

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**COMPOSIÇÃO BOTÂNICA, ESTRUTURAL, VALOR  
NUTRICIONAL E DINÂMICA DO NITROGÊNIO EM  
PASTAGENS DE AZEVÉM CONSORCIADAS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Fernando Reimann Skonieski**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

**COMPOSIÇÃO BOTÂNICA, ESTRUTURAL, VALOR  
NUTRICIONAL E DINÂMICA DO NITROGÊNIO EM  
PASTAGENS DE AZEVÉM CONSORCIADAS**

**por**

**Fernando Reimann Skonieski**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia.**

**Orientador: Julio Viégas**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**COMPOSIÇÃO BOTÂNICA, ESTRUTURAL, VALOR NUTRICIONAL  
E DINÂMICA DO NITROGÊNIO EM PASTAGENS DE AZEVÉM  
CONSORCIADAS**

elaborada por  
**Fernando Reimann Skonieski**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Zootecnia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Julio Viégas, Dr.**  
(Presidente/Orientador/UFSM)

**Rogério Fôlha Bermudes, Dr.**  
(Co-orientador/CESNORS/UFSM)

**José Laerte Nörnberg, Dr.**  
(Co-orientador/UFSM)

Santa Maria, 19 de fevereiro de 2009.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pela vida, saúde, capacidade, dentre outras tantas.

A minha família. Meus pais Sadi e Sandra, por todo apoio, incentivo, dedicação, conselhos, carinho, amizade, por tudo. Aos meus irmãos pelo carinho e amizade.

Ao professor e orientador Julio Viégas pela oportunidade, por sua amizade, ensinamentos, dedicação, disponibilidade e paciência.

Ao professor e co-orientador José Laerte Nörnberg pelo grande incentivo, colaboração, ensinamentos, por sempre fazer-se disponível, ora para uma conversa, ora cedendo o laboratório para análises, emprestando materiais, etc.

Ao professor e co-orientador Rogério Bermudes por sua disponibilidade, incentivo e contribuições.

Ao professor Clair Jorge Olivo e seu orientado Magnos Fernando Ziech, por disponibilizarem as áreas experimentais, tornando possível a realização do trabalho.

A todos os amigos e colegas de mestrado, pelo companheirismo e amizade, e também aqueles que sempre estiveram por perto emprestando seu apoio e que sou muito grato, Guilherme Ebling Rossi, Jader Silva Lopes, Vagner Guasso da Costa, Juliano Farias e Gilmar Meinerz.

Aos amigos e colegas de trabalho Andréia Engelmann, Juliano Binotto, Ismael Bieger, Olmar Denardin e Ricardo Comin, que contribuíram de forma efetiva para que o trabalho pudesse ser concluído.

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

A todos que de alguma forma contribuíram.

Muito obrigado!

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade Federal de Santa Maria

### COMPOSIÇÃO BOTÂNICA, ESTRUTURAL, VALOR NUTRICIONAL E DINÂMICA DO NITROGÊNIO EM PASTAGENS DE AZEVÉM CONSORCIADAS

AUTOR: FERNANDO REIMANN SKONIESKI  
ORIENTADOR: JULIO VIÉGAS

Local e Data da Defesa: Santa Maria, 19 de fevereiro de 2009.

A utilização de leguminosas em mistura com gramíneas é uma alternativa prática e econômica de incrementar nitrogênio no solo e planta, aumentando a sustentabilidade dos sistemas pastoris. O objetivo do trabalho foi avaliar diferentes espécies em consórcio com azevém sobre a composição botânica, estrutural, nutricional e a dinâmica do N nas pastagens, em um sistema de transição agroecológica. Foi avaliada a cultura do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), cv. Comum, sendo os tratamentos compostos pelos consórcios com aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), cv. Comum (AZ+AV), trevo branco (*Trifolium repens* L.), cv. Yi (AZ+TB) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & Gregory), cv. Amarillo (AZ+AF). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições. O 1º pastejo foi realizado com 21 dias após a emergência das plantas nas pastagens de AZ+AV e AZ+AF, e com 28 dias após a emergência na pastagem de AZ+TB. O 2º pastejo na pastagem de AZ+AV ocorreu 30 dias após o 1º pastejo, enquanto para as demais pastagens ocorreu 37 dias após. As taxas de acúmulo de MS considerando o período de exclusão até a produção de MS atingir o pico foi de 77,7, 75,0 e 71,3 kg/ha de MS/dia, para as pastagens consorciadas com AZ+TB, AZ+AF e AZ+AV, respectivamente. A relação folha/colmo até o primeiro pastejo foi elevada em todos os tratamentos. Em relação às curvas de diluição do N, o valor do coeficiente ( $\beta$ ) em todas as pastagens foi menor que -0,60, o maior declínio da concentração de N no tecido vegetal em função do acúmulo de MS ocorreu na pastagem de AZ+TB (-0,94), seguido das pastagens de AZ+AF e AZ+AV, respectivamente. O maior conteúdo de N no tecido vegetal foi observado no azevém quando consorciado com trevo branco.

**Palavras-chave:** amendoim forrageiro, coeficiente de diluição, fibra em detergente neutro, leguminosas, nutrientes, trevo branco

## ABSTRACT

Dissertation of Mastership  
Post-Graduation in Animal Science Program  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### **BOTANIC, STRUCTURAL COMPOSITION AND NUTRITIONAL VALUE AND NITROGEN DYNAMIC ON RYEGRASS PASTURES INTERCROPPED**

AUTHOR: FERNANDO REIMANN SKONIESKI

ADVISER: JULIO VIÉGAS

Date and Defense's Place: Santa Maria, February 19, 2009.

The utilization of leguminous plants as a mixing with grass is an economic and simple alternative for the increment of nitrogen on soil and plants, building up the sustainability of pasture systems. This work aimed to evaluate the different species plants consorted with ryegrass through the N incidence on pastures, regarding the MS accumulation, within an agro ecological transition system. The experimental pasture was established by the minimum tillage of the soil after doing two harrowing. It was evaluated in the annual ryegrass culture (*Lolium multiflorum* Lam.), cv. Common and its treatment was composed joining black oats, white clover and forage peanut. The first grazing was done 21 days after the plants emerge in the pastures of AZ+AV and AZ+AF and 28 days after emerging in the pasture of AZ+TB. The second grazing, at the AZI+AV pasture, occurred 30 days after the first one, whereas to the others, it occurred 37 days after. The rates of MS accumulation, considering the period of exclusion until the MS production hit the top, was 77,7, 75 and 71kg/ha of MS/day for the pastures joint with AZ+TB, AZ+AF and AZ+AV, respectively. The relation between leaf and culm, until the first grazing, was raised in every experiment. The coefficient ( $\beta$ ), which was used in all the pasture samples, was lower than -0,60; the highest N concentration declination in plant tissues, as a consequence of the MS accumulation, occurred in the AZ+TB (-0,94) pasture sample and in the AZ+AF and AZ+AV pastures on the sequence, respectively. The highest content of N, in the plant tissue, was found in the ryegrass only when it was mixed up with white clover.

**Key words:** coefficient of dilution, forage peanut, legumes, neutral detergent fiber, nutrients, white clover

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO 2 - COMPOSIÇÃO BOTÂNICA, ESTRUTURAL E VALOR NUTRICIONAL DE PASTAGENS DE AZEVÉM CV. COMUM CONSORCIADAS.....33**

Tabela 1. Acúmulo de MS total (kg/ha de MS), biomassa verde, material morto e outras espécies em percentagem da MS total, de pastagens de azevém associado à aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), exclusas do pastejo, Santa Maria, RS, 2005 .....56

Tabela 2. Acúmulo de azevém (kg/ha de MS), folha, colmo, inflorescência em percentagem da MS total e relação folha/colmo de pastagens de azevém associado à aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), exclusas do pastejo, Santa Maria, RS, 2005.....57

Tabela 3. Acúmulo de leguminosas e aveia em percentagem da MS total, e de leguminosas em percentagem da biomassa verde, de pastagens de azevém associado à aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), exclusas do pastejo, Santa Maria, RS, 2005.....58

## LISTA DE FIGURAS

### **CAPÍTULO 2 - COMPOSIÇÃO BOTÂNICA, ESTRUTURAL E VALOR NUTRICIONAL DE PASTAGENS DE AZEVÉM CV. COMUM CONSORCIADAS.....33**

Figura 1. Acúmulo de MS total, MS verde e material morto (kg/ha de MS) de pastagens de azevém associado com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), durante 2 ciclos de pastejo e após exclusão. ....47

Figura 2. Acúmulo de folhas, colmo e inflorescência (kg/ha de MS) da cultura do azevém associada com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), durante 2 ciclos de pastejo e após exclusão. ....48

Figura 3. Acúmulo de folhas, colmo e inflorescência (kg/ha de MS) da cultura do azevém associada com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), durante o período de exclusão. ....49

Figura 4. Acúmulo de MS total, azevém e material morto (kg/ha de MS) de pastagens de azevém associado com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), durante o período de exclusão. ....50

Figura 5. Acúmulo de folhas, colmos e inflorescência (kg/ha de MS) da cultura do azevém associada com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), durante o período de exclusão. ....51



Figura 6. Acúmulo de aveia, trevo branco e amendoim forrageiro (kg/ha de MS) de pastagens de azevém associado com aveia, trevo branco e amendoim forrageiro, durante o período de exclusão. ....52

Figura 7. Produção de folhas, colmos, inflorescências e material morto (kg/ha de MS) da cultura do azevém associada com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), em função da soma térmica (° C) acumulada durante o período de exclusão. ....53

Figura 8. Proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), expressas em base seca, da forragem de azevém associado com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), durante o período de exclusão. ....54

Figura 9. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), expressas em base seca, da forragem de azevém associado com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), durante o período de exclusão. ....55

**CAPÍTULO 3 - DILUIÇÃO DO NITROGÊNIO DO AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.)  
CV. COMUM SOB CONSORCIAÇÃO EM FUNÇÃO DO ACÚMULO DE MATÉRIA  
SECA DA CULTURA .....60**

Figura 1. Curva de diluição do nitrogênio em forragem de azevém consorciado com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF). ....73

Figura 2. Curva de diluição do nitrogênio em forragem de azevém consorciado com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF). ....74

Figura 3. Índice de nutrição de nitrogênio (INN) em forragem de azevém consorciado com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF). ....75

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	10
1 ESTUDO BIBLIOGRÁFICO.....	11
1.1 Pastagens hibernais.....	11
1.2 Consorciação com leguminosas .....	12
1.3 Leguminosas temperadas .....	12
1.3.1 Trevo branco.....	13
1.4 Leguminosas tropicais .....	14
1.4.1 Amendoim forrageiro.....	15
1.5 Aveia.....	17
1.6 Azevém .....	17
1.7 Nitrogênio e características morfogênicas.....	18
1.8 Curvas de diluição do N.....	20
1.8 Referências bibliográficas.....	24
 <b>CAPÍTULO 2</b> .....	 32
COMPOSIÇÃO BOTÂNICA, ESTRUTURAL E VALOR NUTRICIONAL DE PASTAGENS DE AZEVÉM CV. COMUM CONSORCIADAS .....	33
Resumo .....	33
Abstract.....	34
Introdução .....	35
Material e Métodos.....	36
Resultados e discussão .....	38
Conclusões .....	43
Referências bibliográficas .....	43

<b>CAPÍTULO 3</b> .....	59
DILUIÇÃO DO NITROGÊNIO DO AZEVÉM ( <i>Lolium multiflorum</i> Lam.) CV. COMUM SOB CONSORCIAÇÃO EM FUNÇÃO DO ACÚMULO DE MATÉRIA SECA DA CULTURA .....	60
Resumo .....	60
Abstract.....	61
Introdução .....	62
Material e Métodos.....	63
Resultados e discussão .....	65
Conclusões .....	69
Referências bibliográficas .....	69

## **CAPÍTULO 1**

## 1 ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

### 1.1 Pastagens hibernais

Rebanhos bovinos em condições naturais na Região Sul, caracterizam-se por períodos de subalimentação nas épocas mais frias do ano e, também, nos meses de transição entre os picos de crescimento das espécies de inverno e de verão. Dessa forma ocorre no outono, quando as espécies de verão já estão encerrando seu ciclo, ou no início da primavera, quando as espécies de inverno encontram-se em fase de florescimento e formação de sementes. Em sistemas pecuários, a utilização de pastagem de estação fria é amplamente difundida para suprir o déficit alimentar durante o outono e inverno, porém com rendimentos muito abaixo do seu potencial, em função muitas vezes do inadequado manejo e falta de adubação. Em sistemas de lavoura-pecuária dá-se preferência para a utilização de aveias, devido ao ciclo mais curto, não interferindo a implantação de culturas de verão. O cultivo de misturas de gramíneas e leguminosas, hibernais ou estivais, anuais ou perenes, são alternativas para minimizar o déficit alimentar nesses períodos. Avaliações com azevém e outras espécies hibernais para compor pastagens, além da Região Sul do Brasil, também já foram e estão sendo realizadas por alguns pesquisadores (ALVIM & COSER, 2000; ALVIM & MARTINS, 1986; ALVIM et al., 1987).

A introdução de espécies de estação fria, sobre-semeadas em pastagens nativas também é uma prática de manejo que pode auxiliar na preservação dos recursos naturais e ajudar a superar suas limitações nutricionais. O mesmo pode ser realizado em pastagens perenes estivais, tais como gramíneas do gênero *Cynodon*, assegurando estabelecimento, persistência, rendimento e qualidade para a utilização mais eficiente pelos animais (LENZI, 2003). As pastagens hibernais, quando manejadas de forma correta, mostram-se economicamente viáveis (SOARES et al., 2001). As espécies de gramíneas de clima temperado mais utilizadas são a aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) e o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), das quais praticamente se utilizam apenas os cultivares “Comum”. Pesquisas demonstram que a mistura de aveia preta e azevém apresenta elevado potencial de produção animal, quando se utilizam manejo adequado e elevada adubação nitrogenada (ROSO, 1998; RESTLE et al., 1999). ROSO et al. (2000) observaram produções acima de 9700 kg/ha de MS e ganhos de peso vivo de 726,3, 753,9 e 802,7 kg/ha em pastagens de

azevém consorciadas com aveia preta, centeio e triticale, respectivamente, com utilização de 220 kg/ha de nitrogênio (N).

## **1.2 Consorciação com leguminosas**

Considerando que os custos de implantação de pastagens hibernais podem ser elevados e, dependendo do nível de adubação nitrogenada, exigem altos investimentos, é necessário que os recursos sejam usados de maneira eficiente e racional. O N é o nutriente mais consumido no mundo, sob forma de fertilizantes, ao tempo que esse nutriente é absorvido em grandes quantidades e essencial para a vida das plantas. Dessa forma, a produtividade das pastagens de gramíneas é dependente da disponibilidade de N no solo.

A disponibilidade de N no solo, assim como a sustentabilidade dos sistemas pastoris pode ser maior com a utilização de leguminosas em consórcio com gramíneas, devido a fixação biológica de N ou pela reciclagem do nutriente. A utilização de leguminosas em mistura com gramíneas é uma alternativa prática e econômica de incrementar nitrogênio no solo e planta. O estabelecimento de gramíneas em consórcio com leguminosas produtivas constitui, em uma tecnologia decisiva para dinamizar os processos de produção (WHITEHEAD, 1995).

O uso de leguminosas consorciadas com gramíneas em pastagens aumenta a qualidade e a diversificação da dieta consumida pelos animais. Além disso, melhora a disponibilidade de forragem pelo aporte de nitrogênio ao sistema por meio de sua reciclagem e transferência para a gramínea acompanhante (PEDREIRA, 2001). Como consequência da elevada exigência em fertilidade e do lento estabelecimento, entre outros fatores, a utilização exclusiva ou em consórcio de leguminosas forrageiras cultivadas não é muito expressiva. De acordo com SHELTON et al. (2005) no Brasil apenas em torno de 2% dos 130 milhões de hectares de pastagens cultivadas possuem alguma participação de leguminosas.

## **1.3 Leguminosas temperadas**

Na Região Sul do Brasil, há predomínio de utilização de leguminosas temperadas cultivadas, devido à grande maioria dos trabalhos serem realizados avaliando estas plantas, destacando-se os gêneros *Trifolium* e *Lotus*. Conforme ASSMANN et al. (2007), o solo quando cultivado com leguminosas hibernais apresenta maiores teores de N-nitrato na

superfície se comparado ao solo cultivado com aveia estreme. Consorciações com gramíneas e leguminosas, de modo geral, são vantajosas na produção animal, propiciando maior produção de forragem, melhor distribuição estacional, havendo maior equilíbrio entre disponibilidade e qualidade da forragem durante a estação de crescimento, resultando em aumento na produtividade animal (FONTANELI & FREIRE JUNIOR, 1991).

HEINRICHS et al. (1999) observaram maior produtividade de grãos de milho quando cultivado com ervilhaca, diminuindo à medida que a proporção de aveia foi aumentando no consórcio. Os autores atribuem as maiores produtividades do milho em sucessão as leguminosas hibernais, à maior disponibilidade de N no solo, possivelmente pela elevada mineralização de N ocorrida em função da decomposição da leguminosa, pois as mesmas apresentaram relação C/N inferior quando comparada a gramíneas. Este aspecto, aliado à grande presença de compostos solúveis, favorece sua decomposição e mineralização por microorganismos do solo e a reciclagem de nutrientes (ZOTARELLI, 2000). Da mesma forma, em estudo de rotação de culturas, com milho seguindo consórcio, ou cultivo isolado de centeio/leguminosa, não pastejado, KARPENSTEIN-MACHAN & STUELPNAGEL (2000) constataram que a maior produtividade de MS de milho foi obtida na seqüência do cultivo isolado de ervilha forrageira (*Pisum sativum L.*) e que a aplicação de N até 150 kg/ha na cultura do milho não provocou aumentos de produtividade.

