente maior mineralização e utilização dos nutrientes, não poderia aumentar a quantidade de fósforo na forma lábil para ser utilizado no verão? Se há chances deste manejo ser eficiente, certamente será na presença de pastejo, em que o animal promova maior dinamização do sistema como um todo.

O fato é de que os sistemas baseados apenas na produção agrícola priorizam a adubação de cultivo. Poderíamos compreender de que este tipo de manejo é reducionista, que não utiliza todos os recursos disponíveis, em especial,

na região sul do Brasil. Nesta região há possibilidade de cultivo de espécies C3 e C4, possibilidade de utilização de espécies hibernais no período primaveril, de espécies estivais no período hibernal, ou seja, há um potencial muito grande a ser explorado.

Contudo, faz-se necessário a mudança de paradigmas por parte dos envolvidos na cadeia produtiva como um todo. Manejar o pasto, principalmente no que diz respeito a pressão de pastejo e adubação de pastagens é um desafio cultural. Muitos dos produtores não acreditam na tecnologia dos sistemas integrados, o que se torna mais grave quando os técnicos não compram a ideia, seja por motivos idealistas ou por motivos comerciais. Enfim, os sistemas integrados têm se demonstrado uma saída na busca pelas elevadas produtividades com reduzido dano ambiental, de modo sustentável. Acreditamos que esse seja o futuro.

REFERÊNCIAS

AIOLFI, R. B. Adaptação de cultivares diploides e tetraploides de azevém anual às condições climáticas do Sudoeste do Paraná. 2016. 79f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

AGUINAGA, A. A. Q.; CARVALHO, P. C. D. F.; ANGHINONI, I.; PILAU, A.; AGUINAGA, A. J. Q.; GIANLUPPI, G. D. F. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. *Revista brasileira de zootecnia*, v. 37, n. 9, p. 1523-1530, 2008.

ALVARENGA, R.C.; NOCE, M.A. Integração lavoura-pecuária. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 16p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 47).

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M de.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.6, p.711–728, 2014.

ALVIM, M.J.; MOOJEN, E.L. Efeitos de fontes e níveis de nitrogênio e práticas de manejo sobre a produção e qualidade da forragem de azevém anual. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.13, n.2, p.243-253, 1984.

AMANE, M.I.V.; VIEIRA, C.; NOVAIS, R.F.; ARAÚJO, G.A. Adubação nitrogenada e molíbdica da cultura do feijão na zona da mata de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 23, p. 643-650, 1999.

ANDREOLA, F. Fixação simbiótica de nitrogênio pelo feijoeiro. In: EPAGRI (Ed.) A cultura do feijão em Santa Catarina. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina. 1992. p. 137-146.

ANDREOLLA, V. R. M.; MORAES, A.; BONA FILHO, A.; SANDINI, I. E.; BONINI, A.; DEISS, L. Pastejo e nitrogênio no azevém sobre a qualidade física do solo e produtividade do feijão. *Engenharia Agrícola*, v.35, n.1, 2015. p.11-26.

ANGUS, J.F.; van HERWAARDEN, A.F.; FISCHER, R.A.; HOWE, G.N.; HEENAN, D.P. The source of mineral nitrogen for cereals in south-eastern Australia. *Aust. J. of Agric. Res.*, Victoria, 49:511-522, 1998.

ARAÚJO, A. G.; CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R. Mecanização do plantio direto: problemas e soluções. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná. 2001. (Informe da Pesquisa, n.137). 18p.

ARMSTRONG, R.H.; ROBERTSON, E.; HUNTER, E.A. The effect of sward height and its direction of change on the herbage intake, diet selection and performance of

weaned lambs grazing ryegrass swards. *Grass and Forage Science*, v.50, 1995. P.389-398.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J., eds. *Methods for assessing soil quality*. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p. 123-141 (SSSA Special Publication 49).

ASSMANN, T.S.; RONZELLI, P.J.; MORAES, A.; ASSMANN, A.L.; KOEHLER, H.S.; SANDINI, I. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.675-683, 2003.

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

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

BARBOSA, C. M. P.; CARVALHO, P. C. F.; CAUDURO, G. F.; LUNARDI, R.; KUNRATH, T. R.; GIANLUPPI, G. D. F. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.6, 2007, p.1953-1960. Suplemento.

