

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

ANGELA BERNARDON

ALTURA DO PASTO E ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE A
PRODUÇÃO DE FORRAGEM E EFICIÊNCIA NO USO DE
NUTRIENTES EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2016

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

ANGELA BERNARDON

**ALTURA DO PASTO E ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE A
PRODUÇÃO DE FORRAGEM E EFICIÊNCIA NO USO DE
NUTRIENTES EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2016

ANGELA BERNARDON

**ALTURA DO PASTO E ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE A
PRODUÇÃO DE FORRAGEM E EFICIÊNCIA NO USO DE
NUTRIENTES EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

Dissertação 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 Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. André Brugnara Soares
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Tangriani Simioni Assmann

PATO BRANCO

2016

B456a Bernardon, Angela.
Altura do pasto e adubação nitrogenada sobre a produção de forragem e eficiência no uso de nutriente em sistema de integração lavoura - pecuária / Angela Bernardon. -- 2016.
96 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. André Brugnara Soares
Coorientadora: Profa. Dra. Tangriani Simioni Assmann
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, PR, 2016.
Bibliografia: f. 86 - 94.

1. Fertilizantes nitrogenados. 2. Pastagens - Manejo. 3. Forragem. 4. Sustentabilidade. I. Soares, André Brugnara, orient. II. Assmann, Tangriani Simioni, 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 Campus 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 Dissertação nº 130

ALTURA DO PASTO E ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE A PRODUÇÃO DE FORRAGEM E EFICIÊNCIA NO USO DE NUTRIENTES EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

por

ANGELA BERNARDON

Dissertação apresentada às 14 horas do dia 11 de março de 2016 como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE 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. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos membros abaixo designados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Lidiane Fonseca
UEPG

Prof. Dr. Laercio Ricardo Sartor
UTFPR - DV

**Prof^a. Dr^a. Tangriani Simioni
Assmann**
UTFPR - PB

Prof. Dr. André Brugnara Soares
UTFPR - PB
Orientador

Prof. Dr. Giovani Benin
Coordenador do PPGA

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do PPGAG.

Às minhas avós, Nilva Cenatti Bernardon e Ivone Araldi, mulheres de coragem da minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, sabedoria, força e fé para concluir esta etapa.

Aos meus pais, Rudimar e Rosângela Bernardon, pela excelente educação que me concederam, pela compreensão e apoio incondicional, e também à minha irmã Natália Bernardon.

Ao meu namorado Alechandro Schmitt por todo auxílio nas coletas de campo e no laboratório, apoio moral e compreensão nesta importante etapa da minha carreira.

Ao meu orientador Prof. Dr. André Brugnara Soares e coorientadora Prof^a. Dr^a. Tangriani Simioni Assmann, obrigada por compartilharem comigo os seus conhecimentos, pela confiança e orientação.

À pós-doutoranda Dr^a. Denise Adelaide Gomes Elejalde pela paciência, orientação e por ter me auxiliado em todas as etapas deste trabalho, desde a implantação da pastagem até as análises estatísticas.

À Agropecuária Pacheco, em especial ao Sr. Caetano Pacheco, por disponibilizar a área, estrutura e insumos para a realização deste trabalho. Ao Dr. Marcos de Bortolli e à Dr^a. Marcieli Maccari por terem tido a coragem de iniciar este experimento.

A todos os membros do grupo GISPA, sem o trabalho em equipe a realização do experimento não seria possível, em especial ao Anderson Camargo, Angélica Zatta, Bruno Schmalz, Cleiton Rafael Zanella, Daniel Mioto, Douglas Forcelini, Franciele Rechembach, Izabela Gomes, Lucas Candioto, Luryan Kagimura, Ruy Fonseca e ao meu colega de mestrado Ricardo Aiolfi, muito obrigada!

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ao PPGA, bem como toda sua equipe, pela oportunidade do ensino gratuito e de qualidade. Obrigado a todos os técnicos e professores. A CAPES pelo auxílio financeiro.

Aos pesquisadores e professores da banca examinadora pela atenção e contribuição dedicadas a este estudo, e a todos que de alguma forma estiveram comigo e me auxiliaram no meu crescimento pessoal e profissional.

“A terra não é um bem que herdamos de nossos pais, mas um empréstimo de nossos filhos”.

(Henry Brown)

RESUMO

BERNARDON, Angela. Altura do pasto e adubação nitrogenada sobre a produção de forragem e eficiência no uso de nutrientes em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

O uso adequado de estratégias de manejo, como o ajuste da intensidade de pastejo e a adubação nitrogenada, são fundamentais para o sucesso da Integração Lavoura-Pecuária (ILP). Diversos estudos já comprovaram a influência da intensidade de pastejo e da adubação nitrogenada na dinâmica de produção de forragem e na ciclagem de nutrientes. Entretanto, a maioria dos trabalhos estudam estas estratégias de forma isolada e pouco se sabe sobre a interação entre estes fatores no manejo de um sistema ILP. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é determinar a melhor estratégia de manejo, envolvendo altura do pasto e adubação nitrogenada no sistema ILP, que permita maior produção de forragem e melhor eficiência no uso de nitrogênio por uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', em sistema ILP. O experimento foi realizado em uma área de 14 ha, onde desde 2012 vem sendo conduzido um experimento em longo prazo com Integração Lavoura-Pecuária sob Plantio Direto, em Abelardo Luz – SC. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com três repetições, distribuídos em um esquema fatorial (2x2), o primeiro fator foi a intensidade de pastejo (alta e baixa), caracterizada por duas alturas de manejo do pasto (10 e 25 cm), e o segundo fator foi a época de aplicação de N no sistema: N aplicado na pastagem (N-pastagem) e N aplicado na cultura de grãos (N-grãos), na dose de 200 kg de N ha⁻¹. A altura do pasto foi regulada por meio de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável de bovinos de corte e a cultura antecessora à pastagem foi o milho. A adubação nitrogenada na pastagem aumentou a densidade populacional de perfilhos, a densidade de forragem, a participação do azevém 'Barjumbo' e a porcentagem de folhas de azevém na massa de forragem. No manejo com baixa altura do pasto a massa de forragem foi menor, entretanto a porcentagem de azevém 'Barjumbo' e de folhas de azevém foi maior e de material morto foi menor nesse tratamento. Com adubação nitrogenada da pastagem dobrou a taxa de acúmulo diário nos períodos com maior desenvolvimento do azevém, além disso, aumentou a produção total de forragem em 38,4% e o teor de N na biomassa aérea acumulada em 28,6%. Quando a adubação nitrogenada é realizada na pastagem, é possível manejar a pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' com uma altura média de 11 cm. O efeito residual do N aplicado no milho não foi suficiente para suprir as necessidades nutricionais da pastagem e a produção foi afetada pelos períodos com deficiência de N, enquanto que uma única aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ em cobertura na pastagem foi suficiente para suprir as necessidades de N durante todo o período de acúmulo de forragem. A pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' é eficiente no uso e na recuperação do N do solo, em ambos os tratamentos de altura do pasto.

Palavras-chave: Ciclagem de nutrientes. Intensidade de pastejo. Lotação contínua. Rotação de culturas. Sustentabilidade.

ABSTRACT

BERNARDON, Angela. Sward height and nitrogen fertilization on forage production and efficient use of nutrients in integrated crop-livestock system. 96 p. Dissertation (Masters in Agronomy) – Program of post-graduation in Agronomy, Federal Technologic University of Paraná. Pato Branco, 2016.

The proper use of management strategies, such as grazing intensity and nitrogen fertilization are primordial to the success of integrated crop-livestock system. Several studies have demonstrated the influence of grazing intensity and nitrogen fertilization on dynamics of forage production and nutrient cycling. However, most this researches studying these strategies in isolation and little is known about the interaction of these factors in the management of an integrated crop-livestock system. In this context, the aim of this study is to determine the best management strategy involving sward height and nitrogen fertilization, permitting greater forage production and improved efficiency in the use of nitrogen soil by a black oat 'BRS 139' plus ryegrass 'Barjumbo' pasture in integrated crop-livestock system. The experiment was realized in Abelardo Luz – SC, in an area of 14 ha, where has been conducted an experiment in long term with integrated crop-livestock system under no-tillage since 2012. The experimental design is a randomized block design with three replications in a factorial design (2x2), the first factor was the grazing intensity (high and low), characterized by two sward height management (10 and 25 cm), and the second included the time factor application of N in the system: N applied on pasture (N-pasture) and N applied on the culture of grain (N-grain), at dose of 200 kg N ha⁻¹. The sward height was regulated by beef cattle grazing with continuous stocking and variable stocking rate. The previous crop to pasture was corn. The nitrogen fertilization of pasture increased tiller density, forage density, participation of ryegrass 'Barjumbo' and percentage of ryegrass leaves in forage mass. Forage mass was less at low sward height on average, however the percentage of ryegrass 'Barjumbo' and rye leaves was greater and dead material was lower in this treatment. With nitrogen fertilization of pasture it was possible to double the amount of forage accumulated in periods with further development of ryegrass, furthermore, the total production of DM was increased in 38.4% and the shoot N concentration in 28.6%. When the nitrogen fertilization is applied in pasture, it is possible to keep black oat 'BRS 139' plus ryegrass 'Barjumbo' pasture with an average sward height of 11 cm. The residual effect of N applied at corn was not sufficient to meet the nutritional needs of pasture and the forage production was affected by periods with N deficiency, while a single application of 200 kg N ha⁻¹ at beginning of pasture tillering was sufficient to meet the N requirements throughout the forage accumulation period. The black oat 'BRS 139' plus ryegrass 'Barjumbo' pasture is efficient in use and recovery of the nitrogen applied in both treatments of sward height.

Keywords: Grazing intensity. Continuous stocking. Crop rotation. Nutrient cycling. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dados meteorológicos observados durante o período experimental (março/2014 a outubro/2014) no município de Abelardo Luz – SC..	20
Figura 2 – Histórico experimental ilustrando os cultivos, épocas de implantação e tratamentos utilizados em cada fase do experimento..	21
Figura 3 – Croqui experimental com a disposição dos tratamentos..	23
Figura 4 – Dados meteorológicos observados durante o período experimental (março/2014 a outubro/2014) no município de Abelardo Luz – SC..	54
Figura 5 - Produção acumulada de forragem (kg MS ha ⁻¹) de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária..	59
Figura 6 – Teores de nitrogênio na biomassa aérea de uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejada com alta e baixa altura do pasto, em avaliações realizadas a cada 28 dias, dos 46 aos 214 dias após a semeadura da pastagem..	66
Figura 7 - Teores de nitrogênio na biomassa aérea de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária..	68
Figura 8 – Índice Nutricional Nitrogenado (INN) de uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejada com alta e baixa altura do pasto em avaliações realizadas a cada 28 dias, dos 46 aos 214 dias após a semeadura da pastagem..	69
Figura 9 - Índice Nutricional Nitrogenado (INN) de uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em avaliações realizadas a cada 28 dias, dos 46 aos 214 dias após a semeadura da pastagem..	70
Figura 10 – Teores de N (%) na biomassa aérea acumulada em relação ao teor de N calculado e expresso na curva de diluição proposta por Lemaire (1997) conforme o acúmulo de massa seca de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária..	73
Figura 11 – Nitrogênio absorvido (kg ha ⁻¹) por uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', em função dos dias acumulados após a semeadura, com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária..	76
Figura 12 – Nitrato (NO ₃ ⁻ , figura 12A) e amônio (NH ₄ ⁺ , figura 12B) (mg kg ⁻¹ de solo) em quatro profundidades de coleta de solo (cm) e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, dez dias após a adubação nitrogenada da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo'..	80
Figura 13 - Nitrato (NO ₃ ⁻ , figura 13A) e amônio (NH ₄ ⁺ , figura 13B) (mg kg ⁻¹ de solo) em cinco profundidades de coleta de solo (cm) após o período de utilização de uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo'..	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da semeadura da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo'.....	21
Tabela 2 – Altura Real do Pasto (cm) de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em seis períodos de avaliação, de 19/05 a 03/11/2014.....	26
Tabela 3 - Massa de forragem (kg MS ha ⁻¹) de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em seis períodos de avaliação, de 19/05 a 03/11/2014.....	27
Tabela 4 – Densidade Populacional de Perfilhos (perfilhos m ⁻²) de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária.	29
Tabela 5 – Composição botânica da pastagem aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' (% aveia, azevém e material morto) manejada com alta e baixa altura em cinco períodos de avaliação, de 16/06 a 03/11/2014.....	32
Tabela 6 - Composição botânica da pastagem aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' (% aveia, azevém e material morto) com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária.	36
Tabela 7 – Valores médios conforme altura do pasto para massa seca de folhas e massa seca de colmos de aveia preta 'BRS 139'.	37
Tabela 8 – Relação folha:colmo de aveia preta 'BRS 139' consorciada com azevém 'Barjumbo', manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em três períodos de avaliação, de 16/06 a 08/09/2014.	37
Tabela 9 – Porcentagem de folhas de azevém 'Barjumbo' presente na massa de forragem de uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejada com alta e baixa altura em cinco períodos de avaliação, de 16/06 a 03/11/2014.....	39
Tabela 10 - Porcentagem de folhas de azevém 'Barjumbo' presente na massa de forragem de uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em cinco períodos de avaliação, de 16/06 a 03/11/2014.	40
Tabela 11 – Massa Seca de colmos de azevém 'Barjumbo' entre os períodos de avaliação.....	41
Tabela 12 - Relação folha:colmo de azevém 'Barjumbo' consorciado com aveia preta 'BRS 139', manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em cinco períodos de avaliação, de 16/06 a 03/11/2014.....	41
Tabela 13 - Densidade de forragem (kg de MS ha ⁻¹ cm ⁻¹) de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em seis períodos de avaliação, de 19/05 a 03/11/2014.	42
Tabela 14 – Taxa de acúmulo diário (kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹) de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em sete períodos de avaliação, de 09/04 a 03/11/2014.....	45
Tabela 15 - Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da semeadura da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo'.	54
Tabela 16 – Períodos de avaliação e dias acumulados após a semeadura da pastagem.....	56
Tabela 17 - Interpretação dos índices nutricionais de nitrogênio (INN) seguindo modelo proposto por Lemaire e Gastal (1997).....	57
Tabela 18 - Massa Seca residual sobre o solo (kg MS ha ⁻¹) de aveia preta 'BRS 139' mais azevém	

'Barjumbo' manejados com duas alturas do pasto e com adubação nitrogenada realizada na cultura de grãos ou na pastagem em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária.	62
Tabela 19 - Eficiência de uso do N (kg de MS/kg de N aplicado) de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejados com duas alturas do pasto e com adubação nitrogenada realizada na cultura de grãos ou na pastagem em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária.	64
Tabela 20 – Recuperação do N (%) aplicado na pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejada com duas alturas do pasto e com adubação nitrogenada realizada na cultura de grãos ou na pastagem em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária.	77
Tabela 21 – Amônio (NH_4^+ , mg kg^{-1} de solo) no solo, após o período de utilização da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', com épocas de aplicação de N em sistema ILP, aplicação de N na pastagem (NP) ou na cultura de grãos (NG).	83

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

AA	Alta Altura do pasto
BA	Baixa Altura do pasto
C/N	Relação carbono/nitrogênio
cm	Centímetro
$\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$	Centimol de carga por decímetro cúbico
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
DPP	Densidade Populacional de Perfilhos
g dm^{-3}	Grama por decímetro cúbico
ha	Hectare
IAF	Índice de Área Foliar
ILP	Integração Lavoura-Pecuária
INN	Índice Nutricional Nitrogenado
K	Potássio
kg de MS ha^{-1}	Quilograma de Massa Seca por hectare
$\text{kg de MS ha}^{-1} \text{ cm}^{-1}$	Quilograma de Massa Seca por hectare por centímetro
kg de N ha^{-1}	Quilograma de nitrogênio por hectare
kg ha^{-1}	Quilograma por hectare
L ha^{-1}	Litros por hectare
m	Metro
M.O.	Matéria Orgânica
MF	Massa de Forragem
MS	Massa Seca
N	Nitrogênio
NG	Nitrogênio Grãos
NH_4^+	Amônio
NO_3^-	Nitrato
NP	Nitrogênio Pastagem
°C	Graus Centígrados
P	Fósforo
PB	Proteína Bruta
PR	Unidade da Federação – Paraná
SB	Soma de Bases
SC	Unidade da Federação – Santa Catarina
t ha^{-1}	Tonelada por hectare
TAD	Taxa de Acúmulo Diário

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA: MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E ALTURA DO PASTO SOBRE A DINÂMICA DE PRODUÇÃO DE AVEIA PRETA MAIS AZEVÉM.	17
RESUMO.....	17
ABSTRACT	18
2.1 INTRODUÇÃO	19
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	20
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
2.3.1 Altura do pasto e Massa de Forragem	26
2.3.2 Densidade Populacional de Perfilhos.....	28
2.3.3 Composição Botânica e Morfológica do Pasto	31
2.3.4 Densidade de Forragem.....	42
2.3.5 Taxa de Acúmulo Diário.....	45
2.4 CONCLUSÕES	48
3 O NITROGÊNIO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO DA LAVOURA DE MILHO É SUFICIENTE PARA A PASTAGEM DE INVERNO NUM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA?.....	49
RESUMO.....	49
ABSTRACT	50
3.1 INTRODUÇÃO	51
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	53
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
3.3.1 Produção Acumulada de Forragem.....	58
3.3.2 Eficiência de Uso do Nitrogênio	64
3.3.3 Teores de Nitrogênio na Biomassa Aérea	66
3.3.4 Índice Nutricional Nitrogenado	68
3.3.5 Curva de Diluição de Nitrogênio.....	72
3.3.6 Quantidade de Nitrogênio Absorvido.....	75
3.3.7 Recuperação do Nitrogênio.....	76
3.3.8 Comportamento do Nitrogênio Mineral no Perfil do Solo.....	79
3.4 CONCLUSÕES	83
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
REFERÊNCIAS.....	86

1 INTRODUÇÃO GERAL

A sustentabilidade das propriedades agrícolas, principalmente as pequenas, depende de sistemas de produção que ocupem intensamente os recursos disponíveis nos agrossistemas, concomitante à melhoria da qualidade do solo, o qual é a base da produção agropecuária, a fim de reduzir o consumo de insumos e gerar maior renda por área.

No Paraná, em 2012, em torno de oito milhões de ha foram ocupados com culturas de grãos de verão (soja, milho e feijão), enquanto somente um milhão de ha foram cultivados com culturas de grãos de inverno como, aveia branca, aveia preta, cevada, trigo e triticale (SEAB/DERAL, 2013). Estes dados comprovam a baixa intensificação e diversidade de produção na maioria das propriedades agrícolas no Paraná, e também no sul do Brasil. Milhões de hectares são mantidos em pousio no inverno, gerando perdas de nutrientes, problemas com erosão, sendo que estas áreas poderiam gerar renda extra para o produtor nesta época do ano. Além disso, a região Sudoeste do Paraná já se destaca entre as maiores bacias leiteiras do Brasil (SEAB/DERAL, 2013), sendo necessárias, também, boas práticas de manejo para manter a produtividade e a sustentabilidade destas propriedades.

Neste sentido, o sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) apresenta-se como excelente alternativa para uma correta rotação de culturas e diversificação de produção, recuperação dos solos e de pastagens degradadas, e principalmente como alternativa de renda e utilização da terra nos períodos entre-safras de verão. Este sistema de produção pode gerar diversos benefícios, entre eles, redução de custos, aumento da eficiência do uso da terra, melhoria dos atributos físicos e químicos do solo, por meio de aumento da incorporação de carbono orgânico no solo e da ciclagem de nutrientes, redução de pragas e doenças, aumento de liquidez e de renda (CARVALHO et al., 2005).

O sistema ILP é definido como um sistema de produção que alterna, na mesma área, o cultivo de pastagens anuais ou perenes destinadas à produção animal, e culturas destinadas à produção vegetal, sobretudo grãos (BALBINOT JUNIOR et al., 2009). Este sistema possui alguns conceitos básicos como o plantio direto, a rotação de cultivos, o uso de insumos e genótipos melhorados e o manejo

correto das pastagens (LUSTOSA et al., 2011). Além disso, é um sistema planejado de utilização racional do solo, em que participam lavouras e animais, com vantagens para ambos (CARVALHO et al., 2005).

Os primeiros trabalhos científicos com ILP no sul do Brasil tinham por objetivo estudar os efeitos do animal nos atributos físicos do solo e consequência na produtividade das culturas de grãos no verão. Com isso, quebrou-se o paradigma de que animais em áreas de lavoura compactam e podem reduzir a produção das culturas, os estudos passaram, então, a aprofundar o conhecimento sobre a interação solo-planta-animal e os benefícios que a fase de pastejo pode proporcionar à cultura de grãos subsequente. No entanto, o sucesso do sistema de ILP é dependente de duas estratégias de manejo fundamentais: ajuste da pressão de pastejo ou intensidade de utilização da pastagem e adubação da pastagem, com maior atenção ao nitrogênio (ASSMANN; PIN, 2008).

No sul do Brasil, a pastagem é a base da atividade pecuária, contudo há uma crença que adubação de pastagens é cara e muitas vezes inviável, sendo comum, com o esgotamento da fertilidade do solo, uma cíclica substituição de espécies forrageiras menos exigentes e de menor valor nutritivo, caminhando assim para um processo de degradação das pastagens (LUSTOSA et al., 2011). Outro problema, em propriedades onde o manejo da pastagem não é realizado de forma correta, é a redução do aporte de palhada a quase zero, devido ao excesso de carga animal, gerando problemas de compactação e tornando áreas improdutivas (ASSMANN; PIN, 2008).

Portanto, para aumentar a produtividade da pecuária de corte ou leite, o manejo correto das pastagens é necessário. Contudo, sistemas de exploração altamente intensivos, como a ILP, têm seus processos de produção, exportação e ciclagem de nutrientes acelerados, o que eleva a demanda por nutrientes, no caso de gramíneas aumenta a necessidade de nitrogênio (ASSMANN et al., 2008).

Devido à importância das estratégias de manejo já citadas, para que o sistema ILP se torne sustentável e promova benefícios, diversos são os estudos sobre intensidade de pastejo e adubação nitrogenada em pastagens. Sabe-se que a adubação nitrogenada, além de aumentar o rendimento de forragem, pode melhorar o desempenho de culturas semeadas em sucessão, devido ao aproveitamento de N

residual (ASSMANN et al., 2003). Enquanto, a intensidade de pastejo é importante para obtenção de alto rendimento e qualidade forrageira, bem como melhoria da qualidade do solo e redução de compactação imposta pelo pisoteio (BALBINOT JUNIOR et al., 2009). Entretanto, a maioria destes trabalhos estudam a intensidade de pastejo e a adubação nitrogenada de forma isolada, e pouco se sabe sobre a interação destes fatores no manejo de um sistema de ILP.

Neste contexto, baseado na hipótese que exista interação entre nível de nitrogênio e intensidade de pastejo para os parâmetros de planta e de solo, o objetivo deste trabalho é determinar a melhor estratégia de manejo envolvendo altura do pasto e adubação nitrogenada no sistema ILP; os quais permitam maior produção de forragem e melhor eficiência no uso de nutrientes do solo por uma pastagem de aveia preta e azevém em sistema de Integração Lavoura-Pecuária.

2 INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA: MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E ALTURA DO PASTO SOBRE A DINÂMICA DE PRODUÇÃO DE AVEIA PRETA MAIS AZEVÉM.

RESUMO

Avaliou-se a dinâmica de produção de forragem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na cultura de grãos ou na pastagem num sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP). O experimento foi realizado em Abelardo Luz – SC. O delineamento experimental foi blocos ao acaso em esquema fatorial (2x2), com três repetições e seis períodos de avaliação compreendidos entre maio e novembro de 2014. Os fatores foram alturas do pasto (25 e 10 cm) e épocas de adubação nitrogenada no sistema ILP (NP – pastagem e NG – cultura de grãos), na dose de 200 kg ha⁻¹ de N. A altura do pasto foi regulada por meio de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável de bovinos de corte e a cultura antecessora à pastagem foi o milho. Foram avaliados: a altura real do pasto, massa de forragem, densidade populacional de perfilhos (DPP), composição botânica e morfológica do pasto, densidade de forragem e taxa de acúmulo diário de forragem. A aveia preta 'BRS 139' tem maior participação nos períodos iniciais de pastejo, enquanto o azevém 'Barjumbo' produz satisfatoriamente até novembro. Em média, a massa de forragem é menor na baixa altura do pasto, entretanto a porcentagem de azevém 'Barjumbo' e de folhas de azevém é maior e de material morto é menor nesse tratamento. A adubação nitrogenada da pastagem aumenta a DPP, a participação de azevém 'Barjumbo' e a porcentagem de folhas de azevém na massa de forragem. No geral, pastos manejados com baixa altura são mais densos e a adubação nitrogenada é uma estratégia recomendável para aumentar a densidade de forragem. Além disso, com adubação nitrogenada da pastagem é possível dobrar a quantidade de forragem acumulada nos períodos com maior desenvolvimento do azevém. Quando a adubação nitrogenada é realizada na pastagem, é possível manejar a aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' com uma altura média de 11 cm.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the forage growth dynamic in a black oat (*Avena strigosa*) 'BRS 139' plus ryegrass (*Lolium multiflorum*) 'Barjumbo' pasture managed with high and low sward height and nitrogen fertilization applied in the culture of grain or pasture in an integrated crop-livestock system. The experiment was conducted in Abelardo Luz – SC. The experimental design was complete randomized blocks in a factorial design (2x2) with three replications and six evaluation periods, between May and November 2014. The factors were sward heights (25 and 10 cm) and times of nitrogen fertilization in a crop-livestock system (N-pasture and N-culture of grain), at dose of 200 kg N ha⁻¹. The sward height was regulated by beef cattle grazing with continuous stocking and variable stocking rate. The previous crop to pasture was corn. Real sward height, forage mass, tiller density, botanical and morphological composition of pasture, forage bulk density and daily accumulation rate of forage were evaluated. Black oat 'BRS 139' has a greater participation in the initial periods of grazing, while ryegrass 'Barjumbo' produces satisfactorily until November. Forage mass is less at low sward height on average, however the percentage of ryegrass 'Barjumbo' and rye leaves is greater and dead material is lower in this treatment. Nitrogen fertilization of pasture increases tiller density, participation of ryegrass 'Barjumbo' and percentage of ryegrass leaves in forage mass. Overall, pastures managed with low sward height are denser and nitrogen fertilizer is a recommended strategy to increase forage bulk density. Furthermore, with nitrogen fertilization of pasture it is possible to double the amount of forage accumulated in periods with further development of ryegrass. When the nitrogen fertilization is applied in pasture, it is possible to keep black oat 'BRS 139' plus ryegrass 'Barjumbo' pasture with an average sward height of 11 cm.