### 1.3.1 Trevo branco

Das mais nobres leguminosas para compor misturas para pastejo destaca-se o trevo-branco (*Trifolium repens L.*). Trata-se de uma leguminosa que apresenta ressemeadura natural, apresentando hábito prostrado, caule estolonífero, raízes pivotantes, originadas em cada nó do estolho. Composto de folhas digitadas, sem pilosidades, com bordas serrilhadas, manchas esbranquiçadas em forma de “V”, pecioladas e trifolioladas. A flor é branca ou suavemente rósea, com inflorescência em forma de capítulo, constituída de 30-40 flores. O legume possui entre duas a quatro sementes. Pode ser classificada como planta bianual, renovando-se pela emissão de estolões a cada estação de crescimento ou anualmente pela própria ressemeadura (BALL et al., 1996). No entanto, em condições de clima subtropical, essa espécie tem sua persistência comprometida pela ocorrência de verões quentes e secos.

Isso promove elevada mortalidade de estolões, o que retarda seu crescimento no outono. De outra forma, apresenta excelente desenvolvimento no período hibernal, sendo

capaz de reduzir a presença de plantas invasoras na pastagem, no entanto, este comportamento é mais evidente durante o segundo ano de implantação (SCHEFFER-BASSO et al., 2002).

HOGH-JENSEN & SCHJOERRING (1997), HAYNES & WILLIAMS (1993) e WHITEHEAD (1995), observaram que o trevo em mistura é um competidor fraco por nitrogênio inorgânico. O azevém em associação recuperou maiores quantidades de N derivado do solo do que quando em cultivo estreme. Portanto, a vantagem do cultivo em consórcios não é apenas uma questão de transferência de N fixado do trevo para o azevém, mas também significa aumento da quantidade de extração do N do solo. De acordo com HOGLUND et al. (1979); CARADUS (1990) e LEDGARD et al. (1990), a fixação de N através do trevo branco em consórcios com gramíneas usualmente varia de 85 até 350 kg/ha/ano.

Uma das principais dificuldades em pesquisas com trevos é mantê-los em quantidade suficiente, especialmente quando cultivado em consórcio, a fim de que a espécie contribua significativamente com o fornecimento de N para plantas cultivadas em consórcio ou seqüencialmente. BOLLER & NÖSBERGER (1987) sugeriram que para haver fixação de N superior a 200 kg/ha/ano pelo trevo em consórcio, as condições climáticas e de solo devem permitir produção de massa seca superior a 10000 kg/ha/ano, a proporção de trevo presente no consórcio deve ser de pelo menos 50% e no mínimo 70% do N total presente no trevo deve ser proveniente da fixação biológica. Em estudo realizado em Guarapuava-PR, ASSMANN et al. (2003) e ASSMANN et al. (2004) não observaram efeito da inclusão desta leguminosa em consórcio com gramíneas sobre a produção animal ou a produção de milho cultivado em seqüência e atribuíram o fato a adversidades climáticas que reduziram a população de trevo branco durante a experimentação.

#### **1.4 Leguminosas tropicais**

Pastagens tropicais, de modo geral, apresentam menor valor nutricional em relação às espécies de clima temperado, apresentando simultaneamente dois problemas, baixo status de N nos solos e baixo consumo de proteína por animais em pastejo. As pesquisas para introdução de espécies leguminosas tropicais adaptadas na Austrália começaram de forma intensa após a década de 50, e até 1990 mais de 17000 acessos de mais de 20 gêneros tinham sido introduzidos, advindos da América Central, América do Sul, Ásia e Leste da África (SHELTON et al., 2005).



PENGELLY et al. (2003) concluíram que apesar de 50 anos de investimentos em pesquisas com forrageiras tropicais, a adoção tem sido relativamente pequena em sistemas pecuários nos trópicos. SUMBERG (2002) relata que leguminosas tropicais não tem expressado o potencial na África subsaariana, mesmo após 70 anos do início das investigações. Situação semelhante é descrita por PETERS & LASCANO (2003), onde dos 14 cultivares introduzidos no Caribe nenhum se adaptou de forma satisfatória.

Algumas razões podem ser citadas e justificam a baixa adaptação de leguminosas tropicais. Países em desenvolvimento utilizam basicamente gramíneas, devido à rápida e forte adaptação, leguminosas são menos resistentes a cortes ou pastejos, os benefícios de sua implantação se dão em longo prazo e sistemas que utilizam consorciação entre gramíneas e leguminosas são mais complexos (PETERS & LASCANO, 2003). ANDRADE et al. (2004) comentam que os agricultores na América Latina não reconhecem os benefícios das leguminosas. Segundo SHELTON et al. (2005) para que ocorra a introdução de leguminosas nos trópicos é necessário a utilização de bons cultivares, adoção de programas de educação, demonstração de exemplos, sucessos e rentabilidade.

O sucesso na implantação de leguminosas pode ser alcançado quando técnicas são utilizadas de forma adequada, garantindo a rentabilidade da atividade, gerando benefícios sobre o meio ambiente, aumento da fertilidade do solo e controle de ervas daninhas e outros múltiplos benefícios. A falta de sementes seguras tem limitado a adoção de *Stylosantes* ssp. no Brasil, *Centrosema pascuorum* no norte da Austrália e *Arachis pintoi* na Colômbia (SHELTON et al., 2005).

#### 1.4.1 Amendoim forrageiro

Com origem na região central da América do Sul, notadamente nos Cerrados e nas regiões costeiras do Brasil (VALLS, 1992), o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) é uma leguminosa perene, de hábito de crescimento prostrado e com diversos estolões, o que dá origem a muitos pontos de crescimento, conferindo-lhe alta resistência à desfolha. Com isso, essa leguminosa cresce bem em associação com gramíneas agressivas tais como *Brachiaria* spp. (LASCANO & THOMAS, 1988). De modo geral, as plantas do gênero *Arachis* são usadas comumente para cobertura do solo em fruticultura (FIRTH & WILSON, 1995) ou para consorciação com gramíneas forrageiras nos trópicos úmidos (BOUMAN et al., 1999). Além de serem tolerantes à alta saturação de alumínio e acidez do solo, as plantas do gênero *Arachis*

têm como característica interessante a adaptação a solos com má drenagem, que podem ficar inundados por algum período do ano (PIZARRO et al., 1992).

O amendoim forrageiro é uma leguminosa pertencente ao gênero *Arachis*, existindo entre 70-80 espécies catalogadas no Brasil, Argentina, Paraguai, Bolívia e Uruguai. É uma leguminosa que apresenta ciclo de vida perene e hábito de crescimento estolonífero. O lento estabelecimento pode comprometer o sucesso da implantação dessa leguminosa, especialmente em áreas com alta incidência de plantas invasoras. ANDRADE & VALENTIM (1999) destacam que essa leguminosa pode apresentar elevado potencial de produção, mesmo em condições elevadas de sombreamento.

Estudos realizados demonstram a adaptação dessa planta às condições da região sul do Rio Grande do Sul (BRUYN, 2003; MACHADO, 2004; NASCIMENTO, 2004). Mediante a realização de cortes na pastagem, tais estudos relatam rendimentos de 10000 kg/ha de MS, sendo um importante indicador da adaptação. Graças à manutenção da qualidade nutricional por um longo período (VIANA et al., 2000), por meio de diferimento, essa espécie seria uma alternativa para o fornecimento de forragem no período de outono. Entretanto estudos ainda devem detalhar características desse tipo de utilização. A forragem do amendoim forrageiro apresenta elevado valor nutricional, com teores de proteína bruta que variam de 13 a 25 % e digestibilidade *in vitro* da MS de 60 a 67 %. DAMÉ et al. (1998), no litoral do Rio Grande do Sul, observaram teores de proteína bruta de 20,6 e 25,6 %, da forragem de sete acessos de amendoim forrageiro, em duas datas de coleta.

Em estudo com *Arachis pintoi* CIAT 17434 em dois solos da Colômbia, usando-se a diluição isotópica do  $^{15}\text{N}$  como forma de estimar as taxas de fixação de  $\text{N}_2$ , observou-se que esta espécie pode fixar até 80% de suas demandas nutricionais em N. Os autores concluíram que estas taxas podem ser assumidas como de ocorrência comum em leguminosas forrageiras consorciadas com gramíneas tropicais, quando estas estiverem crescendo em condições de disponibilidade limitada de N do solo, porém sem limitações de outras necessidades básicas de crescimento (nutrição e condições edafo-climáticas adequadas). MIRANDA et al. (2003) avaliando cinco acessos de *Arachis pintoi*, durante o período de um ano, em condição de cerrado, encontraram produção média de 3,64 t/ha, com taxa de fixação de  $\text{N}_2$  de 67,8 % e fixação de 63 kg/ha de  $\text{N}_2$ .

## 1.5 Aveia

A aveia é um cereal originário da Ásia antiga, desta região passou para a Europa, cujas condições de solo e clima permitiram a expansão da cultura, tornando-se importante fonte de alimentação humana e animal. São espécies de estação fria, existindo cultivares adaptadas a regiões de climas mais quentes, podendo ser cultivadas na maioria das regiões Sul do Brasil, não sendo recomendado o cultivo em locais excessivamente úmidos devido a susceptibilidade a ferrugem. A aveia preta é a principal espécie para uso forrageiro. Normalmente as espécies de aveia são consorciadas com outras gramíneas, principalmente o azevém, devido à complementaridade na produção de MS que as espécies apresentam quando em consórcio. Segundo LAER & MAIA (1999), a consorciação de aveia preta com azevém, tem sido adotada de forma crescente pelos produtores do sul do Brasil, por aliar a precocidade de produção de forragem da aveia com a qualidade de forragem e ciclo mais tardio do azevém, estendendo-se, assim, o período de pastejo. Resultados de pesquisa com aveia preta mais azevém têm demonstrado o elevado potencial para produção de forragem destas espécies, na condição de pastejo e bons índices de produção animal (LUPATINI et al., 1998).

## 1.6 Azevém

O azevém anual foi introduzido por imigrantes, por volta de 1875, estando amplamente disseminado nos Estados da Região Sul do Brasil. Grande número de populações vem sendo mantidas, em cultivo ou na forma natural, em diferentes condições de clima, solo e sistemas de produção. De maneira geral, populações locais, as quais passaram por um longo período de adaptação ao ambiente e aos sistemas de produção, possuem grande diversidade genética e adaptação aos estresses bióticos e abióticos das regiões. PEREIRA et al. (2008) encontraram produções que variaram entre 3654 e 8544 kg/ha de MS para diferentes populações de azevém. Conforme TONETTO et al. (2004), cordeiros terminados em pastagem cultivada de azevém + suplementação com concentrado, ao pé da mãe, possuem desempenho superior e carcaça com maior espessura de gordura, em relação a animais em pastagem natural e confinamento.

O azevém caracteriza-se por uma gramínea de hábito cespitoso, com sistema radicular fasciculado, apresentando ressemeadura natural. Apresenta folhas brilhantes, com lígula curta e aurícula abraçante. A inflorescência é uma espiga dística, ou seja, apresenta duas fileiras de

espiguetas (FLOSS, 1988). A temperatura ótima para desenvolvimento está em torno de 18 a 20 °C, apresentando sensibilidade a seca. Devido às condições adaptativas citadas, possui resistência a doenças, potencial elevado de produção de sementes e versatilidade de uso em consórcio (FILHO & QUADROS, 1995).

### **1.7 Nitrogênio e características morfogênicas**

O principal reservatório de N presente na fase sólida do solo é a matéria orgânica, o que permite que a maioria dos solos agrícolas contenha várias toneladas de N orgânico em seus perfis. No entanto, a maior parte desse N não está prontamente disponível para as plantas (URQUIAGA & ZAPATA, 2000). No geral o conteúdo de N total do solo varia entre 0,05 e 0,5%, sendo que menos de 5% deste N total encontra-se sob formas inorgânicas ( $\text{NH}^{4+}$ , e, ou  $\text{NO}^{3-}$ ) prontamente disponíveis (SÁ, 1999). O N do solo sofre constantes transformações mediadas por microrganismos. Estas por sua vez são influenciadas pelos diferentes sistemas de manejo empregados, principalmente as formas presentes na matéria orgânica, bem como os processos de mineralização e imobilização (SILVA & RESCK, 1997). Segundo TISDALE et al. (1993) a matéria orgânica do solo poder ser definida como substâncias orgânicas em vários estágios de decomposição. O teor de matéria orgânica do solo depende do balanço entre a taxa de incorporação de resíduos vegetais e de sua decomposição. A presença de maiores teores de matéria orgânica no solo contribui para imobilização temporal do N, o qual posteriormente pode se tornar novamente disponível para as próximas culturas, reduzindo sua perda (KORNDÖRFER et al., 1997).

Como dito, o N pode ocorrer nos solos em duas formas: orgânica e inorgânica. A maior parte encontra-se na forma orgânica, aproximadamente 98%, que podem ser mineralizadas durante os cultivos por meio de hidrólise enzimática produzida pela atividade da microbiota do solo (TISDALE et al., 1993). A mineralização dos constituintes nitrogenados libera para a solução do solo íons inorgânicos de N. As principais formas de N dispostas no solo e que são absorvidas pelas plantas são o nitrato ( $\text{NO}^{3-}$ ) e o amônio ( $\text{NH}^{4+}$ ). O  $\text{NO}^{3-}$  é a forma mineral de nitrogênio predominante nos solos sem restrição de oxigênio, caso contrário a formação de  $\text{NH}^{4+}$  será favorecida (BISSANI et al., 2004). Devido ao predomínio de cargas negativas na camada arável, a sua adsorção eletrostática do nitrato é insignificante. Desta forma, o  $\text{NO}^{3-}$  permanece na solução do solo, o que favorece sua

lixiviação no perfil para profundidades inexploradas pelas raízes (CERETTA & FRIES, 1997).

Do ponto de vista ambiental práticas de manejo que visem controlar ou reduzir as perdas de  $\text{N-NO}_3^-$  para o lençol freático, são fundamentais. STANFORD (1973) define o manejo da adubação nitrogenada como aquele que permite satisfazer a necessidade da cultura com o mínimo possível de risco ambiental. A preocupação em relação à adubação nitrogenada em solos agrícolas se justifica pela alta mobilidade do  $\text{NO}_3^-$  no solo. A lixiviação de  $\text{NO}_3^-$  é favorecida pela baixa energia envolvida no processo de adsorção às partículas do solo e pela alta solubilidade em água, podendo com isto ocorrer o comprometimento do sincronismo entre o N mineral disponível no solo e a cinética de absorção pelas plantas (BASSO et al., 2000). Estas características fazem com que facilmente este íon seja percolado, resultando em perdas e contaminações dos lençóis freáticos e cursos d'água. A lixiviação de  $\text{NO}_3^-$  é favorecida principalmente quando a precipitação é superior a evapotranspiração e o solo já estiver na máxima capacidade de campo (MAGDOFF, 1991).

A disponibilidade de nutrientes determina a eficiência com que os vegetais adquirem e utilizam a energia solar incidente. Nutrientes essenciais como carbono, nitrogênio, fósforo, etc., integram os processos bioquímicos e as vias metabólicas das plantas influenciando diretamente a captura e o fluxo de energia no sistema (NABINGER, 1998). Em comunidades de plantas forrageiras, a quantidade de biomassa produzida pelos vegetais é, muitas vezes, limitada pela disponibilidade de N (GONÇALVES & QUADROS, 2003). O N é um dos nutrientes de maior impacto na produtividade das culturas, por estar relacionado diretamente à fotossíntese e ao crescimento do compartimento vegetativo da planta (YIN et al., 2003). O N é o que mais influencia a morfogênese foliar. A deficiência de N pode afetar vários aspectos fisiológicos e morfológicos das gramíneas, tais como número de afilhos, desenvolvimento de folhas individuais e a capacidade fotossintética (GONÇALVES & QUADROS, 2003).

No caso de gramíneas temperadas, que normalmente se desenvolvem em ausência de déficit hídrico, a taxa de aparecimento de folhas é diretamente influenciada pela temperatura e depende quase que exclusivamente do nível de nutrição nitrogenada (LEMAIRE, 1988). O efeito do N sobre as características morfogênicas depende da dose utilizada e, entre outros, da espécie forrageira. Para o azevém perene (*Lolium perenne*), a taxa de surgimento de folhas pode aumentar com a aplicação de N (WILMAN & FISHER, 1996), enquanto para capim-guiné (*Panicum maximum* cv. Guiné.) e capim-setária (*Setaria sphacelata*), a taxa de surgimento e expansão foliar não foi afetada por diferentes doses deste nutriente (PINTO et al., 1994).

O nitrogênio possui ação diferencial nas variáveis morfogênicas determinantes da estrutura da pastagem, podendo propiciar às plantas condições de aumentar as taxas de expansão de folhas e de afilhamento, com ligeiro efeito na taxa de aparecimento de folhas (CRUZ & BOVAL, 1999). Em festuca (*Festuca arundinacea*) elevados níveis de nitrogênio incrementaram o tamanho da zona de alongamento, mas a taxa de alongamento por segmento apresentou respostas variáveis, aumentando ou não respondendo ao estímulo. Estes fatores são dependentes dos processos que ocorrem com as células da folha e altas concentrações de N incrementam o número de células.