BARTH NETO, A.; CARVALHO, P. C. F.; LEMAIRE, G.; SBRISSIA, A. F.; CANTO, M. W.; SAIAN, J. V.; AMARAL, G. A.; BREMM, C. Perfilhamento em pastagens de azevém em sucessão a soja ou milho, sob diferentes métodos e intensidades de pastejo. *Pesq. Agropec. bras.*, v.48, n.3, 2013, p.329-338.

BERNARDON, A. Altura do pasto e adubação nitrogenada sobre a produção de forragem e eficiência no uso de nutrientes em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. 2016. 98f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

BONA FILHO, A. Integração lavoura-pecuária com a cultura do feijoeiro e pastagem de inverno, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; VEIGA, M. Teor de carbono orgânico e a susceptibilidade à compactação de um Nitossolo e Argissolo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, 2010. p.131-139.

BRATTI, L. F. S.; DITTRICH, J. R.; BARROS, C. S.; SILVA, C. J. A.; MONTEIRO, A.

L. G.; ROCHA, C.; ROCHA, F. M. P. Comportamento ingestivo de caprinos em pastagem de azevém e aveia-preta em cultivo puro e consorciado. *Ciência Animal Brasileira*, v.10, n.2, p.397-405, 2009.

BREMM, Carolina et al. Comportamento ingestivo de ovelhas e cordeiras em pastagem de azevém-anual sob níveis crescentes de suplementação. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2008, vol.37, n.12 [cited 2018-01-29], pp.2097-2106. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982008001200004&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1806-9290.

BROUGHAM, R.M. Effects on intensity of defoliation on regrowth of pastures. *Australian Journal of Agricultural Research*, 7, 377–387, 1956.

BROWN, R.H. and BLASER, R.E. Leaf area index in pasture growth. *Herbage Abstracts*, 38, 1–9, 1968.

CALONEGO, J.; BORGHI, E.; COSTA, C. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com cultivo consorciado de milho e braquiária. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, n.6, 2011. p.2183-2190.

CAMPBELL, A. G. Grazed pastures parameters; I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. *Journal Agriculture Science*. v.67, p.211-216, 1966.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E. D.; SULC, R. M.; C. R. LANG; FLORES, J. P. C.; LOPES, M.L. T.; SILVA, J. L. S.; CONTE O.; WESP C. L.; LEVIEN R.; FONTANELI, R. S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 88, n. 2, p. 259-273, 2010.

CARVALHO, P. C. F.; OLIVEIRA, J. O. R.; PONTES, L. S.; SILVEIRA, E. O.; POLI, C. H. E. C.; RUBENSAM, J. M.; SANTOS, R. J. Características de carcaça de cordeiros em pastagem de azevém manejada em diferentes alturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.7, 2006. p.1193-1198.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; TREIN, C. R.; FLORES, J. P. C.; CEPIK, C. T.C.; LEVIEN, R.; LOPES, M. T.; BAGGIO, C.; LANG, C. R.; SULC, R. M.; PELISSARI, A. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: Gottschall, C. S.; Silva, J. L. S.; Rodrigues, N. C. (Org.). *Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia*. Canoas, 2005. p.7-44.

CARVALHO, P. C. F.; PRACHE, S.; DAMASCENO, J. C. O Processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Anais... Porto Alegre: SBZ, v.36, p.253-268, 1999.

CARVALHO, P. C. F. et al. Integração soja-bovinos de corte no Sul do Brasil. Porto Alegre: UFRGS, 2011. 62p.

CARASSAI, I. J.; CARVALHO, P. C de F.; CARDOSO, R. R.; FLORES, J. P. C. ANGHINONI, I.; NANBINGER, C.; FREITAS, F. K. de., MACARI, S. Atributos físicos sob intensidades de pastejo e métodos de pastoreio com cordeiros em integração lavoura-pecuária. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, n.10, 2011. p.1284-1290.

CAUDURO, G. F.; CARVALHO, P. C. F.; BARBOSA, C. M. P.; LUNARDI, R.; NABINGER, C.; GONÇALVES, E. N.; DEVINCENZI, T. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado sob diferentes intensidades e métodos de pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.4, 2006. p.1298-1307.