2.1 INTRODUÇÃO

Normalmente, os ensaios de pastejo e corte a pasto consideram apenas a produção e qualidade, e pouca atenção é dada à forma como a forragem é distribuída horizontal e verticalmente na vegetação (SOARES FILHO et al., 2015). No entanto, a estrutura do pasto é uma característica central e determinante tanto da dinâmica de crescimento e competição nas comunidades vegetais quanto do comportamento ingestivo dos animais em pastejo (CARVALHO et al., 2001).

Num sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), a estrutura do pasto pode variar consideravelmente em relação ao manejo imposto, com consequências na produção animal durante a fase da pastagem, bem como nas condições de solo e na palhada para a produção de grãos (CARVALHO et al., 2007). Deste modo, a manipulação da estrutura do pasto, através do manejo, é fundamental, a fim de otimizar a colheita de forragem em pastejo através da criação de ambientes de pastejo mais favoráveis e, conseqüentemente, maximizar a produção animal (CARVALHO et al., 2001).

Em sistema ILP, os animais em pastejo modificam os fluxos clima-solo-planta dos nutrientes na pastagem (ANGHINONI et al., 2013). Desse modo, esses sistemas têm o potencial de promover a ciclagem de nutrientes e intensificar a produção e a sustentabilidade; são mais eficientes no uso dos recursos naturais, melhoram o solo e produzem inúmeros serviços ambientais (CARVALHO et al., 2014). Entretanto, o manejo apropriado da pastagem é fator imperativo para o sucesso da ILP, principalmente em termos de adubação e altura do pasto (BALBINOT JUNIOR et al., 2009).

A adubação da fase pastagem, em sistema ILP, muitas vezes é negligenciada, devido ao pensamento de que a pastagem se beneficia da adubação da lavoura e que a adubação das pastagens é, portanto, desnecessária (CARVALHO et al., 2006). Além da falta de adubação, a carga animal é alta, o que leva a um processo de degradação das pastagens. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica de produção de forragem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejados com duas alturas do pasto e com adubação nitrogenada realizada na cultura de grãos ou na pastagem num sistema ILP.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Abelardo Luz – SC, coordenadas 26° 31' S e 51° 35' W e altitude média de 850 m, em uma área de 14 ha, onde desde 2012 vem sendo conduzido um experimento em longo prazo com Integração Lavoura-Pecuária sob Plantio Direto. Os ciclos de cultivo anteriores ao presente estudo foram sorgo forrageiro, aveia preta e milho. O clima da região é classificado como Cfb (subtropical úmido), segundo classificação de Köppen. O solo da área é classificado como Latossolo Bruno distrófico típico com textura muito argilosa e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2013).

Os dados meteorológicos registrados para o município de Abelardo Luz – SC, durante o período experimental, são apresentados na Figura 1.

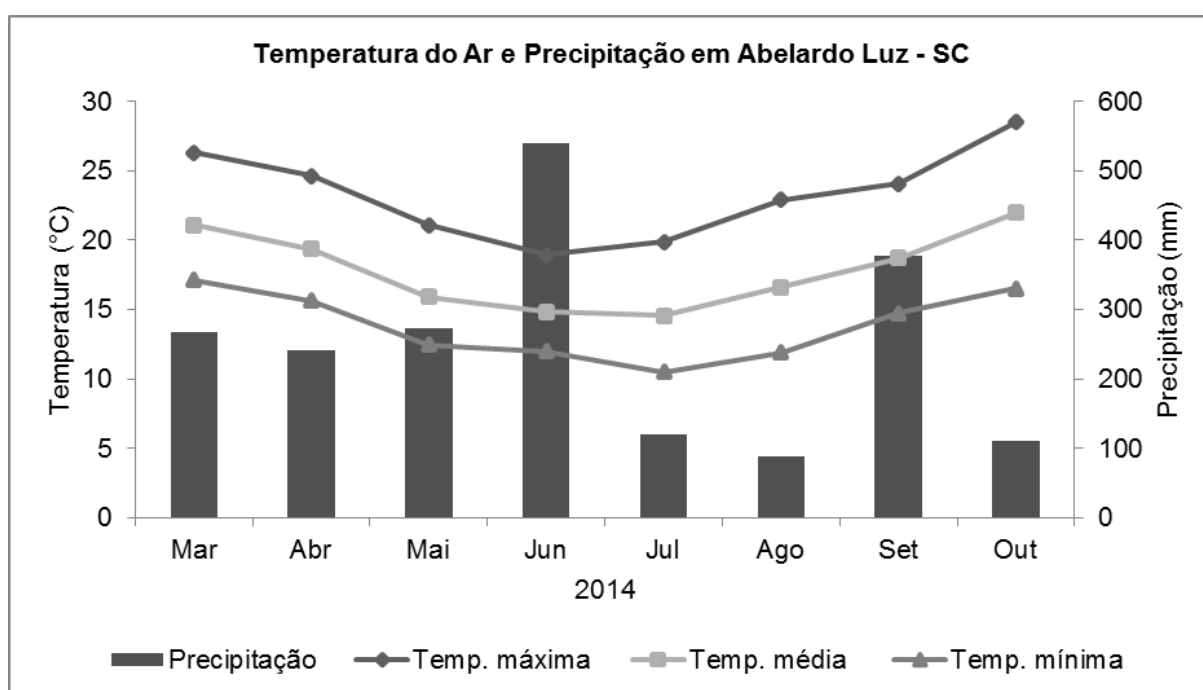


Figura 1 – Dados meteorológicos observados durante o período experimental (março/2014 a outubro/2014) no município de Abelardo Luz – SC. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2014).

A coleta de solo para análise química foi realizada um dia antes da semeadura da pastagem de aveia preta ‘BRS 139’ mais azevém ‘Barjumbo’, em 02/04/2014. Foi realizada uma média dos resultados de amostras de solo coletadas em cinco pontos distintos da área experimental, em profundidade de 0-20 cm. De acordo com análise de solo, os atributos químicos do solo da área experimental

apresentam os seguintes valores (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da semeadura da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo'.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----			%
4,84	44,77	8,42	0,26	4,44	2,06	0,07	7,04	6,76	13,80	49,28

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

O delineamento experimental foi blocos ao acaso em esquema fatorial (2 x 2), com três repetições. O primeiro fator foi intensidade de pastejo, caracterizada por duas alturas de manejo do pasto (alta e baixa), sendo que as alturas pretendidas foram de 25 e 10 cm e as médias das alturas reais, durante todo o período experimental, foram de 23,7 e 10,7 cm, para alta e baixa altura, respectivamente. A altura do pasto foi regulada por meio de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável (MOOT; LUCAS, 1952). Foram utilizados bovinos produto do cruzamento entre as raças Nelore e Charolês. O segundo fator foi constituído por épocas de aplicação de nitrogênio (N) no sistema: N aplicado na pastagem (NP) ou N aplicado na cultura de grãos, antecessora à pastagem (NG), na dose de 200 kg de N ha⁻¹. A cultura de grãos antecessora à pastagem, neste trabalho, foi o milho e a cultura sucessora à pastagem foi a soja (Figura 2).



Figura 2 – Histórico experimental ilustrando os cultivos, épocas de implantação e tratamentos utilizados em cada fase do experimento. AA= Alta Altura do Pasto; BA= Baixa Altura do Pasto; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos.

A dessecação da área, após a colheita do milho, foi realizada em 29/03/2014, com uso do herbicida *Glyfosate* na dosagem de 1,33 L ha⁻¹. A semeadura direta da pastagem, formada por aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', ocorreu em 03/04/2014, com espaçamento de 0,17 m entre linhas e densidade de semeadura de 100 kg de sementes ha⁻¹ para aveia preta e 25 kg de sementes ha⁻¹ de azevém. Para adubação de base de toda área experimental foram utilizados 352 kg ha⁻¹ da formulação 2-20-18 de N-P-K.

A adubação nitrogenada dos piquetes em que o N seria aplicado na fase pastagem (Figura 3) foi realizada em cobertura, na forma de uréia, em uma única aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ no início do perfilhamento, em 08/05/2014, sob condições de clima e umidade favoráveis ao máximo aproveitamento do N no sistema. Enquanto que a adubação nitrogenada dos piquetes em que o N foi aplicado somente na fase de lavoura de grãos (Figura 3), foi realizada quando o milho se encontrava no estágio V5, em 13/11/2013, também em uma única aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ na forma de uréia.

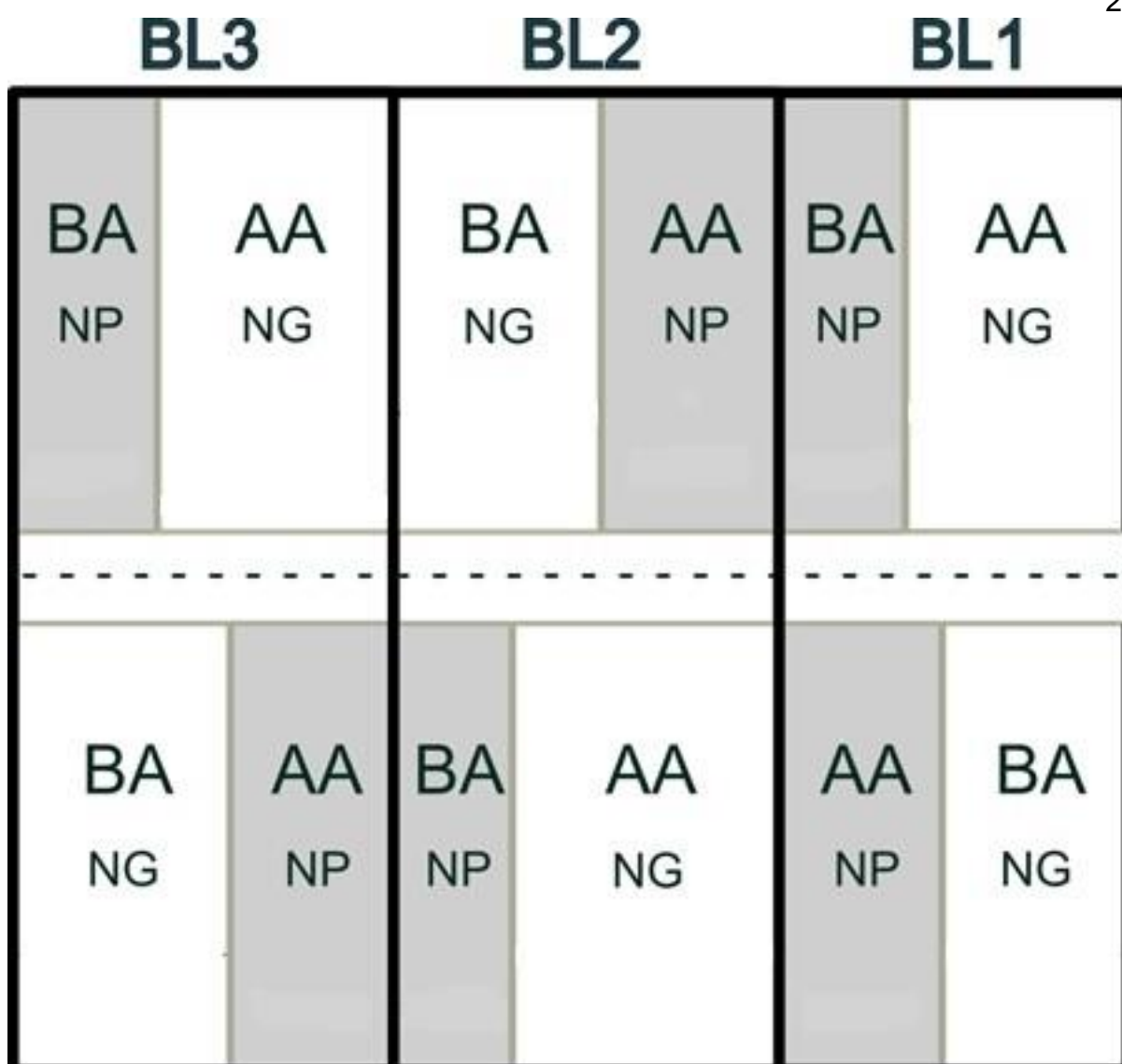


Figura 3 – Croqui experimental com a disposição dos tratamentos. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Aplicação de nitrogênio na pastagem; NG = Aplicação de nitrogênio na cultura de grãos.

Os animais iniciaram o pastejo em 19/05/2014, quando a altura média do pasto atingiu valor aproximado de 30 cm, sendo que o período de pastejo foi de 175 dias, até 10/11/2014.

A altura do pasto (cm) foi monitorada semanalmente com uma régua graduada em centímetros, em 25 pontos por unidade experimental. Com os valores foi determinada a média da altura do pasto durante cada período experimental de 28 dias. Do início ao final do período de pastejo, foram avaliados seis períodos de 28 dias, de 19/05 a 03/11/2014.

A massa de forragem (kg de MS ha⁻¹) foi estimada a cada 28 dias, por meio de cinco cortes de forragem em um quadro de 0,25 m², aleatórios por unidade experimental. As amostras cortadas rente ao solo foram embaladas em sacos de papel Kraft e secas em estufa com circulação de ar forçada a 55 °C até peso constante. As amostras, então, foram pesadas em balança de precisão de um grama e o valor extrapolado para kg de MS ha⁻¹. A média da massa de forragem de cada período foi calculada por meio da soma da MF inicial do período com a MF final do período dividido por dois.

As avaliações de Densidade Populacional de Perfilhos (DPP) e a quantificação dos componentes botânicos e morfológicos do pasto iniciaram no segundo período de pastejo, quando os tratamentos de alta e baixa altura do pasto haviam sido formados. Deste modo, para essas variáveis foram avaliados cinco períodos de 28 dias, de 16/06 a 03/11/2014.

A DPP foi estimada a cada período de avaliação, nos mesmos dias de avaliação da massa de forragem, por meio da contagem de perfilhos em três pontos por piquete, em uma área de 0,15 m². Após a contagem, o valor foi extrapolado para nº de perfilhos m⁻² e foi realizada uma média da DPP para cada período.

A quantificação dos componentes botânicos e morfológicos do pasto foi realizada a cada período de 28 dias, por meio de corte da forragem rente ao solo em três pontos por piquete, os quais compuseram uma amostra composta por piquete. Foi realizada a separação manual, em laboratório, das espécies presentes na amostra (aveia preta e azevém), do material morto e dos componentes morfológicos das plantas (folha, colmo+bainha e inflorescência). Após a separação, o material foi seco em estufa de circulação forçada de ar a 55°C, por 72 horas, e então pesado em balança de precisão de um grama. Com os valores foram determinadas a porcentagem de aveia, azevém e material morto em cada período de avaliação, e por meio da divisão entre massa seca de folha e colmo, foi obtida a relação folha:colmo da aveia preta e do azevém, também em cada período de 28 dias.

Para estimativa da densidade de forragem, foram medidos cinco pontos de altura do pasto dentro do quadro amostral de 0,25 m², em cada ponto de corte para massa de forragem. Após foi realizada a média da altura em cada ponto de coleta, a densidade de forragem foi determinada dividindo-se a massa de forragem (kg de MS

ha⁻¹) pela altura média do pasto naquele ponto de coleta, sendo expressa em kg de MS ha⁻¹ cm⁻¹. A densidade de forragem foi avaliada nos mesmos dias da avaliação da massa de forragem, em cinco pontos por unidade experimental. Para cada período de 28 dias, foi realizada uma média da densidade de forragem.

A taxa de acúmulo diário de massa seca (kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) foi monitorada a cada 28 dias, 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, além disso, foram 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 um quadrado de ferro e uma tesoura de esquila. 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, composição botânica e morfológica do pasto. Após serem cortadas rente ao solo, as amostras de forragem foram secas em uma estufa de circulação forçada de ar, à 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:

$$TA_j = (DG_i - FG_{i-1}) / n, \text{ onde:}$$

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 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.

Os dados foram submetidos à análise de normalidade e quando necessário foram ajustadas através de transformações logarítmicas ou raiz quadrada. Depois de satisfeitas as pressuposições de normalidade e homogeneidade de variâncias, os dados foram submetidos à análise de variância por meio do procedimento MIXED (Littel et al., 1996; 2006) do software estatístico SAS *Statistical Analysis System* - SAS v. 9.0 (SAS, 2002), onde o período foi utilizado como medida repetida no tempo a 5% de significância. As médias foram comparadas pelo teste Tukey (5% de significância).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Altura do pasto e Massa de Forragem

Foi constatada interação tripla significativa ($P < 0,0001$) entre os fatores altura do pasto, adubação nitrogenada e período de avaliação para altura real do pasto (Tabela 2).

Tabela 2 – Altura Real do Pasto (cm) de aveia preta ‘BRS 139’ mais azevém ‘Barjumbo’ manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em seis períodos de avaliação, de 19/05 a 03/11/2014.

Período	Altura Real do Pasto (cm)			
	AA		BA	
	NP	NG	NP	NG
19/05 – 16/06	31,00 a A	27,00 a A	31,00 a A	30,33 a A
16/06 – 14/07	29,00 ab A	27,33 a A	11,33 b B	13,33 b B
14/07 – 11/08	21,67 c A	23,00 ab A	8,67 b B	9,00 b B
11/08 – 08/09	21,67 c A	20,33 b A	10,33 b B	9,67 b B
08/09 – 06/10	24,33 bc A	21,33 b A	9,67 b B	9,67 b B
06/10 – 03/11	24,67 bc A	24,33 ab A	13,00 b B	12,22 b B
Média*		23,77		10,69

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Nitrogênio Pastagem; NG = Nitrogênio Grãos. *Médias das alturas do segundo ao sexto período de avaliação, quando os tratamentos de alta e baixa altura do pasto haviam sido formados.

O pastejo iniciou em 19/05/2014, quando a altura média do pasto era de 30 cm. No primeiro período de avaliação não foi observada diferença significativa entre os tratamentos, pois este período foi de adaptação e ajuste da carga animal para que então, o tratamento de altura do pasto fosse formado. Portanto, somente a partir do segundo período de pastejo foi observada diferença significativa entre os tratamentos, sendo que os tratamentos com alta altura do pasto (AA - NP e AA - NG) apresentaram valores de altura significativamente maiores que os tratamentos com baixa altura do pasto (BA - NP e BA - NG), até o último período de avaliação. Além disso, as médias da altura real (sem incluir o primeiro período, pois os tratamentos ainda não haviam sido formados) de 23,7 cm para alta altura e 10,7 cm para baixa altura, foram muito próximas às alturas pretendidas de 25 e 10 cm.

Para massa de forragem, também houve interação tripla entre os fatores altura do pasto, adubação nitrogenada e período de avaliação ($P=0,0108$) (Tabela 3).

Tabela 3 - Massa de forragem (kg MS ha⁻¹) de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em seis períodos de avaliação, de 19/05 a 03/11/2014.

Período	Massa de Forragem (kg MS ha ⁻¹)			
	AA		BA	
	NP	NG	NP	NG
19/05 – 16/06	1.756 b A	1.257 c B	1.237 c B	985 bc C
16/06 – 14/07	2.015 b A	1.857 b A	1.020 c B	879 c B
14/07 – 11/08	2.482 a A	2.607 a A	1.153 c B	1.260 b B
11/08 – 08/09	2.941 a A	3.070 a A	1.871 b B	1.679 a B
08/09 – 06/10	2.888 a A	3.068 a A	2.621 a AB	1.857 a B
06/10 – 03/11	3.608 a A	2.870 a AB	2.819 a AB	1.889 a B
Média	2.615	2.455	1.787	1.425

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Nitrogênio Pastagem; NG = Nitrogênio Grãos.

No primeiro período, o maior valor de massa de forragem foi verificado no tratamento AA – NP e o menor valor no tratamento BA – NG, enquanto que, entre os tratamentos AA – NG e BA – NP, não houve diferença significativa. A menor carga animal no tratamento alta altura, concomitante à maior disponibilidade de N na pastagem adubada com N em cobertura, explicam esta diferença significativa do tratamento AA – NP em relação aos demais tratamentos no primeiro período de pastejo.

No segundo, terceiro e quarto período, quando os tratamentos de alta e

baixa altura já haviam sido formados, foram observados valores de massa de forragem significativamente superiores nos tratamentos com alta altura do pasto (AA – NP e AA – NG) em relação aos tratamentos com baixa altura (BA – NP e BA – NG). A carga animal é o que regula a massa de forragem (SOARES; RESTLE, 2002), portanto os tratamentos com alta altura e menor carga animal em relação à baixa altura do pasto, apresentaram maior massa de forragem.

No quinto período, a partir de setembro, somente o tratamento BA – NG diferiu estatisticamente dos tratamentos com alta altura (AA – NP e AA – NG). Enquanto, a massa de forragem no tratamento BA – NP não diferiu estatisticamente dos tratamentos com alta altura do pasto. O desenvolvimento mais intenso do azevém 'Barjumbo' a partir de setembro pode explicar esses resultados. De acordo com Fontanelli et al. (2009), o azevém suporta manejo com menor altura do pasto que a aveia preta e é altamente responsivo à adubação nitrogenada. Deste modo, o nitrogênio no tratamento BA – NP influenciou para um maior perfilhamento do azevém e maior quantidade de folhas na estrutura da planta, o que torna a pastagem mais densa nas camadas verticais da pastagem. Portanto, devido à maior densidade de forragem, a pastagem de azevém 'Barjumbo', manejada com baixa altura e adubação nitrogenada em cobertura, apresentou, estatisticamente, a mesma massa de forragem da pastagem manejada com alta altura, ou seja, uma mesma massa de forragem pode se apresentar ao animal de diferentes formas através de inúmeras combinações entre altura e densidade (CARVALHO et al., 2001) e não necessariamente uma pastagem manejada com alta altura irá apresentar maior massa de forragem que uma pastagem manejada com baixa altura.

No último período de avaliação, foi observada diferença significativa somente entre os tratamentos AA – NP e BA – NG, com maior massa de forragem no tratamento AA – NP, o qual não diferiu estatisticamente dos tratamentos AA – NG e BA – NP.

2.3.2 Densidade Populacional de Perfilhos

Para Densidade Populacional de Perfilhos (DPP) foi verificada interação entre os fatores altura do pasto e adubação nitrogenada ($P=0,0104$). Quando a

adubação nitrogenada foi realizada na pastagem, não houve diferença estatística entre os tratamentos de alta e baixa altura do pasto para DPP. Entretanto, no tratamento em que a adubação nitrogenada foi realizada no milho e não na pastagem, houve diferença estatística entre alta e baixa altura do pasto, sendo que no manejo com baixa altura foram observados 409 perfilhos m^{-2} a mais que no manejo com alta altura.

Para o fator altura do pasto, foi constatada diferença estatística entre os tratamentos NP e NG somente no manejo com alta altura do pasto, sendo que no tratamento que a pastagem foi adubada com N em cobertura foram observados 528 perfilhos m^{-2} a mais. Na média dos fatores altura do pasto e adubação nitrogenada, o manejo com baixa altura do pasto apresentou 204 perfilhos m^{-2} a mais, em relação ao manejo com alta altura. Enquanto, o manejo em que a pastagem foi adubada com N apresentou 323 perfilhos m^{-2} a mais em relação à pastagem não adubada com N (Tabela 4).

Tabela 4 – Densidade Populacional de Perfilhos (perfilhos m^{-2}) de aveia preta ‘BRS 139’ mais azevém ‘Barjumbo’ manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária.

	Densidade Populacional de Perfilhos (perfilhos m^{-2})		
	NP	NG	Média
AA	1.916 Aa	1.388 Bb	1.652
BA	1.914 Aa	1.797 Aa	1.856
Média	1.915	1.592	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Nitrogênio Pastagem; NG = Nitrogênio Grãos.

A produção de perfilhos é um processo contínuo que pode ser acelerado pela desfolhação da planta e pela conseqüente melhoria do ambiente luminoso na base do dossel. Casagrande et al. (2010) observaram acentuada redução da densidade de perfilhos na maior oferta de forragem de capim-marandu (13% do PV) e atribuíram esse resultado à maior altura do dossel e ao conseqüente comprometimento do processo de perfilhamento pela baixa intensidade e qualidade de luz incidente na base do dossel.

Sbrissia e Da Silva (2008) também observaram um decréscimo na população de perfilhos à medida que os pastos são mantidos mais altos. No entanto, esses autores verificaram ainda, maiores valores de massa seca de perfilhos em

pastos mantidos mais altos, o que evidenciou um mecanismo de compensação ou auto-desbaste em pastagens, segundo o qual pastos mantidos com alturas mais baixas possuem maior densidade populacional de perfilhos pequenos e mais leves, enquanto pastos mais altos contêm menor densidade populacional de perfilhos grandes e mais pesados.