### **1.8 Curvas de diluição do N**

Depois da deficiência de água, o N pode ser considerado o fator que mais limita a produtividade de biomassa em ecossistemas naturais e cultivados. A prática da adubação nitrogenada em culturas forrageiras pode prover N às plantas em quantidade suficiente para que estas atinjam seu potencial de crescimento frente à quantidade de luz interceptada. O N é um dos elementos mais absorvidos por gramíneas de modo geral. Justamente por essa razão este poderá ser o elemento mais limitante, caso não seja suprido adequadamente em tempo e em quantidade exigida pelas plantas (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

O requerimento de nutrientes na planta não é constante durante seu ciclo vegetativo. Nos estádios iniciais de crescimento um elevado suprimento de N é necessário para suportar o desenvolvimento da área foliar e a fotossíntese. Logo após quando a proporção de material estrutural aumenta o requerimento de N por unidade incremental de MS diminui (GREENWOOD et al., 1990). Aspecto importante é que as taxas de mineralização do N do solo variam muito durante o ano, especialmente em resposta a temperatura e umidade do solo, a disponibilidade do N é um dos fatores que mais limitam o crescimento de pastagens durante o inverno e início da primavera em regiões temperadas úmidas (WHITEHEAD, 1995).

A adubação nitrogenada foi identificada como o fator de maior índice de consumo de energia para produção agrícola (MA & DWYER, 1998). O desenvolvimento de estratégias de aplicação e reciclagem de N é importante para melhorar a eficiência de uso do elemento e aumentar as taxas de lucro de produtores sem provocar contaminações ambientais. A aplicação racional de N deve equilibrar a eficiência energética e a proteção ambiental enquanto aumenta a lucratividade e a qualidade alimentar (SCHRÖDER et al., 2000).

As doses de adubação nitrogenada, a serem fornecidas no decorrer do ciclo de uma cultura, devem ser determinadas considerando-se os critérios de produtividade e sustentabilidade da produção. O impacto negativo ao meio ambiente pode ser reduzido substancialmente com a adequada aplicação de fertilizante (JANSEN et al., 2002). Como medida faz-se necessário o ajuste da entrada de N de forma econômica e ecologicamente compatível com a demanda da cultura, isto requer informações confiáveis do status de N. Um indicador ideal do status de N para as culturas deve estar apto a detectar deficiências e excessos, e a proporcionar um rápido diagnóstico de forma a permitir sua correção em quaisquer dos estádios de crescimento das plantas. Para tal, são necessários métodos precisos de diagnóstico do estado nutricional das culturas, nas diferentes fases do ciclo de crescimento e desenvolvimento.

Um dos métodos de diagnóstico da nutrição nitrogenada das culturas agrícolas está baseado na curva de diluição do N, ou curva crítica do N, definida como a concentração mínima de N acima da qual não é mais observada resposta no crescimento e produtividade (ULRICH, 1952; LEMAIRE & SALETTE, 1984; GREENWOOD et al., 1990; LEMAIRE et al., 1997). Essa curva é explicada, fisiologicamente, por um modelo mecanístico que leva em conta as dinâmicas de crescimento do compartimento metabólico e estrutural da planta (CALOIN & YU, 1984; HARDWICK, 1987). As curvas de diluição do N desenvolveram-se para determinar os conteúdos de concentração crítica do N em diversos cultivos (JUSTES et al., 1994; CRUZ & LEMAIRE, 1996), e com isso conhecer o estado nutricional das plantas. A mesma curva ajusta-se a um modelo estatístico do tipo potencial, com a produção de forragem como variável dependente e o conteúdo de N como variável independente, com a seguinte expressão matemática:

$$N (\%) = \alpha MS^{-\beta}$$

onde  $N (\%)$  é o conteúdo de N da parte aérea da planta em função da biomassa produzida, o coeficiente  $\alpha$  da equação representa a percentagem de N contida na parte aérea das plantas em uma massa conhecida, de outra forma, descrito como a concentração crítica de N (% MS),  $MS$  é a quantidade de massa seca produzida pela parte aérea da pastagem em t/ha e  $\beta$  é o coeficiente de diluição do N e se define como a diminuição do conteúdo de N na planta por cada unidade de MS acumulada. Esta equação pode ser empregada para se estimarem as quantidades de N extraídas pelas culturas, com massa de matéria seca da parte aérea acumulada igual ou superior a 1 t/ha. PLÉNET & LEMAIRE (1999) verificaram que o

conteúdo de N crítico da planta inteira permanece constante em estádios precoces de crescimento, enquanto a biomassa é menor que 1 t/ha de MS.

As curvas de diluição do N também podem ser empregadas como referencial para se interpretarem os resultados da análise foliar, pelo índice de nutrição de nitrogênio (INN), obtido pelo quociente entre o N do modelo e a concentração de N da amostra (JUSTES et al., 1994; LEMAIRE et al., 1997). Os excessos ou as deficiências na adubação nitrogenada traduzem-se por valores do INN acima ou abaixo da unidade, respectivamente, e indicam as correções a serem efetuadas no manejo da adubação da cultura. De outra forma, o índice nutricional de N dado pelo acúmulo de MS, pode ser estimado pela proporção entre a concentração real de N e o correspondente N ótimo calculado por valores de referência a curva de diluição do N.

O meio exerce importante efeito mesmo em condições ideais de fertilização e umidade (LEMAIRE & SALETE, 1984). Com respeito à fertilização como fator também do meio, deve-se mencionar que quando há aplicação de fertilizantes nitrogenados em excesso, ou seja, além das necessidades nutricionais da planta, pode haver consumo de luxo e perda de nutrientes. LEMAIRE et al. (1984) estudando a quantidade de N absorvida por festuca em diferentes anos, durante a rebrota de primavera depois de uma adubação nitrogenada não limitante no final do inverno, observaram grandes diferenças entre os anos, porém, a forma sob a qual o conteúdo de N na planta diminuía com o aumento da biomassa produzida era similar para os diferentes anos.

Desse modo, as diferenças de absorção de N entre os anos podem ser atribuídas às diferenças na dinâmica de crescimento da cobertura vegetal de acordo com as condições climáticas de cada período. A partir destes dados, LEMAIRE & SALETE (1984) propuseram valores estáveis para os coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$  para que estes pudessem ser utilizados sob diferentes condições edafológicas, anos e cultivares, para pastagens que recebessem suficientes quantidades de N de modo a assegurar que o crescimento não fosse restringido pela disponibilidade de N no solo. O modelo aplicado descreve o declínio da concentração do N ótimo em função do acúmulo de forragem de pastagens temperadas e tropicais respectivamente, de acordo com as seguintes equações:

$$N(\%)=4,8MS^{-0,32} \text{ e } N(\%)=3,6MS^{-0,32}$$

As curvas de diluição do nitrogênio apresentam diferentes parâmetros entre espécies e dentro da mesma espécie, tais diferenças mostram as necessidades nitrogenadas de cada



cultura para alcançar a máxima taxa de crescimento ( $\alpha$ ) e quais os genótipos possuem uma maior redução do conteúdo de N em função do acúmulo de MS ( $\beta$ ) (HERNÁNDEZ & AGUILAR, 2007). A diferença entre os valores do coeficiente para as espécies C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub>, respectivamente 4,8 e 3,6, refletem as diferenças existentes nos caminhos para assimilação de gás carbônico, as quais estão associadas a diferenças na anatomia das folhas das espécies destes vegetais (BROWN, 1985; FIELD & MOONEY, 1986). Essa diferença, sob condições não limitantes ao suprimento de N, indica que as plantas C<sub>4</sub> requerem somente 75% de N requerido pelas plantas C<sub>3</sub> para gerarem a mesma biomassa.

Entretanto, esses coeficientes não têm valor universal e devem ser ajustados para cada cultivar e condição de cultivo. A partir de então, os modelos passaram a ser ajustados para diferentes espécies como forrageiras (LEMAIRE & SALETTE, 1984), trigo (JUSTES et al., 1994), tomateiro (TEI et al., 2002), batata (BÉLANGER et al., 2001) entre outros. Pastagens tropicais apresentam um menor conteúdo crítico de N, o que significa que sua produção forrageira é mais eficiente por cada unidade de MS produzida por unidade de N da planta, quando se comparam seus parâmetros ( $\alpha$ ) contra outros genótipos como alfafa (*Medicago sativa*), azevém e trigo (*Triticum aestivum*) (HERNÁNDEZ & AGUILAR, 2007).

A diluição do N na planta não é estática, e por ser um fenômeno biológico apresenta uma dinâmica. Desse modo, existe a importância de estudar a diluição do N em forrageiras através de modelos matemáticos que considerem e incluam o tempo como são os modelos mecanísticos dinâmicos (HERNÁNDEZ & AGUILAR, 2007). Na produção animal, o N e a produção de MS dos recursos forrageiros não podem contrapor-se por serem ambos necessários para a alimentação de ruminantes, por isso, as curvas de diluição do N permitem discriminar, pastagens, genótipos e sistemas de produção. A seleção de genótipos, pastagens ou sistemas de pastejo baseados na curva de diluição do N pode ser interessante contribuindo no uso sustentável dos recursos naturais, com maior eficiência no uso de nutrientes.

## 1.8 Referências bibliográficas

ALVIM, M.J.; CÓSER, M.J. Aveia e azevém anual: recursos forrageiros para época da seca. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J. (Ed.). **Pastagens para gado de leite em regiões de influência da mata atlântica**. Brasília, EMBRAPA, 2000. p.83-107.

ALVIM, M.J.; MARTINS, C.E. Efeito da densidade de semeadura sobre a produção de matéria seca da aveia e do azevém em cultivos puros ou consorciados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 15, n. 4, p. 285-296, 1986.

ALVIM, M.J. et al. Efeito da fertilização nitrogenada sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta do azevém (*Lolium multiflorum*, Lam.), nas condições da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.16, n.6, p.605-614, 1987.

ANDRADE, C.M.S; VALENTIM, J.F. Adaptação e persistência de *Arachis pintoi* submetido a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.439-445, 1999.

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

ASSMANN, A.L. 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, T.S. et al. Fixação biológica de nitrogênio por plantas de trevo (*Trifolium* spp) em sistema de integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1435-1442, 2007.

BALL, D.M.; HOVELAND, C.S.; LACEFIELD, G.D. **Southern forages**. 2. ed. Potash and Phosphate Institute, 1996, 264p.

BASSO, C.J.; CERETTA, C.A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 905-915, 2000.

BÉLANGER, G.W. et al. Critical Nitrogen curve and nitrogen nutrition index for potato in Eastern Canada. **American Journal of Potato Research**, v.78, p.355-364, 2001.

BISSANI, C.A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Genesis, 2004.

BOLLER, B.C.; NÖSBERGER, J. Symbiotically fixed nitrogen from field-grown white and red clover mixed with ryegrasses at low levels of N15 fertilization. **Plant and Soil**, v.104, p.219-226, 1987.

BOUMAN, B.A.M.; NIEUWENHUYSE, A.; IBRAHIM, M. Pasture degradation and restoration by legumes in humid tropical Costa Rica. **Tropical Grassland**, v.33 n.2, p.98-110, 1999.

BROWN, R. H. Growth of C3 and C4 grasses under low N levels. **Crop Science**, v. 25, p. 954-957, 1985.

BRUYN, T.F.L. **Estabelecimento do amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*) cv. Amarillo em associação com milho (*Zea mays*)**. 2003, 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

CALOIN, M.; YU, O. Analysis of the time course of change in nitrogen content in *Dactylis glomerata* L. using a model of plant growth. **Annals of Botany**, v.54, p.64-76, 1984.

CARADUS, J.R. The structure and function of white clover roots systems. **Advances in Agronomy**, v.43, p.1-46, 1990.

CERETTA, C.A; FRIES, M.R. Adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. In: NUERNBERG, N.J. **Plantio direto: conceitos, fundamentos e práticas culturais**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, 1997. p. 111-120.

CRUZ, P.; LEMAIRE, G. Diagnosis of the nitrogen status of grass stands. **Tropical Grasslands**, v.30, n.1, p.166-173, 1996.

CRUZ, P., BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetical traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1, Curitiba, 1999. **Anais...** Curitiba:UFPR, p.134-150, 1999.

DAMÉ, P.R.V.; REIS, J.C.; SIEWERDT, L. Amendoim forrageiro: qualidade da forragem de acessos no litoral sul do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu, SP: SBZ, 1998. p. 678-680.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FIELD, C.; MOONEY, H. A. The photosynthesis-nitrogen relationship in wild plants. In: GIVNISH, T. J. (Ed.). **On the economy of plant form and function**. Cambridge: Cambridge University Press, 1986. p.25-55.

FILHO, R.C.C.; QUADROS, F.L.F. Produção animal em misturas forrageiras de estação fria semeadas em uma pastagem natural. **Ciência Rural**, v.25, n.2, p.289-293, 1995.

FIRTH, D.J.; WILSON, G.P.M. Preliminary evaluation of species for use as permanent ground cover in orchards on the North coast of New-South-Wales. **Tropical Grassland**, v.29, n.1, p.18-27, 1999.

FLOSS, E.L. Manejo forrageiro de aveia (*Avena* SP) e azevém (*Lolium* sp.). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1988. p.231-268.

FONTANELI, R.S.; FREIRE JUNIOR, N. Avaliação de consorciações de aveia e azevém anual com leguminosas de estação fria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.5, v.26, p.623-630, 1991.

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

GREENWOOD, D.J. et al. Decline in percentage N of C3 and C4 crops with increasing plant mass. **Annals of Botany**, v. 66, p. 425-436, 1990.

HARDWICK, R.C. The nitrogen content of plants and the selfthinning rule of plant ecology: a test of the core-skin hypothesis. **Annals of Botany**, v.60, p.439-446, 1987.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, v.49, p.119-199, 1993.

HEINRICH, R.; FANCELLI, A.L. Influência do cultivo consorciado de aveia preta (*Avena strigosa* Schieb.) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) na produção de fitomassa e no aporte de nitrogênio. **Scientia Agricola**, v.56, p.27-31, 1999.

HERNANDEZ, J.J.; BOLAGÑOS AGUILAR, E.D. Las curvas de diluición de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. **Universidad y Ciencia**, v.23, n.1, p.81-90, 2007.

HØGH-JENSEN, H.; SCHJOERRING, J.K. Interactions between white clover and ryegrass contrasting nitrogen availability: N<sub>2</sub> fixation, N fertilizer recovery, N transfer and water use efficiency. **Plant and Soil**, v.197, p.187-199, 1997.

HOGLUND, J.H.; CRUSH, J.R.; BROCK, J.L. et al. Nitrogen fixation in pasture. General discussion. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, v.7, p.45-51, 1979.

IBRAHIM, M.A.; T'MANETJE, L. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixtures in the humid tropics of Costa Rica. 1. Dry matter yield, nitrogen yield and botanical composition. **Tropical Grassland**, v.32, n.1, p.96-104, 1998.

JANSEN, H.H. et al. The fate of nitrogen in agroecosystems: Na illustration using Canadian estimates. **Nutr. Cycling Agroecosyst.**, v. 67, p. 85-102, 2002.

JUSTES, E. et al. Determination of a critical nitrogen dilution curve for winter wheat crops. **Annals of Botany**, v.74, p.397-404, 1994.

KARPENSTEIN-MACHAN, M.; STUELPNAGEL, R. Biomass yield and nitrogen fixation of legumes monocropped and intercropped with rye and rotation effects on subsequent maize crop. **Plant and Soil**, v.218, p.215-132, 2000.

KORNDÖRFER, G.H. et al. Aproveitamento do nitrogênio da uréia pela cana-planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 1, v. 23-26, 1997.

LAER, R.R.V.; MAIA, M.S. Produção e qualidade de forragem da mistura Aveia preta Azevém anual em dois anos no sistema de plantio direto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: SBZ/Gmosis, [1999] 17par. CD-ROM. Forragicultura. Qualidade e valor nutritivo. FOR-076

LASCANO, C.E.; THOMAS, D. Forage quality and animal selection of *Arachis pintoi* in association with tropical grasses in the eastern plains of Colombia. **Grass and Forage Science**, v.43, p.433-439, 1988.

LEDGARD, S.F.; BRIER, G.J.; UPSDELL, M.P. Effect of clover cultivar on production and nitrogen fixation in clover-ryegrass swards under dairy cow grazing. **New Zealand Journal of Agriculture Research**, v.33, p.243-249, 1990.

LEMAIRE, G.; SALETTE, J. Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. I. Étude de l'effet du milieu. **Agronomie**, v.4, p.423-430, 1984.

LEMAIRE, G. Sward dynamics under different management programmes. In: GENERAL MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 12., [S.I.], 1988. **Proceedings...** [S.I.], [S.n.], 1988. p.7-22.

LEMAIRE, G. (Ed.). **Diagnosis of the nitrogen status in crops**. Berlin: Springer, 1997. p.1-56.

LENZI, A. **Desempenho animal e produção de forragem em dois sistemas de uso da pastagem: pastejo contínuo e pastoreio racional voisin**. 2003. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

LUPATINI, G.C. 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.

MA, B.L.; DWYER, L.M. Nitrogen uptake and use of two contrasting corn hybrids differing in leaf senescence. **Plant and Soil**, v.199, p.283-291, 1998.