CASSOL, L. C. Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície. 2003. 157f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CASSOL, L. C.; PIVA, J. T.; SOARES, A. B.; ASSMANN, A. L. Produtividade e composição estrutural de aveia e azevém submetidos a épocas de corte e adubação nitrogenada. Revista Ceres, v.58, n.4, 2011. p.-438-443.

CARNEVALLI, R. A.; SILVA, S. C.; FAGUNDES, J. L. et al. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) sob lotação contínua. Scientia Agricola, v.58, n.1, p.7-15, 2001.

CINTRA, F. L. D.; MIELNICZUK, J. Potencial de algumas espécies vegetais para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.7, n.2, p.197-201, 1983.

COELHO, F.C.; VIEIRA, C.; MOSQUIM, P.R.; CASSINI, S.T.A. Nitrogênio e molibdênio nas culturas do milho e do feijão, em monocultivos e em consórcio: 1 - Efeitos sobre o feijão. Revista Ceres, v. 45, p. 393-407, 1998.

CONFORTIN, A. C. C.; Dinâmica do crescimento de azevém anual submetido a diferentes intensidades de pastejo. 2009. 98f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

CONFORTIN, A. C. C.; QUADROS, F. L. F.; ROCHA, M. G.; CAMARGO, D. G.; GLIENKE, C. L.; KUINCHNER, B. C. Morfogênese e estrutura de azevém anual submetidos a três intensidades de pastejo. Acta Scientiarum, v.32, n.4, 2010, p.395-391.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFSRS/SC. Manual de

adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre: [s.n.] 2016. 400p.

CONTE, O.; FLORES, J. P. C.; CASSOL, L. C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. DE F.; LEVIEN, R.; WESP, C. L. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, n.10, 2011. p.1301-1309.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GIOIA, M. T.; TARSITANO, M. A. A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S. Análises técnicas e econômicas no sistema de integração lavoura-pecuária submetido à adubação nitrogenada. Rev. Ceres, v.59, n. 5, 2012. p. 597-605.

COSTA E SILVA, V. Morfogênese, estrutura e dinâmica de perfilamento de capim-tanzânia manejado com diferentes IAF residual, sob pastejo de cabras Anglonubiano, 2011, 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2011.

CRUZ, J.C.; FILHO, I.A.P.; ALVARENGA, R.C.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, J.H.M.; OLIVEIRA, M.F.; MATRANGOLO, W.L.R. Cultivo do Milho. Embrapa Milho e Sorgo. 2010. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/sisplantiodireto.htm>.

CUNHA, P. C. R.; SILVEIRA, P. M.; XIMENES, P. A.; SOUZA, R. F.; ALVES JR, J.; NASCIMENTO, J. L. Fontes, formas de aplicação e doses de nitrogênio em feijoeiro irrigado sob plantio direto. Pesq. Agropec. Trop., v.41, n.1, 2011. p.80-86.

DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JR., D. [2003]. Importância da morfogênese no manejo de gramíneas forrageiras. Viçosa, MG: DZO - Universidade Federal de Viçosa, 2003. Disponível em: Acesso em: 06/10/2018.

DIFANTE, G. S.; MARCHEZAN, E.; VILLA, S. C. C.; ROCHA, M. G. R.; SANTOS, F. M.; CAMARGO, E. R. Produção de novilhos de corte com suplementação em pastagem de azevém submetida a doses de nitrogênio. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.3, 2006. p.1107-1113.

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

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; OLIVEIRA, F. A. Variabilidade espacial e temporal da resistência do solo à penetração após diferentes pressões de pastejo no Norte do Paraná. In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

p. 507-512.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 306 p., 2013.

EVERS, G.W., SMITH, G.R. and HOVELAND, C.S. Ecology and Production of Annual Ryegrass. In: Rouquette Jr, F.M. and Nelson, L.R. (eds) Ecology, Production, and Management of Lolium for forage in the USA. Crop Science Society of America-Special Publication Number 24, Madison, Wisconsin, USA, 1997, pp. 29–43, 1997.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JR, D.; CASAGRANDE, D. R.; COSTA, L. T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.1, p.21-29, 2006.

FERREIRA, E. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. A.; REIS, M. R.; VARGAS, L.; VIANA, R. G.; GUIMARÃES, A. A.; GALON, L. Potencial competitivo de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). Planta Daninha, v.26, n.2, 2008. p.261-269.