Os principais fatores ambientais que afetam o perfilhamento são a temperatura, luz, nutrição mineral e o suprimento de água (PEDREIRA et al., 2001). Deste modo, quando a disponibilidade de nutrientes foi menor, no tratamento em que a pastagem não foi adubada com N em cobertura, o estímulo para um maior perfilhamento aconteceu devido à desfolha mais frequente da planta, no manejo com baixa altura do pasto, onde um maior número de gemas foi ativado e iniciaram seu desenvolvimento, por consequência da maior intensidade e qualidade de luz incidente na base do dossel forrageiro.

A principal adaptação fisiológica das plantas após a desfolhação é a alocação preferencial de carbono para os meristemas apicais de perfilhos e zonas de expansão foliar com o objetivo de maximizar o aparecimento e alongamento de novas folhas (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007). Deste modo, em manejo com baixa altura do pasto, as plantas produzem folhas mais curtas e a DPP é elevada, por outro lado com alta altura do pasto, as plantas tendem a desenvolver folhas mais longas e reduzir a taxa de perfilhamento (PONTES et al., 2003).

Em contrapartida, no tratamento em que a pastagem foi adubada com N em cobertura, não houve diferença estatística entre os manejos de alta e baixa altura do pasto para DPP (Tabela 4), pois, de acordo com Pedreira et al. (2001), caso o suprimento de N for adequado e não havendo competição severa por espaço entre as plantas do relvado, a maioria das gemas se desenvolvem em perfilhos.

Em trabalho realizado por Pellegrini et al. (2010), o número de perfilhos de azevém aumentou linearmente com o aumento da adubação nitrogenada (0 a 225 kg de N ha⁻¹). Os autores explicam que esse efeito depende da taxa de aparecimento de folhas, uma vez que cada folha traz consigo uma gema axilar que poderá desenvolver-se em novo perfilho, dependendo das condições do meio.

Garcez Neto et al. (2002) observaram efeito significativo do suprimento de nitrogênio (0 a 200 mg dm⁻³) sobre a taxa de aparecimento de folhas de *Panicum*

maximum cv. Mombaça, promovendo expressivo aumento no número de folhas por perfilho. Os autores explicam que a taxa à qual as folhas se alongam age alterando o padrão de aparecimento de lâminas foliares, ou seja, folhas sucessivas aparecendo em níveis de inserção muito próximos, mas sob elevadas taxas de alongamento, suportadas pelo suprimento adicional de N, estabeleceriam maior taxa de aparecimento de folhas. Logo, os autores concluem que a taxa de aparecimento de folhas constitui importante determinante na taxa potencial de produção de gemas para a geração de novos perfilhos, as quais desenvolverão perfilhos em função da interação de vários outros fatores, como luz e nutrientes.

Deste modo, de acordo com os resultados apresentados na tabela 4, em ambos os manejos de alta e baixa altura do pasto, no tratamento NP, a constante remoção de área foliar, devido ao pastejo, proporcionou entrada de luz na base do dossel forrageiro em ambos os manejos, sendo ainda que a maior disponibilidade de nitrogênio na pastagem adubada aumentou o número de meristemas ativos e, conseqüentemente, aumentou a DPP. Enquanto, sob baixa disponibilidade de nutrientes, no tratamento NG, a pastagem buscou mecanismos de compensação para alocar o carbono e recuperar a área foliar desfolhada, perfilhando mais no manejo com baixa altura do pasto.

2.3.3 Composição Botânica e Morfológica do Pasto

De acordo com Aguinaga et al. (2008), o manejo da pastagem pode ter efeito na dinâmica de participação das espécies e de seus componentes morfológicos. Logo, a adubação, o pastejo seletivo e a competição por luz podem beneficiar uma espécie em relação à outra e interferir na produção de cada espécie, dependendo da estratégia de manejo adotada.

Neste trabalho, o manejo da altura do pasto interferiu na composição botânica e morfológica do consórcio aveia preta e azevém. Foi constatada interação significativa entre os fatores altura do pasto e período para porcentagem de aveia preta 'BRS 139' ($P=0,0097$), azevém 'Barjumbo' ($P=0,0030$) e material morto ($P<0,0001$) presente na massa de forragem (Tabela 5).

Tabela 5 – Composição botânica da pastagem aveia preta ‘BRS 139’ mais azevém ‘Barjumbo’ (% aveia, azevém e material morto) manejada com alta e baixa altura em cinco períodos de avaliação, de 16/06 a 03/11/2014.

Altura	Períodos					Média
	16/06 – 14/07	14/07 – 11/08	11/08 – 08/09	08/09 – 06/10	06/10 – 03/11	
Aveia Preta ‘BRS 139’ (%)						
AA	57,6 Aa	41,5 Ab	6,2 Ac	-	-	21,1
BA	44,3 Aa	22,3 Bb	4,3 Ac	-	-	14,2
Azevém ‘Barjumbo’ (%)						
AA	18,8 Ac	29,7 Bbc	45,0 Bb	64,0 Ba	77,4 Aa	47,0
BA	18,4 Ac	48,6 Ab	74,1 Aa	81,9 Aa	79,0 Aa	60,4
Material Morto (%)						
AA	23,6 Ab	28,8 Ab	48,7 Aa	36,0 Aab	22,6 Ab	32,0
BA	37,3 Aa	29,1 Aab	21,6 Bb	18,0 Bb	21,0 Ab	25,4

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto.

Para aveia preta ‘BRS 139’, houve um decréscimo significativo da participação na massa de forragem no manejo com baixa altura do pasto em relação ao manejo com alta altura, no segundo período de avaliação. Sendo que, nesse período, no manejo com alta altura foram verificados 19,2 pontos percentuais a mais de aveia preta que no manejo com baixa altura. Isso ocorre, pois na entrada dos animais nos piquetes, com altura do pasto de 30 cm em média, os perfilhos de aveia são mais altos e o pastejo se dá principalmente sobre eles, o que, possivelmente, causou uma elevada mortalidade de perfilhos de aveia, já que no tratamento com baixa altura do pasto, a frequência de desfolha e a taxa de lotação na entrada dos animais são maiores, a fim de reduzir a altura do pasto (KUNRATH et al., 2015).

Em relação à participação do azevém ‘Barjumbo’ na massa de forragem, houve diferença significativa entre alta e baixa altura no segundo, terceiro e quarto período de avaliação. Nesses períodos, foram observados 19; 29 e 18 pontos percentuais a mais de azevém no tratamento com baixa altura do pasto, respectivamente. Isto ocorre porque o pastejo mais intenso da aveia preta, no manejo com baixa altura, reduziu o sombreamento da aveia sobre o azevém e abriu a comunidade para a incidência de radiação solar em camadas mais próximas ao solo, onde se estabelece o azevém, estimulando o perfilhamento.

Para porcentagem de material morto presente na massa de forragem, houve um acréscimo significativo no tratamento com alta altura do pasto, em relação à baixa altura, nos períodos entre 11/08 a 08/09 e 08/09 a 06/10. Este resultado é explicado pelo final do ciclo da aveia preta nesses períodos, com consequente

senescência das plantas de aveia preta e como no tratamento com alta altura a porcentagem de aveia foi maior que na baixa altura, foi observado maior porcentagem de material morto no manejo com alta altura. Além disso, em trabalho realizado por Pontes et al. (2004), o fluxo de senescência de azevém aumentou linearmente com a altura da pastagem (5 a 20 cm). Os autores explicam que nas maiores alturas, maior proporção de forragem produzida foi destinada à manutenção da altura do pasto e, conseqüentemente, há maiores perdas pelos processos de senescência. Logo, pastagens submetidas a regimes de desfolha intensos apresentam pequeno crescimento, mas, em contrapartida, baixa senescência (FAGUNDES et al., 1999).

Alguns autores também associam a taxa de senescência com a carga animal utilizada, ou seja, em alturas menores, a maior lotação proporciona aumento da probabilidade de desfolhação de folhas individuais. Lemaire e Agnusdei (1999), por exemplo, verificaram que em pastagens de *Paspalum dilatatum* e *Lolium multiflorum* mantidas baixas, 40% das folhas não foram desfolhadas antes de entrarem em senescência, enquanto, nas maiores alturas, por volta de 75% das folhas escaparam da desfolhação. Deste modo, uma maior intensidade de desfolhação reduz as perdas por senescência (PONTES et al., 2004).

Entretanto, minimizar as perdas de forragem por senescência não é o principal foco do manejo de pastagens, e também não é o que irá proporcionar maiores ganhos em produção animal. Para alcançar a máxima produção/ha deve-se evitar uma desfolhação tão severa que diminui o crescimento da pastagem, mas que seja suficientemente intensa para que a eficiência de colheita seja alta, diminuindo perdas exageradas de forragem por senescência.

De acordo com Baggio et al. (2009), o consumo de forragem pelo animal é menor nas menores alturas do pasto, devido a dificuldade de apreensão do alimento na pastagem muito baixa e menor massa do bocado. Enquanto nas maiores alturas o consumo também diminui em função de alterações na estrutura (altura de plantas e dispersão de folhas) e/ou qualidade da pastagem, resultando em redução da profundidade do bocado, e aumento no tempo de pastejo (AGUINAGA et al., 2006). Portanto, alturas intermediárias proporcionam melhores condições para a pastagem expressar o seu potencial, beneficiando o consumo e o desempenho dos animais

(PONTES et al., 2004). Para o consórcio aveia preta e azevém, Aguinaga et al. (2006) indicam uma faixa de valor ótimo de manejo da pastagem em torno de 25 cm de altura. Enquanto para azevém, Pontes et al. (2004) indicam manter a altura da pastagem entre 10 e 15 cm, para otimização dos fluxos de biomassa (crescimento, consumo e senescência).

Além disso, o material morto de uma pastagem não pode ser considerado como “perdido” dentro de um sistema de produção, pois este material irá retornar ao solo, incorporando carbono e ciclando os nutrientes que absorveu. Deste modo, a ciclagem de nutrientes na fase pastagem de um sistema de Integração Lavoura-Pecuária se inicia já quando a primeira folha da pastagem senesce e retorna ao solo em forma de nutrientes e matéria orgânica, sendo que ao longo do período de pastejo a ciclagem de nutrientes ocorre de forma constante. De acordo com Balbinot Junior et al. (2009), o pastejo em sistema ILP pode aumentar as concentrações de carbono orgânico no solo devido ao crescimento contínuo da pastagem e incremento da massa produzida em decorrência do pastejo e maior ciclagem de nutrientes.

Entre os períodos de avaliação, a aveia preta ‘BRS 139’ apresentou maior participação na massa de forragem no primeiro período, entre 16/06 a 14/07, tanto na alta quanto na baixa altura do pasto (Tabela 5). No entanto, houve um decréscimo significativo com o aumento do período de utilização da pastagem, sendo que no período entre 11/08 e 08/09, a aveia preta representou, em média, apenas 5% da matéria seca, desaparecendo em setembro. Este resultado evidencia a precocidade de produção da aveia preta ‘BRS 139’ como opção para amenizar a falta de alimento durante o final de outono e início do inverno, período em que o azevém apresenta baixa produção (GROLLI et al., 2012; AGUINAGA et al., 2008; SOARES et al., 2001).

O azevém ‘Barjumbo’ apresentou maior participação na massa de forragem a partir de agosto no manejo com baixa altura do pasto, não diferindo estatisticamente do quarto e do último período de avaliação, e a partir de setembro no manejo com alta altura do pasto, não diferindo do último período de avaliação (Tabela 5). De acordo com Müller et al. (2009), a temperatura base inferior de azevém tetraploide é maior que dos azevéns diploides e varia de 9 a 10,5 °C, sendo assim, azevéns tetraploides apresentam desenvolvimento inicial lento em

temperaturas baixas e aumentam a produção de MS quando as temperaturas são mais elevadas, na primavera.

Diversos trabalhos corroboram com os resultados encontrados no presente estudo. Em trabalho realizado por Roso et al. (2000), com pastejo de aveia preta e azevém, houve decréscimo significativo da aveia preta com o aumento do período de utilização da pastagem, sendo que no início de setembro a aveia havia desaparecido, predominando o pastejo exclusivo de azevém. Soares et al. (2001), também, encontraram maiores valores de taxa de acúmulo de uma pastagem de aveia preta e azevém nos meses de setembro e outubro, quando as temperaturas foram mais favoráveis ao desenvolvimento do azevém, sendo que, a partir de agosto, o azevém apresentou maior contribuição no resíduo total da pastagem. E ainda, Aiolfi et al. (2015) encontraram maior produção do cultivar tetraploide Barjumbo a partir do mês de setembro até o mês de novembro, na região de Palmas - PR.

O consórcio da aveia preta 'BRS 139' de ciclo precoce e do azevém tetraploide 'Barjumbo' de ciclo tardio permitiu maior produção e longevidade da pastagem, sendo que o período de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável foi de 175 dias, de 19/05 a 10/11/2014. Deste modo, em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, o planejamento forrageiro no período de inverno é fundamental. No presente trabalho, com o plantio da soja após a fase pastagem, foi possível aproveitar a longevidade de produção do azevém tetraploide 'Barjumbo' até novembro, sendo que a época recomendada de plantio de soja para região de Abelardo Luz - SC é de meados de outubro até final de novembro. Enquanto que para o milho, a época recomendada de plantio tem início em setembro e vai até início de outubro, ou seja, neste caso o melhor é optar por espécies forrageiras de produção precoce.

A adubação nitrogenada na pastagem também influenciou na composição botânica e morfológica do consórcio aveia preta e azevém. Houve interação entre os fatores adubação nitrogenada e período para porcentagem de aveia preta 'BRS 139' ($P=0,0163$) e material morto ($P<0,0001$) e efeito isolado da adubação nitrogenada para porcentagem de azevém 'Barjumbo' ($P<0,0001$) presente na massa de forragem (Tabela 6).

Tabela 6 - Composição botânica da pastagem aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' (% aveia, azevém e material morto) com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária.

Nitrogênio	Períodos					Média
	16/06 – 14/07	14/07 – 11/08	11/08 – 08/09	08/09 – 06/10	06/10 – 03/11	
Aveia Preta 'BRS 139' (%)						
NP	47,9 Aa	22,2 Bb	4,8 Ac	-	-	14,9
NG	54,0 Aa	41,7 Aa	5,7 Ab	-	-	20,3
Azevém 'Barjumbo' (%)						
NP	20,4	45,5	72,1	83,2	81,9	60,6 A
NG	16,8	32,7	47,1	62,8	74,5	46,7 B
Material Morto (%)						
NP	31,7 Aa	32,3 Aa	23,1 Bab	16,8 Bb	18,1 Aab	24,4
NG	29,2 Ab	25,6 Ab	47,2 Aa	37,2 Aab	25,5 Ab	32,9

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos.

A participação da aveia preta 'BRS 139' na massa de forragem foi significativamente maior no tratamento NG em relação ao tratamento NP no segundo período de avaliação. Enquanto que, entre as médias do fator adubação nitrogenada, o azevém 'Barjumbo' apresentou maior participação no tratamento NP, mostrando-se assim uma planta muito responsiva ao nitrogênio aplicado na pastagem. Logo, o azevém também foi mais competitivo quando realizada adubação nitrogenada na pastagem e interferiu na absorção do nutriente e na participação da aveia preta 'BRS 139' em consórcio. Assmann et al. (2004) também encontraram variação da participação do azevém de 80,5% para 92,5% quando as doses de N variaram de 0 a 300 kg de N ha⁻¹ e a participação da aveia foi reduzida de 11% para 2,8% conforme a mesma variação de N, no mês de outubro.

No terceiro e quarto períodos de avaliação, a porcentagem de material morto presente na massa de forragem foi significativamente maior no tratamento NG, em relação ao tratamento NP (Tabela 6). Logo, a maior porcentagem de aveia preta no tratamento NG e a posterior senescência das plantas, devido ao fim do ciclo produtivo da aveia preta, a partir de agosto, aumentou a quantidade de material morto no tratamento NG nesses períodos. Sendo ainda que a palhada da aveia preta no tratamento NG demora mais para decompor, devido à maior relação C/N em comparação à palhada no tratamento NP. Além disso, Garcez Neto et al. (2002) encontraram aumento na duração de vida da folha, com adubação nitrogenada em *Panicum maximum* cv. Mombaça e explicam que esse mecanismo de ação do N no

prolongamento da vida da folha pode estar associado à manutenção de maior capacidade fotossintética por períodos mais longos, sem que haja remobilização interna significativa de nitrogênio das folhas mais velhas. A remobilização de N das folhas mais velhas para as folhas que estão em alongação é um processo que acompanha a senescência foliar (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Portanto, na pastagem não adubada, o déficit de N gerou uma maior dependência da reciclagem de N na parte aérea da pastagem, o que ocasionou uma maior morte de tecidos para remobilizar nutrientes, para o rebrote da pastagem.

Em relação à composição morfológica do pasto, foi observado efeito isolado da altura do pasto sobre a massa de folhas e massa de colmos de aveia preta 'BRS 139'. Foi verificada maior quantidade de folhas ($P=0,0007$) e colmos ($P<0,0001$) na alta altura do pasto (Tabela 7), devido à maior massa de aveia preta presente desse tratamento.

Tabela 7 – Valores médios conforme altura do pasto para massa seca de folhas e massa seca de colmos de aveia preta 'BRS 139'.

Altura	Massa Seca de Folhas Aveia Preta	Massa Seca de Colmos Aveia Preta
	Kg MS ha ⁻¹	
AA	255 a	519 a
BA	92 b	169 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto.

Para relação folha:colmo de aveia preta foi constatada interação tripla entre os fatores altura do pasto, adubação nitrogenada e período de avaliação ($P= 0,0104$) (Tabela 8).

Tabela 8 – Relação folha:colmo de aveia preta 'BRS 139' consorciada com azevém 'Barjumbo', manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em três períodos de avaliação, de 16/06 a 08/09/2014.

Período	Relação folha:colmo Aveia Preta 'BRS 139'			
	AA		BA	
	NP	NG	NP	NG
16/06 – 14/07	0,52 a B	0,84 a A	0,61 ab B	0,56 a B
14/07 – 11/08	0,32 a B	0,36 b B	0,38 b B	0,71 a A
11/08 – 08/09	0,56 a AB	0,43 b B	0,73 a A	0,51 a B
Média	0,47	0,54	0,57	0,59

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Nitrogênio Pastagem; NG = Nitrogênio Grãos.

No primeiro período, o tratamento AA – NG apresentou o maior valor para relação folha:colmo de aveia preta e diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. De acordo com Carvalho et al. (2001), há uma redução no número de folhas com desfolhação por perfilho em plantas de maior altura, uma vez que a pastagem manejada com alta altura tende a ser submetida à menores frequências e intensidades de desfolhação. Deste modo, a desfolha no tratamento AA – NG no primeiro período foi menor, devido à menor carga animal nesse tratamento, aumentando assim a relação folha:colmo.

No segundo período, o maior valor para relação folha:colmo de aveia preta foi verificado no tratamento BA – NG, o qual diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Pastagens manejadas com baixa altura apresentam menores pseudocolmos e lâminas foliares (SANTOS et al., 2011). De acordo com Sbrissia e Da Silva (2008), aumentos na altura do pasto quase sempre conduzem a uma redução concomitante na relação folha:colmo por perfilho pelo fato de que, para suportar o peso de um órgão (no caso as folhas), o diâmetro das estruturas de suporte (no caso os colmos) altera-se em proporção direta à força requerida para suportá-lo. Deste modo, os colmos menores no tratamento BA – NG e a menor desfolha em relação ao tratamento BA – NP aumentaram a relação folha:colmo neste tratamento.

Enquanto no terceiro período, o maior valor para relação folha:colmo de aveia preta foi observado no tratamento BA – NP, o qual não diferiu do tratamento AA – NP.

Houve interação entre os fatores altura do pasto e período para porcentagem de folhas de azevém na massa de forragem ($P= 0,0026$). Foi observada diferença significativa entre os fatores altura do pasto no terceiro, quarto e quinto período de avaliação, sendo que, nesses períodos, a porcentagem de folhas de azevém foi significativamente maior na baixa altura do pasto (Tabela 9).

Tabela 9 – Porcentagem de folhas de azevém ‘Barjumbo’ presente na massa de forragem de uma pastagem de aveia preta ‘BRS 139’ mais azevém ‘Barjumbo’ manejada com alta e baixa altura em cinco períodos de avaliação, de 16/06 a 03/11/2014.

Altura	Períodos					Média
	16/06 – 14/07	14/07 – 11/08	11/08 – 08/09	08/09 – 06/10	06/10 – 03/11	
	% Folhas Azevém					
AA	14,5 Ac	22,4 Bbc	30,2 Bab	40,1 Ba	32,8 Aab	28,0
BA	14,1 Ac	38,6 Ab	56,8 Aa	55,9 Aa	39,3 Ab	40,9

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto.

Essa maior porcentagem de folhas de azevém verificada no manejo com baixa altura do pasto pode ser explicada por um mecanismo de compensação, mudança na morfogênese e plasticidade do azevém, em resposta ao pastejo mais intenso na baixa altura do pasto. Em trabalho realizado por Cauduro et al. (2006), a pastagem de azevém apresentou o mesmo número de folhas vivas por perfilho, menor comprimento final da folha e maior densidade populacional de perfilhos no manejo com menor altura, com maior intensidade de pastejo, em pastejo com lotação contínua. Deste modo, a maior densidade de perfilhos no manejo com baixa altura do pasto, resulta em maior quantidade de folhas mais curtas, em relação ao manejo com alta altura.

Em ambos os tratamentos de alta e baixa altura verifica-se um aumento significativo da porcentagem de folhas de azevém nos períodos em que o azevém apresentava-se em pleno crescimento, de 11/08 a 08/09 e 08/09 a 06/10, sendo que na baixa altura do pasto, em média 56% da massa de forragem era composta por folhas de azevém nesses períodos. No último período de avaliação é possível observar uma diminuição na porcentagem de folhas de azevém, devido às temperaturas do ar mais elevadas em meados de outubro e início de novembro e final do ciclo vegetativo do azevém, sendo que em outubro a temperatura máxima do ar foi de 28,5 °C (Figura 1).

Em resumo, pode-se afirmar que na média do manejo com baixa altura do pasto foi observada menor massa de forragem, entretanto maior porcentagem de azevém e de folhas e menor quantidade de material morto.

Para porcentagem de folhas de azevém na massa de forragem, também foi verificada interação entre os fatores adubação nitrogenada e período ($P= 0,0471$) (Tabela 10).

Tabela 10 - Porcentagem de folhas de azevém 'Barjumbo' presente na massa de forragem de uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em cinco períodos de avaliação, de 16/06 a 03/11/2014.

N	Períodos					Média
	16/06 – 14/07	14/07 – 11/08	11/08 – 08/09	08/09 – 06/10	06/10 – 03/11	
	% Folhas Azevém					
NP	15,4 Ad	35,1 Ac	53,4 Aab	56,5 Aa	38,6 Abc	39,8
NG	13,2 Ab	25,9 Aab	33,7 Ba	39,5 Ba	33,5 Aa	29,1

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos.

No que diz respeito à composição morfológica do pasto, a manutenção de uma massa de forragem com alta participação de lâminas foliares é desejável no manejo do pasto, visto que estas desempenham um papel importante na ecologia de sistemas pastoris, pois produzem assimilados necessários para o crescimento e manutenção da planta, além de servir como fonte de alimento para organismos heterotróficos, incluindo ruminantes (PONTES et al., 2003; ROMAN et al., 2007; PELLEGRINI et al., 2010). Neste sentido, a adubação nitrogenada realizada na pastagem aumentou significativamente a participação de folhas de azevém na massa de forragem nos períodos entre 11/08 a 08/09 e 08/09 a 06/10 (Tabela 10), quando o azevém estava em pleno crescimento e o pastejo era praticamente exclusivo de azevém, sendo que no tratamento NP, em média 55% da massa de forragem era composta por folhas de azevém nesses períodos.

O nitrogênio influencia diretamente as características morfogênicas das plantas forrageiras atuando diretamente na zona de alongamento e de divisão celular, aumentando o número de células, com isso favorecendo a taxa de expansão e o surgimento de folhas, o que, conseqüentemente proporcionou aumento na participação de folhas de azevém na massa de forragem (GARCEZ NETO et al., 2002; PELLEGRINI et al., 2010).

Para massa de colmos de azevém somente houve diferença significativa entre os períodos de avaliação ($P < 0,0001$). A maior massa de colmos foi observada no último período de avaliação (Tabela 11), devido ao final do ciclo vegetativo do azevém e acúmulo de material estrutural.

Tabela 11 – Massa Seca de colmos de azevém 'Barjumbo' entre os períodos de avaliação.

Períodos	Massa Seca de Colmos Azevém (kg MS ha ⁻¹)
16/06 – 14/07	61,58 D
14/07 – 11/08	152,25 D
11/08 – 08/09	393,50 C
08/09 – 06/10	667,08 B
06/10 – 03/11	1142,92 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para relação folha:colmo de azevém 'Barjumbo' foi verificada interação tripla entre os fatores altura do pasto, adubação nitrogenada e período de avaliação ($P = 0,0392$) (Tabela 12).

Tabela 12 - Relação folha:colmo de azevém 'Barjumbo' consorciado com aveia preta 'BRS 139', manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em cinco períodos de avaliação, de 16/06 a 03/11/2014.