MACHADO, A.N. **Amendoim-forrageiro: produção e qualidade de *Arachis pintoi* cv. Alqueire- 1 em Planossolo**. 2004, 104 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

MAGDOFF, F. Understanding the Magdoff pre-sidedress nitrate test for corn. **Journal of Production Agriculture**, v.3, n.4, p.297-305, 1991.

MIRANDA, C.H.B. et al. Determinação da fixação biológica de nitrogênio no amendoim forrageiro (*Arachis* spp.) por intermédio da abundância natural de <sup>15</sup>N. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1859-1865, 2003.

NABINGER, C. Manejo e utilização sustentável de pastagens. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 1998, Canoas. **Anais...** Canoas: Ciclo de palestras em produção e manejo de bovinos de corte, 1998.

NASCIMENTO, I.S. **Adubação e utilização do amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi* Krapovickas & Gregory) cv. Alqueire-1**. 2004, 75 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 75p.

PEREIRA, A.V. et al. Comportamento agronômico de populações de azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) para cultivo invernal na região sudeste. **Ciência Agrotecnica**, v.32, n.2, p.567-572, 2008.

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

PENGELLY, B.C. et al. Tropical forage research for the future better use of research resources to deliver adoption and benefits to farmers. **Tropical Grassland**, v.37, p.207-216, 2003.

PETERS, M.; LASCANO, C.E. Forage technology adoption: linking on-station research with participatory methods. **Tropical Grassland**, v.37, p.197-203, 2003.

PLÉNET, D.; LEMAIRE, G. Relationships between dynamics of nitrogen uptake and dry matter accumulation in maize crops. Determination of critical N concentration. **Plant and Soil**, v.216, n.1/2, p.65-82, 1999.

PINTO, J.C., GOMIDE, J.A., MAESTRI, M. et al. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.327-332, 1994.

PIZARRO, E.A.; CARVALHO, M.A.; VALLS, J.F.M. et al. *Arachis* spp: evaluación agronomica en areas bajas del Cerrado. In: RED INTERNACIONAL DE EVALUACION DE PASTOS TROPICALES, 1, 1992. **Reunión Sabanas...** Cali: Embrapa-CPAC/CIAT, 1992. p.353-356.

RESTLE, J.; ROSO, C.; SOARES, A.B. Produção animal e retorno econômico em misturas de gramíneas anuais de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.235-243, 1999.

ROSO, C. **Produção animal em misturas de gramíneas anuais de estação fria**. 1996, 104 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

ROSO, C.; RESTLE, J. Aveia preta, triticale e centeio em mistura com azevém. 2. Produtividade animal e retorno econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.85-93, 2000.

SÁ, J.C.M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: Interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. **Soil fertility, soil biology, and plant nutrition interrelationships**. Viçosa: SBCS, 1999. p.267-320.

SHELTON, H.M.; FRANZEL, S.; PETERS, M. **Adoption of tropical legume technology around the world: analysis of success**. In: XX INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS: Grassland a global resource. Ireland, p.149-166, 2005.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1997. p.467-524.

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

STANFORD, G. Rationale for optimum nitrogen fertilization in corn production. **Journal Environmental Quality**, v.2, p.159-166, 1973.

TEI, F.; BENINCASA, P.; GUIDUCCI, M. Critical nitrogen concentration in processing tomato. **European Journal of Agronomy**, v.18, p.45-55, 2002.

TISDALE, S.L. et al. **Soil Fertility and Fertilizers**. 5th ed. New York: MCMILLAN, 1993.

TONETTO, C.J. et al. Ganho de peso e características da carcaça de cordeiros terminados em pastagem natural suplementada, pastagem cultivada de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.225-233, 2004.

ULRICH, A. Physiological bases for assessing the nutritional requirements of plants. **Plant Physiology**, v.3, p.207-228, 1952.

URQUIAGA, S.; ZAPATA, F. **Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en América Latina y el Caribe**. Porto Alegre: Gênese, 2000. 110p.

VALLS, J.F.M. Origem do germoplasma de *Arachis pintoi* disponível no Brasil. In: RED INTERNACIONAL DE EVALUACION DE PASTOS TROPICALES, 1., 1992. **Reunión Sabanas...** Cali: Embrapa-CPAC / CIAT.



VIANA, M.C.M.; PURCINO, H.M.A.; BALIEIRO, G. Efeito do intervalo de corte sobre o valor nutritivo de *Arachis pintoi*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. CD-ROM.

WHITEHEAD, D.C. **Grassland Nitrogen.**, ed. Wallingford: CAB International. 1995, 397p.

WILMAN, D.; FISCHER, A. Effects of interval between harvest and application of fertilizer N in spring on the growth of perennial ryegrass in a grass/white clover swards. **Grass and Forage Science**, v.51, p.52-57, 1996.

YIN, X. et al. Some quantitative relationships between leaf area index and canopy nitrogen content and distribution. **Annals of Botany**, v.91, p.893- 903, 2003.

ZOTARELLI, L. **Balço de nitrogênio na rotação de culturas em sistema de plantio direto e convencional na região de Londrina - PR.** 2000. 134 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

## **CAPÍTULO 2**

## COMPOSIÇÃO BOTÂNICA, ESTRUTURAL E VALOR NUTRICIONAL DE PASTAGENS DE AZEVÉM CV. COMUM CONSORCIADAS

### Resumo

O trabalho objetivou avaliar a influência de diferentes consorciações de pastagens de azevém sobre a composição botânica, estrutural e o valor nutritivo das pastagens inseridas em um sistema de transição agroecológica. A composição botânica e estrutural foi obtida por separação botânica, enquanto que o valor nutritivo do azevém foi determinado através dos teores de PB, FDN, DIVMS e DIVMO. As pastagens experimentais foram estabelecidas por preparo mínimo do solo. Foi avaliada a cultura do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), cv. Comum, sendo os tratamentos compostos pelos consórcios com aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), cv. Comum (AZ+AV), trevo branco (*Trifolium repens* L.), cv. Yi (AZ+TB) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & Gregory), cv. Amarillo (AZ+AF). Os tratamentos foram estabelecidos com as seguintes densidades de semeadura: (AZ+AV), 40 kg/ha de azevém e 80 kg/ha de aveia; (AZ+TB), 40 kg/ha de azevém e 4 kg/ha de trevo branco; (AZ+AF), 40 kg/ha de azevém e 12 kg/ha de amendoim forrageiro. A adubação de base constou de 40 kg/ha de fósforo e potássio, conforme recomendação da análise de solo. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições. O 1º pastejo foi realizado com 21 dias após a emergência das plantas nas pastagens de AZ+AV e AZ+AF, e com 28 dias após a emergência na pastagem de AZ+TB. O 2º pastejo na pastagem de AZ+AV ocorreu 30 dias após o 1º pastejo, enquanto para as demais pastagens ocorreu 37 dias após. As taxas de acúmulo de MS desde o início do período de exclusão até a produção de MS atingir o pico foi de 77,7, 75,0 e 71,3 kg de MS/ha/dia, para as pastagens consorciadas com AZ+TB, AZ+AF e AZ+AV, respectivamente. A relação folha/colmo até o primeiro pastejo foi elevada em todos os tratamentos. O decréscimo dos teores de PB da pastagem de AZ+AV foi menor em relação às demais, conforme os dias de exclusão.

**Palavras-chave:** amendoim forrageiro, aveia, digestibilidade, fibra em detergente neutro, separação botânica, trevo branco

## **BOTANIC, STRUCTURAL COMPOSITION AND NUTRITIONAL VALUE ON RYEGRASS PASTURES INTERCROPPED**

### **Abstract**

This work aims to evaluate the influence of different plants used with ryegrass in the botanical, the structural and in the nutritional pastures values, within an agro ecological transition system. Both botanical and structural composition were obtained by a separation process, whereas, in order to obtain the nutritional values of ryegrass, it was determined the levels of CP, NDF, IVDMD and IVDMO. The pasture samples were established by the minimum tillage of the soil after doing two harrowing. It was evaluated in the annual ryegrass culture (*Lolium multiflorum* Lam.), cv and its treatment was composed joining black oats, white clover and forage peanut. The treatments were established by the following seeding densities: (AZ+AV), 40 kg/ha of ryegrass and 80 kg/ha of oats; (AZ+TB), 40 kg/ha of ryegrass and 4 kg/ha of white clover; (AZ+AF), 40 kg/ha of ryegrass and 12 kg/ha of forage peanut. The base fertilization was consisted in 40 kg/ha of phosphorus and potassium, according to the recommendation of the soil analysis. The experimental outline was entirely at random with three applications and three sequential repetitions. The first grazing was done 21 days after the plants emerge in the pastures of AZ+AV and AZ+AF and 28 days after emerging in the pasture of AZ+TB. The second grazing, at the AZ+AV pasture, occurred 30 days after the first one, whereas to the others, it occurred 37 days after. The rates of MS accumulation, considering the period of exclusion until the MS production hit the top, was 77,7, 75 and 71kg of MS/ha/day for the pastures joint with AZ+TB, AZ+AF and AZ+AV, respectively. The relation between leaf and culm, until the first grazing, was raised in every experiment. The CP levels decreasing from the AZ+AV pasture were the lowest ones, according to the exclusion days.

**Key words:** botanic separation, digestibility, forage peanut, neutral detergent fiber, oat, white clover

## **Introdução**

As pastagens constituem-se no principal componente das dietas de ruminantes, sendo a fonte de alimentação mais econômica nos sistemas pecuários. Em sistemas de produção de leite a melhor relação custo/benefício da atividade, está baseada na utilização de volumosos de elevado valor nutricional. Aspectos, tais como, disponibilidade hídrica, condições de fertilidade do solo, manejo, temperatura, luminosidade, dentre outros, podem definir a produtividade das pastagens.

O nitrogênio (N) é o elemento mineral mais limitante do desempenho produtivo de gramíneas, encontrando-se em baixas concentrações no solo, em maior parte indisponível, possuindo elevada exigência pelas plantas. A adubação nitrogenada em pastagem cultivada pode ser um recurso para o incremento na produção de matéria seca, proporcionando aumento na produção animal, por meio da elevação da capacidade de suporte da pastagem e da produção animal por hectare. MOOJEN (1993) utilizando doses crescentes de nitrogênio em pastagens de milheto obteve produções de matéria seca de 6689, 11339 e 15989 kg/ha, respectivamente, nas doses de 0, 150 e 300 kg/ha de N.

Os recursos devem ser utilizados da maneira mais eficiente e racional possível, de modo geral, a expressão do potencial produtivo de pastagens é dependente do nível de adubação nitrogenada, o qual exige elevados investimentos. A disponibilidade de N no solo, assim como a sustentabilidade dos sistemas pastoris pode ser maior com a utilização de leguminosas em consórcio com gramíneas, devido à fixação biológica de N ou pela reciclagem do nutriente. Pesquisas demonstram que o uso de leguminosas consorciadas com gramíneas aumenta a qualidade e a diversificação da dieta consumida pelos animais, melhora a disponibilidade de forragem pelo aporte de nitrogênio ao sistema por meio de sua reciclagem e transferência para a gramínea acompanhante, aumentando o período de utilização das pastagens.

O estabelecimento de gramíneas em consórcio com leguminosas produtivas constitui tecnologia decisiva para dinamizar os processos de produção (WHITEHEAD, 1995). No entanto, como consequência da elevada exigência em fertilidade e do lento estabelecimento, entre outros fatores, a utilização exclusiva ou em consórcio de leguminosas forrageiras cultivadas não é muito expressiva. Além disso, leguminosas são menos resistentes a cortes ou pastejos, os benefícios de sua implantação se dão em longo prazo e sistemas que utilizam

consorciação entre gramíneas e leguminosas são mais complexos (PETERS & LASCANO, 2003).

Nesse sentido, o presente estudo objetivou avaliar os aspectos botânicos, estruturais e nutricionais de pastagens de azevém consorciadas com aveia, trevo branco ou amendoim forrageiro, em um sistema de transição agroecológica, com baixa utilização de insumos, visando o uso dos recursos disponíveis de forma mais sustentável.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido em área pertencente ao Departamento de Zootecnia (DZ), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no período entre 04 de junho a 31 de outubro de 2005. O local está situado na região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, à altitude de 95 m, 29° 43' de latitude sul e 53° 42' de longitude oeste. O solo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico pertencente à unidade de mapeamento São Pedro (EMBRAPA, 1999) e o clima da região é classificado como Cfa (subtropical úmido) conforme classificação de Köppen (MORENO, 1961), com precipitação média anual de 1769 mm, temperatura média anual de 19,2 °C, com média mínima de 9,3 °C em julho e média máxima de 24,7 °C em janeiro, insolação de 2212 horas anuais e umidade relativa do ar de 82%.

As pastagens experimentais foram estabelecidas em um sistema de transição agroecológica, com baixa utilização de insumos, através de preparo mínimo do solo, após realização de duas gradagens. Foi avaliada a cultura do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), cv. Comum, sendo os tratamentos compostos pelos consórcios com aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), cv. Comum (AZ+AV), trevo branco (*Trifolium repens* L.), cv. Yi (AZ+TB) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & Gregory), cv. Amarillo (AZ+AF). Os tratamentos foram estabelecidos com as seguintes densidades de semeadura: (AZ+AV), 40 kg/ha de azevém e 80 kg/ha de aveia; (AZ+TB), 40 kg/ha de azevém e 4 kg/ha de trevo branco; (AZ+AF), 40 kg/ha de azevém e 12 kg/ha de amendoim forrageiro. O estabelecimento do amendoim forrageiro foi realizado em dezembro de 2004. A adubação de base constou de 40 kg/ha de fósforo e potássio, conforme recomendação da análise de solo (REDE OFICIAL DE LABORATÓRIOS DE ANÁLISE DE SOLO – ROLAS). A adubação de cobertura foi constituída de 20 kg de N/ha em uma única aplicação, após o primeiro pastejo. O solo apresentou as seguintes características após o experimento: textura = 4; pH-

H<sub>2</sub>O = 5,0; índice SMP = 5,8; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 31,85 mg/dm<sup>3</sup>; K<sub>2</sub>O = 98,2 mg/dm<sup>3</sup>; M.O = 3,2 %; saturação de Al = 3 % e saturação de bases = 58 %.

Em sistema rotativo as áreas foram pastejadas com vacas em lactação da raça Holandês, com peso médio de 530 ± 30,5 kg e produção média diária de 17 ± 2,31 kg/dia, recebendo complementação alimentar com concentrado e silagem de milho. Determinou-se a altura de 20 cm da pastagem como critério para entrada dos animais, que foi determinada em 20 pontos aleatórios, por meio de caminhamento diagonal nos piquetes, medindo-se a distância do solo até a altura do dobramento das folhas das gramíneas. Antecedendo a entrada, foi calculada a massa de forragem, estimada mediante a técnica de dupla amostragem (WILM et al., 1944), com realização de cinco cortes e 20 estimativas visuais. Para determinação da carga animal a ser utilizada procurou-se manter a oferta de forragem entre 8 e 10 kg de MS/100 kg de peso vivo, baseando-se na massa de forragem estimada pela dupla amostragem. Os animais permaneceram nas áreas experimentais das 9 hs as 16hs e das 18 hs as 7 hs, tendo a disposição, sombra, água e sal mineralizado. Foi calculada a soma térmica acumulada durante o período de exclusão, através do somatório da temperatura média diária, sendo calculada através da temperatura mínima + temperatura máxima dividida por 2.

Do dia 18 de junho a 31 de outubro foram efetuados cortes semanais a 5 cm do solo por área, com três repetições, utilizando-se um quadro de 0,30 m<sup>2</sup>. Cerca da décima parte destas áreas (100 m<sup>2</sup>) foram isoladas após o segundo pastejo, para avaliação do acúmulo de matéria seca. Cada corte foi pesado, retirando-se cerca de 300 g de amostra, realizou-se a separação do azevém e seus componentes, colmo (bainha + haste) e folha (lâmina), bem como, das espécies em consórcio, material morto e as demais espécies não identificadas que foram denominadas como outras espécies. Em seguida as amostras frescas foram pesadas, acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação de ar forçado a 55 °C por aproximadamente 72 horas, após foram pesadas para estimativa da produção por hectare de MS de cada componente da pastagem.

Das amostras pré secas contendo apenas azevém (colmos e folhas) foram efetuadas estimativas de matéria seca (MS) em estufa a 105 °C durante 16 horas, proteína bruta (PB) pelo método micro-Kjeldahl, sendo obtida através do nitrogênio total x 6,25, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas (FDN) conforme metodologia descrita por VAN SOEST et al. (1991) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) de acordo com TILLEY & TERRY (1963). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições. Para análise de comparação de médias entre os tratamentos dentro de cada período

utilizou-se o teste de Tukey com nível de 5 % de probabilidade de erro (SAS, 2001). Para avaliação dos tratamentos entre os períodos utilizou-se Teste de Regressão Polinomial, procedimento PROC GLM (SAS, 2001).

### **Resultados e discussão**

Na Figura 1 são apresentados os dados de MS total, biomassa verde e material morto das pastagens de AZ+AV, AZ+TB e AZ+AF, considerando o período total de avaliação. O primeiro pastejo foi realizado com 21 dias após a emergência das plantas nas pastagens de AZ+AV e AZ+AF, e com 28 dias após a emergência na pastagem de AZ+TB. O segundo pastejo na pastagem de AZ+AV ocorreu 30 dias após o primeiro pastejo, enquanto para as demais pastagens ocorreu 37 dias após. As taxas de acúmulo de MS considerando o período de exclusão até a produção de MS atingir o pico foi de 77,7, 75,0 e 71,3 kg/ha de MS/dia da biomassa total, para as pastagens consorciadas com AZ+TB, AZ+AF e AZ+AV, respectivamente.