FLORES, Ricardo Antunes; DALL'AGNOL, Miguel; NABINGER, Carlos and MONTARDO, Daniel Portella. Produção de forragem de populações de azevém anual no estado do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2008, vol.37, n.7 [cited 2018-01-29], pp.1168-1175. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982008000700005&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1806-9290. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000700005>.

FRANCHIN, M. F. Intensidades de pastejo e mecanismos sulcadores sobre o desenvolvimento do milho no sistema de integração lavoura – pecuária. 2011. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2011.

FRIZZO, A.; ROCHA, M. G.; RESTLE, J.; FREITAS, M. R.; BISCAÍNO, G.; PILAU, A. Produção de forragem e retorno econômico da pastagem de aveia e azevém sob pastejo com bezerras de corte submetidas a níveis de suplementação energética. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.3, p.632-642, 2003.

GARCIA, F.; CARRÈRE, P.; SOUSSANA, J.F. et al. Characterization by fractal analysis of foraging paths of ewes grazing heterogeneous swards. *Applied Animal Behaviour Science*, v.93, p.19-37, 2005.

GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. *Plant Physiology*, p.105-191, 1994.

GAZOLLA, P.; GUARESCHI, R.; PERIN, A. Estoque de carbono e atributos físicos de um Latossolo Vermelho em diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.8, n.2, 2013. p.229-235.

GAZOLLA, P. R.; GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; PEREIRA, M. G.; ROSSI, C. Q. Frações da matéria orgânica do solo sob pastagem, sistema de plantio direto e integração lavoura-pecuária. *Semina: Ciências Agrárias*, v.36, n.2, 2015. p.693-704.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JR., D.; REGAZZI, A. J. et al. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

GONÇALVES, E. N.; QUADROS, F. L. F. Características morfogênicas de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) sob pastejo em sistemas intensivos de utilização. *Ciência Rural*, v.33, n.6, p.1129-1134, 2003.

GONÇALVES, E. N.; CARVALHO, P. C. F.; KUNRATH; T. R. et al. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.9, p.1655-1662, 2009.

HEENAN, D.P.; MCGHIE, W.J.; COLLINS, D. Impact of lupins, grazed or ungrazed subterranean clover, stubble retention, and lime on soil nitrogen supply and wheat nitrogen uptake, grain yields, and grain protein. *Aust. J. Agric. Res.*, Victoria, v.49, p.487-494, 1998.

HODGSON, J. *Grazing management: science into practice*. England: Longman Handbooks in Agriculture, 203p. 1990.

HUMPHREYS, L.R. Subtropical grass growth: II Effects of variation in leaf area index in the field. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 23, 358–388, 1966.

KUNZ, M.; ARAUJO GONÇALVES, A.; REICHERT, J.; LOCKS GUIMARÃES, R.; REINERT, D.; RODRIGUES, M. Compactação do solo na integração soja-pecuária de leite em latossolo argiloso com semeadura direta e escarificação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, n.6, 2013. p.1699-1708.

KUREK, A. J.; CARVALHO, F. I. F.; ASSMANN, I. C.; MARCHIORO, V. S.; CRUZ, P. J. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. *Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas*, v. 7, n. 1, p. 29-32, 2001.

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

1140.

LEÃO, T. P. Intervalo hídrico ótimo em diferentes sistemas de pastejo e manejo da pastagem. 2002. 68f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). The ecology and management of grazing systems. Wallingford: CAB International, 1996. p.3-36.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; BEUTLER, S. J.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. Densidade e fertilidade do solo sob sistemas de plantio direto e de integração lavoura-pecuária no Cerrado. Revista Ciências Agrárias, v.55, n.4, 2012. p.260-268.

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 intensidade de pastejo. Ciência Rural, v.38, n.3, 2008. p.795-801.

LUPATINI, G.C.; RESTLE, J.; CERETA, M. et al. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.33, n.11, p.1939-1943, 1998.

LUSTOSA, S. B. C. Características estruturais e morfogênese de azevém anual em resposta ao nitrogênio. 2002. 70f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

MACARI, S.; CARVALHO, P. C. F.; OLIVEIRA, L.; DEVINCENZI, T.; ALBUQUERQUE, C.; MOARES, A. Recria de borregas sob diferentes métodos de pastoreio em azevém anual em sucessão a lavoura. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, n.10, 2011. p.1401-1408.