Período	Relação folha:colmo Azevém 'Barjumbo'			
	AA		BA	
	NP	NG	NP	NG
16/06 – 14/07	2,88 a B	5,56 a A	3,51 ab B	3,06 a B
14/07 – 11/08	2,93 a B	4,64 a A	3,89 a AB	3,56 a AB
11/08 – 08/09	1,81 a B	2,74 b AB	3,49 ab A	2,76 a AB
08/09 – 06/10	1,79 a B	1,55 c B	2,48 b A	1,61 b B
06/10 – 03/11	0,79 b A	0,83 d A	1,13 c A	0,94 c A

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Nitrogênio Pastagem; NG = Nitrogênio Grãos.

No primeiro período, o maior valor para relação folha:colmo de azevém foi verificado no tratamento AA – NG, o qual diferiu dos demais tratamentos. Nesse período, de 16/06 a 14/07, nos tratamentos com alta altura, o azevém ainda se desenvolvia na base do dossel da aveia preta e como no tratamento AA – NG, a carga animal era menor, a desfolha de plantas de azevém também foi menor, aumentando assim a relação folha:colmo, em comparação aos demais tratamentos.

No segundo período, o tratamento AA – NG também apresentou o maior valor para relação folha:colmo de azevém, diferindo somente do tratamento AA – NP. Novamente, a menor desfolha no tratamento AA – NG influenciou para o aumento da relação folha:colmo de azevém, em relação ao tratamento AA – NP, no qual a remoção de folhas de azevém foi maior, devido a maior carga animal e menor porcentagem de aveia nos tratamentos com adubação nitrogenada na pastagem (Tabela 6).

No terceiro período, o maior valor para relação folha:colmo de azevém foi observado no tratamento BA – NP, o qual não diferiu dos tratamentos AA – NG e BA – NG. Enquanto, no quarto período, o tratamento BA – NP também apresentou maior valor para relação folha:colmo de azevém, diferindo dos demais tratamentos. Esse aumento da relação folha:colmo de azevém no tratamento BA – NP em relação aos demais tratamentos, justifica-se pelo desenvolvimento mais intenso do azevém e a maior participação na massa de forragem a partir de agosto, principalmente nos tratamentos com baixa altura do pasto (Tabela 5), sendo que no manejo com baixa altura do pasto e nos tratamentos com adubação nitrogenada na pastagem, em média 55% da massa de forragem era composta por folhas de azevém nos períodos de 11/08 a 08/09 e 08/09 a 06/10 (Tabelas 9 e 10).

No último período, não houve diferença significativa entre os tratamentos, entretanto, comparando os períodos de avaliação dentro de cada tratamento, na coluna (Tabela 12), observa-se um decréscimo significativo da relação folha:colmo de azevém no último período, em todos os tratamentos. Devido ao final do ciclo vegetativo do azevém, com a alongação dos primórdios florais, bem como uma acelerada taxa de acúmulo de materiais estruturais, ocorre um aumento na massa de colmos e uma diminuição na porcentagem de folhas de azevém, diminuindo assim a relação folha:colmo.

2.3.4 Densidade de Forragem

Para densidade de forragem foi verificada interação tripla entre os fatores altura do pasto, adubação nitrogenada e período ($P=0,0326$) (Tabela 13).

Tabela 13 - Densidade de forragem ($\text{kg de MS ha}^{-1} \text{cm}^{-1}$) de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em seis períodos de avaliação, de 19/05 a 03/11/2014.

Período	Densidade de Forragem ($\text{kg de MS ha}^{-1} \text{cm}^{-1}$)			
	AA		BA	
	NP	NG	NP	NG
19/05 – 16/06	55,79 d AB	42,98 d B	66,60 d A	54,70 d AB
16/06 – 14/07	83,33 c B	64,84 c C	100,06 c A	76,22 c BC
14/07 – 11/08	107,34 b AB	92,93 b C	116,97 b A	97,01 b BC
11/08 – 08/09	141,69 a A	132,07 a A	143,35 a A	125,64 a A
08/09 – 06/10	144,57 a A	132,50 a A	145,77 a A	143,58 a A
06/10 – 03/11	118,17 ab AB	96,32 b B	162,95 a A	135,96 a AB

Média	108,48	93,61	122,61	105,52
-------	--------	-------	--------	--------

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Nitrogênio Pastagem; NG = Nitrogênio Grãos.

No primeiro período de avaliação, foi observada diferença significativa somente entre os tratamentos BA – NP e AA – NG, com maior densidade de forragem no tratamento BA – NP, o qual não diferiu estatisticamente dos tratamentos AA – NP e BA – NG. Na tabela 3 é possível observar que não houve diferença estatística entre AA – NG e BA – NP para massa de forragem, portanto uma mesma massa de forragem concentrada em uma menor altura do pasto aumentou a densidade de forragem no tratamento BA – NP em relação à AA – NG.

No segundo período, o tratamento BA – NP apresentou o maior valor para densidade de forragem e diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. O segundo maior valor foi verificado no tratamento AA – NP, o qual não diferiu do tratamento BA – NG. Enquanto, o tratamento AA – NG apresentou o menor valor de densidade de forragem e não diferiu do BA – NG.

Novamente, no terceiro período, a densidade de forragem foi maior no tratamento BA – NP e não diferiu do tratamento AA – NP. Enquanto, no tratamento AA – NG foi verificado o menor valor de densidade de forragem, o qual não diferiu de BA – NG. Portanto, percebe-se que no segundo e terceiro período, os tratamentos com adubação nitrogenada na pastagem apresentaram maior densidade de forragem.

A partir de agosto, no quarto e quinto período de avaliação, não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos. Enquanto no último período, o tratamento BA – NP apresentou a maior densidade de forragem, não diferindo dos tratamentos AA – NP e BA – NG.

A partir desses resultados é possível constatar a influência da composição botânica da pastagem na densidade de forragem. Nos primeiros três períodos de avaliação observa-se efeito dos tratamentos sobre a densidade de forragem, devido a maior porcentagem de aveia preta na composição da pastagem nesses períodos. Enquanto, a partir de agosto, no quarto e quinto período de avaliação, devido ao pastejo praticamente exclusivo de azevém, não foi observado efeito dos tratamentos na densidade de forragem.

A aveia preta, quando em pastejo, possui hábito de crescimento cespitoso ereto, menor perfilhamento e quantidade de folhas, entretanto folhas maiores e colmos de maior comprimento que o azevém (FONTANELI et al., 2009), características estas que tornam a planta menos densa nas camadas verticais da pastagem. Enquanto o azevém possui características que tornam a planta mais densa nas camadas verticais da pastagem. Como já exposto deste trabalho, nos tratamentos com baixa altura e nos tratamentos com adubação nitrogenada na pastagem foi observada uma menor porcentagem de aveia preta na composição da pastagem (Tabelas 5 e 6). Deste modo, nos três primeiros períodos de avaliação, o tratamento BA – NP apresentou maior densidade de forragem em relação ao tratamento AA – NG, devido à menor porcentagem de aveia preta na composição da pastagem.

Logo, o manejo aplicado à pastagem determina a disposição da forragem no ambiente e gera mudanças na estrutura e composição botânica do pasto (CARVALHO et al., 2009). Portanto, a adubação nitrogenada e o manejo da altura do pasto também interferem indiretamente na densidade de forragem. O N faz parte da molécula de clorofila e está envolvido no processo de fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2013), deste modo, o aumento da disponibilidade deste nutriente em pastagens, via adubação nitrogenada, permite uma maior eficiência fotossintética, conseqüentemente maior taxa de aparecimento e alongação de folhas, como foi observado por Quadros e Bandinelli (2005). Sendo assim, ao acelerar a taxa de crescimento, independente da altura da pastagem em oferta, o N aumenta a produção de massa seca dentro das camadas verticais da pastagem e, com isso, poderá aumentar também o consumo do animal sob pastejo (HERINGER; MOOJEN, 2002). A adubação nitrogenada, além de proporcionar a planta maior produção de biomassa, aumenta a produção de perfilhos e a porcentagem de folhas na pastagem, características estas que contribuem para o aumento da densidade de forragem (CASSOL et al., 2011).

No que diz respeito ao manejo da altura do pasto, diversos trabalhos comprovam esta relação inversa entre densidade de forragem e altura do pasto, ou seja, densidades mais altas para pastos mais baixos (CARNEVALLI et al., 2001; GONÇALVES et al., 2009; PELLEGRINI et al., 2010). Lemaire e Chapman (1996)

explicam que a taxa de surgimento de folhas tende a diminuir com o aumento da altura da planta devido ao maior comprimento da bainha das folhas sucessivas, o que aumentaria o comprimento das lâminas foliares e reduziria o número de folhas por perfilho, e conseqüentemente haveria menor perfilhamento. Portanto, pastos mais altos tendem a ter menos folhas e perfilhos, porém estes são maiores e mais dispersos no perfil da pastagem, o que diminui a densidade de forragem.

Comparando os períodos de avaliação dentro de cada tratamento, percebe-se que em todos os tratamentos houve um aumento significativo da densidade de forragem a partir de agosto, no quarto período de avaliação (Tabela 13), também devido ao aumento da produção de azevém em agosto e início de setembro, devido à temperatura mais elevada na primavera.

Nos tratamentos com alta altura (AA – NP e AA – NG) verifica-se uma diminuição da densidade de forragem no último período devido ao final do ciclo vegetativo da pastagem, logo a maior quantidade de colmos e menor quantidade de folhas nesse estágio de desenvolvimento da pastagem diminuíram a densidade de forragem nos tratamentos com alta altura do pasto.

2.3.5 Taxa de Acúmulo Diário

Para taxa de acúmulo diário (TAD), houve interação entre os fatores período e adubação nitrogenada ($P=0,0004$). Em todos os períodos de avaliação, a pastagem adubada com N acumulou maior quantidade de forragem em relação à pastagem não adubada com N, sendo que, na média, a pastagem no tratamento NP acumulou $28 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ a mais que no tratamento NG (Tabela 14).

Tabela 14 – Taxa de acúmulo diário ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) de aveia preta ‘BRS 139’ mais azevém ‘Barjumbo’ com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em sete períodos de avaliação, de 09/04 a 03/11/2014.

N	Períodos							Média
	09/04 – 19/05*	19/05 – 16/06	16/06 – 14/07	14/07 – 11/08	11/08 – 08/09	08/09 – 06/10	06/10 – 03/11	
Taxa de Acúmulo Diário ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)								
NP	37,7 Ac	56,4 Ab	58,8 Ab	69,1 Ab	85,9 Aab	78,5 Aab	93,4 Aa	68,6
NG	28,9 Ab	26,3 Bb	48,7 Aa	48,3 Ba	36,8 Bab	52,7 Ba	42,5 Ba	40,6

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos. *Taxa de acúmulo diário no período entre a emergência de plantas e o primeiro corte de forragem.

A adubação nitrogenada da pastagem foi realizada em uma única aplicação no dia 08/05/2014, ou seja, dez dias antes da entrada dos animais no experimento e do primeiro corte de forragem. Deste modo, no primeiro período, compreendido entre a emergência de plantas e a entrada dos animais nos piquetes, não houve diferença estatística entre os tratamentos NP e NG para TAD, pois houve pouco tempo de efeito do N aplicado.

No segundo período, com início do pastejo, já foi possível observar uma maior resposta do acúmulo de forragem à adubação nitrogenada, sendo que foi verificada diferença estatística entre os tratamentos NP e NG, com acúmulo de 30,1 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ superior no tratamento NP. A adubação nitrogenada promove uma aceleração no crescimento das plantas (SANTOS JÚNIOR et al., 2004) e, conseqüentemente, um maior perfilhamento e maior produção de folhas, como já verificado neste trabalho, resultando em maior acúmulo diário de forragem.

A menor taxa de acúmulo de MS no tratamento NG, nos períodos iniciais de avaliação pode ser explicada pela imobilização do N, devido à alta relação C/N da palhada do milho cultivado anterior à pastagem. Enquanto no tratamento NP, a maior disponibilidade de N promoveu uma maior taxa de acúmulo de MS no início do pastejo.

No terceiro período de avaliação, percebe-se um aumento significativo da TAD no tratamento NG. Isso pode ser explicado pelo início do pastejo, pois a constante desfolha das plantas melhora o IAF e modifica a estrutura do pasto, permitindo uma captação de luz mais eficiente pelo dossel forrageiro, em comparação às plantas não pastejadas. Além disso, a desfolha aumenta a intensidade e qualidade de luz incidente na base do dossel forrageiro, o que estimula para um maior perfilhamento e, conseqüente, acúmulo de forragem.

Verifica-se ainda que, a partir do terceiro período, não há diferença estatística entre os períodos para TAD, no tratamento NG. Isso, devido às condições favoráveis de pluviosidade, temperatura e radiação, as quais permitiram uma taxa de acúmulo constante até o final do pastejo, na pastagem não adubada com N.

Enquanto no tratamento em que a pastagem foi adubada com N é possível observar um acréscimo significativo da TAD nos três últimos períodos de avaliação (Tabela 14). Isso devido ao aumento da participação na composição do pasto e pastejo praticamente exclusivo do azevém 'Barjumbo' a partir de agosto. Logo, o azevém 'Barjumbo' mostrou-se muito responsivo à adubação nitrogenada, sendo que a taxa de acúmulo no tratamento NP foi 57; 33 e 55% superior à taxa de acúmulo no tratamento NG nos três últimos períodos, respectivamente.

No último período foi verificado o maior valor de TAD no tratamento NP, em virtude do avanço no estágio de desenvolvimento do azevém e consequente aumento na taxa de acúmulo de materiais estruturais, como os colmos, e também um decréscimo na relação folha/colmo pela alongação dos entrenós e elevação das inflorescências. Lupatini et al. (2013) também constataram aumento nas taxas de acúmulo ao longo do período de utilização de uma pastagem de aveia preta e azevém adubada com 150 e 300 kg de N ha⁻¹. Os autores explicam que esse manejo com aumento da taxa de acúmulo e da massa de forragem ao longo e no final do período de utilização da pastagem é importante, principalmente em sistema de Integração Lavoura-Pecuária, pois, dessa forma, nos últimos 30 a 40 dias de utilização das pastagens de gramíneas de estação fria, é possível manter um maior ganho de peso dos animais e aumentar a quantidade de resíduo para o plantio direto.

Devido esse aumento na TAD ao longo do período de utilização da pastagem no tratamento NP, é possível constatar também a manutenção do N, aplicado via adubação nitrogenada, no solo. Mesmo após 94 dias da adubação nitrogenada, realizada em uma única aplicação no início do perfilhamento da pastagem, foi verificado um incremento de 57% na taxa de acúmulo da pastagem adubada com N, sendo que, esse aumento foi observado até o final do período de pastejo, 178 dias após a adubação nitrogenada da pastagem.

Sandini et al. (2011) constataram efeito do N aplicado na pastagem, no acúmulo de fitomassa do rebrote, avaliada 143 dias após a aplicação assim como na produtividade da cultura do milho em sucessão. Logo, os autores perceberam, pelo maior incremento na fitomassa seca quando houve pastejo, que há efeito positivo do N nesse sistema, uma vez que interfere nos processos de

mineralização/imobilização do nutriente aplicado, facilitando a decomposição de substratos e pode promover aumento na taxa de reciclagem do N em decorrência da deposição de urina e fezes, tornando-o disponível às plantas.

2.4 CONCLUSÕES

A aveia preta 'BRS 139' tem maior participação nos períodos iniciais de utilização da pastagem, enquanto o azevém 'Barjumbo' aumenta sua participação na massa de forragem em meados de agosto e produz satisfatoriamente até novembro.

Em média, a massa de forragem é menor na baixa altura do pasto, entretanto a porcentagem de azevém 'Barjumbo' e de folhas de azevém é maior e de material morto é menor nesse tratamento.

A adubação nitrogenada da pastagem aumenta a densidade populacional de perfilhos, a participação de azevém 'Barjumbo' e a porcentagem de folhas de azevém na massa de forragem.

No geral, pastos manejados com baixa altura são mais densos e a adubação nitrogenada é uma estratégia recomendável para aumentar a densidade de forragem.

O manejo da altura do pasto (24 e 11 cm) não interfere na taxa de acúmulo diário da pastagem, entretanto, a taxa de acúmulo diário é aumentada com a adubação nitrogenada da pastagem, podendo até dobrar a quantidade acumulada nos períodos com maior desenvolvimento do azevém.

Quando a adubação nitrogenada é realizada na pastagem, é possível manejar a aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' com uma altura média de 11 cm.

3 O NITROGÊNIO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO DA LAVOURA DE MILHO É SUFICIENTE PARA A PASTAGEM DE INVERNO NUM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA?

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do manejo da adubação nitrogenada e da altura do pasto sobre a produção acumulada de forragem, o estado nutricional de nitrogênio (N), a eficiência de uso e recuperação de N por uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' e o comportamento do N no solo, num sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP). O experimento foi conduzido em Latossolo Bruno distrófico típico, em Abelardo Luz – SC. O delineamento experimental foi blocos ao acaso em esquema fatorial (2x2), com três repetições. Os fatores foram alturas do pasto (25 e 10 cm) e épocas de adubação nitrogenada no sistema ILP (NP – pastagem e NG – cultura de grãos), na dose de 200 kg de N ha⁻¹, em uma única aplicação na forma de ureia. A altura do pasto foi regulada por meio de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável de bovinos de corte e a cultura antecessora à pastagem foi o milho. Avaliou-se a produção acumulada e total de biomassa aérea da pastagem, os teores de N na biomassa aérea acumulada, o Índice Nutricional Nitrogenado, também a curva de diluição de N, eficiência de uso e recuperação do N e o comportamento do N no solo. O manejo da altura do pasto não interfere na produção acumulada e total da pastagem, entretanto o teor de N na planta é maior na baixa altura em alguns períodos. A adubação nitrogenada da pastagem aumentou em 38,4%, a produção total de forragem e em 28,6%, o teor de N na biomassa aérea acumulada. O efeito residual do N aplicado na fase de produção para cultura de grãos (milho) não é suficiente para suprir as necessidades nutricionais da pastagem e a produção de forragem é afetada pelos períodos com deficiência de N, enquanto que a aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ em cobertura na pastagem é suficiente para suprir as necessidades de N durante todo o período de acúmulo de forragem. A pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' é eficiente no uso e na recuperação do N do solo, em ambos os tratamentos de altura do pasto.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of management of nitrogen fertilization and sward height on accumulated production of dry matter (DM), nutritional status of nitrogen, nitrogen use efficiency and recovery by a black oat (*Avena strigosa*) 'BRS 139' plus ryegrass (*Lolium multiflorum*) 'Barjumbo' pasture and the nitrogen behavior in soil, in an integrated crop-livestock system. The experiment was conducted on Dusky Red Latosol, located in Abelardo Luz, State of Santa Catarina, Brazil. The experimental design was complete randomized blocks in a factorial design (2x2) with three replications. The factors were sward heights (25 and 10 cm) and times of nitrogen fertilization in a Crop-livestock system (N-pasture or N-culture of grain), at dose of 200 kg N ha⁻¹, in a single application in form of urea. The sward height was regulated by beef cattle grazing with continuous stocking and variable stocking rate. The previous crop to pasture was corn. Accumulated and total production of DM, pasture shoot N concentration, Nitrogen Nutritional Index (NNI), N dilution curve, nitrogen use efficiency and recovery by pasture and nitrogen behavior in soil were evaluated. The management of sward height does not affect the accumulated and total production of DM, however the shoot N concentration is greater at low sward height in some evaluation periods. Nitrogen fertilization of pasture increased the total production of DM in 38.4% and the shoot N concentration in 28.6%. The residual effect of N applied at production stage for grain crop (corn) is not sufficient to meet the nutritional needs of pasture and the forage production is affected by periods with N deficiency, while the application of 200 kg N ha⁻¹ at beginning of pasture tillering is sufficient to meet the N requirements throughout the forage utilization period. The black oat 'BRS 139' plus ryegrass 'Barjumbo' pasture is efficient in use and recovery of the nitrogen applied in both treatments of sward height.

3.1 INTRODUÇÃO

As propriedades agrícolas, em geral, necessitam de alternativas de rotação de culturas que possam intensificar o uso da terra, aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção e melhorar a renda (CARVALHO et al., 2005). Nesse sentido, o sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) desenvolveu-se como uma opção para regiões tipicamente agrícolas, sendo uma opção de diversificação com a pecuária, bem como, em áreas tipicamente de pecuária, onde a agricultura entra como uma opção para o estabelecimento ou reforma de pastagens (MORAES et al., 2011).

Nesse contexto, a premissa da integração da lavoura em áreas de pecuária tem sido a recuperação da fertilidade do solo e de pastagens degradadas, além do melhor controle de plantas daninhas e diminuição de pragas (ANGHINONI et al., 2013). Entretanto, o que geralmente acontece com a adoção da ILP nas propriedades agrícolas é a adubação somente da fase lavoura, devido ao pensamento de que a pastagem se beneficia dessa adubação e que a adubação das pastagens é, portanto, desnecessária (CARVALHO et al., 2006).

No caso do nitrogênio, a média de aplicação de adubos nitrogenados na Holanda, por exemplo, é de 300 kg ha^{-1} , enquanto no Brasil aplicam-se cerca de 10 vezes menos fertilizantes nitrogenados nas lavouras (30 kg ha^{-1}), sendo que, a média mundial de aplicação é de cerca de $60 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (MARTINELLI, 2007). Logo, os níveis de adubação, neste caso a nitrogenada, utilizados nas áreas agrícolas muitas vezes ficam abaixo das quantidades de nutrientes requeridas pelas culturas e, ainda, a maior parte é exportada por ocasião da colheita de grãos (CARVALHO et al., 2006).

Nesse sentido, de acordo com Anghinoni et al. (2015), não é coerente, como se tem feito, concentrar toda a adubação na semeadura da cultura de grãos, sendo que, no trabalho realizado pelos autores, após a colheita da soja, na média de oito safras, foram exportados 167 , 35 e 63 kg ha^{-1} , respectivamente, de N, P_2O_5 e K_2O , sendo a maior parte do N fixado pelo rizóbio, enquanto que após a saída dos animais, na média de 10 anos e dos tratamentos de pastejo ($\text{PV} = 360 \text{ kg ha}^{-1}$), foram exportados anualmente somente 14 ; 6 e $0,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente. Portanto, considerando o funcionamento do sistema, o correto

seria alterar essa lógica, adubando mais a pastagem (N, P e K) e menos a soja (P e K), para resultar em maior rendimento do pasto e do animal, com melhor aproveitamento da ciclagem de nutrientes no sistema (ANGHINONI et al., 2013).

O N regula a aquisição de carbono pelas plantas, porém, quando utilizado em excesso, torna-se um poluente, podendo causar sérios problemas ambientais (MARTINELLI, 2007). Além disso, é o nutriente mais caro das formulações utilizadas para a maioria das culturas e de grande mobilidade no sistema solo-planta-atmosfera (CANTARELLA; MONTEZANO, 2011). Deste modo, o aumento da eficiência de uso dos fertilizantes nitrogenados tem importantes implicações econômicas e ambientais.

Para aumentar a eficiência de uso dos fertilizantes e reduzir os impactos ambientais, faz-se necessário aumentar a precisão dos volumes de fertilizantes aplicados, assim como dos momentos de sua realização, sendo assim, estratégias para efetuar o diagnóstico das deficiências nutricionais das plantas fazem-se necessárias (ALVES et al., 2015). Como estratégia para contribuir em uma recomendação de adubação mais precisa, estão o Índice de Nutrição Nitrogenada e a curva de diluição do N propostos por Lemaire (1997), uma vez que essas técnicas, que utilizam a concentração mínima de N para o máximo crescimento da planta, têm o potencial de indicar o real estado nutricional da cultura e colaborar em melhor ajuste das necessidades de fertilização das culturas no longo de seu desenvolvimento (LEMAIRE, 1997).

Em relação às doses de N aplicadas na fase pastagem em sistema ILP, nos trabalhos realizados por Assmann et al. (2003) e Sandini et al. (2011), os quais avaliaram o rendimento de grãos de milho sob diferentes doses de N realizadas na fase pastagem, foi constatado que parcelas que receberam dosagens de 200 kg de N ha⁻¹ no inverno não responderam à aplicação de nova dosagem de N no verão. Enquanto que Alves et al. (2015) comprovaram que doses de N na ordem de 75 kg ha⁻¹ aplicada durante o inverno, na pastagem, foi baixa e pode ter comprometido o desenvolvimento da pastagem e da lavoura, logo, o sistema não ficou bem nutrido. Deste modo, é fundamental aplicar técnicas de manejo capazes de aumentar a eficiência dos insumos, em especial o N, a fim de aproveitar ao máximo os recursos aplicados, diminuindo as perdas (SADRAS; LEMAIRES, 2014).

Além do manejo da adubação nitrogenada, a intensidade de pastejo também determina a sustentabilidade do sistema ILP, pois, ao manejar o número de animais por unidade de área, e sua conseqüente distribuição no espaço, define-se a capacidade da fase pastagem em promover o balanço positivo ou negativo de carbono no sistema (ANGHINONI et al., 2013). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do manejo da adubação nitrogenada e da altura do pasto sobre a produção acumulada de forragem, o estado nutricional de N, a eficiência de uso e recuperação de N por uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' e o comportamento do N no solo, num sistema ILP.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Abelardo Luz – SC, coordenadas 26° 31' S e 51° 35' W e altitude média de 850 m, em uma área de 14 ha, onde desde 2012 vem sendo conduzido um experimento em longo prazo com Integração Lavoura-Pecuária sob Plantio Direto. Os ciclos de cultivo anteriores ao presente estudo foram sorgo forrageiro, aveia preta e milho. O clima da região é classificado como Cfb (subtropical úmido), segundo classificação de Köppen. O solo da área é classificado como Latossolo Bruno distrófico típico com textura muito argilosa e relevo suave ondulado.