Na Figura 2 estão descritos os dados referentes aos componentes colmo, folha e inflorescência da cultura do azevém das pastagens de AZ+AV, AZ+TB e AZ+AF, considerando o período total. A relação folha/colmo até o segundo pastejo foi elevada em todos os tratamentos. No momento do segundo pastejo a relação folha/colmo foi de 6,76, 3,82 e 3,21 para o azevém consorciado com aveia, trevo branco e amendoim forrageiro, respectivamente. Durante todo período experimental a relação folha/colmo da cultura do azevém na pastagem de AZ+AV foi maior ( $P < 0,05$ ) em relação às demais. De acordo com ROCHA et al. (2007) a quantificação da proporção dos componentes da planta, especialmente a relação folha/colmo, é importante na comparação entre cultivares e espécies forrageiras, pois potencialmente afetam o ganho de peso dos animais em pastejo.

A maior relação folha/colmo, havendo também maior produção de folhas para o azevém consorciado com aveia, pode tratar-se de estratégia de tolerância a sombra, como a capacidade de maximizar a eficiência de uso da radiação, a produção de área foliar e a interceptação da luz através de alterações anatômicas, morfológicas e fisiológicas (LAMBERS et al., 1998; BELESKY, 2005), podendo afetar a quantidade e a qualidade da forragem produzida (PERI et al., 2007). GARCEZ NETO (2006) avaliando espécies hibernais na Austrália observou que a relação folha/colmo aumentou para o azevém perene com níveis crescentes de sombreamento.



A maior persistência de hastes em relação a folhas permitiu um comportamento linear da variável colmo (Figuras 3 e 5), necessitando de um período maior de tempo para entrar em senescência, quando comparado a folhas. Devido a isso, houve inversão no acúmulo de folhas e colmos na cultura do azevém conforme os dias de exclusão, ocorrendo próximo aos 56, 35 e 35 dias nas pastagens de AZ+AV, AZ+TB e AZ+AF, com produções de MS respectivas de 2250, 1750 e 1500 kg/ha de MS de azevém. A menor produção de colmos de azevém foi observada na pastagem de AZ+AV. As variáveis folha e inflorescência ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático (Figuras 3 e 5). A maior produção de folhas de azevém foi observada na pastagem de AZ+AV. Estes dados referentes a folhas e colmos do azevém consorciado com aveia, servem de base e dão suporte a maior relação folha/colmo observada neste tratamento (Figuras 2, 3 e 5). De acordo com GRISE et al. (2001) a maior presença de folhas na MS total é desejável porque resulta em melhora da digestibilidade e em aumento da ingestão de MS, semelhante ao ocorrido no presente estudo e discutido mais adiante.

O aparecimento de inflorescências de azevém na pastagem de AZ+AV ocorreu mais tardiamente, havendo menor produção e acúmulo dessa variável conforme o período de exclusão. O provável atraso na entrada em reprodução (florescimento) do azevém, bem como, a menor produção de espigas pode também ser atribuído à menor intensidade de luz incidente sobre a cultura do azevém possivelmente em função do crescimento precoce da aveia. De acordo com KAMEL (1959) a baixa intensidade luminosa prolonga o estágio vegetativo das plantas, resultando em atraso na floração de diversas espécies. O atraso na emissão das estruturas florais, devido à baixa luminosidade ambiente, também foi constatado em *Lolium perenne* e *Festuca pratensis* por (RYLE, 1967) e em espécies tropicais por CASTRO & CARVALHO (2000). Em todos os tratamentos a inflorescência teve importante incremento quando houve a inversão da proporção entre colmos e folhas. A consorciação de AZ+AV permitiu maior relação folha/colmo e atrasou a entrada em estágio reprodutivo do azevém. Dessa forma, além do efeito característico que a aveia exerce em pastagens consorciadas de azevém antecipando a entrada dos animais na pastagem, devido à precocidade de produção de MS, permite também alongar o período de utilização da pastagem, aproveitando a complementaridade entre espécies.

Os dados referentes ao acúmulo de MS total, azevém e material morto durante o período de exclusão estão descritos na Figura 4. A variável MS total apresentou comportamento linear, relacionado basicamente ao acúmulo de colmos do azevém, o qual apresenta maior duração de vida dentre os componentes da pastagem. O maior acúmulo de MS total ocorreu na pastagem de AZ+TB, devido à maior produção de azevém observado

para este tratamento (Figura 4). O menor acúmulo de azevém foi observado na pastagem de AZ+AV, esse efeito também pode estar relacionado ao sombreamento causado pela aveia. Apesar de algumas espécies de plantas serem mais tolerantes ao sombreamento do que outras, de modo geral, a redução da intensidade de luz provoca diminuição na produtividade das culturas e pastagens (ERICKSEN & WHITNEY, 1981; GARCEZ NETO, 2006; PERI et al., 2007).

As demais espécies, denominadas de outras espécies, mantiveram-se estáveis ao longo do período de avaliação, não havendo efeito de tratamento sobre as mesmas, nem interação entre tratamento e período. Em relação às espécies em consórcio (Figura 6) a maior produção ocorreu para a aveia em relação às demais. A equação de regressão não foi significativa para a cultura do amendoim forrageiro, não havendo interação entre tratamento e período. O amendoim forrageiro por caracterizar-se como leguminosa estival, apresentou baixa produção de MS no período avaliado, não sendo observado efeito de seu cultivo sobre a composição botânica, estrutural e nutricional da pastagem. Em relação ao acúmulo de material morto, este foi maior na pastagem de AZ+AV, em virtude principalmente da maior contribuição de aveia em relação às outras espécies em consorciação com o azevém no período inicial de avaliação.

Na Figura 7 estão descritos os dados de produção de folhas, colmos, inflorescências e material morto, em kg/ha de MS, das pastagens de AZ+AV, AZ+TB e AZ+AF, em função da soma térmica, durante o período de exclusão. Em ausência de pastejo, e ainda em condições não limitantes ao crescimento, a velocidade com que ocorre acúmulo de biomassa é função do tempo térmico decorrido, uma vez que é a temperatura que regula a atividade meristemática. A variável folha ajustou-se ao modelo de regressão quadrático em todos os tratamentos, alcançando o pico de produção com uma soma térmica de 787, 817 e 815 °C para as pastagens de AZ+AF, AZ+TB e AZ+AV, respectivamente. Apesar disso a inversão dos componentes folha e colmo ocorreu quando o soma térmica alcançou 568, 699 e 942 °C, para as pastagens de AZ+AF, AZ+TB e AZ+AV. A inflorescência ajustou-se ao modelo de regressão linear para pastagem de AZ+AF e quadrático para as pastagens de AZ+TB e AZ+AV. A deposição de inflorescência começou a ocorrer próximo ou logo após os 500 °C nas pastagens de AZ+AF e AZ+TB, enquanto o azevém na pastagem de AZ+AV necessitou de aproximadamente 800 °C para começar a emitir inflorescências. O material morto apresentou comportamento linear em todos os tratamentos.

Os resultados referentes às análises bromatológicas e valor nutricional da cultura do azevém estão descritos nas Figuras 8 e 9. O maior teor de PB foi observado no azevém consorciado com trevo branco, no início do período de exclusão devido à maior participação

da leguminosa ocorrida nesse período, que chegou a representar 24,75 % da biomassa verde aos 35 dias de exclusão, possivelmente transferindo N para a gramínea acompanhante e também devido à maior relação folha/colmo (Tabelas 2 e 3). No entanto, ao comparar os tratamentos AZ+TB e AZ+AV nota-se (Tabela 2) que a relação folha/colmo do azevém associado com aveia foi maior em todos os períodos no início de avaliação, evidenciando a eficiência do trevo branco em transferir N para o azevém no início do período de exclusão.

O trevo branco caracteriza-se como uma espécie hiberno – primaveril, pois concentra sua produção durante os meses de inverno e principalmente primavera. No presente estudo as áreas experimentais foram exclusas do pastejo, imediatamente após o segundo pastejo, com isso a contribuição de trevo branco na pastagem começou a declinar após os 35 dias de exclusão (Tabela 3), em virtude da baixa intensidade luminosa incidente sobre a leguminosa, em função do hábito de crescimento ereto do azevém. O azevém consorciado com amendoim forrageiro apresentou maior teor de PB no início do período de exclusão quando comparado ao azevém consorciado com aveia, esse comportamento deve-se a maior produção de folhas observadas nesse período inicial para o tratamento composto por amendoim forrageiro.

GONÇALVES & QUADROS (2003) avaliando consorciação de azevém + trevo vesiculoso sob diferentes doses de adubação nitrogenada, observaram que a leguminosa foi eficiente em transferir N para a gramínea acompanhante no período inicial de avaliação. No entanto, COLLINS et al. (1991) relataram que normalmente há pouca transferência durante os primeiros meses após a semeadura de uma pastagem consorciada com gramínea e leguminosa, e que a maior rota de transferência de N, tanto sob pastejo quanto corte, é através da decomposição de material morto de leguminosas, incluindo raízes, estolhos e folhas.

Entre os períodos, a porcentagem de PB foi superior no início do período de exclusão, o que está de acordo com os resultados obtidos por LUPATINI et al. (1998), utilizando mistura de aveia preta e azevém, e ROSO et al. (1999), em pastagens de azevém. Os valores de digestibilidade no início da utilização da pastagem foram maiores, resultantes do pleno crescimento vegetativo do azevém. A menor digestibilidade observada no último período coincidiu com o final do ciclo de produção do azevém e com o maior percentual de material morto observado na composição botânica da pastagem. Esse mesmo comportamento foi observado por CANTO et al. (1997), ROSO et al. (1999) e RESTLE et al. (2000), avaliando gramíneas de estação fria.

O comportamento da PB foi linear em todos os tratamentos. A redução dos teores de PB no azevém consorciado com aveia foi mais branda em relação às demais. Os teores de FDN do tratamento AZ+AV apresentaram-se menores a partir dos 41 dias de exclusão quando

comparado as outras pastagens. A DIVMS e a DIVMO ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático. O azevém consorciado com aveia apresentou os maiores teores de DIVMS e DIVMO em relação aos demais, principalmente após os 35 dias de exclusão. Esses fatores possivelmente apresentam relação com o longo período em estágio vegetativo do azevém quando consorciado com a aveia, onde a relação folha/colmo permaneceu elevada por maior período de tempo, ocasionando inversão dos componentes (folha e colmo) mais tardiamente, após 56 dias de exclusão.

Em geral, além do maior percentual de PB, as folhas possuem menores concentrações de FDN, FDA e lignina em comparação aos colmos das plantas forrageiras (VAN SOEST, 1994). Após os 63 dias de exclusão as pastagens de AZ+TB e AZ+AF apresentaram teores de PB inferiores a 10%, insuficientes para atender as exigências de bovinos leiteiros nem mesmo durante o período seco (NRC, 2001). A maior produção de colmos em relação a folhas ocorreu aos 41 e 35 dias, respectivamente, sendo um importante parâmetro para definir o momento da entrada dos animais nas pastagens, já que o início do estágio reprodutivo cessa a emissão de folhas e define a produção forrageira, com valores de FDN entre 50 e 55%.

O consumo de MS é uma variável importante que afeta o desempenho animal, MERTENS (1987) relata que o elevado teor de FDN é o fator mais limitante do consumo. Quando a PB da forragem atinge níveis inferiores a 7% e os teores de FDN superam 60%, ocorre acentuada redução no consumo da forragem (VAN SOEST, 1994). Segundo CONRAD (1964), o enchimento físico é limitante ao consumo de MS de dietas com digestibilidade abaixo de 66% e que controles metabólicos limitam o consumo de dietas com digestibilidade superior a este valor. A estrutura da pastagem também exerce influência sobre o consumo de MS. Os animais concentram a atividade de pastejo nas camadas de pastagem que possuem principalmente folhas (HOGDSON, 1990). Segundo MINSON (1990) os animais selecionam preferencialmente folhas por serem mais acessíveis e de menor resistência a apreensão e de melhor qualidade. Dessa forma, a avaliação dos parâmetros botânicos, estruturais e nutricionais das pastagens, é uma ferramenta que pode ser utilizada de forma interligada para definição do melhor intervalo entre pastejos.

De acordo com ROCHA et al. (2007) o avanço no desenvolvimento do ciclo dos cultivares ocasionou redução da proporção de folhas e aumento de colmos e material morto, o que alterou a composição química da MS ao longo do ciclo produtivo. QUADROS & MARASCHIN (1987) em Guaíba-RS, estudando o desempenho animal em misturas de espécies forrageiras de estação fria sob pastejo, quantificaram valores de DIVMO ao longo do período experimental entre 73 e 58%, para as associações de azevém, trevo branco e

cornichão. A redução na qualidade bromatológica da forragem também pode ser explicada pelas altas temperaturas do final do período produtivo, que aceleraram as atividades metabólicas da planta ocasionando decréscimo no conjunto de metabólitos do conteúdo celular. Desse modo, os produtos fotossintéticos são rapidamente convertidos em componentes estruturais (ROCHA et al., 2007). As altas temperaturas ambientais também resultam em aumento na lignificação da parede celular e alongamento dos entrenós (VAN SOEST, 1994).

### **Conclusões**

A maior produção de azevém ocorreu na pastagem de AZ+TB e a menor produção na pastagem de AZ+AV. O azevém consorciado com aveia apresenta a maior produção de folhas e a menor produção de colmos, dessa forma, a maior relação folha/colmo, em relação aos demais tratamentos. O azevém consorciado com aveia apresenta a menor produção de inflorescências e maior período em estágio vegetativo, devido à emissão tardia de inflorescências.

Há redução do valor nutricional do azevém em função dos dias de exclusão, com aumento dos teores de FDN e decréscimos nos valores de PB, DIVMS e DIVMO. O azevém associado com trevo branco apresenta o maior teor de PB durante o início do período de exclusão. A partir dos 35 dias de exclusão o azevém consorciado com aveia apresenta os maiores teores de DIVMS e DIVMO, e a partir dos 41 dias os menores teores de FDN.

Não foi possível determinar efeito do amendoim forrageiro sobre os parâmetros avaliados.

### **Referências bibliográficas**

BELESKY, D.P. Growth of *Dactylis glomerata* along a light gradient in the central appalachian region of the eastern USA: I. Dry matter production and partitioning. **Agroforestry Systems**, v.5, p.81-90, 2005.

CANTO, M.W.; RESTLE, J.; QUADROS, F.L.F et al. Produção animal em pastagem de aveia (*Avena strigosa Schreb*) adubada com nitrogênio ou em mistura com ervilhaca (*Vicia sativa L.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.2, p.396-402, 1997.

CASTRO, C. R. T.; CARVALHO, M. M. Florescimento de gramíneas forrageiras cultivadas sob luminosidade reduzida. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 163-166, 2000.

COLLINS, R.P; GLENDING, M.J.; RHODES, I. The relationship between stolon characteristics, winter survival and annual yield in white clover (*Trifolium repens* L.). **Grass Forage Science**, v.46, p.51-61, 1991.

CONRAD, H.R.; PRATT, A.D.; HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows.1, Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility, **Journal of Dairy Science**, v.47, n.1, p.54-62, 1964.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

ERIKSEN, F. I.; WHITNEY, A. S. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I: Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, n. 3, p. 427-433, 1981.

GARCEZ NETO, A.F. **Avaliação fisiológica, morfológica e estrutural de forrageiras de clima temperado sob diferentes regimes de luminosidade**. Viçosa, 2006, 102 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

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

GRISE, M.M.; CECATO, U.; MORAES, A. et al. Avaliação da composição química e da digestibilidade *in vitro* da mistura aveia IAPAR 61 (*Avena strigosa* Schreb) + ervilha forrageira (*Pisum arvense* L.) em diferentes alturas sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.659-665, 2001.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Essex: Longman, 1990. 203p.

KAMEL, M.S. A physiological study of shading and density effects on the growth and the efficiency of solar energy conversion in some field crops. **Netherlands Journal of Agriculture Science**, Wageningen, v. 59, n. 1, p. 5-16, 1959.

LAMBERS, H.; CHAPIN III, F.S.; PONS, T.L. **Plant Physiological Ecology**. Springer, New York, 1998,540p.

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

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal Animal Science**, v.64, n.6, p.1548-1558, 1987.

MOOJEN, E.L. **Avaliação de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) sob pastejo e níveis de adubação nitrogenada**. Santa Maria, 1993, 39 f. Tese (Progressão a Professor Titular) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1993.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 1961. 41p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

PERI, P.L.; LUCAS, .R.J.; MOOT, D.J. Dry matter production, morphology, and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. **Agroforestry Systems**, v.70, p.63-79, 2007.

PETERS, M.; LASCANO, C.E. Forage technology adoption: linking on-station research with participatory methods. **Tropical Grassland**, v.37, p.197-203, 2003.

QUADROS, F.L.F., MARASCHIN, G.E. Desempenho animal em misturas de espécies forrageiras de estação fria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.5, p.535-541, 1987.

REDE OFICIAL DE LABORATÓRIOS DE ANÁLISE DE SOLO – ROLAS. **Recomendação da adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2 ed. Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 2004. 128 p.