MARCHÃO, R.L.; VILELA, L.; PALUDO, A.L.; GUIMARÃES JR., R. Impacto do pisoteio animal na compactação do solo sob integração lavoura-pecuária no oeste baiano. Planaltina. DF: Embrapa Cerrados. 2009. 6p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 163).

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JR, J. D. G.; SÁ, M. A. C. VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, n.6, 2007. p.873-882.

MATZENAUER R.; MALUF, J.R.J; BUENO, A.C. Evapotranspiração da cultura do feijoeiro e relação com a evapotranspiração do tanque classe "A". Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v.4, n.2, 1998.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass and Forage Science*, v.49, n.2, p.111-120, 1994.

MELLO, L. M. M.; PINTO, E. R.; YANO, E. H. Distribuição de sementes e produtividade de grãos da cultura do milho (*Zea mays* L.) em função da velocidade de semeadura e tipos de dosadores. *Engenharia Agrícola*, v.23, n.3, p.563-567, 2003.

MODOLO, A. J.; FRANCHIN, M. F.; TROGELLO, E.; ADAMI, P. F.; SCARSI, M. CARNIELETTO, R. Semeadura de milho com dois mecanismos sulcadores sob diferentes intensidades de pastejo. *Revista Engenharia Agrícola*, v.33, n.6, p. 1200-1209, 2013.

MORAES, A. de; CARVALHO, P. C. de F.; PELISSARI, A.; ALVES, S. J.; LANG, C. R. Sistemas de integração lavoura-pecuária no subtropico da América do Sul: exemplos do Sul do Brasil. In.: *Simpósio internacional em Integração Lavoura-Pecuária*, 2007. Palestras..., Curitiba: UFPR/UFRGS/OHIO STATE, 2007. 27p. 1 CD-ROM.

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

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; COBUCCI, T. Antecipação de nitrogênio em cultivares de feijão sobre palhadas de cobertura do solo. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010 (Comunicado Técnico 189).

OLIVEIRA, R. A. G. Épocas de dessecação de azevém e azevém mais ervilhaca, pastejados ou como planta de cobertura do solo, no desempenho do milho. 2014. 176f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

PACENTCHUK, F. Resposta do feijão de alta produtividade ao nitrogênio no sistema de Integração Lavoura-Pecuária em experimento de longa duração. 2016. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2016.

PEDREIRA, C. G. S.; MELLO, A. C. L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: *REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 38., 2001, Piracicaba. Anais...Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.772-807.

PEDROSO, C. E. S.; MEDEIROS, R. B.; SILVA, M. A.Ç JORNADA, J. B. J.; SAIBRO, J. C.; TEIXEIRA, J. R. F. Comportamento de ovinos em gestação e

lactação sob pastejo em diferentes estádios fenológicos de azevém anual. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.5, 2004, p.1340-1344

PELEGRIN, R.; MARTINS, F.; NAKASE, I.; AKIO, A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, n1, 2009. p.219-226.

PELLEGRINI, L. G.; MONTEIRO, A. L. G.; NEUMANN, M.; MORAES, A.; PELEGRIN, A. C. R. S.; LUSTOSA, S. B. C. Produção e qualidade de azevém-anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.9, 2010. p.1894-1904.

PEREIRA, R. G. Componentes de produção da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e atributos químicos do solo influenciados por diferentes sistemas de manejo do solo. 2008. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Alagoas, Rio Largo, 2008.

PEREIRA, Antonio Vander et al. Comportamento agrônômico de populações de azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) para cultivo invernal na região sudeste. Ciênc. agrotec. [online]. 2009, vol.32, n.2 [cited 2018-01-29], pp.567-572. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542008000200034&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1413-7054.

PONTES, L. S.; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. F.; TRINDADE, J. K.; MONTARDO, D. P.; SANTOS, R. J. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. R. Bras, Zootec., v.32, n.4, 2003, p.814-820.

PONTES, L. S.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C.; SOARES, A. B. Fluxo de biomassa em pastagem de Azevém Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejadas em diferentes alturas. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.3, 2004. p.529-537.

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: Cultura do Feijoeiro - fatores que Afetam a Produtividade. POTAFÓS Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Cap.2, p. 125- 156, 589 p. 1988.