Os dados meteorológicos registrados para o município de Abelardo Luz – SC, durante o período experimental, são apresentados na Figura 4.

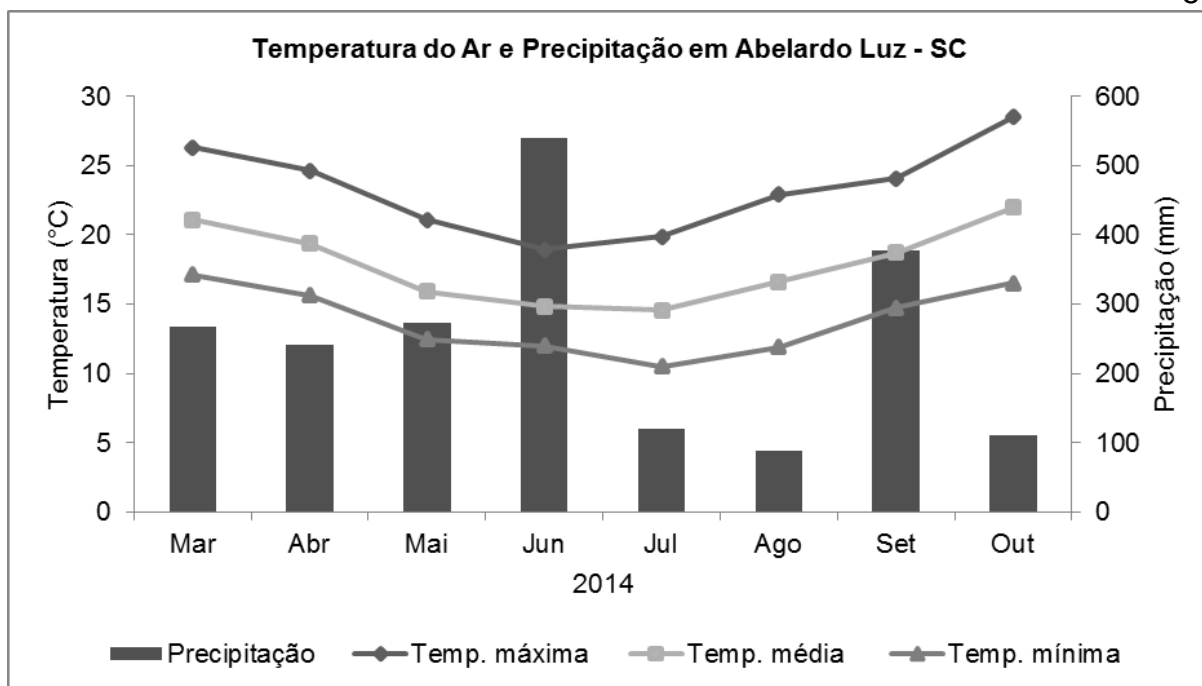


Figura 4 – Dados meteorológicos observados durante o período experimental (março/2014 a outubro/2014) no município de Abelardo Luz – SC. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2014).

A coleta de solo para análise química foi realizada um dia antes da semeadura da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', em 02/04/2014. Foi realizada uma média dos resultados de amostras de solo coletadas em cinco pontos distintos da área experimental, em profundidade de 0-20 cm. De acordo com análise de solo, os atributos químicos do solo da área experimental apresentam os seguintes valores (Tabela 15).

Tabela 15 - Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da semeadura da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo'.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al ⁺³	H+Al	SB	CTC	V
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				%
4,84	44,77	8,42	0,26	4,44	2,06	0,07	7,04	6,76	13,80	49,28

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

O delineamento experimental foi blocos ao acaso em esquema fatorial (2 x 2), com três repetições. O primeiro fator foi intensidade de pastejo, caracterizada por duas alturas de manejo do pasto (alta e baixa), sendo que as alturas pretendidas foram de 25 e 10 cm e as médias das alturas reais, durante todo o período experimental, foram de 23,7 e 10,7 cm, para alta e baixa altura, respectivamente. A altura do pasto foi regulada por meio de pastejo com lotação contínua e taxa de

lotação variável (MOOT; LUCAS, 1952). Foram utilizados bovinos produto do cruzamento entre as raças Nelore e Charolês. O segundo fator foi constituído por épocas de aplicação de nitrogênio (N) no sistema: N aplicado na pastagem (NP) ou N aplicado na cultura de grãos, antecessora à pastagem (NG), na dose de 200 kg de N ha⁻¹. A cultura de grãos antecessora à pastagem, neste trabalho, foi o milho.

A dessecação da área, após a colheita do milho, foi realizada em 29/03/2014, com uso do herbicida *Glyfosate* na dosagem de 1,33 L ha⁻¹. A semeadura direta da pastagem, formada por aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', ocorreu em 03/04/2014, com espaçamento de 0,17 m entre linhas e densidade de semeadura de 100 kg de sementes ha⁻¹ para aveia preta e 25 kg de sementes ha⁻¹ de azevém. Para adubação de base de toda área experimental foram utilizados 352 kg ha⁻¹ da formulação 2-20-18 de N-P-K.

A adubação nitrogenada dos piquetes em que o N seria aplicado na fase pastagem foi realizada em cobertura, na forma de ureia (46% de N), em uma única aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ no início do perfilhamento, em 08/05/2014, sob condições de clima e umidade favoráveis ao máximo aproveitamento do N no sistema. Enquanto que a adubação nitrogenada dos piquetes em que o N foi aplicado somente na fase de lavoura de grãos, foi realizada quando o milho se encontrava no estágio V5, em 13/11/2013, também em uma única aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ na forma de ureia (46% de N).

Os animais iniciaram o pastejo em 19/05/2014, quando a altura média da pastagem atingiu valor aproximado de 30 cm, sendo que o período de pastejo foi de 175 dias, até 10/11/2014. Após a retirada dos animais dos piquetes, foi realizada uma estimativa da massa de forragem residual sobre o solo, por meio do método de dupla amostragem, com amostras cortadas rente ao solo e estimativas visuais dentro de um quadro amostral de 0,25 m².

A produção de MS de cada período foi obtida através da multiplicação da taxa de acúmulo diário e o número de dias de cada período. Através da somatória da produção de MS de cada período calculou-se a produção total de MS. A produção de forragem acumulada a cada período foi calculada por meio da soma do primeiro com o segundo período e assim sucessivamente até o último período. Essas amostras obtidas na avaliação para obtenção da taxa de acúmulo diário de dentro das gaiolas,

após secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm e determinado o teor de N na planta pelo método sugerido por Tedesco et al. (1995).

As avaliações de acúmulo de forragem e teor de N na forragem acumulada foram realizadas a cada 28 dias a partir dos 46 dias após a semeadura da pastagem, em 19/05/2014. Os períodos de acúmulo de forragem correspondem aos seguintes dias acumulados após a semeadura da pastagem (Tabela 16). A primeira avaliação corresponde ao acúmulo de forragem entre a semeadura da pastagem e o primeiro corte de forragem.

Tabela 16 – Períodos de avaliação e dias acumulados após a semeadura da pastagem.

Períodos de acúmulo de forragem	Dias acumulados após a semeadura
03/04 – 19/05	46
19/05 – 16/06	74
16/06 – 14/07	102
14/07 – 11/08	130
11/08 – 08/09	158
08/09 – 06/10	186
06/10 – 03/11	214

Com as quantidades de MS produzidas e os teores de N nas plantas em cada tratamento e período, foi verificado se esses foram satisfatórios ou não, por meio da comparação com a curva de diluição proposta por Lemaire (1997), pela equação específica para plantas C3:

$$N\% = 4,8(MS)^{-0,32}$$

Onde:

N% = Porcentagem de nitrogênio (%) não limitante ao crescimento da planta. O coeficiente 4,8 é a porcentagem de N contida na parte aérea das plantas em uma massa conhecida; MS é a quantidade de massa seca produzida pela parte aérea da planta, expressa em t ha⁻¹ sendo observado, para o cálculo, produções de MS acima de 1 t ha⁻¹ e a forragem cortada a 5 cm do solo. O coeficiente -0,32 caracteriza o comportamento exponencial negativo da diluição da porcentagem de N durante o rebrote.

Para facilitar o diagnóstico da quantidade de N, foi calculado também o Índice Nutricional do Nitrogênio (LEMAIRE, 1997):

$$\text{INN} = 100 \text{ N\%} / 4,8 (\text{MS})^{-0,32}$$

O INN foi interpretado conforme Tabela 17.

Tabela 17 - Interpretação dos índices nutricionais de nitrogênio (INN) seguindo modelo proposto por Lemaire e Gastal (1997).

INN	Interpretação
>100	Excedente
-	Muito satisfatório
80-100	Satisfatório
60-80	Insuficiente
>60	Muito insuficiente

A eficiência de adubação nitrogenada na produção de MS (kg de MS/kg de N aplicado) foi calculada admitindo-se que a contribuição do N no solo foi uniforme nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada e nos que não receberam, subtraindo então, dos tratamentos que receberam adubação nitrogenada a produção do tratamento sem aplicação de N. O resultado da subtração foi dividido pela quantidade de N aplicado em cobertura. Sendo a fórmula:

$\text{EUN} = \text{MS da parcela com aplicação de N} - \text{MS da parcela sem adubação nitrogenada} / \text{Dose de N total aplicada}$

O cálculo do N absorvido pela pastagem foi feito por meio da multiplicação da produção de MS pelo teor de N analisado na forragem correspondente a cada período e tratamento. A quantidade acumulada e total de N absorvido pela parte aérea das plantas foi obtida pelos somatórios analisados em cada período.

A recuperação do nitrogênio foi calculada conforme a seguinte equação:

$$\text{RN(\%)} = (\text{NCT} - \text{NST}) / \text{DN} \times 100$$

Onde:

RN (%) = Recuperação do nitrogênio

NCT= N total absorvido pelos tratamentos com aplicação de N (kg ha^{-1})

NST= N total absorvido pelos tratamentos sem aplicação de N (kg ha^{-1})

DN= Dose de N utilizado (200 kg ha^{-1})

Para estimativa do comportamento do N mineral no perfil do solo foi avaliada a concentração de NO_3^- e NH_4^+ (mg kg^{-1} de solo) em diferentes profundidades. Em cada piquete foram coletadas três amostras com uma pá de corte, que somadas constituíram uma amostra composta do respectivo piquete. As amostras foram coletadas dez dias após a aplicação de uréia na pastagem, nas profundidades 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 cm, e após o período de pastejo, nas profundidades 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm. Após a coleta, as amostras foram moídas e secas a temperatura de 55°C por 72 horas, para determinação dos conteúdos de NO_3^- e NH_4^+ no solo em cada tratamento e profundidade usando o método descrito por Tedesco et al. (1995).

Depois de satisfeitas as pressuposições de normalidade e homogeneidade de variâncias, os dados foram submetidos à análise de variância por meio do procedimento MIXED (Littel et al., 1996; 2006) do software estatístico SAS *Statistical Analysis System* - SAS v. 9.0 (SAS, 2002), onde o período foi utilizado como medida repetida no tempo a 5% de significância. As médias foram comparadas pelo teste Tukey (5% de significância). Os valores de NO_3^- e NH_4^+ no solo foram analisados em esquema trifatorial ($2 \times 2 \times 4$) na primeira coleta de solo, sendo os fatores altura do pasto, época de adubação nitrogenada no sistema ILP, e profundidade do solo como parcelas subdivididas, enquanto que na segunda coleta, os dados foram analisados em esquema trifatorial ($2 \times 2 \times 5$) com cinco profundidades de coleta.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Produção Acumulada de Forragem

Houve interação entre os fatores período e adubação nitrogenada para produção acumulada de forragem ($P < 0,0001$). A partir dos 158 dias após a semeadura, em 08/09/2014, houve diferença estatística entre os tratamentos NP e NG para produção acumulada de forragem, sendo que no tratamento NP, a

pastagem já havia produzido 516 kg MS ha⁻¹ a mais que a produção total no tratamento NG (Figura 5).

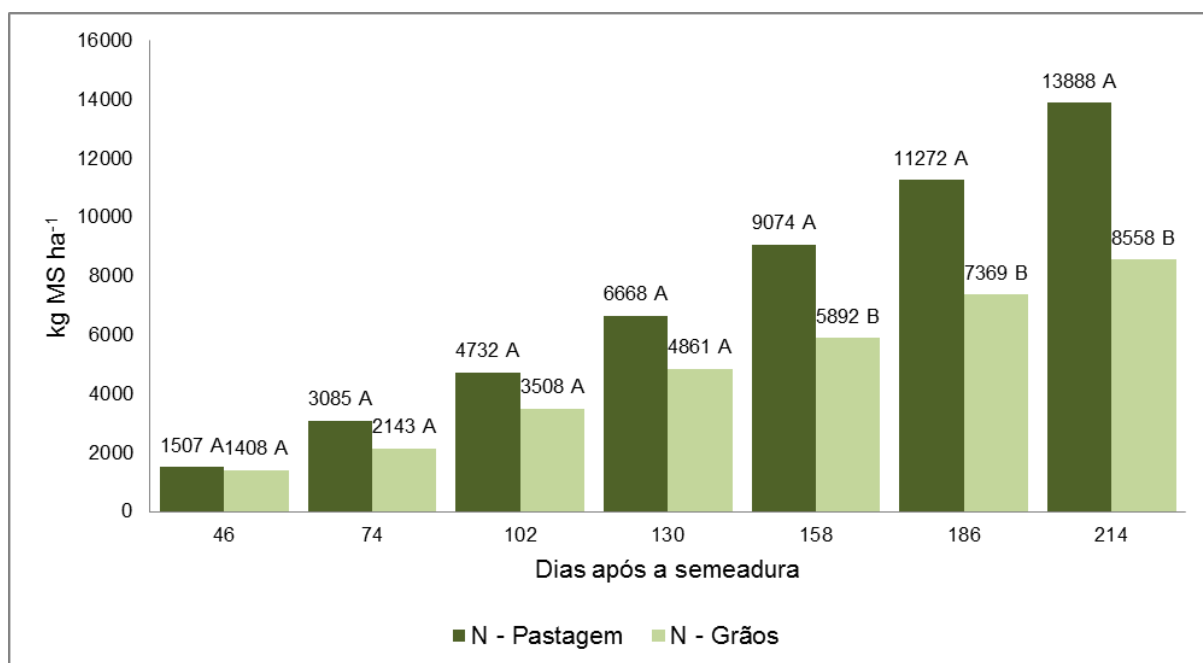


Figura 5 - Produção acumulada de forragem (kg MS ha⁻¹) de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Médias seguidas de letras distintas, comparando o fator adubação nitrogenada, dentro de cada data de avaliação, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A pastagem adubada com N em cobertura produziu no total 5.330 kg MS ha⁻¹ a mais que a pastagem não adubada com N em cobertura, ou seja, a adubação nitrogenada da pastagem proporcionou um aumento de 38,4% na produção total de forragem. Logo, pode-se afirmar que o efeito residual do N aplicado na fase de produção para cultura de grãos (milho) não foi suficiente para sustentar elevadas produções de forragem da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo'.

A alta relação C/N da palhada do milho e as menores temperaturas no período de cultivo da pastagem (inverno) reduzem a taxa de liberação de nutrientes. Desta forma, quando a adubação nitrogenada é realizada na cultura de grãos e não na pastagem, em sistema ILP, a reduzida taxa de liberação de nutrientes e a baixa quantidade de N que é ciclada via palhada do cultivo de grãos, pois grande parte do nutriente é exportada na colheita dos grãos, não são suficientes para sustentar o crescimento da pastagem, provocando reduções na eficiência de uso do N e na

ciclagem de nutrientes no sistema ILP.

Caso a cultura antecessora à pastagem tivesse sido a soja, a qual possui palhada com menor relação C/N que o milho, a quantidade de N residual pela cultura também não seria suficiente para sustentar elevadas produções de forragem (BARTH NETO et al., 2013). Portanto para um manejo mais intenso e melhor aproveitamento do potencial de produção de cultivares melhoradas, como a aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', a adubação nitrogenada da pastagem é fundamental.

De acordo com Lemaire e Chapman (1996), o carbono é o principal constituinte dos tecidos das plantas, portanto, o acúmulo de biomassa é determinado pelo acúmulo de carbono que, por sua vez, é influenciado pelo conteúdo de N. Nesse sentido, outro fator importante a ser considerado é a mitigação e estoque de carbono no solo pelos sistemas de produção, sendo que, uma das fontes de CO₂ atmosférico advindas da atividade pecuária está relacionada à redução do teor de carbono do solo dependendo do manejo adotado (RUGGIERI et al., 2015), pois quanto menor o acúmulo de biomassa, menor o acúmulo de carbono no sistema.

Conant (2010) explica que o equilíbrio entre a absorção e assimilação de CO₂ pela fotossíntese, e liberação de CO₂ através da respiração regulam o ciclo de carbono, entretanto, atividades antrópicas alteram o balanço de carbono do ecossistema, modificando a dinâmica da vegetação e do solo, e muitas vezes podem levar ao aumento da liberação de carbono e redução do sequestro. Em ecossistemas de pastagens, por exemplo, quando o manejo promove a remoção excessiva de biomassa, ocorrem também modificações no interior do solo, que pode levar a liberação de carbono até então estocado.

Deste modo, como verificado neste trabalho, a adubação nitrogenada pode de forma indireta, aumentar a produção primária da pastagem e, conseqüentemente, a deposição de resíduos orgânicos, tanto na parte aérea, quanto abaixo da superfície do solo, com a produção de raízes. Sendo que, na maioria dos sistemas de pastagens, o principal mecanismo de deposição de carbono em profundidade é através da produção, mortalidade e decomposição de raízes (TRUJILLO et al., 2006).

Toda a dinâmica do crescimento dos pastos que se observa acima do solo também acontece abaixo dele, no sentido de que o crescimento das raízes está diretamente relacionado com o crescimento da parte aérea (KUNRATH et al., 2015). Logo, a remoção de parte das folhas estimula a planta a promover o desenvolvimento radicular, provavelmente a fim de maximizar a absorção de água e nutrientes e com isso recuperar seu aparato fotossintético mais rapidamente (PIAZZETTA et al., 2014). Enquanto que, em áreas com pastejo leniente ou sem pastejo praticamente não há renovação da parte aérea e, com isso, não há mais produção e crescimento de raízes (KUNRATH et al., 2015).

No entanto, áreas submetidas a constante superpastejo e sem adoção de fertilização adequada, mostram descontinuidade de cobertura do solo e redução substancial no sistema radicular (FISHER et al., 2007). Além disso, a redução na produção dessas pastagens mal manejadas, com processo de degradação, significa menor entrada de resíduos no sistema, incluindo-se aí os de parte aérea e raízes, o que acaba por diminuir as reservas de carbono do solo (JANTALIA et al., 2006). E ainda, diminui a entrada de nutrientes no sistema, pois outra função comum à serrapilheira (tecido senescente vegetal depositado sobre ou abaixo da superfície do solo) é a de fornecer nutrientes às plantas (RUGGIERI et al., 2015). Em um sistema de ILP, por exemplo, quanto maior a quantidade de resíduos na superfície do solo e das raízes, maior é o volume de nutrientes que pode ser ciclado entre as duas fases, indicando serem os resíduos o meio de transporte dos nutrientes da fase pastagem para a fase lavoura (ALVES et al., 2015).

Em resumo, a adubação nitrogenada da pastagem promove maior produção de biomassa, em consequência, maior sequestro e estoque de carbono, melhoria da qualidade do solo, maior ciclagem de nutrientes, maior produtividade dos cultivos em sequência à pastagem e sustentabilidade do sistema ILP. No entanto, abdicar da adubação das pastagens no inverno, em virtude da crença de que a pastagem irá se beneficiar da adubação realizada na cultura de grãos no sistema ILP, pode gerar consequências como, a menor produção de biomassa das pastagens, menor ciclagem de nutrientes, menor aporte de carbono no solo, o que leva a um processo de degradação e menor produtividade do sistema.

Para massa seca residual sobre o solo foi verificado efeito isolado dos

fatores altura do pasto ($P= 0,0054$) e adubação nitrogenada ($P= 0,0325$). A massa seca residual foi maior nos tratamentos com alta altura do pasto e nos tratamentos em que a adubação nitrogenada foi realizada na pastagem (Tabela 18).

Tabela 18 - Massa Seca residual sobre o solo (kg MS ha^{-1}) de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejados com duas alturas do pasto e com adubação nitrogenada realizada na cultura de grãos ou na pastagem em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária.

	Massa Seca residual (kg MS ha^{-1})		Média
	NP	NG	
AA	3.421	1.792	2.607 a
BA	1.447	928	1.187 b
Média	2.434 a	1.360 b	

AA = Alta Altura do Pasto, BA = Baixa Altura do Pasto, NP = Nitrogênio Pastagem, NG = Nitrogênio Grãos. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A partir desses resultados percebe-se que a aplicação de nitrogênio na pastagem permite uma maior carga animal no período de pastejo, produzindo ainda adequada massa seca residual para manutenção do sistema de plantio direto. Em contrapartida, quando não é realizada adubação nitrogenada na pastagem, a intensidade de pastejo deve ser reduzida para não afetar os níveis de palhada sobre o solo.

Além disso, esse resíduo vegetal da parte aérea pós-pastejo não reflete todo o crescimento da pastagem e entrada de biomassa no sistema durante o período de pastejo. De acordo com Soares et al. (2015), maximizar a produção de biomassa dos cultivos para promover acúmulo de matéria orgânica no solo é tão importante quanto a manutenção de uma quantidade mínima de palhada sobre o solo no final do ciclo da cultura.

Em trabalho realizado por Santi et al. (2003), por exemplo, a produção máxima de aveia preta cultivada como planta de cobertura foi de $7.171 \text{ kg MS ha}^{-1}$ com a dose de $180 \text{ kg de N ha}^{-1}$. Oliveira (2014) encontrou produção máxima de $7.053 \text{ kg MS ha}^{-1}$ para azevém não pastejado e adubado com $200 \text{ kg de N ha}^{-1}$, deixando ainda como palhada no solo $6.621 \text{ kg MS ha}^{-1}$, sendo que esse excesso de palhada do azevém interferiu negativamente na plantabilidade e na produtividade do milho cultivado na sequência. Ainda, em trabalho realizado por Flores et al. (2007), com diferentes alturas de manejo do pasto (10 a 40 cm) e um tratamento sem pastejo, obtiveram quantidades de palhada na superfície do solo variando de 1.850 a

5.400 kg MS ha⁻¹, da menor para a maior altura do pasto, respectivamente, sendo observados 6.050 kg MS ha⁻¹ na área sem pastejo. Nessas condições, não houve diferenças nos atributos físicos do solo relacionados com a compactação, e os autores observaram que, mesmo com níveis de palhada residual próximos a 2.000 kg MS ha⁻¹, não houve comprometimento da produção de grãos de soja no cultivo subsequente.

Neste trabalho, quando a adubação nitrogenada foi realizada na pastagem, foi verificada uma produção total de biomassa aérea de 13.888 kg MS ha⁻¹, valor superior aos encontrados nos trabalhos supracitados, com plantas de cobertura. Além disso, como palhada residual, nos tratamentos NP, foram observados 3.421 kg MS ha⁻¹ no manejo com alta altura e 1.447 kg MS ha⁻¹ no manejo com baixa altura (Tabela 18). Deste modo, pode-se afirmar que plantas forrageiras quando submetidas ao pastejo moderado produzem mais biomassa que quando não pastejadas (McNAUGTON, 1983), sendo que o pastejo no inverno também irá gerar mais renda, que poderá ser usada para melhorar a fertilidade do solo e a produtividade dos cultivos, por meio da adubação nitrogenada da pastagem.

Para Gebhart et al. (1994), a eficiência do sistema de pastagem na mitigação de CO₂ atmosférico é decorrente da eliminação do revolvimento do solo, sistemas radiculares mais extensos, maior biomassa radicular, prolongada e contínua entrada de serrapilheira em relação a outros sistemas agrícolas. Portanto, pode-se afirmar que, em função da capacidade produtiva, um dos sistemas mais promissores para manter e, ou, incrementar o estoque de carbono no solo é a Integração Lavoura-Pecuária (RUGGIERI et al., 2015; SOARES et al., 2015).

Além disso, a presença de bovinos em pastejo durante as fases de pastagem no sistema ILP influencia a ciclagem de nutrientes para a cultura de grãos subsequente, indiretamente e diretamente. No efeito indireto, o pastejo pelos animais estimula o crescimento das plantas e a absorção de nutrientes do solo, enquanto que no efeito direto, as entradas de esterco e urina modificam e conduzem o ciclo de nutrientes em sistemas ILP (VENDRAMINI et al., 2014; SILVA et al., 2014). Nesse sentido, no manejo com baixa altura do pasto, uma maior parte da forragem produzida foi consumida pelos animais, devido a maior carga animal nesse tratamento, portanto pode-se dizer que a ciclagem de nutrientes foi em maior parte

pela entrada de esterco e urina. Enquanto que na alta altura do pasto, a maior senescência de plantas intensificou a ciclagem de nutrientes via decomposição foliar.

Em trabalho realizado por Silva et al. (2014), por exemplo, encontrou-se 1,50; 1,11; 0,86 e 0,44% da superfície de uma pastagem de aveia preta mais azevém coberta por placas de esterco de bovinos nas alturas do pasto de 10, 20, 30 e 40 cm, respectivamente, portanto, essa distribuição diferenciada faz com que os nutrientes retornados na forma de fezes e urina sejam diferentes entre os tratamentos de altura do pasto. Os autores concluem ainda que a entrada de esterco, devido à presença do animal na fase pastagem, aumentou o rendimento de grãos de soja cultivada na sequência, devido a uma melhor nutrição das plantas, principalmente em P e K.