RESTLE, J.; ROSO, C.; SOARES, A.B. et al. Produtividade animal e retorno econômico em pastagem de aveia preta mais azevém adubada com fontes de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.357-369, 2000.

ROCHA, M.G. et al. Avaliação de espécies forrageiras de inverno na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1990-1999, 2007.

ROSO, C.; RESTLE, J.; SOARES, A.B. et al. Produção e qualidade de forragem da mistura de gramíneas anuais de estação fria sob pastejo contínuo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.459-467, 1999.

RYLE, G.J.A. Effects of shading on inflorescence size and development in temperate perennial grasses. **Annals of Applied Biology**, London, v.59, n.2, p. 297-308, 1967.

SAS Institute. **Statistical analysis system user's guide**. Version 8.02 Cary: Statistical Analysis System Institute, 2001.

TILLEY, J.M.A. & TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. Ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

WHITEHEAD, D.C. **Grassland Nitrogen**., ed. Wallingford: CAB International. 1995, 397p.

WILM, H.G.; COSTELLO, D.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double-sampling methods. **Journal American Society Agronomy**, n.36, p.194-203, 1944.



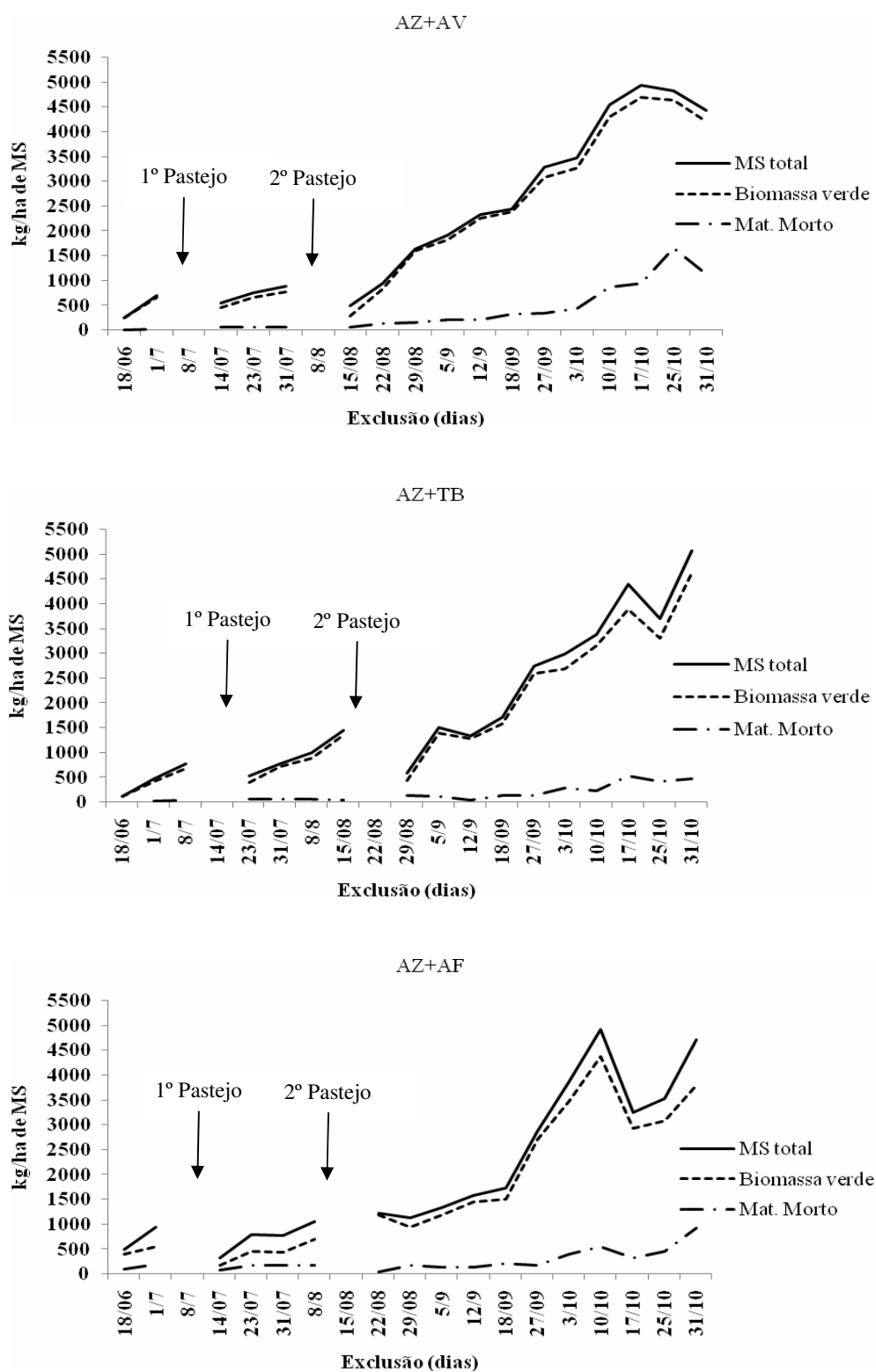


Figura 1. Acúmulo de MS total, biomassa verde e material morto (kg/ha de MS) de pastagens de azevém associado com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF) durante 2 ciclos de pastejo e após exclusão. Santa Maria, RS, 2005.

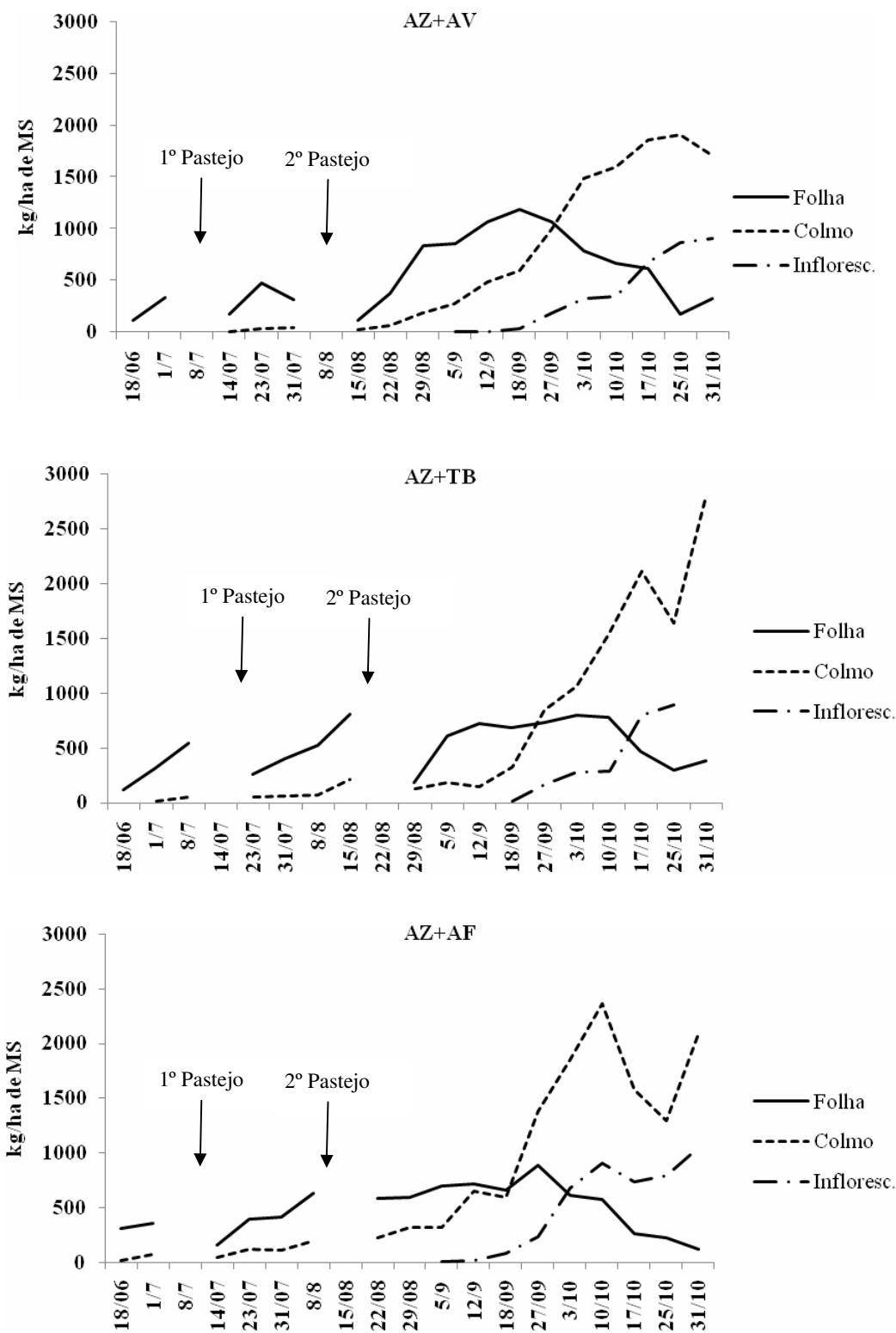


Figura 2. Acúmulo de folhas, colmo e inflorescência (kg/ha de MS) da cultura do azevém associada com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), durante 2 ciclos de pastejo e após exclusão. Santa Maria, RS, 2005.

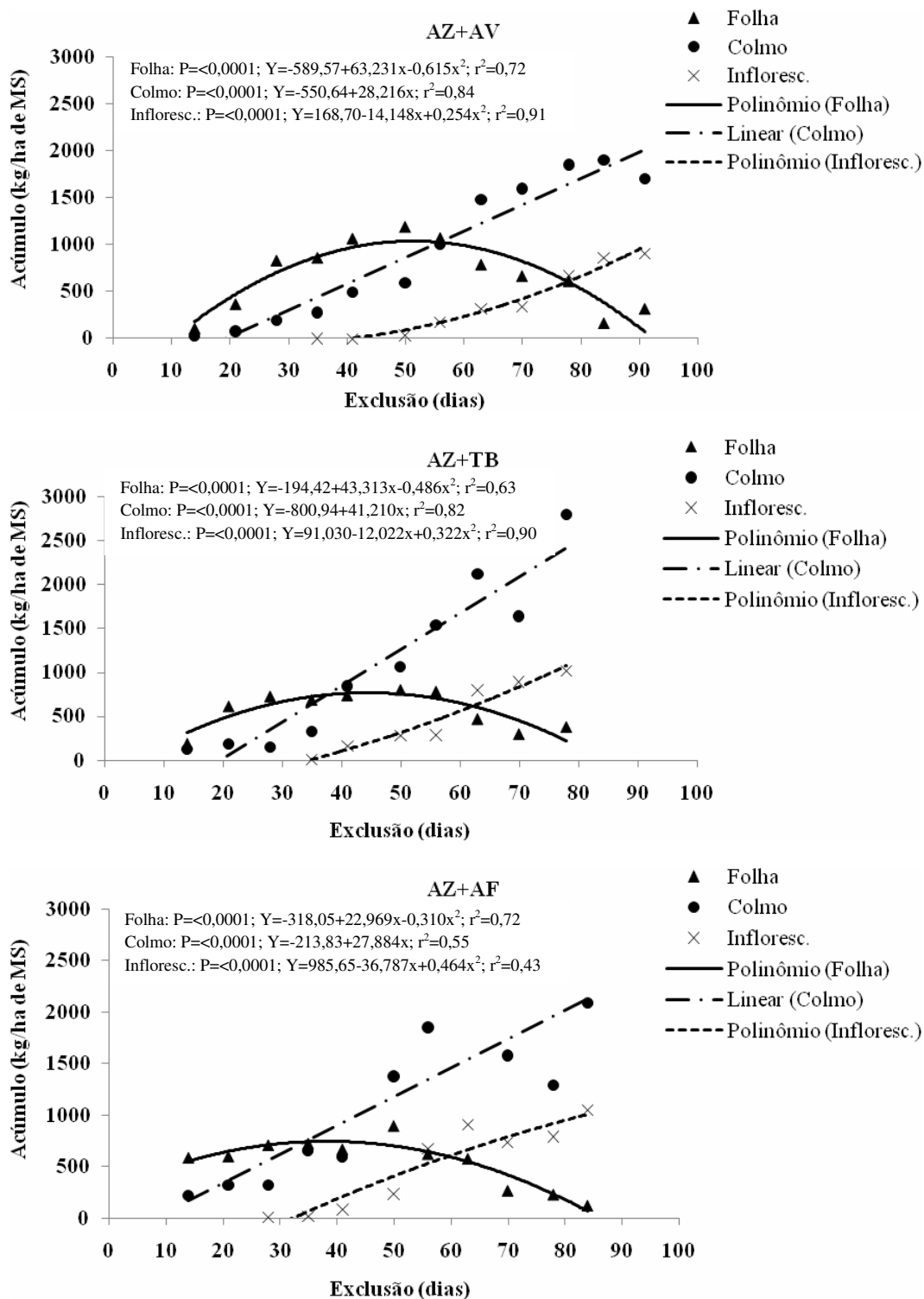


Figura 3. Acúmulo de folhas, colmo e inflorescência (kg/ha de MS) da cultura do azevém associada com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), durante o período de exclusão. Santa Maria, RS, 2005.

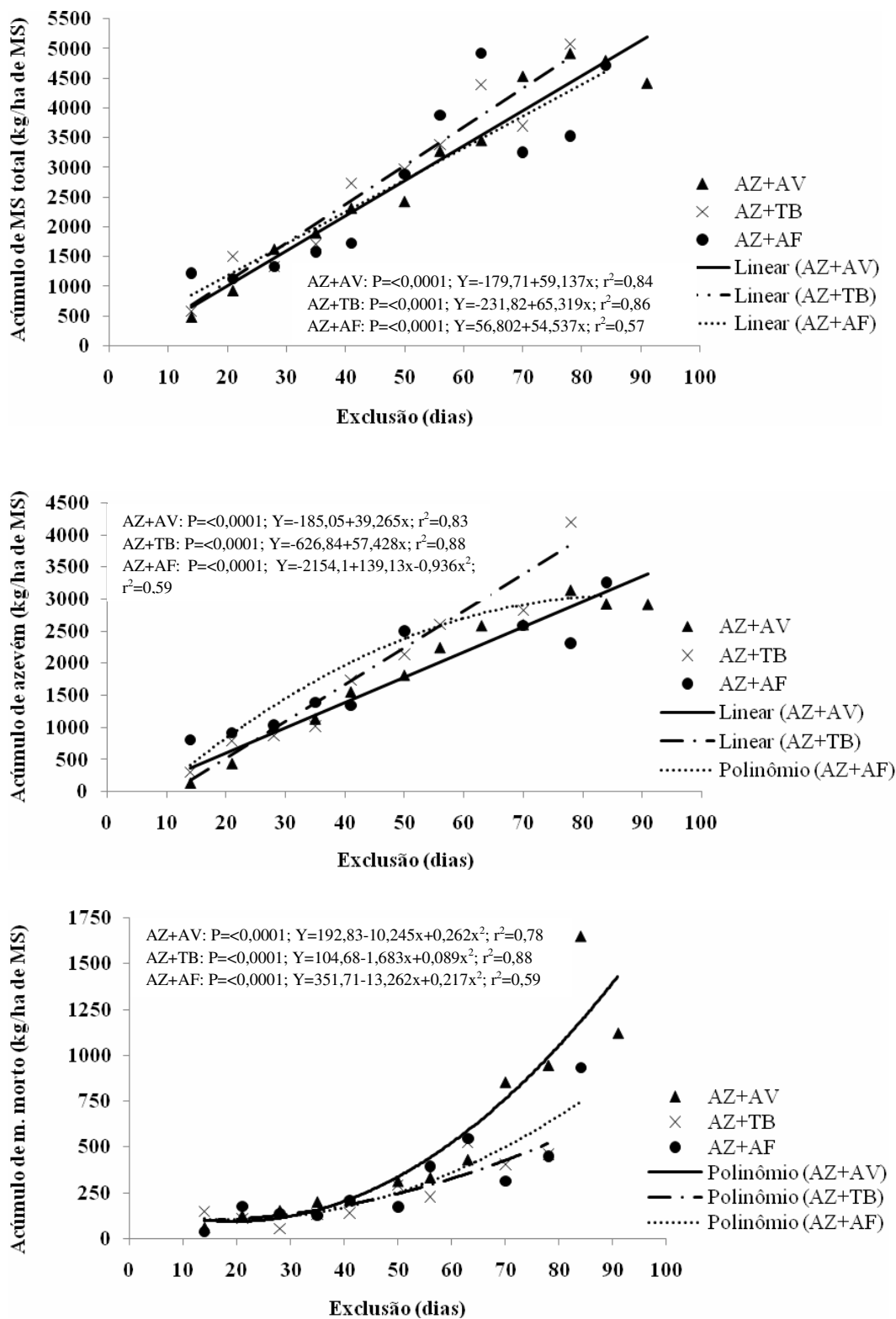


Figura 4. Acúmulo de MS total, azevém e material morto (kg/ha de MS) de pastagens de azevém associado com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), durante o período de exclusão. Santa Maria, RS, 2005.