PRACHE, S.; CORNU, A.; BERDAGUÉ, J.L.; PRIOLO, A. Traceability of animal feeding diet in the meat and milk of small ruminants. Small Ruminant Research, v.59, 2005. p.157-168.

QUATRIN, M, P.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; MACHADO, P. R.; NUNES, J. S.; CORREA, M. R.; RODRIGUES, P. F.; BRATZ, V. F.; SIMONETTI, G. D. Efeito da adubação nitrogenada na produção de forragem, teor de proteína bruta e taxa de lotação em pastagens de azevém. B. Indústr. Anim., v.72, n.1, 2015. p.21-26.

REICHERT, P. Cultura do feijão e nitrogênio no sistema de Integração Lavoura-Pecuária. 2012. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2012.

RIOS, E. M. Pastejo e adubação nitrogenada na qualidade biológica e estrutural em Latossolo bruno sob sistema de Integração Lavoura-Pecuária. 2010. 124f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

ROSO, C.; RESTLE, J.; SOARES, A. B.; ANDREATTA, E. Aveia preta, triticale e centeio em mistura com azevém. 1. Dinâmica, produção e qualidade de forragem. Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, n.1, 2000. p.75-84.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRICIO, A.C.; MACEDO, M.C.M.; BROCH, D.L.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C. Matéria orgânica do solo na interação lavoura-pecuária em Mato Grosso do Sul. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 58p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 29).

SANDINI, I. E. Milho, feijão e nitrogênio no sistema de produção Integração Lavoura-Pecuária. 2009. 147f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; TOMM, G. O. Efeitos de sistemas de produção integração lavoura-pecuária (ILP) sobre a fertilidade do solo em plantio direto. Acta Scientiarum, v.31, n.4, 2009. p.719-727.

SANTOS JÚNIOR, J. D. G.; MONTEIRO, F. A.; JÚNIOR, J. L. Análise de crescimento do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n. 6, p. 1985-1991, 2004.

SANTOS, G. T.; ZANINI, G. D.; PADILHA, D. A.; SBRISSIA, A. F. A grazing height target to minimize tiller stem slongation rate in anual ryegrass swards. Ciência Rural, v.46, n.1, 2016, p.169-175.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. User's guide. Cary: SAS Institute, 2002. 525p.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.1, p.35-47, 2008.

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

SILVA, S.C., NASCIMENTO Jr, D. and EUCLIDES, V.B.P. Pastagens: conceitos

básicos, produção e manejo. Viçosa, MG, Brasil: Suprema, 2008.

SILVEIRA, D. C.; MELO FILHO, J. F.; SACRAMENTO, J. A. A. S.; SILVEIRA, E. C. P. Relação umidade *versus* resistência à penetração para um argissolo amarelo distrocoeso no recôncavo da Bahia. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v. 34, n. 3, 2010. p.659-667.

SOARES, A.B.; OLIVEIRA, J.R.; ASSMANN, T.S. e GLIENKE, C.L. Protocooperação na integração lavoura-pecuária para aumento de produtividade agrícola. In: *Interações positivas entre plantas que aumentam a produtividade agrícola*. VIDAL, R.A. (Org.). Porto Alegre, 2014.

SOARES, A.B.; AIOLFI, R.B.; DE BORTOLLI, M.A.; ASSMANN, T.S. e ZATTA, A.C. Produção animal e vegetal em sistemas integrados de produção agropecuária. In: *Anais do III Simpósio de Produção Animal a Pasto*, NEPRU – Núcleo de Ensino e Pesquisa em Ruminantes, Dois Vizinhos, Paraná, 2015.

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

TATTO, Wilson Henrique. Altura de pasto e adubação nitrogenada afetam os atributos físicos do solo, plantabilidade e produtividade da soja no sistema de integração lavoura – pecuária?. 194 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

TERRA LOPES, M. L.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D. T.; KUSS, F.; FREITAS, F. K.; FLORES, J. P. C. Sistema de Integração-Lavoura-Pecuária: desempenho e qualidade da carcaça de novilhos superprecoces terminados em pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. *Ciência Rural*, v.38, n.1, 2008. P.178-184.