3.3.2 Eficiência de Uso do Nitrogênio

Entre os tratamentos com alta e baixa altura do pasto, não houve diferença para produção total de forragem, portanto, para o cálculo da eficiência de uso do N aplicado via adubação nitrogenada, foi subtraído o valor médio de produção total de forragem no tratamento sem aplicação de N em cobertura na pastagem (NG), do valor médio encontrado no tratamento com aplicação de N na pastagem (NP). Nesse caso, dividindo o resultado pelos 200 kg de N ha⁻¹ aplicados, a pastagem adubada com N, produziu, em média, 26,65 kg de MS kg⁻¹ de N aplicado (Tabela 19).

Tabela 19 - Eficiência de uso do N (kg de MS/kg de N aplicado) de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejados com duas alturas do pasto e com adubação nitrogenada realizada na cultura de grãos ou na pastagem em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária.

	Produção total de forragem (kg MS ha ⁻¹)		Eficiência de uso do N (kg de MS kg ⁻¹ de N aplicado)
	NP	NG	
AA	13.870	8.705	25,83 ^{ns}
BA	13.906	8.411	27,47
Média	13.888	8.558	26,65

AA = Alta Altura do Pasto, BA = Baixa Altura do Pasto, NP = Nitrogênio Pastagem, NG = Nitrogênio Grãos. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Em trabalho realizado por Lupatini et al. (1998), em Santa Maria – RS, a eficiência de uso do N foi de 29,5 e 20,1 kg de MS kg⁻¹ de N aplicado em uma

pastagem de aveia preta mais azevém adubada com 150 e 300 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. De acordo com os autores, esses valores de eficiência de uso do N demonstram o alto potencial de resposta das espécies à adubação nitrogenada. Logo, pode-se inferir que a pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', neste trabalho, foi eficiente no uso do N aplicado.

Em rebanhos leiteiros, de 20 a 30% do N consumido diariamente é destinado à proteína do leite e carne produzido, sendo o restante excretado pelas fezes e urina (DOU et al., 1996; KOHN et al., 1997). Em bovinos de corte, a eficiência de uso do N consumido é ainda menor, cerca de 10% (HUTCHINGS et al., 1996). Dessa forma, em sistemas confinados de produção animal, o N presente nos grãos de soja ou milho, por exemplo, é utilizado de forma ineficiente, tornando esses sistemas de produção poluentes e até mesmo economicamente inviáveis. Toneladas de dejetos ricos em nutrientes, muitas vezes não recebem tratamento adequado e acabam poluindo o solo e a água. Nesse sentido, a produção animal a pasto torna-se mais eficiente no uso de nutrientes e menos poluente.

Além disso, Martinelli (2007) corrobora que o maior problema, relacionado ao N, é a grande ineficiência no seu uso. De acordo com o autor, de 100 unidades de N produzidas em forma de fertilizante, por exemplo, somente 14 unidades são consumidas em forma de alimento, dessa forma, 76 unidades são perdidas para o meio ambiente. O autor complementa que numa cadeia mais complexa, como a produção de proteína animal a partir de grãos, não de pastagens, as perdas aumentam, pois a cultura é transformada, primeiro em ração, que por sua vez é estocada no animal, o qual é transformado em alimento e, finalmente, consumido. Nesse caso mais complexo, das 100 unidades de fertilizantes produzidas, somente quatro unidades são consumidas. Portanto, ocorre uma perda de 96 unidades.

O Brasil possui condições edafoclimáticas ideais para produção animal a pasto e para manter cobertura viva permanente sobre o solo, sem períodos de pousio. Entretanto, o sistema de produção agropecuária brasileiro ainda é baseado, principalmente, na produção de soja para exportação e alimentação de animais confinados em países como a China ou na Europa (ASSMANN, 2015). Nesse sentido, uma mudança na produção agropecuária se faz necessária e umas das alternativas é a Integração Lavoura-Pecuária, na qual é possível aumentar a

produção de carne a pasto, para exportação de proteína animal ao invés da proteína vegetal, sem precisar reduzir áreas de produção para cultivo de grãos.

3.3.3 Teores de Nitrogênio na Biomassa Aérea

Em relação ao teor de nitrogênio na biomassa aérea acumulada da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' foi verificada interação significativa entre os fatores altura do pasto e período de avaliação ($P=0,0051$). Os animais iniciaram o pastejo em 19/05/2014, 46 dias após a semeadura da pastagem, deste modo na primeira e na segunda avaliação, a diferença entre a alta e baixa altura do pasto ainda não havia sido formada e, portanto, não foi observada diferença significativa entre as alturas do pasto, para o teor de N na biomassa aérea acumulada (Figura 6).

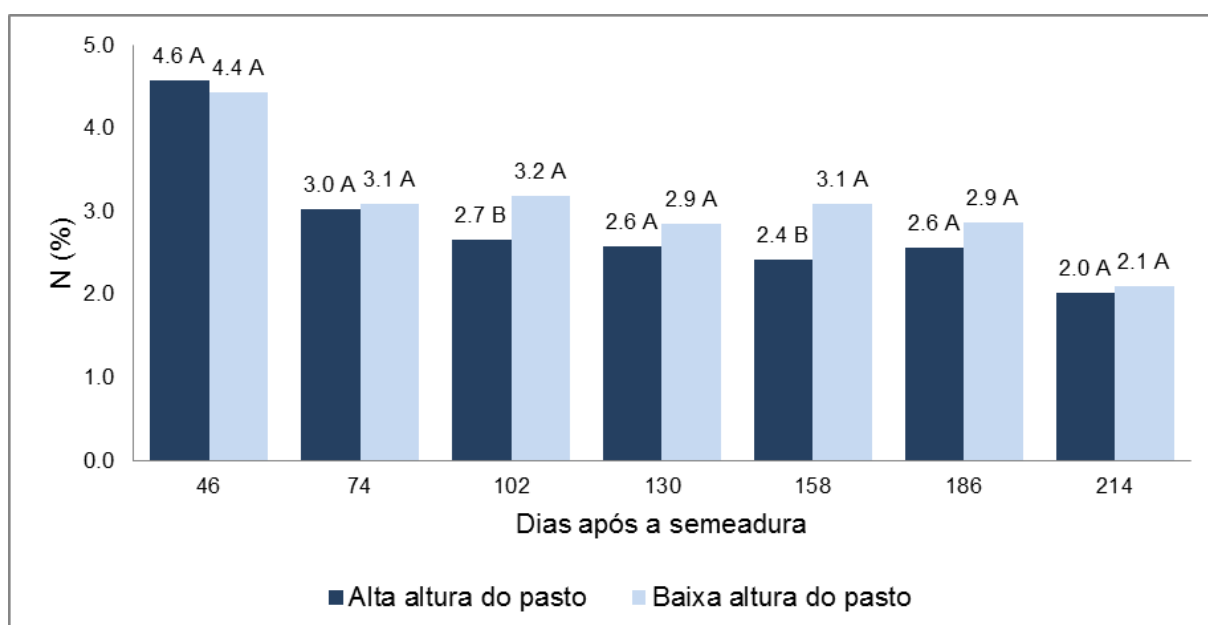


Figura 6 – Teores de nitrogênio na biomassa aérea de uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' manejada com alta e baixa altura do pasto, em avaliações realizadas a cada 28 dias, dos 46 aos 214 dias após a semeadura da pastagem. Médias seguidas de letras distintas, comparando o fator altura do pasto, dentro de cada data de avaliação, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Enquanto na terceira avaliação, aos 102 dias após a semeadura, quando os tratamentos de alta e baixa altura do pasto haviam sido formados, foi constatada diferença significativa entre alta e baixa altura do pasto. No manejo com baixa altura do pasto, foi verificado o maior teor de N na MS acumulada, devido ao maior

perfilhamento e maior acúmulo de folhas jovens nesse manejo, que favorecem para um maior teor de N na pastagem.

Aos 158 dias após a semeadura, também foi constatada diferença significativa entre os manejos com alta e baixa altura do pasto. Nessa avaliação, aos 158 dias após a semeadura, o acúmulo de forragem correspondeu ao período entre 11/08 a 08/09/2014, deste modo, o desenvolvimento mais intenso do azevém 'Barjumbo' nesse período e a maior porcentagem de azevém no manejo com baixa altura do pasto, influenciaram para um maior teor de N na MS acumulada no tratamento com baixa altura do pasto.

Entre os períodos de avaliação, percebe-se que os maiores valores para o teor de N na forragem acumulada foram observados na primeira avaliação e os menores valores na última avaliação, em ambos os tratamentos de alta e baixa altura do pasto. Enquanto, nos períodos intermediários, houve pouca variação no teor de N da forragem acumulada (Figura 6).

De acordo com Lemaire e Salette (1984), com o acúmulo de biomassa aérea ao longo do período de utilização da pastagem ocorre uma diluição dos teores de N na planta, dessa forma, na primeira avaliação, o N absorvido entre a emergência e o primeiro corte de forragem ficou mais concentrado na MS acumulada, em relação aos demais períodos de avaliação. Enquanto na última avaliação, o acúmulo de materiais estruturais e diminuição da relação folha:colmo, devido ao final do ciclo vegetativo da pastagem, influenciaram para uma diminuição nos teores de N da forragem acumulada. Ainda, é importante salientar a alta capacidade produtiva aliada aos teores de N praticamente constantes da aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', durante o período experimental, em ambos os manejos de alta e baixa altura do pasto, mostrando-se assim uma pastagem de excelente qualidade para produção animal em pastejo.

Foi verificado também efeito isolado do fator adubação nitrogenada para o teor de N na biomassa aérea acumulada ($P < 0,0001$). O teor de N na forragem acumulada aumentou significativamente com a adubação nitrogenada realizada na pastagem, sendo que na média do tratamento NP foi observada uma concentração de N na MS acumulada, 28,6% superior à verificada no tratamento NG (Figura 7).

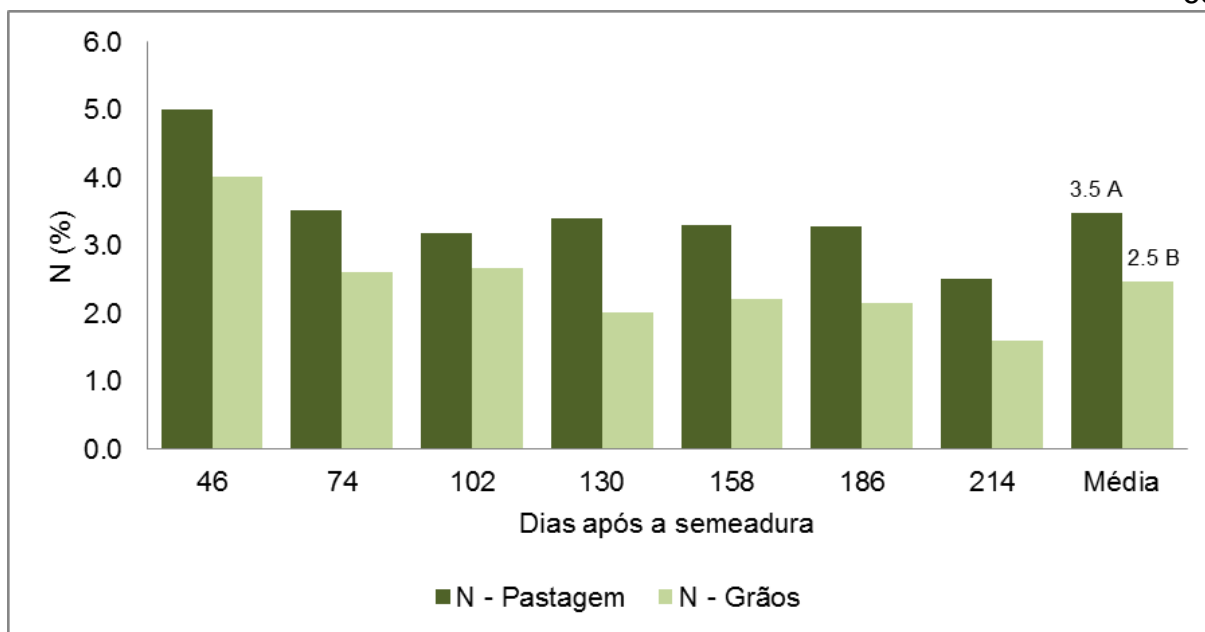


Figura 7 - Teores de nitrogênio na biomassa aérea de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Considerando que as proteínas possuem 16% de N e multiplicando o teor de N por 6,25, estima-se que, na média, os teores de N encontrados nos tratamentos NP e NG equivalem a 21,9 e 15,6% de proteína bruta na biomassa aérea acumulada, respectivamente. A partir desses resultados, fica ainda mais evidente a fundamental importância da adubação nitrogenada na fase pastagem em um sistema ILP. No manejo em que a adubação nitrogenada em cobertura foi realizada na pastagem, observa-se um aumento significativo na produtividade aliada a um acréscimo significativo no valor nutritivo da pastagem quanto à condição proteica. Assim como a taxa de acúmulo diário de MS, o teor de N na planta permanece constante ou aumenta durante o período de utilização da pastagem, desde que, além da fertilização adequada, o manejo da altura e os níveis de precipitação e condições climáticas sejam satisfatórios.

3.3.4 Índice Nutricional Nitrogenado

Para a determinação do estado nutricional das plantas quanto ao nitrogênio foi calculado o Índice Nutricional Nitrogenado (INN) proposto por Lemaire (1997). Foi

verificada interação significativa entre os fatores altura do pasto e período para o INN ($P=0,0127$). Não houve diferença estatística para o acúmulo de MS entre os tratamentos com alta e baixa altura do pasto, entretanto o teor de N na forragem acumulada foi significativamente maior na baixa altura do pasto, na terceira e na quinta avaliação (Figura 6), o que influenciou para um aumento significativo do INN no manejo com baixa altura do pasto, em relação ao manejo com alta altura, nesses períodos de avaliação (Figura 8).

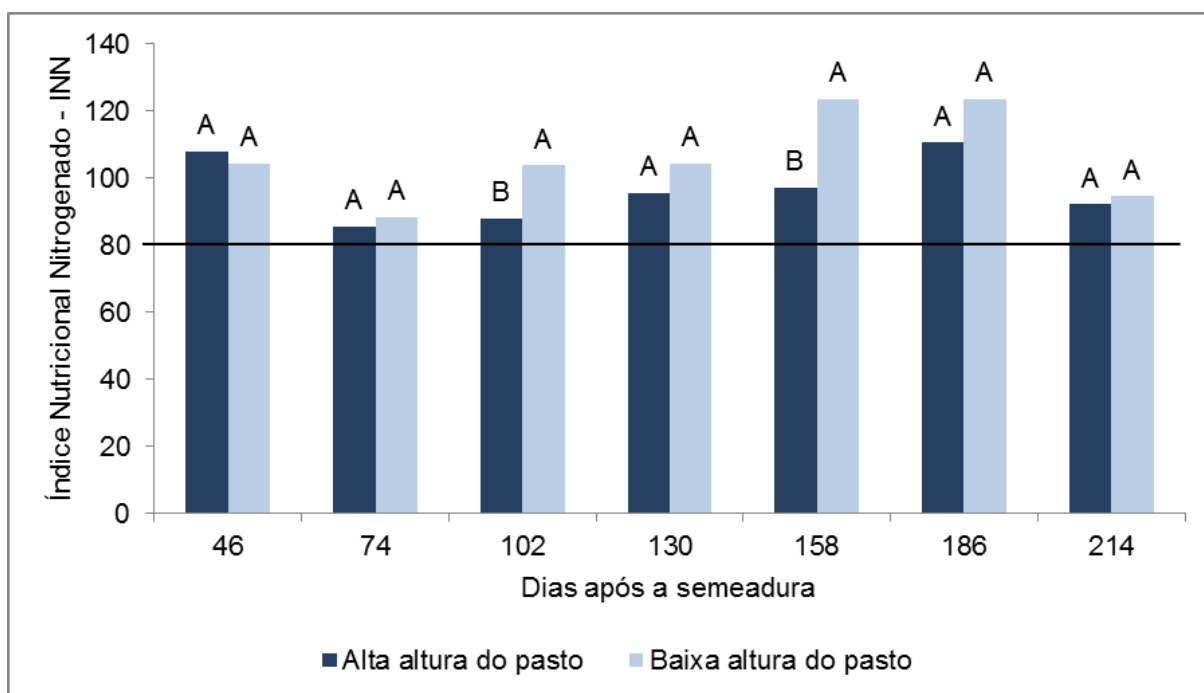


Figura 8 – Índice Nutricional Nitrogenado (INN) de uma pastagem de aveia preta ‘BRS 139’ mais azevém ‘Barjumbo’ manejada com alta e baixa altura do pasto em avaliações realizadas a cada 28 dias, dos 46 aos 214 dias após a semeadura da pastagem. Médias seguidas de letras distintas, comparando o fator altura do pasto, dentro de cada data de avaliação, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Por meio do cálculo do INN, é possível obter relações do INN calculado com um nível crítico de N, proposto por Lemaire (1997), o qual é definido como a menor concentração de N requerida para permitir a máxima taxa de crescimento da cultura em um determinado estágio de crescimento. Nesse caso, valores de INN abaixo de 80 significa que os teores de N na planta são insuficientes para sustentar o potencial de crescimento, o que indica que a planta está com deficiência de N. Enquanto, valores de INN acima de 100 são considerados excedentes, ou seja, ocorre um consumo de “luxo” de N pela planta, a qual, estando bem nutrida de N, armazena e

acumula nos tecidos, o N não utilizado para o desenvolvimento e produção de MS.

Nesse contexto, verifica-se que em ambos os manejos com alta e baixa altura do pasto, a absorção de N foi satisfatória e o elemento não foi limitante ao crescimento e produção da pastagem, pois em todos os períodos de avaliação, os valores de INN estão acima do valor considerado satisfatório para o crescimento da pastagem (Figura 8).

Foi verificada também interação significativa entre os fatores adubação nitrogenada e período para INN ($P < 0,0001$). A adubação nitrogenada realizada em cobertura na pastagem proporcionou aumentos no acúmulo de MS e no teor de N na forragem acumulada (Figura 5 e 7), portanto, como esperado, o INN da pastagem no tratamento NP foi significativamente maior que no tratamento NG em todos os períodos de avaliação, sendo ainda que em todas as avaliações, no tratamento NP, os valores de INN foram excedentes (Figura 9), ou seja, a planta supriu toda sua necessidade de N para o máximo crescimento e ainda acumulou N nos tecidos.

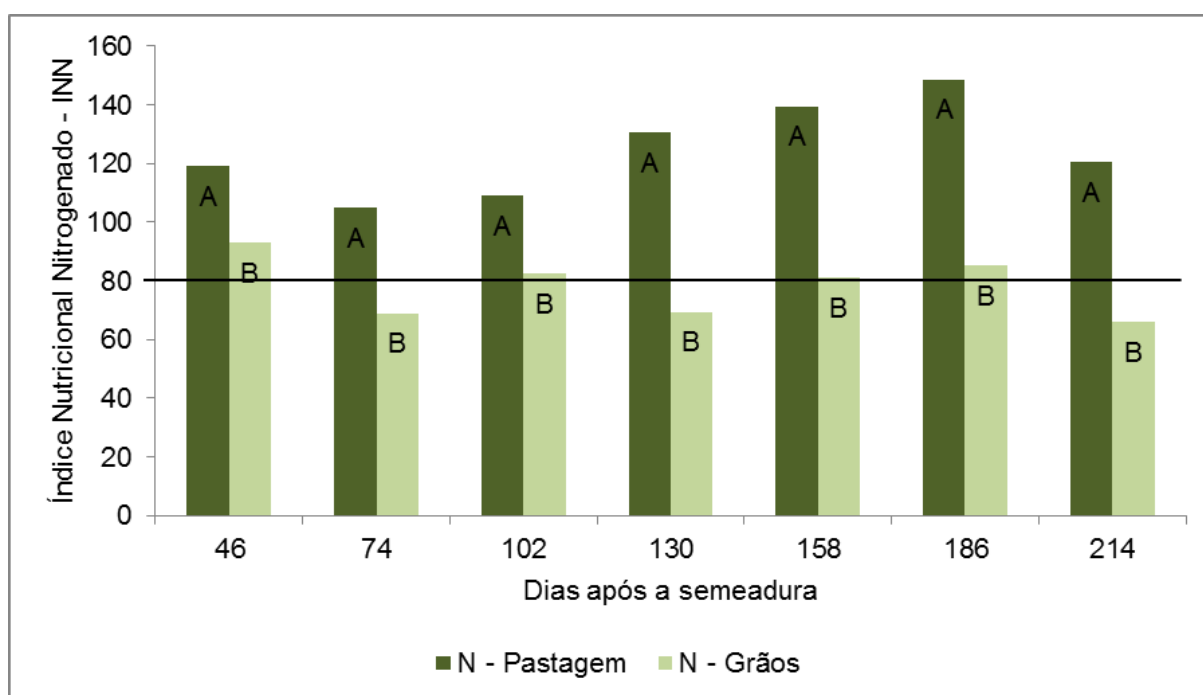


Figura 9 - Índice Nutricional Nitrogenado (INN) de uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em avaliações realizadas a cada 28 dias, dos 46 aos 214 dias após a semeadura da pastagem. Médias seguidas de letras distintas, comparando o fator adubação nitrogenada, dentro de cada data de avaliação, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tal comportamento está relacionado com o fato de que, quanto maior a disponibilidade de N para a planta, maior será a concentração deste nutriente nos tecidos, devido ao acúmulo do nutriente não utilizado para o desenvolvimento e produção de matéria seca pela planta (LEMAIRE; GASTAL, 1997). No entanto, esse consumo de “luxo” de N pela pastagem, no tratamento NP, confere às plantas maior qualidade da forragem produzida pelo acúmulo de nitrogênio nos tecidos. Além disso, ocorre uma diminuição da relação C/N do material morto e da palhada, o que acelera a decomposição dos tecidos e intensifica a ciclagem de nutrientes no sistema.

Outro resultado importante a ser destacado é que o INN no tratamento NP se manteve alto do início ao fim do período de utilização da pastagem. Mesmo que a adubação com 200 kg de N ha⁻¹ da pastagem tenha sido realizada em uma única aplicação, no início do perfilhamento, os valores de INN foram satisfatórios até depois de 178 dias da adubação nitrogenada, comprovando parcialmente a não necessidade de parcelamento da adubação.

A adubação nitrogenada em cobertura da pastagem ocorreu em 08/05/2014, dez dias antes do primeiro corte de forragem, portanto, no período entre a emergência de plantas e o primeiro corte de forragem, aos 46 dias após a semeadura, não houve diferença para o acúmulo de forragem entre os tratamentos NP e NG (Figura 5), entretanto o teor de N na forragem acumulada já foi maior no tratamento NP (Figura 7). Logo, o INN foi significativamente maior no tratamento NP, porém, mesmo o valor de INN ser significativamente menor no tratamento NG, foi considerado satisfatório nesse primeiro período de avaliação (Figura 9).

Enquanto, no segundo período de avaliação, com início do período de pastejo, o INN no tratamento NG foi insuficiente, ou seja, o teor de N na planta foi insatisfatório para sustentar o rebrote da pastagem e o acúmulo de forragem foi afetado pela deficiência de N na planta. A alta relação C/N da palhada do milho cultivado anterior à pastagem pode ter interferido para menor disponibilidade de N no tratamento NG, aos 74 dias após a semeadura.

No terceiro período de avaliação, aos 102 dias após a semeadura, a disponibilidade de N no solo pode ter aumentado no tratamento NG, devido à decomposição da palhada do milho e liberação de nutrientes, sendo que nesse

período, o INN foi considerado satisfatório no tratamento NG. No quarto e no último período de avaliação, os valores para INN também foram considerados insuficientes no tratamento NG, enquanto no quinto e no sexto período os valores foram satisfatórios nesse tratamento.

Todavia, no tratamento NG, em nenhum período de avaliação o valor de INN foi considerado excedente, ou seja, em nenhum período, no tratamento NG, houve acúmulo de N como reserva nos tecidos. É possível afirmar, desta forma, que o efeito residual do N aplicado em cobertura no milho não foi suficiente para suprir as necessidades nutricionais da pastagem e a produção foi afetada pelos períodos com deficiência de N.

3.3.5 Curva de Diluição de Nitrogênio

Lemaire e Salette (1984) observaram que a quantidade de N absorvida pelas plantas não é regulada apenas pela disponibilidade no solo, mas também pela taxa de crescimento e acúmulo de biomassa da cultura, sendo que, o N absorvido por unidade de biomassa diminui com o aumento da MS acumulada da cultura, ocorrendo o efeito da diluição do N. Deste modo, Lemaire (1997) desenvolveu um modelo, onde o teor de N na planta pode ser relacionado ao acúmulo de massa seca.

Nesse contexto, a fim de aprofundar a diagnose da condição nutricional da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', os teores de N na biomassa aérea da pastagem, conforme as interferências dos tratamentos, foram confrontados com a curva de diluição proposta por Lemaire (1997) (Figura 10).