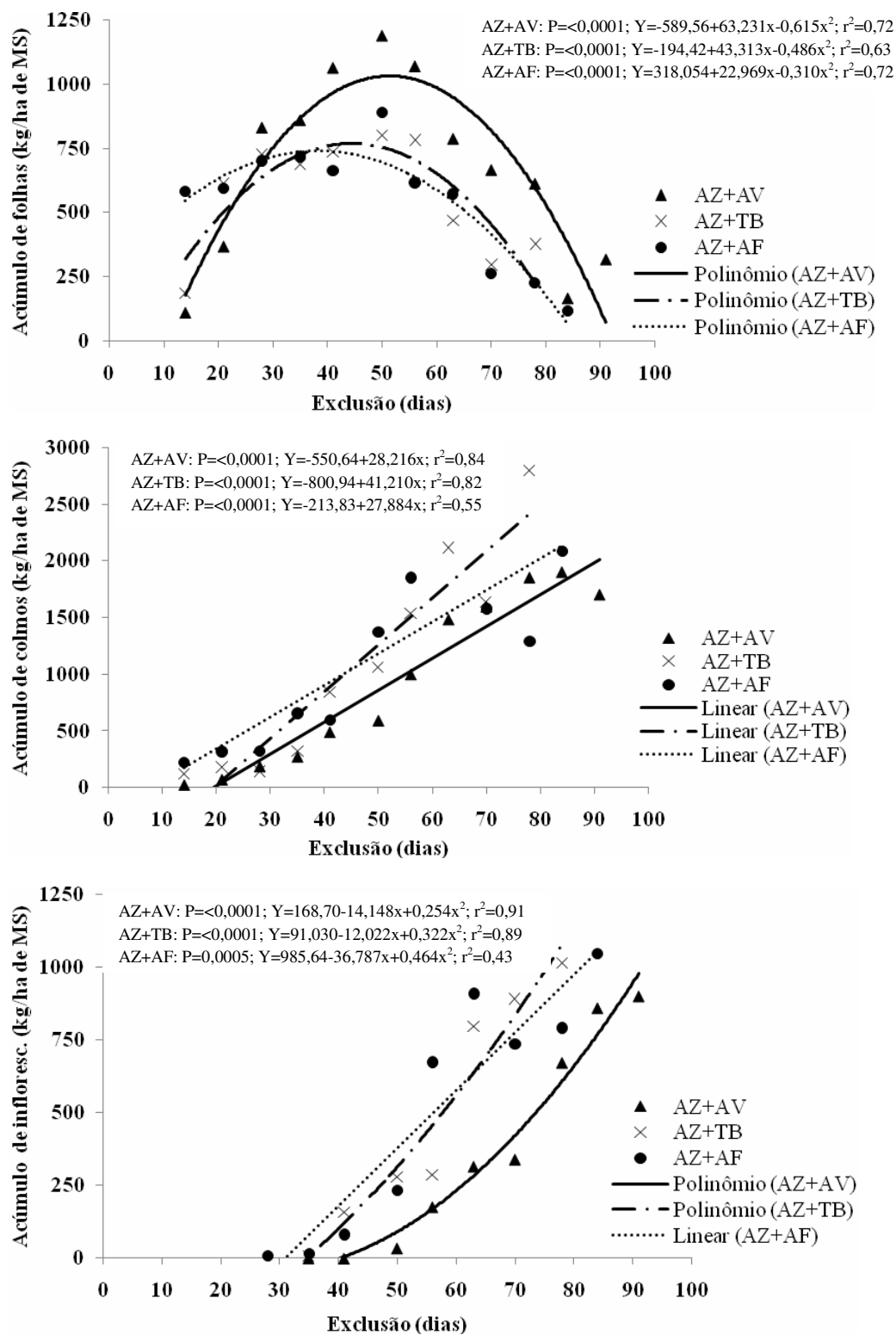


Figura 5. Acúmulo de folhas, colmos e inflorescência (kg/ha de MS) da cultura do azevém associada com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), durante o período de exclusão. Santa Maria, RS, 2005.

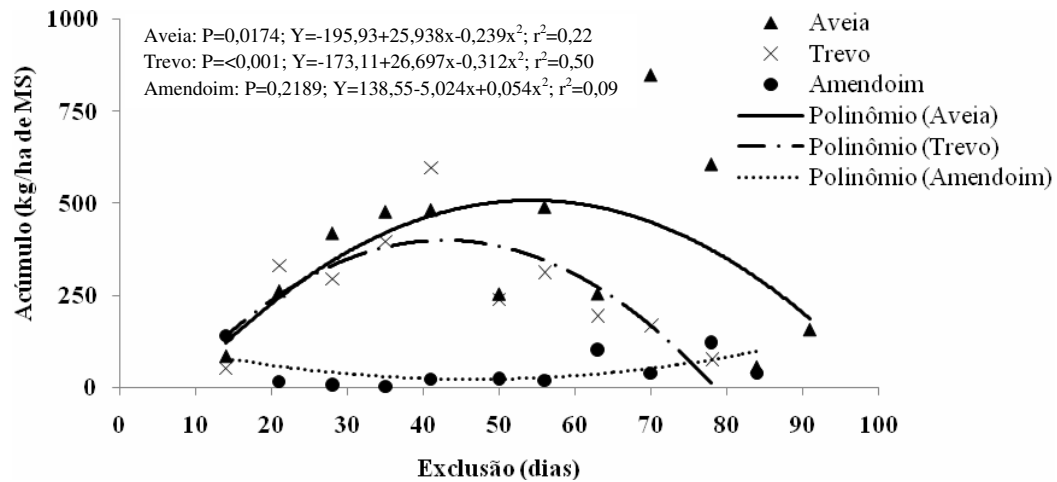


Figura 6. Acúmulo de aveia, trevo branco e amendoim forrageiro (kg/ha de MS) de pastagens de azevém associado com aveia, trevo branco e amendoim forrageiro, durante o período de exclusão. Santa Maria, RS, 2005.

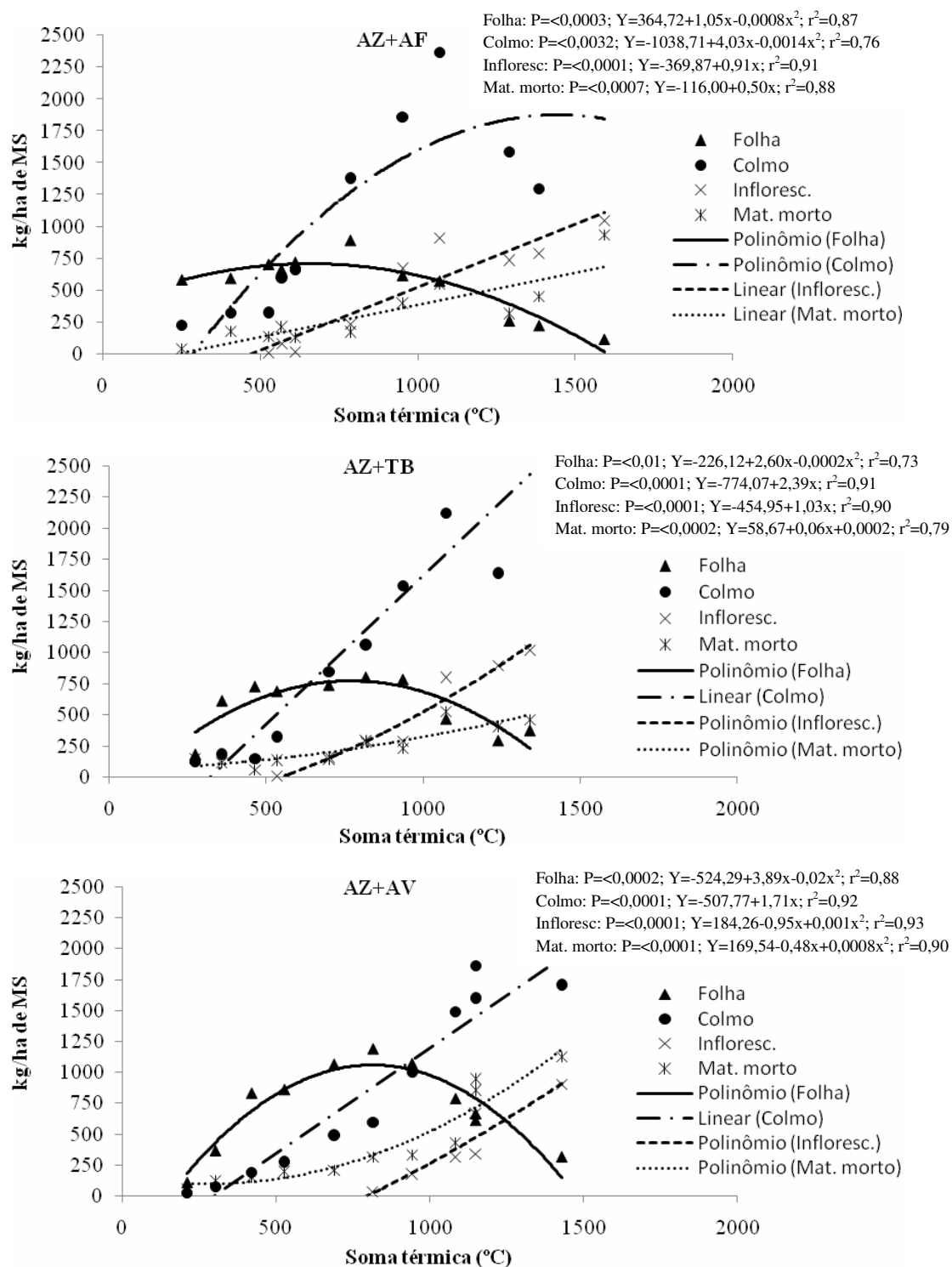


Figura 7. Produção de folhas, colmos, inflorescências e material morto (kg/ha de MS) da cultura do azevém associada com amendoim forrageiro (AZ+AF), trevo branco (AZ+TB) e aveia (AZ+AV), em função da soma térmica ( $^{\circ}$  C) acumulada durante o período de exclusão. Santa Maria, RS, 2005.

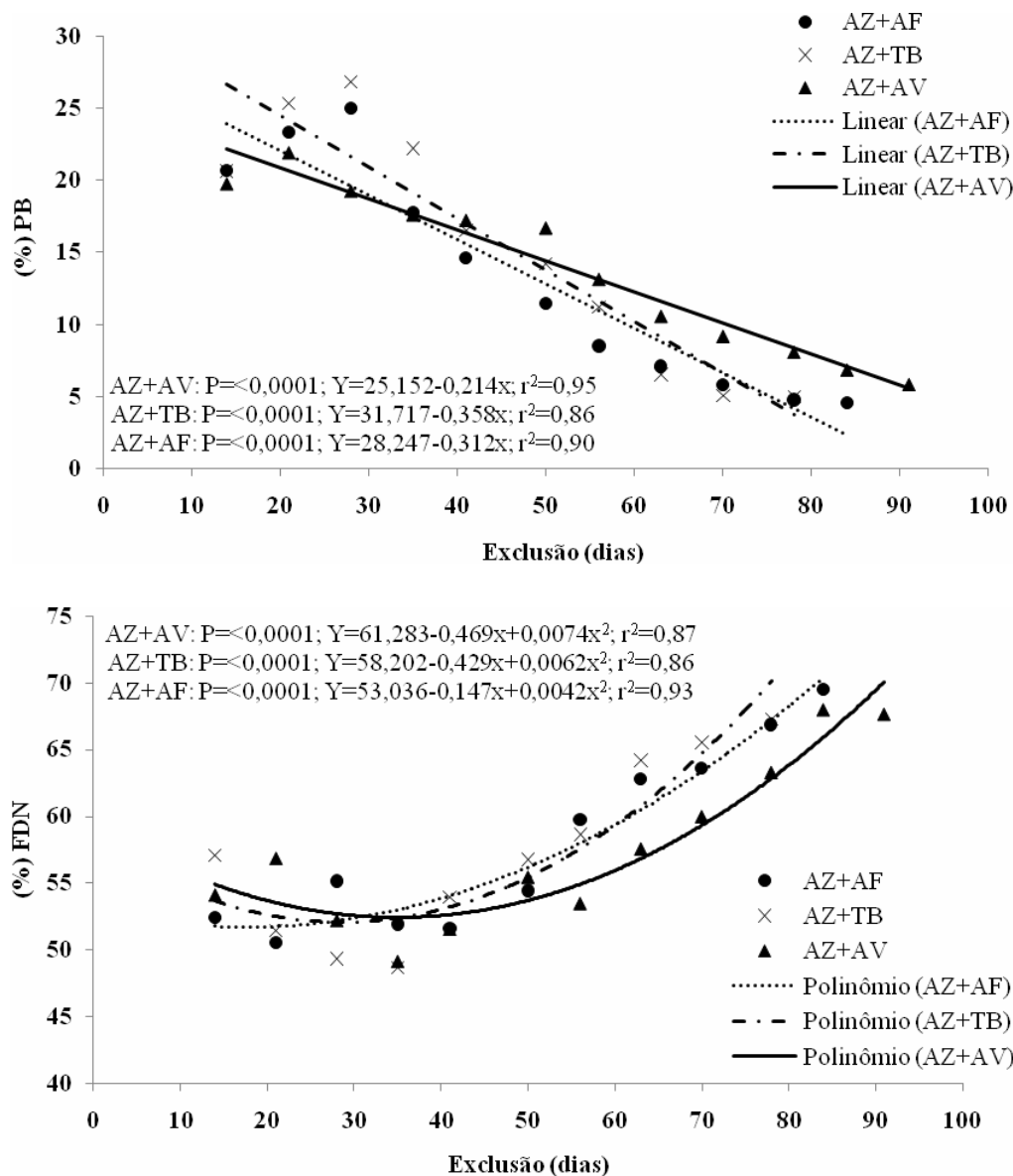


Figura 8. Proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), expressas em base seca, da forragem de azevém associado com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), durante o período de exclusão. Santa Maria, RS, 2005.



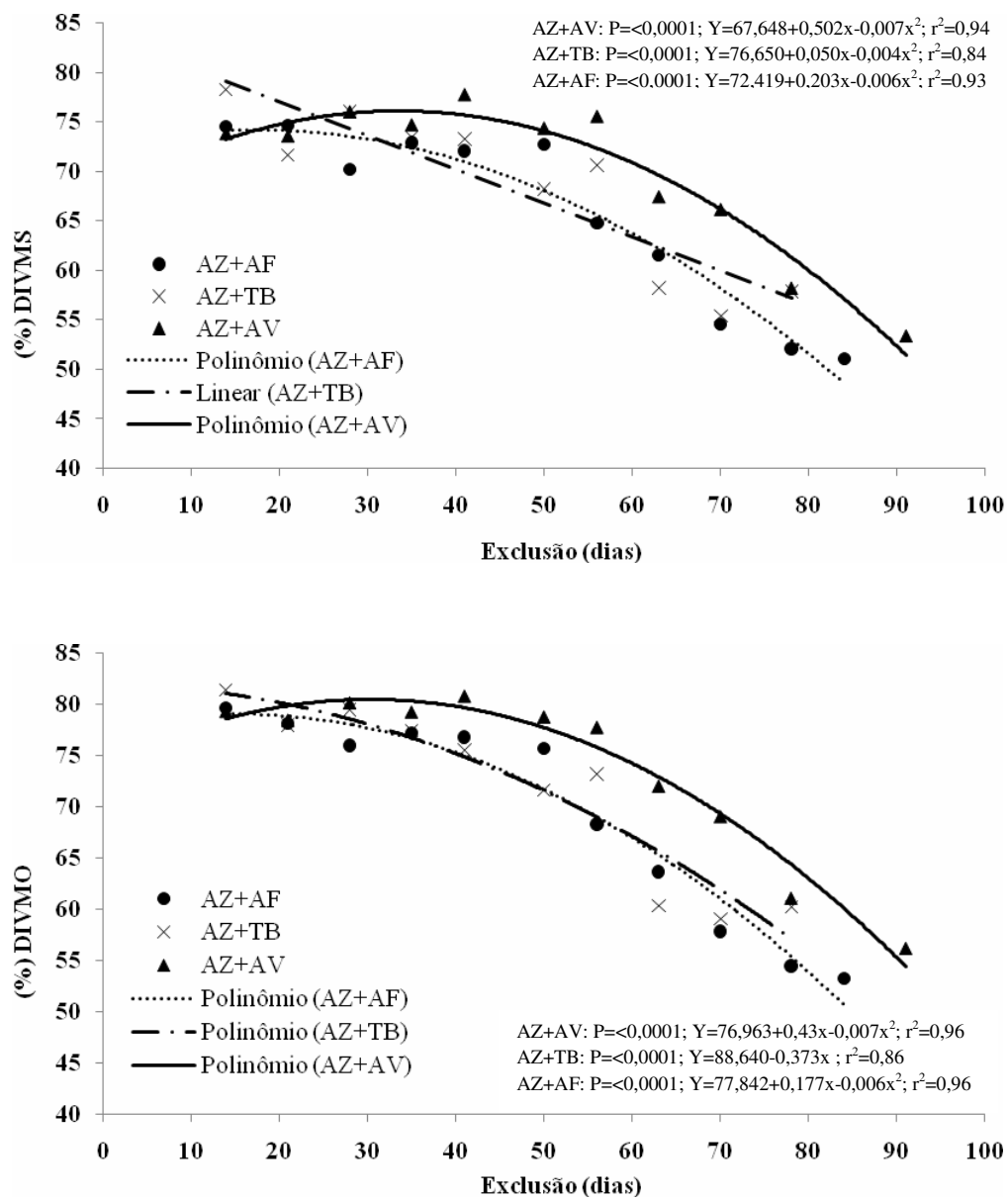


Figura 9. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), expressas em base seca, da forragem de azevém associado com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), durante o período de exclusão. Santa Maria, RS, 2005.