TONETTO, C. J.; MULLER, L.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; BANDEIRA, A. H.; MORAIS, K. P.; LEAL, L. T.; MITTELTMANN, A.; DOURADO NETO, D. Produção e composição bromatológica de genótipos diploides e tetraploides de azevém. *Zootecnia Tropical*, v.29, n.2, 2011. p.-169-178.

TRENTIN, R. G. Desempenho de sulcadores no desenvolvimento e produtividade da soja em solo submetido a diferentes níveis de compactação. 2015. 97 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

TRINDADE, J. K. D.; DA SILVA, S. C.; DE SOUZA JÚNIOR, S. J.; GIACOMINI, A. A.; ZEFERINO, C. V., GUARDA, V. D. A.; DE FACCIO CARVALHO, P. C. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 6, p. 883-890, 2007.

VIEIRA, E.; BAÊTA, A.; MARQUES, P. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura spad e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.40, n.4, 2010, p.491-496.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L. Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa para intensificação do uso da terra. *Revista UFG*, v. 13, 2012. p. 92-99.

ÍNDICE DE APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICE A – Valores de significância (Valores de P) da análise de variância para cada uma das variáveis observadas.....	91
---	-----------

APÊNDICES

APÊNDICE A – Valores de significância (Valores de P) da análise de variância para cada uma das variáveis observadas.

Variável	Alt	N	Alt*N	Per	Per*Alt	Per*N	Per*Alt*N	Bloco
Palhada do feijão safrinha 2016	0.5077	0.2132	0.3261	-----	-----	-----	-----	0.225
Plântulas emergidas azevém 2016	0.8851	0.0793	0.4795	-----	-----	-----	-----	0.0154
DPP	<0.0001	<0.0001	0.0015	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0001	0.0018
TAC	0.6404	<0.0001	0.0003	<0.0001	0.1485	0.0010	0.6346	0.2300
IR	<0.0001	<0.0001	0.0936	0.1064	0.0003	<0.0001	0.2510	0.2883
MF	<0.0001	0.0002	0.2452	<0.0001	<0.0001	0.0110	0.6838	0.3026
DF	<0.0001	0.0005	0.9135	<0.0001	0.0059	0.0002	0.8434	0.5752
F/C	0.0068	0.5778	0.0032	<0.0001	0.0079	<0.0001	0.1857	0.8240
% Folhas	0.0006	0.0099	0.0099	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0145	0.1318
% Colmos	<0.0001	<0.0001	0.0019	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.1670	0.5335
% Material morto	0.0067	<0.0001	0.3274	<0.0001	0.4373	0.0803	0.1060	0.2439
PTF	0.0404	<0.0001	0.0135	-----	-----	-----	-----	0.1847
Palhada: Transição Fase Pastagem 2016 p/ Fase Grãos 2016-2017	<0.0001	0.7794	0.7188	-----	-----	-----	-----	0.0182
Profundidade de semeadura do feijão 2016-2017	0.0779	0.0190	0.2755	-----	-----	-----	-----	0.2762
Perfilômetro	0.1489	0.3673	0.0817	-----	-----	-----	-----	0.4163
Vagens/planta do feijão 2016-2017	0.3574	0.3787	0.4200	-----	-----	-----	-----	0.3029
Grãos/vagem do feijão 2016-2017	0.5279	0.1922	0.8699	-----	-----	-----	-----	0.0757
Massa de Mil Sementes do feijão 2016-2017	0.9225	0.7070	0.4786	-----	-----	-----	-----	0.1008
Produtividade do feijão 2016-2017	0.9081	0.1561	0.9591	-----	-----	-----	-----	0.4012
Palhada do feijão 2016-2017	0.689	0.4417	0.8865	-----	-----	-----	-----	0.4835
	Alt	N	Alt*N	Prof	Prof*Alt	Prof*N	Prof*Alt*N	Bloco
DS	0.3876	0.9729	0.7858	0.0051	0.2800	0.8062	0.7631	0.2016

*Abreviaturas: DPP = Densidade populacional de perfilhos; TAC = Taxa de acúmulo diário; IR = Interceptação de radiação; MF = Massa de forragem; DF = Densidade de forragem; F/C = relação folha/colmo; PTF = Produção total de forragem; DS = Densidade do solo na fase de transição entre a fase pastagem 2016 e a fase grãos 2016-2017.