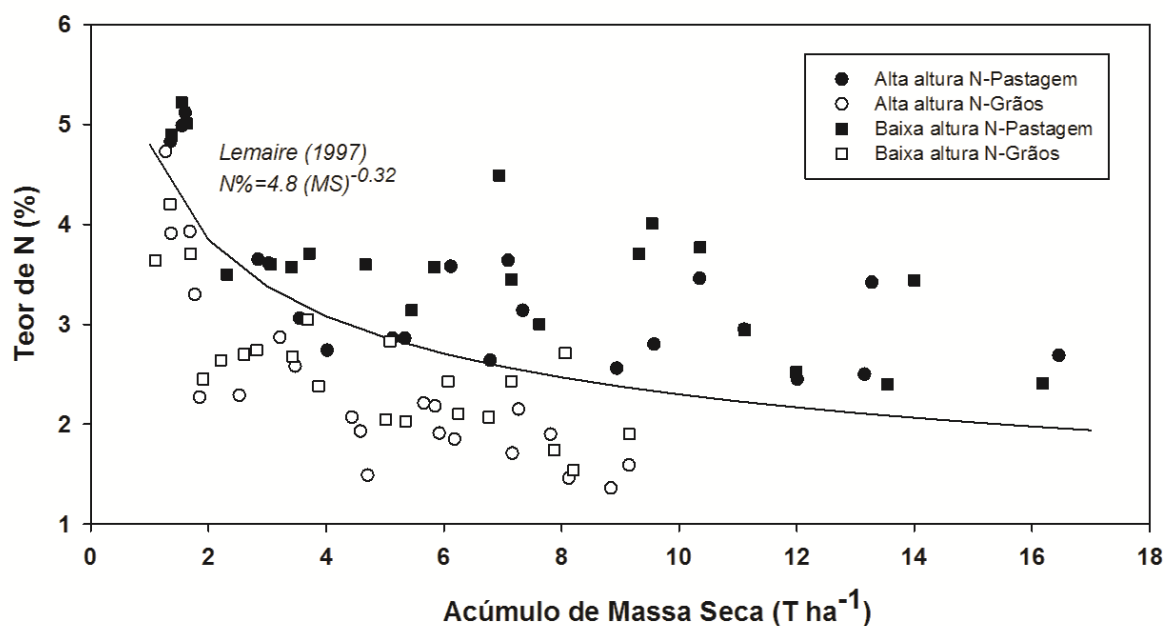


Figura 10 – Teores de N (%) na biomassa aérea acumulada em relação ao teor de N calculado e expresso na curva de diluição proposta por Lemaire (1997) conforme o acúmulo de massa seca de aveia preta ‘BRS 139’ mais azevém ‘Barjumbo’ manejados com alta e baixa altura do pasto e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária.

De acordo com as pressuposições de Lemaire (1997), quando os teores de N estiverem sobre ou acima da curva de diluição calculada para a espécie, a planta está bem suprida e pode estar tendo consumo de “luxo” e o nitrogênio não é limitante ao crescimento, caso esteja abaixo da curva, os teores de N são considerados limitantes às plantas. Logo, observa-se que, no tratamento em que a adubação nitrogenada foi realizada na cultura de grãos, tanto na alta quanto na baixa altura do pasto, os teores de N na planta permanecem quase que na totalidade deles, abaixo da curva (Figura 10), indicando inadequado fornecimento e absorção de N pela planta, ou seja, a produção acumulada e total de forragem foi afetada pela deficiência de N nesse tratamento.

Todavia, no tratamento em que a adubação nitrogenada foi realizada na pastagem, em ambos os manejos com alta e baixa altura do pasto, na maioria das avaliações foi verificado um consumo de “luxo” pela pastagem (Figura 10). Isso quer dizer que, o N absorvido pela planta foi bem acima do que seria satisfatório e a planta retirou do solo mais do que seria o necessário para sua produção. Os valores de N acima da curva de diluição indicam aumento de produção, entretanto a produção também é limitada por condições climáticas, nutricionais e genéticas,

assim, esse consumo de luxo pelas plantas confere a elas mais qualidade da forragem produzida pelo acúmulo de nitrogênio nos tecidos.

No primeiro corte de forragem, quando a pastagem possuía em média 1,5 t de MS ha⁻¹, os teores de N foram suficientes quando a adubação nitrogenada foi realizada na pastagem, enquanto no tratamento em que o N foi aplicado na cultura de grãos, os teores de N foram insuficientes na maioria dos pontos, prejudicando, dessa forma, a produção de forragem já no início do período de pastejo. Além disso, nessa primeira avaliação, observa-se os maiores teores de N na biomassa aérea acumulada, pois, como o acúmulo de forragem é menor, o N está mais concentrado na planta (Figura 10).

O fornecimento de nutrientes, principalmente de N, no início do perfilhamento da pastagem é fundamental para que a planta acumule reservas e consiga formar um IAF adequado, a fim de otimizar o processo fotossintético e potencializar seu crescimento. Caso a planta passe por períodos de deficiência nutricional já no início do desenvolvimento, o rebrote após o pastejo será dificultado, o que irá prejudicar a produção acumulada de forragem e conseqüentemente a produção animal. Em trabalho realizado por Sartor et al. (2014), por exemplo, a dose de 200 kg de N ha⁻¹ foi parcelada em quatro aplicações, sendo que a primeira aplicação de 50 kg de N ha⁻¹ não foi suficiente para suprir a necessidade de N de plantas de papuã nos primeiros períodos, o que prejudicou o acúmulo e a produção total de forragem. Portanto, a adubação nitrogenada da pastagem fracionada em várias doses pode não ser suficiente para suprir a necessidade da pastagem nos períodos iniciais de desenvolvimento, mesmo que a quantidade final de adubo aplicado seja alta.

A maior absorção de N observada e considerada consumo de “luxo” pela planta, pode permitir que a cultura alcance todo seu potencial de crescimento, mesmo que em alguns períodos venha ser limitante a quantidade de N no solo (SARTOR et al., 2014). Nesse ponto está a importância de se verificar a condição nutricional da pastagem a fim de diagnosticar a necessidade de fertilização ou não.

De acordo com os resultados confrontados com a curva de diluição de Lemaire (1997) constatou-se, neste trabalho, que a aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ em cobertura na pastagem foi suficiente para suprir as necessidades de N durante

todo o período de acúmulo de forragem, pois no tratamento NP, a pastagem não teve seu crescimento limitado pela falta de N (Figura 10). Quando a adubação nitrogenada é realizada sob condições de clima e umidade favoráveis, em uma pastagem no início do perfilhamento, com alta necessidade de N, em solos argilosos e com alto teor de matéria orgânica, como neste trabalho, a probabilidade de perdas de N por volatilização ou lixiviação é baixa. Além disso, quando a adubação nitrogenada é realizada em uma única aplicação, o N absorvido pela planta no início do desenvolvimento pode retornar ao solo por meio da decomposição do material morto e ser reabsorvido pela pastagem, ou então este átomo de N consumido pelo animal, já no início do pastejo, pode retornar ao solo via urina e fezes e também ser reabsorvido pela planta ou permanecer mineralizado no solo. Portanto, dessa forma, a ciclagem de N é intensificada no sistema solo-planta-animal e assim o nutriente será usado pelas plantas e animais mais vezes, diminuindo a necessidade de maiores adubações e aumentando a eficiência técnica e econômica no uso de fertilizantes (SOARES et al., 2015).

3.3.6 Quantidade de Nitrogênio Absorvido

Foi verificada interação significativa entre os fatores adubação nitrogenada e período ($P < 0,0001$) para quantidade de N absorvido pela biomassa aérea da pastagem. À medida que houve incremento na produção de MS aumentou também a quantidade de N absorvido pela pastagem. Quando o N foi aplicado na pastagem, a quantidade total absorvida do elemento pela planta foi 55% maior, ou seja, no tratamento NP, a pastagem absorveu 257 kg de N ha^{-1} a mais que no tratamento NG (Figura 11), isso equivale a uma produção de 1.606 kg de PB ha^{-1} maior, durante todo o período de pastejo.

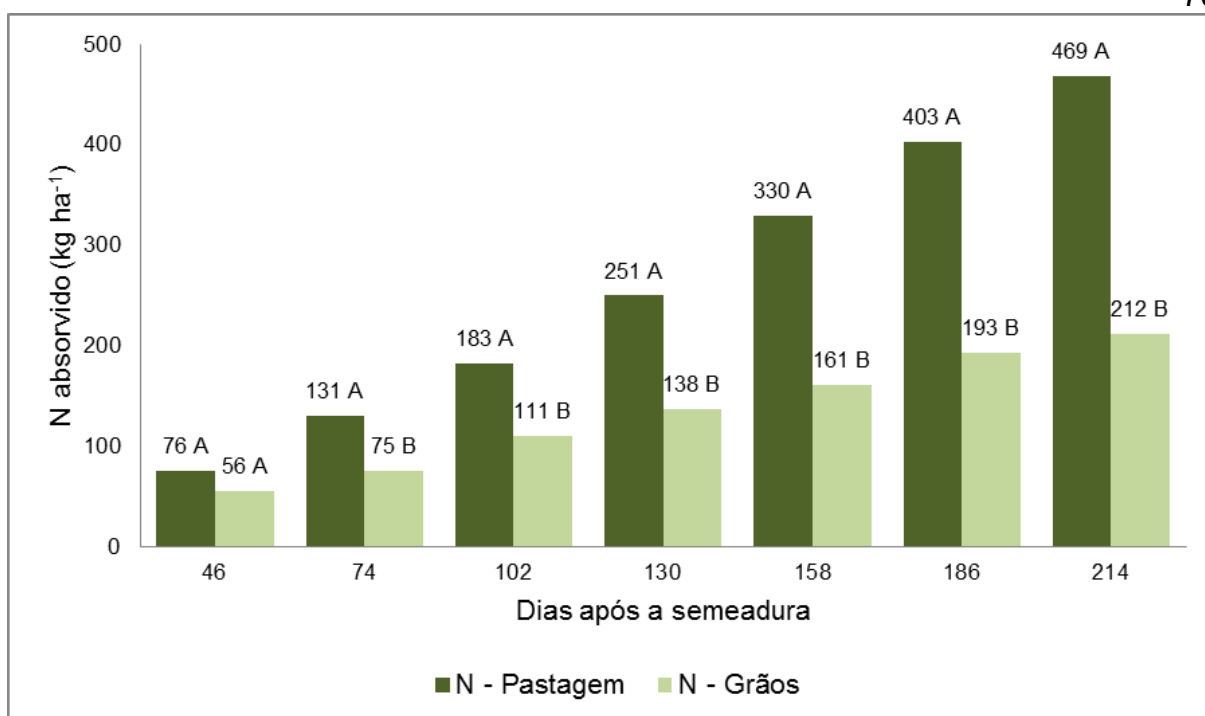


Figura 11 – Nitrogênio absorvido (kg ha⁻¹) por uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', em função dos dias acumulados após a semeadura, com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Médias seguidas de letras distintas, comparando o fator adubação nitrogenada, dentro de cada data de avaliação, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3.7 Recuperação do Nitrogênio

Os resultados para recuperação do N aplicado via adubação nitrogenada na pastagem demonstram a alta eficiência da aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' em recuperar o N que foi aplicado em forma de uréia, e também a alta demanda de plantas sob pastejo por esse nutriente, sendo que em ambos os tratamentos de alta e baixa altura do pasto, a pastagem absorveu e recuperou um valor acima do nitrogênio que foi aplicado via adubação nitrogenada, sendo que a recuperação do N, para ambos os manejos de altura do pasto, foi acima de 100% e mesmo não havendo diferença estatística, o manejo com baixa altura do pasto demandou mais N, com recuperação do nutriente, 17,63 pontos percentuais acima da recuperação no manejo com alta altura do pasto (Tabela 20).

Tabela 20 – Recuperação do N (%) aplicado na pastagem de aveia preta ‘BRS 139’ mais azevém ‘Barjumbo’ manejada com duas alturas do pasto e com adubação nitrogenada realizada na cultura de grãos ou na pastagem em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária.

	Quantidade total de N absorvido (kg ha ⁻¹)		Recuperação do N aplicado (%)
	NP	NG	
AA	444	206	118,73 ^{ns}
BA	495	218	138,36
Média	469	212	128,54

AA = Alta Altura do Pasto, BA = Baixa Altura do Pasto, NP = Nitrogênio Pastagem, NG = Nitrogênio Grãos. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

As altas taxas de recuperação do N pela pastagem, superando 100%, indicam que, provavelmente, o N aplicado contribuiu para mineralização da matéria orgânica do solo, aumentando a disponibilidade do nutriente no sistema solo-planta (HERINGER; MOOJEN, 2002). Além disso, o consórcio de espécies forrageiras melhoradas e altamente produtivas, como é o caso da aveia preta ‘BRS 139’ e do azevém tetraploide ‘Barjumbo’ de ciclo longo, faz com que o período de produção seja maior e a produção de forragem seja alta, aumentando a demanda e a absorção de N.

Dechen e Nachtigal (2007) explicam que o N faz parte da molécula de clorofila e está envolvido no processo de fotossíntese, portanto este nutriente se encontra em grande quantidade nas folhas. Deste modo, em sistemas de produção animal a pasto, a demanda por N é alta, pois a cada desfolha, as plantas terão que absorver nutrientes do solo para a renovação da área foliar pastejada. Sendo que, quando maior a intensidade da desfolha, maior a demanda por nutrientes, devido a constante renovação de folhas da pastagem.

Em trabalho realizado por Assmann et al. (2004), por exemplo, o acúmulo de forragem de uma pastagem de aveia branca mais azevém aumentou linearmente com doses crescentes de N, as quais variaram de 0 a 300 kg de N ha⁻¹, o que demonstra também o elevado potencial de resposta ao elemento pela pastagem. Segundo os mesmos autores, a maior absorção de N pela pastagem adubada permite o estabelecimento de maior índice de área foliar, maior taxa fotossintética, consequentemente maior produção de forragem, a qual suporta uma maior carga animal com maior ganho de peso vivo por hectare.

Neste contexto, em um sistema de ILP, por exemplo, são diversas as vantagens de se adubar a pastagem no inverno, sendo algumas delas:

- A menor temperatura e maior umidade no início do inverno, o que diminui as perdas por volatilização do N, quando da aplicação do adubo, além disso, o preço do adubo é menor esta época no ano, após a safra de grãos no verão;

- O sistema radicular da pastagem alcança maior área de solo que um cultivo de grãos, por exemplo, no qual seu sistema radicular se delimita praticamente a linha de semeadura, sendo que um adubo jogado a lanço na entre-linha da lavoura de grãos poderá ser perdido, enquanto na pastagem este adubo será mais rapidamente aproveitado, pelo grande volume de raízes e demanda do nutriente para o rebrote.

- A exportação do N ingerido, através do produto animal, é muito baixa no sistema pastoril, variando de 4 a 10% do N consumido (SIMPSON; STOBBS, 1981), enquanto o restante permanece no sistema solo-planta (HERINGER; MOOJEN, 2002), pois o animal recicla a maior parte dos nutrientes pelas fezes e urina.

Deste modo, o pensamento de que na ILP, a pastagem se beneficia da adubação da lavoura e, portanto, não é necessário adubar a pastagem é errado. Como verificado nos resultados do presente trabalho, no tratamento em que o N foi aplicado somente na cultura do milho, a pastagem não adubada foi incapaz de absorver quantidades de N como a pastagem adubada, sendo assim, a pastagem não adubada se desenvolve em condições insuficientes de nutrição, pois grande parte dos nutrientes foi exportada pelos grãos na ocasião da colheita da cultura de verão. Ao final, têm-se pastagens com pouco acúmulo de massa, animais com ritmo de crescimento baixo e solos expostos à compactação (CARVALHO et al., 2006).

No entanto, quando se aduba a pastagem, o potencial de rebrote e crescimento destas plantas permite um rápido aproveitamento do N disponível no solo, mantendo-o imobilizado na parte aérea até a ocorrência de uma nova desfolha, permitindo assim uma adequada reciclagem deste nutriente. Sabendo ainda que a exportação de N pela produção animal é baixa, e que grande parte retornará para o sistema via fezes, urina e também pela senescência da pastagem, o N aplicado na pastagem também permanecerá no sistema, ficando disponível para a cultura subsequente. Além disso, os nutrientes da palhada de uma pastagem adubada

estarão mais prontamente disponíveis para a cultura de grãos, pois a decomposição da palhada é mais rápida, devido a sua menor relação C/N (LANG et al., 2004).

Diversos estudos já comprovaram que a adubação nitrogenada, além de aumentar o rendimento de forragem, pode melhorar o desempenho de culturas semeadas em sucessão, devido ao aproveitamento do N residual (SANDINI et al., 2011). Em um sistema de ILP, Assmann et al. (2003) observaram que as parcelas com milho no verão, que receberam 300 kg de N ha⁻¹ na pastagem de inverno não responderam à adição de N no milho e, em média, apresentaram elevadas produtividades de grãos de milho (10.006 kg ha⁻¹). Deste modo, os autores salientam que a ILP aparece como uma das estratégias mais promissoras para desenvolver sistemas de produção menos intensivos no uso de insumos e, por sua vez, mais sustentáveis no tempo.

Nesse contexto, percebe-se que a adubação nitrogenada da pastagem não irá determinar somente o ritmo de crescimento do pasto, pela maior interceptação luminosa, ou do animal, pela maior oferta de forragem, mas também a quantidade e qualidade da palhada (e de nutrientes) acumulada e transferida para a lavoura em sucessão em um sistema ILP (CARVALHO et al., 2006). Portanto, o objetivo da fertilização via adubação química ou orgânica é a construção da fertilidade do solo, com nutrientes na faixa de suficiência e ausência de elementos tóxicos, e não somente para beneficiar uma cultura no sistema de produção.

3.3.8 Comportamento do Nitrogênio Mineral no Perfil do Solo

Na primeira avaliação, dez dias após a aplicação de N na pastagem, foi verificada interação entre os fatores adubação nitrogenada e profundidade do solo para nitrato (NO₃⁻) e amônio (NH₄⁺) no solo (P<0,05) (Figura 12).

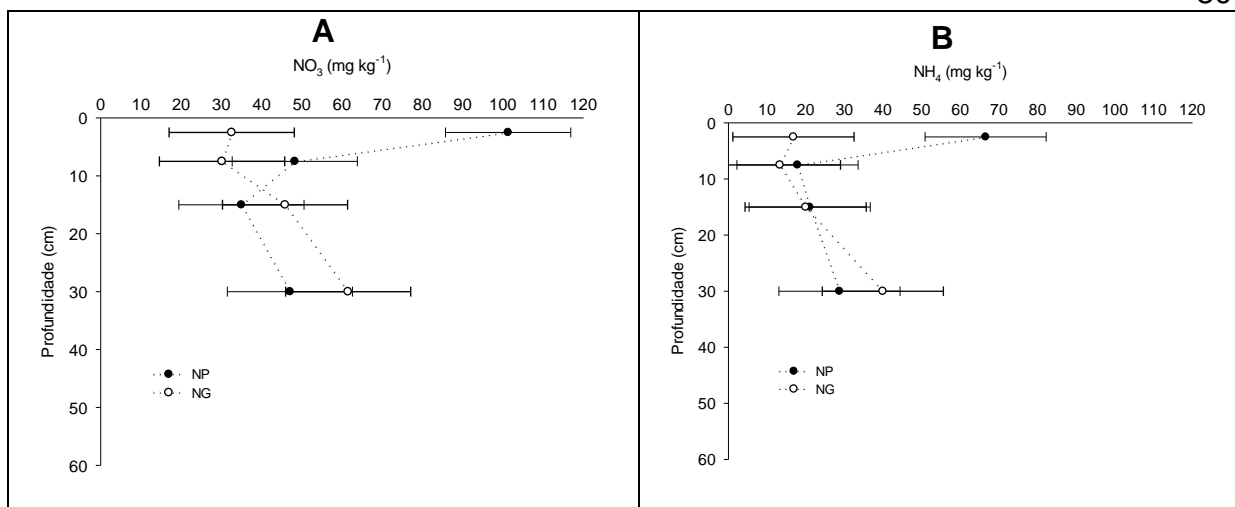


Figura 12 – Nitrato (NO₃⁻, figura 12A) e amônio (NH₄⁺, figura 12B) (mg kg⁻¹ de solo) em quatro profundidades de coleta de solo (cm) e com adubação nitrogenada realizada na pastagem ou na cultura de grãos em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária, dez dias após a adubação nitrogenada da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo'. Médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em ambas as variáveis de NO₃⁻ e NH₄⁺ no solo, somente houve diferença estatística entre os tratamentos NP e NG na profundidade 0-5 cm abaixo da superfície do solo. Após a aplicação ao solo, a ureia [CO(NH₂)₂] é hidrolisada pela enzima urease, resultando na formação de carbonato de amônio [CO(NH₂)₂ + 2H₂O → (NH₄)₂CO₃], que se decompõe rapidamente, originando amônio, bicarbonato e hidroxila [(NH₄)₂CO₃ + H₂O → 2NH₄⁺ + OH⁻ + HCO₃⁻] (TASCA et al., 2011). Enquanto que, o N amoniacal pode ser absorvido pelas plantas, porém em solos bem drenados é preferencialmente transformado em NO₃⁻ por ação microbiana, pelo processo de nitrificação. Deste modo, como era esperado, a ureia aplicada na pastagem aumentou as quantidades de NO₃⁻ e NH₄⁺ no solo na profundidade 0-5 cm, em relação ao tratamento NG.

A reação química que transforma a ureia em amônio no solo implica em elevação do pH ao redor dos grânulos do fertilizante, dessa forma, parte do NH₄⁺ se converte em amônia (NH₃⁺), que pode se perder na atmosfera, caso a ureia não seja incorporada ao solo (SANGOI et al., 2003). A quantidade de N volatilizada após a aplicação superficial de ureia ao solo é muito variável e depende de inúmeros fatores, incluindo condições climáticas e atributos relacionados ao solo (TASCA et al., 2011). Esse fenômeno pode ser pequeno, totalizando de 1 a 15% (SANGOI et al., 2003; CANTARELLA et al., 2008) ou atingir valores extremamente altos –

maiores do que 50% do N aplicado (SANGOI et al., 2003). Baixos teores de matéria orgânica, reduzida capacidade de troca de cátions (SANGOI et al., 2003), baixa umidade no solo (LIU et al., 2007), alta temperatura (TASCA et al., 2011) e valores elevados de pH favorecem a volatilização da NH_3^+ , entretanto nenhum desses fatores foi verificado neste trabalho e a recuperação do N aplicado pela pastagem superou 100%, portanto pode-se dizer que uma baixa porcentagem do N aplicado na pastagem pode ter sido perdido pela volatilização da NH_3^+ .

Ainda de acordo com a figura 12 observa-se que no tratamento NG, não houve diferença estatística entre as profundidades de coleta de solo para NO_3^- e NH_4^+ , no entanto observa-se um aumento dos teores de NO_3^- e NH_4^+ em profundidade nesse tratamento. Esse resultado indica uma possível descida do NO_3^- quando a adubação nitrogenada foi realizada na cultura de grãos (milho), pois o maior espaçamento de plantio das lavouras de grãos diminui a eficiência de uso do N aplicado, em relação às pastagens. O milho cultivado anterior a este trabalho foi semeado com espaçamento de 0,70 m entre linha, deste modo, o N aplicado na entre linha pode não ter sido aproveitado pela cultura do milho e pode ter descido no perfil do solo.

Todavia, verifica-se que na segunda coleta de solo, após a retirada dos animais dos piquetes, os teores de NO_3^- diminuem em todas as profundidades de coleta, em relação à primeira coleta (Figura 13), ou seja, grande parte do N mineral disponível às plantas foi absorvido ou imobilizado pela microbiota do solo durante o período de pastejo. Na segunda coleta de solo, observa-se efeito isolado do fator profundidade do solo para NO_3^- ($P < 0,05$) (Figura 13).

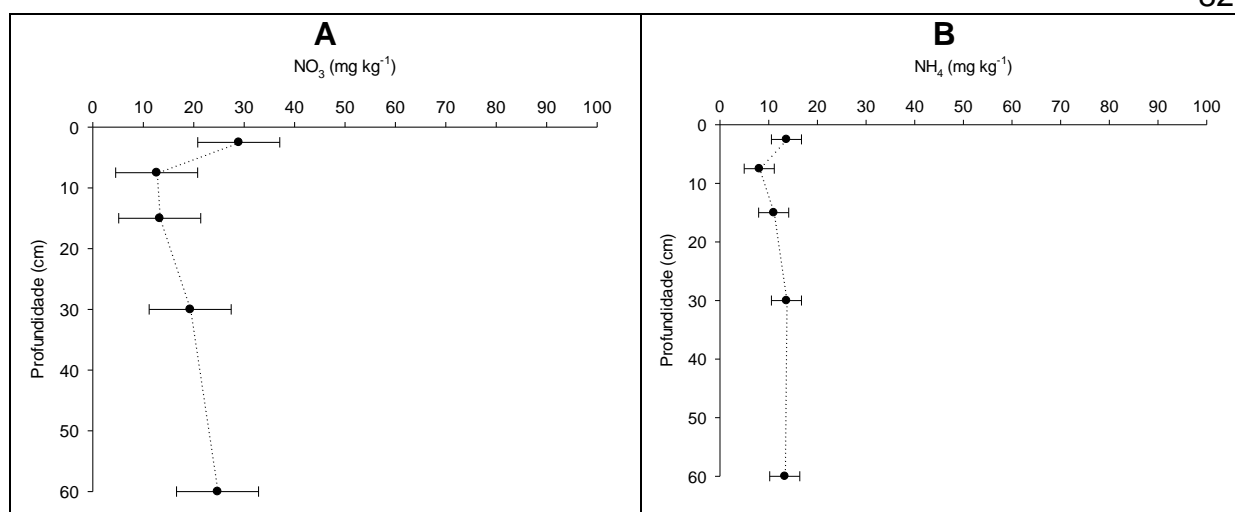


Figura 13 - Nitrato (NO₃⁻, figura 13A) e amônio (NH₄⁺, figura 13B) (mg kg⁻¹ de solo) em cinco profundidades de coleta de solo (cm) após o período de utilização de uma pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo'. Médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com Ketterings et al. (2012), teores acima de 25 mg kg⁻¹ de NO₃⁻ no solo podem indicar lixiviação de NO₃⁻, deste modo não foi observada lixiviação do NO₃⁻ ao final do período de utilização da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo'. Segundo Primavesi et al. (2006), pode-se esperar baixo risco potencial de contaminação do lençol freático com N-NO₃⁻ em solos profundos com doses iguais ou inferiores a 500 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N em pastagens.

Assmann et al. (2003) considera um fator positivo a maior disponibilidade de N mineral, pois o nutriente está na forma que as plantas teriam fácil acesso, mas também enfoca que esta disponibilidade pode expor o elemento aos processos de lixiviação que são intensificados pela urina dos animais. No presente trabalho observa-se que não houve lixiviação de N mineral advinda da adição do fertilizante nitrogenado uma vez que grande parte do N inorgânico se concentra nas camadas superficiais e é normal encontrar N mineral em camadas mais profundas do perfil do solo devido ao processo de lixiviação, especialmente NO₃⁻, advindas de adubações nitrogenadas anteriores ou mesmo no processo de mineralização do N contido na matéria orgânica.

Na segunda coleta de solo, também foi verificado efeito isolado do fator adubação nitrogenada para os teores de NH₄⁺ no solo (P<0,05) (Tabela 21).

Tabela 21 – Amônio (NH_4^+ , mg kg^{-1} de solo) no solo, após o período de utilização da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', com épocas de aplicação de N em sistema ILP, aplicação de N na pastagem (NP) ou na cultura de grãos (NG).

Adubação nitrogenada	NH_4^+ (mg kg^{-1})
Nitrogênio na pastagem (NP)	10,71 b
Nitrogênio na cultura de grãos (NG)	13,16 a

Médias não seguidas por mesma letra, na coluna, diferem significativamente, pelo teste F, em nível de 5% de probabilidade de erro.

No final do período de utilização da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', foram observados maiores teores de NH_4^+ no solo no tratamento NG. Nesse tratamento, a demanda por N pela pastagem era maior, pois as plantas encontravam-se em déficit nutricional, deste modo uma maior quantidade de N pode ter sido mineralizado da matéria orgânica para suprir as necessidades da pastagem.

3.4 CONCLUSÕES

O manejo da altura do pasto (24 e 11 cm) não interfere na produção acumulada da aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', entretanto o teor de N da biomassa aérea acumulada é maior na baixa altura do pasto em alguns períodos.

A adubação nitrogenada da pastagem aumenta a produção acumulada de forragem e o teor de N na biomassa aérea acumulada, enquanto que o efeito residual do N aplicado na fase de produção para cultura de grãos (milho) não é suficiente para suprir as necessidades nutricionais da pastagem e a produção é afetada pelos períodos com deficiência de N.

A pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' é eficiente no uso e na recuperação do N do solo, em ambos os tratamentos com alta e baixa altura do pasto.

A adubação nitrogenada da pastagem aumenta a disponibilidade do N mineral para as plantas na camada 0-5 cm abaixo da superfície do solo. Não é verificada lixiviação de NO_3^- em solos com alto teor de matéria orgânica e com adubação de $200 \text{ kg de N ha}^{-1}$ em uma única aplicação no perfilhamento da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo'.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Experimentos de longa duração e com animais em pastejo são fundamentais para um melhor entendimento da ciclagem de nutrientes no sistema ILP e dos benefícios que a presença do animal pode acarretar no sistema, dependendo do manejo correto das fases pastagem e lavoura. Neste trabalho, mesmo avaliando o quarto ciclo de cultivo deste experimento que iniciou em 2012, já é possível perceber a necessidade de uma mudança nos parâmetros para a recomendação de adubação das culturas, principalmente em sistemas integrados de produção.

Fórmulas prontas de adubação para culturas de grãos, as quais poucas vezes levam em consideração a análise de solo e menos ainda o histórico de adubação e produtividade da área, diminuem a eficiência de utilização do adubo aplicado e podem causar problemas ambientais. Portanto, a adubação das culturas ou dos sistemas de produção deve ser realizada de forma mais consciente, a fim de maximizar a eficiência de uso dos nutrientes.

No meio científico e acadêmico, o conhecimento sobre sistemas ILP tem avançado muito, todavia entre os produtores, técnicos e extensionistas, ainda existe um receio em mudar a adubação, diminuir as doses de fertilizantes e, em alguns casos, observa-se uma dificuldade em manejar corretamente a pastagem no inverno, muitas vezes por falta de conhecimento. Desta forma, a difusão dos resultados entre os produtores e técnicos é importante, pois eles são os maiores interessados no uso desta tecnologia no campo.

O Índice Nutricional Nitrogenado e a curva de diluição do N são ferramentas eficazes na determinação do estado nutricional nitrogenado das plantas, entretanto, as metodologias de análise foliar de nutrientes em laboratório, geralmente utilizadas, ainda tornam as análises demoradas, o que inviabiliza para o produtor o uso dessas ferramentas na decisão da realização de adubação nitrogenada. Portanto, o estudo de metodologias para análise foliar em laboratório mais rápida e eficaz, se faz necessário. Um exemplo é o uso do NIRS (*Near-Infrared Spectroscopy*), no qual é possível realizar a análise foliar de nutrientes mais rapidamente e viabilizar o uso das metodologias propostas por Lemaire (1997) no campo.

Em 2016, o experimento já se encontra no oitavo ciclo de cultivo, com

safrinha de feijão, e diversas análises já foram realizadas, principalmente em relação à dinâmica do N no sistema. Em propriedades no sudoeste do Paraná e oeste de Santa Catarina, nutrientes como o K, já se encontra acima do nível crítico no solo, entretanto a adubação potássica continua sendo realizada por meio das formulações N-P-K. Deste modo, estudos da dinâmica do K e P no sistema também são necessários. Além disso, o estudo do uso de leguminosas no sistema também é essencial e avaliações das emissões de gases do efeito estufa podem auxiliar nos estudos sobre o impacto ambiental destes sistemas de produção agropecuária.

Neste experimento, por estar sendo conduzido em clima subtropical, são cultivadas plantas C3 no período de inverno. Entretanto, considerando a grande área com clima tropical no Brasil, é preciso extrapolar as pesquisas para a agropecuária tropical, pois, devido ao cultivo de pastagens com plantas C4, as quais incorporam quatro átomos de carbono para cada átomo de nitrogênio, esses sistemas de produção em clima tropical possuem grande potencial de crescimento e aumento da eficiência de uso do N de 25%, em relação aos sistemas de clima subtropical com cultivo de plantas C3 no inverno.

O Brasil, mesmo com todo o potencial para a produção de carne a pasto, sem precisar diminuir as áreas de produção ou a produtividade das culturas de grãos, por meio dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária, ainda mantém um sistema que produz proteína vegetal e exporta para a produção de proteína animal em confinamento no exterior. Logo, será necessária uma mudança para que, ao invés de exportar proteína vegetal, exportaremos proteína animal e o país terá que se preparar tecnicamente para aumentar e aprimorar a produção de carne a pasto, com menor impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

- AGUINAGA, A. A. Q.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I. et al. Componentes estruturais e produção de forragem de uma pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1523-1530, 2008.
- AGUINAGA, A. A. Q.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I. et al. Produção de novilhos superprecoces em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1765-1773, 2006.
- AIOLFI, R. B.; SOARES, A. B.; ADAMI, P. F. et al. Dinâmica de produção de forragem de cultivares de azevém anual submetidos ao regime de cortes em diferentes locais de avaliação. **Revista Sodebras**, v. 10, n.111, p.193-196, 2015.
- ALVES, R. C.; BREMM, C.; NUNES, C. L. R. et al. Suprimento de nitrogênio para culturas de verão pela aplicação antecipada em azevém pastejado por ovinos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p.1406-1415, 2015.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropico brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, v.8, p.325-380, 2013.
- ANGHINONI, I.; MARTINS, A. P.; COSTA, S. E. V. G. A. et al. O solo no contexto: ciclagem de nutrientes e adubação do sistema. In: Grupo de Pesquisa em Sistema Integrado de Produção Agropecuária (GPSIPA). **Integração soja - bovinos de corte no sul do Brasil**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. p. 66-70. (Boletim técnico).
- ASSMANN, A. L.; PELISSARI, A.; MORAES, A. et al. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de Integração Lavoura-Pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.37-44, 2004.
- ASSMANN, A. L.; PIN, E. A. Manejo de Biomassa. In: ASSMANN, A. L.; SOARES A. B.; ASSMANN, T. S. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária para a agricultura familiar**. Londrina: IAPAR, 2008. p.11-13.
- ASSMANN, T. S. **Ciclagem de nutrientes (N e K) e eficiência de uso de adubos nitrogenados em SIPA**. 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=90F2q95RK5g>>. Acesso em: 01 fev. 2016.
- ASSMANN, T. S.; RONZELLI JÚNIOR, P.; MORAES; A. et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de**

Ciência do Solo, v.27, n.4, p.675-683, 2003.

ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A. L.; ASSMANN, J. M. Ciclagem de nutrientes e adubação. In: ASSMANN, A. L.; SOARES A. B.; ASSMANN, T. S. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária para a agricultura familiar**. Londrina: IAPAR, 2008. p.16-24.

BAGGIO, C.; CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J. L. S. et al. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.215-222, 2009.

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

BARTH NETO, A.; CARVALHO, P. C. F.; LEMAIRE, G. et al. Perfilamento em pastagens de azevém em sucessão a soja ou milho, sob diferentes métodos e intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.3, p.329-338, 2013.

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.

CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z. F. Nitrogênio e enxofre. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. v. 2. IPNI, 2011. p. 18-47.

CANTARELLA, H.; TRIVELIM, P. C. O.; CONTIN, T. L. M. et al. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 4, p. 397-401, 2008.

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.

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

CARVALHO, P. C. F.; MEZZALIRA, J. C.; FONSECA L. et al. Do bocado ao sítio de pastejo: manejo em 3D para compatibilizar a estrutura do pasto e o processo de pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 7., 2009, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2009. p.116-137.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; ANGHINONI, I. et al. Manejo da Integração Lavoura-Pecuária para a região de clima subtropical. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 2006. Uberaba. **Anais...** Uberaba: FEBRAPD, 2006. p.177-184.

CARVALHO, P. C. F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; POLI, C. H. E. C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 853-871.

CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J. L. S.; MORAES, A. et al. Manejo de animais em pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. CD-ROM.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; PONTES, L. S. et al. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.5, p.1040-1046, 2014.

CASAGRANDE, D. R.; RUGGIERI, A. C.; JANUSCKIEWICZ, E. R. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2108-2115, 2010.

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

CAUDURO, G. F.; CARVALHO, P. C. F.; BARBOSA, C. M. P. et al. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada sob diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1298-1307, 2006.

CONANT, R. T. Challenges and opportunities for carbon sequestration in grassland systems: A technical report on grassland management and climate change mitigation. **Integrated Crop Management**. FAO. Vol 9. Rome. 2010.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JR., D. Ecofisiologia da produção animal em pastagens e suas implicações sobre o desempenho e a produtividade de sistemas pastoris. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2007, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Suprema, 2007. p.1-48.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.) **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de

Ciência do Solo, 2007. p. 95.

DOU, Z.; KOHN, R. A.; FERGUSON, J. D. et al. Managing Nitrogen on Dairy Farms: An Integrated Approach I. Model Description. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.11, p.2071-2080, 1996.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPQ, 2013. 306 p.

FAGUNDES, J. A.; SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S. et al. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agrícola**, v.56, p.1141-1150, 1999.

FISHER, M. J.; BRAZ, S. P.; SANTOS, R. S. M. et al. Another dimension to grazing systems: soil carbon. **Tropical Grasslands**, v.41, p. 65-83, 2007.

FLORES, J. P. C.; ANGUINONI, I.; CASSOL, L. C. et al. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.4, p.771-780, 2007.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; OLIVEIRA, J. T. et al. Gramíneas forrageiras anuais de inverno. In: FONTANELI, R. S. (Ed.) **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p.127-172.

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.

GEBHART, D. L.; JOHNSON, H. B.; MAYEUX, H. S. et al. The CRP increases soil organic carbon. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.49, n.5, p.488-492, 1994.

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.

GROLI, F. L.; GAI, V. F.; OLIVEIRA, E. Matéria seca de aveia em cortes sucessivos. **Acta Iguazu**, v.1, n.2, p. 75-79, 2012.

HERINGER, I.; MOOJEN, E. L. Potencial produtivo, alterações da estrutura e qualidade da pastagem de milheto submetida a diferentes níveis de nitrogênio.

Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.2, p.875-882, 2002.

HUTCHINGS, N. J.; SOMMER, S. G.; JARVIS, S. C. A model of ammonia volatilization from a grazing livestock farm. **Atmospheric Environmental**. v.30, n.4, p.589-599, 1996.

KETTERINGS, Q. M.; ALBRECHT, G.; CZYMMEK, K. et al. **Pre-sidedress Nitrate Test**. 2012. Disponível em: <<http://nmsp.cals.cornell.edu/publications/factsheets/factsheet3.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2016.

KOHN, R. A.; DOU, Z.; FERGUSON, J. D. et al. A sensitivity analysis of nitrogen losses from dairy farms. **Journal of Environmental Management**. v.50, n.4, p.417-428, 1997.

KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P.; NUNES, P. A. A. et al. Fase Pastagem: Produção e manejo do pasto. In: Grupo de Pesquisa em Sistema Integrado de Produção Agropecuária (GPSIPA). **Integração soja - bovinos de corte no sul do Brasil**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. p. 33-38. (Boletim técnico).

LANG, C. R.; PELISSARI, A.; DE MORAES, A. et al. Fitomassa aérea residual da pastagem de inverno no sistema Integração Lavoura-Pecuária. **Scientia Agraria**, v.5, n.1-2, p.43-48, 2004.

LEMAIRE, G. **Diagnosis of nitrogen status in crop**. Heidelberg: Springer, 1997.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Curitiba: CABI Publishing, 1999. p.265-287.

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

LEMAIRE, G.; GASTAL, F. N uptake and distribution in plant canopies. In: LEMAIER, G. (Ed.) **Diagnosis of nitrogen status in crop**. Heidelberg: Springer - Verlag, 1997. p.3-43.

LEMAIRE, G.; SALETTE, J. Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélevement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. 1. Etude de l'effet du milieu. **Agronomie**, v.4, p.241-249, 1984.

LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. **SAS system for mixed models**. Cary: SAS Institute, 1996. 633p.

LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D.; SCHABENBERGER, O. **SAS for mixed models**. 2 ed. Cary: SAS Institute, 2006. 813p.

LIU, G.; LI, Y.; ALVA, A. K. High water regime can reduce ammonia volatilization from soils under potato production. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 38, p. 1203-1220, 2007.

LUPATINI, G. C.; RESTLE, J.; CERETTA, 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.

LUPATINI, G. C.; RESTLE, J.; VAZ, R. Z. et al. Produção de bovinos de corte em pastagem de aveia preta e azevém submetida à adubação nitrogenada. **Ciência Animal Brasileira**, v.14, n.2, p.164-171, 2013.

LUSTOSA, S.; MACHADO, D.; BALDISSERA, T. et al. Experiências de Integração Lavoura-Pecuária na Região Central do Paraná. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 6, n. 2, 2011.

MARTINELLI, L. A. Os caminhos do nitrogênio – do fertilizante ao poluente. **Informações Agronômicas**, n.118, p.6-10, 2007.

McNAUGHTON, S. J. **Compensatory plant growth as a response to herbivory**. Copenhagen: Oikos, 1983.

MORAES, A.; PIVA, J. T.; SARTOR, L. R.; CARVALHO, P. C. F. Avanços científicos em Integração Lavoura-Pecuária no sul do Brasil. **Synergismus scyentifica**, v.6, n.2, 2011.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In.: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952. **Proceedings...** Pennsylvania: State College Press, 1952. p. 1380-1395.

MÜLLER, L.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P. et al. Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1343-1348, 2009.

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. 157 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

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.

PELLEGRINI, L. G.; MONTEIRO, A. L. G.; NEUMANN, M. et al. Produção e qualidade de azevém-anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1894-1904, 2010.

PIAZZETTA, H. von L.; MORAES, A.; RIBEIRO, T. M. D. et al. Pastejo e nitrogênio sobre o crescimento de raízes na mistura de aveia preta e azevém. **Semina**, v. 35, n. 4, p. 2749-2768, 2014.

PONTES, L. S.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C. et al. Fluxo de biomassa em pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejadas em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.529-537, 2004.

PONTES, L. S.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. et al. Variáveis morfogênicas e estruturais de Azevém Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.814-820, 2003.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; CORREA, L. A. et al. Lixiviação de nitrato em pastagem de *coastcross* adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.683-690, 2006.

QUADROS, F. L. F.; BANDINELLI, D. G. Efeitos da adubação nitrogenada e de sistemas de manejo sobre a morfogênese de *Lolium multiflorum* Lam. e *Paspalum urvillei* Steud. em ambiente de várzea. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.34, n.1, p.44-53, 2005.

ROMAN, J.; ROCHA, M. G.; PIRES, C. C. et al. Comportamento ingestivo e desempenho de ovinos em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) com diferentes massas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.780-788, 2007.

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

RUGGIERI, A. C.; CARDOSO, A. S.; RAPOSO, E. et al. Mitigação de gases estufa e impacto na pecuária. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 3., 2015, Dois Vizinhos. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2015. p. 217-252.

SADRAS, V. O.; LEMAIRE, G. Quantifying crop nitrogen status for comparisons of agronomic practices and genotypes. **Field Crops Research**, v. 164, p. 54-64, 2014.

SANDINI, I. E.; MORAES, A.; PELISSARI, A. et al. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v. 41, n. 8, p. 1315-1322, 2011.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; LECH, V. A. et al. Volatilização de N-NH₃ em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, v. 33, n.4, p.687-692, 2003.

SANTI, A.; AMADO, T. J. C.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta: I. Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1075-1083, 2003.

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, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BRAZ, T. G. S. et al. Características morfológicas e estruturais de perfilhos de capim-braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.535-542, 2011.

SARTOR, L. R.; ASSMANN, T. S.; SOARES, A. B. et al. Assessment of the nutritional status of grassland: nitrogen nutrition index. **Semina**, v.35, n.1, p.449-456, 2014.

SAS Institute. **Statistical analysis system user's guide**. Version 9.0. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2002.

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.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO ESTADO DO PARANÁ – SEAB. Área e Produção de grãos de verão e inverno no Estado do Paraná por Unidade Administrativa da SEAB de 2008 a 2012. Disponível em:<<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=137>> Acesso em: 28 jul. 2014.

SILVA, F. D.; AMADO, T. J. C.; BREDEMEIER, C. et al. Pasture grazing intensity and presence or absence of cattle dung input and its relationships to soybean nutrition and yield in integrated crop-livestock systems under no-till. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 84-91, 2014.

SIMPSON, J. R.; STOBBS, T. H. Nitrogen supply and animal production from pastures. In: MORLEY, F. H. W. (Ed.). **Grazing animals**. Amsterdam: The Hague, 1981. p.261-288.

SOARES FILHO, C. V.; PARIS, W.; CECATO, U. et al. Estrutura da vegetação de pastagens e qualidade da forragem. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 3., 2015, Dois Vizinhos. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2015. p.55-79.

SOARES, A. B.; AIOLFI, R. B.; DE BORTOLLI, M. A. et al. Produção animal e vegetal em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 3., 2015, Dois Vizinhos. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2015. p. 139-176.

SOARES, A. B.; RESTLE, J. Produção animal e qualidade de forragem de pastagem de triticale e azevém submetida a doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.908-912, 2002.

SOARES, A. B.; RESTLE, J.; ROSO, C. et al. Dinâmica, qualidade, produção e custo de produção de forragem da mistura aveia preta e azevém anual adubada com diferentes fontes de nitrogênio. **Ciência Rural**, v.31, n.1, p.117-122, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Nutrição Mineral. In: _____. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. p.107-130.

TASCA, F. A.; ERNANI, P. R.; ROGERI, D. A. et al. Volatilização de amônia do solo após aplicação de uréia convencional ou com inibidor de urease. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 493-502, 2011.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**, Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS, 174p. 1995.

TRUJILLO, W.; FISHER, M. J.; LAL, R. Root dynamics of native savanna and introduced pastures in the Eastern Plains of Colombia. **Soil and Tillage Research**, v.87, n.1, p.28-38, 2006.

VENDRAMINI, J. M. B.; DUBEUX JR., J. C. B.; SILVEIRA, M. L. Nutrient cycling in tropical pasture ecosystems. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.2, p.308-315, 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE 01 - Valores de P para fatores isolados e interações no modelo.

Variável	Alt	N	Alt*N	Per	Per*Alt	Per*N	Per*Alt*N
Alt Real	<0,0001	0,2293	0,1962	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
MF	<0,0001	0,0866	0,4652	<0,0001	<0,0001	0,0839	0,0108
DF	0,0084	0,0016	0,8132	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0326
DPP	0,0109	0,0002	0,0104	0,0088	0,5639	0,3402	0,7715
%Av	0,0015	0,0111	0,8450	<0,0001	0,0097	0,0163	0,9000
%Az	<0,0001	<0,0001	0,2822	<0,0001	0,0030	0,0584	0,7411
%MM	0,0015	<0,0001	0,2236	0,0214	<0,0001	<0,0001	0,5856
FAv	0,0007	0,1292	0,4524	0,0011	0,4309	0,0453	0,2821
CAv	<0,0001	0,2114	0,3480	0,0050	0,1334	0,0975	0,9110
RFCav	0,0548	0,2337	0,4965	0,1820	0,0140	0,0029	0,0104
%Faz	<0,0001	<0,0001	0,5652	<0,0001	0,0026	0,0471	0,6397
Caz	0,1028	0,0713	0,3592	<0,0001	0,6241	0,4520	0,6120
RFCaz	0,6053	0,1439	<0,0001	<0,0001	0,1279	0,0271	0,0392
TAD	0,8567	<0,0001	0,7758	0,0006	0,0497	0,0004	0,3007
ProAcu	0,8978	0,0002	0,8889	<0,0001	0,7178	<0,0001	0,9278
MSresidual	0,0054	0,0325	0,1714	-	-	-	-
Teor N	0,0044	<0,0001	0,5673	<0,0001	0,0051	0,0640	0,0810
INN	0,0246	<0,0001	0,6671	<0,0001	0,0127	<0,0001	0,1257
Nabs	0,4480	<0,0001	0,4713	<0,0001	0,6000	<0,0001	0,8870

Alt = Altura do Pasto; N= Nitrogênio; Per= Período; MF= Massa de Forragem; DF= Densidade de Forragem; DPP= Densidade Populacional de Perfilhos; Av= Aveia; Az= Azevém; MM= Material Morto; FAv= Folha Aveia; CAv= Colmo Aveia; RFCav= Relação Folha/Colmo Aveia; Faz= Folha Azevém; Caz= Colmo Azevém; RFCaz= Relação Folha/Colmo Azevém; TAD= Taxa de Acúmulo Diário; ProAcu= Produção Acumulada de Forragem; Teor N= Teor de nitrogênio na biomassa aérea; INN= Índice Nutricional Nitrogenado; Nabs= Nitrogênio absorvido.

APÊNDICE 02 - Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade, coeficiente de variação da parcela principal (CV PP, em %) e coeficiente de variação da subparcela (CV SP, em %), de um experimento com aveia preta mais azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator C= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator D= profundidades do solo: 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis: NO₃ (nitrato, em mg kg⁻¹) e NH₄ (amônia, em mg kg⁻¹) na primeira coleta de solo.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		NO ₃	NH ₄
Bloco	2	421,7938 ^{ns}	136,8019 ^{ns}
A	1	131,9039 ^{ns}	3,3075 ^{ns}
C	1	2834,9965 ^{ns}	1458,6075 ^{ns}
A*C	1	245,2100 ^{ns}	147,0000 ^{ns}
Erro AC	6	541,0366 ^{ns}	694,7894 ^{ns}
D	3	2053,0799*	1748,0750*
A*D	3	716,0880 ^{ns}	172,6025 ^{ns}

C*D	3	4430,7783*	2131,1325*
A*C*D	3	335,3842 ^{ns}	355,0050 ^{ns}
Erro B	24	381,8510	386,7325
Média geral	-	50,18	28,00
CV PP (%)	-	46,35	94,14
CV SP (%)	-	38,94	70,23

Significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F. ^{ns}Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

APÊNDICE 03 - Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade, coeficiente de variação da parcela principal (CV PP, em %) e coeficiente de variação da subparcela (CV SP, em %) para as variáveis: NO₃ (nitrato, em mg kg⁻¹) e NH₄ (amônia, em mg kg⁻¹) em cinco profundidades de coleta de solo, na segunda avaliação, após a retirada dos animais dos piquetes.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		NO ₃	NH ₄
Bloco	2	513,6567 ^{ns}	60,0495*
A	1	282,534 ^{ns}	12,4215 ^{ns}
C	1	87,16971 ^{ns}	90,0375*
A*C	1	13,93944 ^{ns}	16,5375 ^{ns}
Erro AC	6	418,3090 ^{ns}	7,6195 ^{ns}
D	4	604,7282*	71,001 ^{ns}
A*D	4	371,9089 ^{ns}	71,589 ^{ns}
C*D	4	185,3351 ^{ns}	41,5275 ^{ns}
A*C*D	4	238,4792 ^{ns}	55,4925 ^{ns}
Erro B	32	215,3754	31,017
Média geral	-	19,77	11,94
CV PP (%)	-	103,45	23,12
CV SP (%)	-	74,23	46,66

Significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F. ^{ns}Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.