Tabela 1. Acúmulo de MS total (kg/ha de MS), biomassa verde, material morto e outras espécies em percentagem da MS total, de pastagens de azevém associado à aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), exclusas do pastejo, Santa Maria, RS, 2005

Tratamentos	Exclusão (dias)											
	14	21	28	35	41	50	56	63	70	78	84	91
	MS total (kg/ha de MS)											
AZ+AV	483 <sup>b</sup>	930 <sup>c</sup>	1629	1904	2321 <sup>ab</sup>	2888	3283	3463 <sup>b</sup>	4544 <sup>a</sup>	4931 <sup>a</sup>	4810	4428
AZ+TB	595 <sup>b</sup>	1511 <sup>a</sup>	1345	1721	2742 <sup>a</sup>	2982	3393	4400 <sup>a</sup>	3704 <sup>ab</sup>	5074 <sup>a</sup>	-	-
AZ+AF	1225 <sup>a</sup>	1134 <sup>b</sup>	1339	1585	1730 <sup>b</sup>	2433	3877	4920 <sup>a</sup>	3258 <sup>b</sup>	3530 <sup>b</sup>	4722	-
Média	768	1192	1437	1737	2264	2768	3518	4261	3835	4512	4766	4428
C.V (%)	23,97	6,78	19,96	19,74	16,58	19,01	20,43	22,37	18,84	18,34	32,29	20,75
	Biomassa verde (%)											
AZ+AV	86,02 <sup>ab</sup>	86,35 <sup>ab</sup>	95,10	89,41	91,33	87,73	89,32	87,58	81,55 <sup>b</sup>	80,65 <sup>b</sup>	65,70 <sup>b</sup>	75,24
AZ+TB	75,12 <sup>b</sup>	92,50 <sup>a</sup>	95,62	92,37	94,89	90,06	93,45	88,20	89,25 <sup>a</sup>	90,87 <sup>a</sup>	-	-
AZ+AF	96,23 <sup>a</sup>	84,67 <sup>b</sup>	89,76	92,40	87,54	93,94	90,10	89,11	90,43 <sup>a</sup>	87,45 <sup>ab</sup>	81,13 <sup>a</sup>	-
Média	85,79	87,84	92,49	91,40	91,26	90,58	90,95	88,29	87,08	86,32	73,41	75,24
C.V (%)	7,63	3,23	5,93	3,34	3,35	3,35	3,99	1,82	3,10	3,62	3,95	5,84
	Material morto (%)											
AZ+AV	13,97 <sup>ab</sup>	13,65 <sup>ab</sup>	7,90	7,60	8,67	6,06	9,94	12,42	18,44 <sup>a</sup>	19,35 <sup>a</sup>	34,29 <sup>a</sup>	24,76
AZ+TB	24,88 <sup>a</sup>	7,50 <sup>b</sup>	4,38	7,63	5,10	9,94	6,54	11,80	10,74 <sup>b</sup>	9,13 <sup>b</sup>	-	-
AZ+AF	3,77 <sup>c</sup>	15,33 <sup>a</sup>	10,23	10,58	12,46	12,27	10,67	10,89	9,57 <sup>b</sup>	12,92 <sup>ab</sup>	18,89	-
Média	14,21	12,16	7,51	8,60	8,74	9,42	9,05	11,70	12,92	13,67	26,59	24,76
C.V (%)	46,06	23,39	73,06	35,55	34,95	22,22	40,06	13,76	20,89	22,86	10,90	17,74
	Outras espécies (%)											
AZ+AV	36,61 <sup>a</sup>	10,92	1,81 <sup>b</sup>	4,84	2,65	7,38	5,52	5,43	4,74	4,87 <sup>b</sup>	3,58 <sup>b</sup>	4,53
AZ+TB	18,15 <sup>b</sup>	17,83	8,52 <sup>a</sup>	9,45	9,45	10,04	6,69	6,92	8,07	6,89 <sup>b</sup>	-	-
AZ+AF	18,45 <sup>b</sup>	12,42	11,49 <sup>a</sup>	3,29	9,69	1,83	8,29	9,45	9,51	19,02 <sup>a</sup>	12,10 <sup>a</sup>	-
Média	22,73	10,39	7,27	5,86	7,26	6,42	6,83	7,26	7,44	10,26	7,84	4,53
C.V (%)	11,60	7,48	66,18	57,52	72,01	64,03	62,79	56,72	39,14	53,58	95,87	85,05

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Acúmulo de azevém (kg/ha de MS), folha, colmo, inflorescência em percentagem da MS total e relação folha/colmo de pastagens de azevém associado à aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), exclusas do pastejo, Santa Maria, RS, 2005

Tratamentos	Exclusão (dias)											
	14	21	28	35	41	50	56	63	70	78	84	91
	Azevém (kg/ha de MS)											
AZ+AV	134 <sup>b</sup>	439 <sup>b</sup>	1021	1136	1341	1818	2250 <sup>b</sup>	2591 <sup>b</sup>	2582	2311 <sup>c</sup>	2932	2926
AZ+TB	312 <sup>b</sup>	798 <sup>a</sup>	874	1025	1556	2145	2610 <sup>ab</sup>	3389 <sup>ab</sup>	2830	4193 <sup>a</sup>	-	-
AZ+AF	807 <sup>a</sup>	915 <sup>a</sup>	1034	1392	1741	2503	3147 <sup>a</sup>	3846 <sup>a</sup>	2607	3145 <sup>b</sup>	3255	-
Média	416	717	976	1184	1546	2156	2669	3276	2673	3216	3093	2926
C.V (%)	27,31	11,70	13,40	26,21	22,49	22,34	18,21	29,86	15,97	26,98	38,74	13,49
	Folha (%)											
AZ+AV	24,29 <sup>b</sup>	39,70 <sup>b</sup>	52,75	44,63	45,72 <sup>a</sup>	50,10 <sup>a</sup>	33,57 <sup>a</sup>	23,13 <sup>a</sup>	15,49	12,22	3,46	7,58
AZ+TB	31,75 <sup>ab</sup>	40,56 <sup>b</sup>	54,15	40,56	27,17 <sup>b</sup>	26,92 <sup>b</sup>	23,10 <sup>b</sup>	10,57 <sup>b</sup>	7,64	7,64	-	-
AZ+AF	47,68 <sup>a</sup>	52,67 <sup>a</sup>	52,89	46,25	37,70 <sup>ab</sup>	30,79 <sup>b</sup>	16,10 <sup>b</sup>	11,83 <sup>b</sup>	7,91	6,24	2,71	-
Média	34,57	44,13	53,26	43,81	36,86	35,93	24,28	15,18	10,45	8,70	3,09	7,58
C.V (%)	24,12	9,46	13,86	19,33	12,88	11,54	14,62	25,20	42,21	29,96	22,55	39,18
	Colmo (%)											
AZ+AV	5,22 <sup>b</sup>	7,74 <sup>b</sup>	11,57 <sup>b</sup>	14,12 <sup>b</sup>	20,92 <sup>b</sup>	24,17 <sup>b</sup>	30,56 <sup>b</sup>	42,24	35,11 <sup>c</sup>	37,12 <sup>b</sup>	39,58	38,96
AZ+TB	20,91 <sup>a</sup>	12,16 <sup>b</sup>	10,83 <sup>b</sup>	18,95 <sup>b</sup>	30,07 <sup>ab</sup>	35,64 <sup>ab</sup>	46,37 <sup>a</sup>	48,01	44,14 <sup>b</sup>	54,27 <sup>a</sup>	-	-
AZ+AF	18,31 <sup>a</sup>	28,26 <sup>a</sup>	24,19 <sup>a</sup>	41,69 <sup>a</sup>	33,90 <sup>a</sup>	46,67 <sup>a</sup>	47,80 <sup>a</sup>	47,32	48,93 <sup>a</sup>	36,28 <sup>b</sup>	44,44	-
Média	14,81	16,05	15,53	24,94	28,50	35,49	41,52	45,86	42,73	42,56	42,01	38,96
C.V (%)	19,26	15,12	5,83	15,13	15,66	13,87	17,52	10,84	4,46	15,98	14,65	10,00
	Inflorescência (%)											
AZ+AV	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00 <sup>b</sup>	1,30 <sup>b</sup>	4,78 <sup>b</sup>	8,63 <sup>b</sup>	7,58 <sup>b</sup>	13,65 <sup>b</sup>	17,89	20,24
AZ+TB	0,00	0,00	0,00	0,57	5,70 <sup>a</sup>	9,29 <sup>a</sup>	8,28 <sup>ab</sup>	18,22 <sup>a</sup>	24,34 <sup>a</sup>	20,40 <sup>a</sup>	-	-
AZ+AF	0,00	0,00	0,58	0,98	4,79 <sup>a</sup>	8,26 <sup>a</sup>	17,42 <sup>a</sup>	17,89 <sup>a</sup>	22,60 <sup>a</sup>	22,12 <sup>a</sup>	21,12	-
Média	0,00	0,00	0,19	0,54	3,49	6,29	10,16	14,92	18,17	18,72	19,50	20,24
C.V (%)	0,00	0,00	164,8	111,8	53,60	32,25	37,58	24,41	14,98	28,34	14,27	10,86
	Folha/Colmo											
AZ+AV	4,59 <sup>a</sup>	4,56 <sup>a</sup>	5,54 <sup>a</sup>	3,28 <sup>a</sup>	2,24 <sup>a</sup>	2,09 <sup>a</sup>	1,16 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	0,45	0,32	0,09	0,19
AZ+TB	1,59 <sup>b</sup>	3,41 <sup>b</sup>	5,00 <sup>a</sup>	2,14 <sup>b</sup>	1,12 <sup>b</sup>	0,76 <sup>b</sup>	0,51 <sup>b</sup>	0,25 <sup>b</sup>	0,18	0,15	-	-
AZ+AF	2,60 <sup>b</sup>	1,86 <sup>c</sup>	2,18 <sup>b</sup>	1,10 <sup>c</sup>	0,89 <sup>b</sup>	0,67 <sup>b</sup>	0,34 <sup>b</sup>	0,21 <sup>b</sup>	1,16	0,18	0,06	-
Média	2,92	3,61	3,92	2,17	1,42	1,17	0,67	0,34	0,26	0,22	0,07	0,19
C.V (%)	20,67	26,46	14,16	13,59	20,66	21,06	31,04	33,56	49,35	32,04	27,75	34,51

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Acúmulo de leguminosas e aveia em percentagem da MS total, e de leguminosas em percentagem da biomassa verde, de pastagens de azevém associado à aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF), exclusas do pastejo, Santa Maria, RS, 2005

Tratamentos	Exclusão (dias)											
	14	21	28	35	41	50	56	63	70	78	84	91
	Leguminosas (% MS total)											
AZ+AV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AZ+TB	9,30	21,95 <sup>a</sup>	22,12 <sup>a</sup>	22,80 <sup>a</sup>	21,87 <sup>a</sup>	8,16 <sup>a</sup>	9,03 <sup>a</sup>	4,48	4,75	1,68	-	-
AZ+AF	11,79	1,32 <sup>b</sup>	0,61 <sup>b</sup>	0,18 <sup>b</sup>	1,47 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,47 <sup>b</sup>	2,61	1,48	3,78	2,74	-
Média	10,54	11,64	11,36	11,49	11,67	4,50	4,75	3,55	3,11	2,73	2,74	-
C.V (%)	28,24	16,98	4,31	15,03	25,34	45,80	79,25	65,81	67,56	16,17	87,12	-
	Aveia (% MS total)											
AZ+AV	19,91	27,99	25,97	25,76	22,04	10,33	14,79	18,15	18,61	12,79	1,18	7,41
AZ+TB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AZ+AF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	19,91	27,99	25,97	25,76	22,04	10,33	14,79	18,15	18,61	12,79	1,18	7,41
C.V (%)	87,45	33,97	4,35	56,23	37,21	74,54	57,18	84,61	6,97	56,25	43,10	69,6
	Leguminosas (% Biomassa verde)											
AZ+AV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AZ+TB	12,26	23,76 <sup>a</sup>	23,13 <sup>a</sup>	24,75 <sup>a</sup>	23,10 <sup>a</sup>	9,13 <sup>a</sup>	9,63 <sup>a</sup>	5,10	5,29 <sup>a</sup>	1,85	-	-
AZ+AF	12,30	1,57 <sup>b</sup>	0,68 <sup>b</sup>	0,19 <sup>b</sup>	1,70 <sup>b</sup>	0,90 <sup>b</sup>	0,52 <sup>b</sup>	2,93	1,67 <sup>b</sup>	4,33	3,92	-
Média	12,28	12,66	11,91	12,47	12,37	5,02	5,07	4,01	3,48	3,09	3,92	-
C.V (%)	29,49	18,57	4,66	19,23	25,82	50,02	78,98	66,06	67,13	16,35	6,71	-

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

## **CAPÍTULO 3**

## **DILUIÇÃO DO NITROGÊNIO DO AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.) CV. COMUM SOB CONSORCIAÇÃO EM FUNÇÃO DO ACÚMULO DE MATÉRIA SECA DA CULTURA**

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de leguminosas em consórcio com azevém sobre a dinâmica do N na pastagem, em função do acúmulo de MS, dentro de um sistema de transição agroecológica. As pastagens experimentais foram estabelecidas por preparo mínimo do solo. Foi avaliada a cultura do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), cv. Comum, sendo os tratamentos compostos pelos consórcios com aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), cv. Comum (AZ+AV), trevo branco (*Trifolium repens* L.), cv. Yi (AZ+TB) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & Gregory), cv. Amarillo (AZ+AF). Os tratamentos foram estabelecidos com as seguintes densidades de semeadura: (AZ+AV), 40 kg/ha de azevém e 80 kg/ha de aveia; (AZ+TB), 40 kg/ha de azevém e 4 kg/ha de trevo branco; (AZ+AF), 40 kg/ha de azevém e 12 kg/ha de amendoim forrageiro. A adubação de base constou de 40 kg/ha de fósforo e potássio, conforme recomendação da análise de solo. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições. Utilizou-se o modelo de diluição do N no tecido vegetal, proposto por LEMAIRE e SALETTE (1984) e validado por GREENWOOD et al. (1991). Os dados de campo foram confrontados ao modelo utilizando-se a análise do desvio da raiz do quadrado médio (RMSD) proposto por KOBAYASHI e SALAM (2000). O valor do coeficiente ( $\beta$ ) em todas as pastagens foi menor que (-0,60), o maior declínio da concentração de N no tecido vegetal em função do acúmulo de MS ocorreu na pastagem de AZ+TB (-0,94), seguido das pastagens de AZ+AF e AZ+AV, respectivamente. O maior conteúdo de N no tecido vegetal foi observado no azevém quando consorciado com trevo branco. A pastagem de AZ+TB foi a que apresentou o índice de nutrição nitrogenada mais próxima ao modelo.

**Palavras-chave:** amendoim forrageiro, aveia, coeficiente de diluição, leguminosas, nutrientes, trevo branco

## **RYEGRASS (*Lolium multiflorum* Lam.) NITROGEN DILUTION UNDER INTERCROPPING AS CONSEQUENCE OF THE DRY MATTER ACCUMULATION**

### **Abstract**

This work aims to evaluate the influence of leguminous plants consorted with ryegrass through the N incidence on pastures, regarding the MS accumulation, within an agro ecological transition system. The experimental pasture was established by the minimum tillage of the soil after doing two harrowing. It was evaluated in the annual ryegrass culture (*Lolium multiflorum* Lam.), cv. Common and its treatment was composed joining black oats, white clover and forage peanut. The treatments were established by the following seeding densities: (AZ+AV), 40 kg/ha of ryegrass and 80 kg/ha of oats; (AZ+TB), 40 kg/ha of ryegrass and 4 kg/ha of white clover; (AZ+AF), 40 kg/ha of ryegrass and 12 kg/ha of forage peanut. The base fertilization is consisted in 40 kg/ha of phosphorus and potassium, according to the recommendation of the soil analysis. The experimental outline was entirely at random, with three applications and three sequential repetitions. It was used the N dilution pattern at the plant tissue, proposed by LEMAIRE e SALETTE (1984) and validated by GREENWOOD et al. (1991). The data collected in the fields were in disagreement with the pattern when the root medium square deviation analysis, proposed by KOBAYASHI e SALAM (2000), was used. The coefficient ( $\beta$ ), which was used in all the pasture samples, was lower than (-0,60); the highest N concentration declination in plant tissues, as a consequence of the MS accumulation, occurred in the AZ+TB (-0,94) pasture sample and in the AZ+AF and AZ+AV pastures on the sequence, respectively. The highest content of N, in the plant tissue, was found in the ryegrass only when it was mixed up with white clover. The AZ+TB was the pasture which presented the nearest nitrogen nutrition to the ideal pattern.

**Key Words:** coefficient of dilution, forage peanut, legumes, nutrients, oat, white clover

## **Introdução**

As pastagens de inverno representam uma alternativa viável à alimentação de bovinos leiteiros, sendo um alimento de elevado valor nutricional, diminuindo a sazonalidade, incrementando a produção forrageira e o desempenho animal. Os índices de produtividade das pastagens são influenciados pelas condições de solo e clima. Conforme BRISKE & HEITSCHMIDT (1991) a capacidade dos sistemas pastoris em produzir biomassa poderia ser ilimitada, dado o grande suprimento de energia solar, se não fossem alguns limitantes ecológicos. Limitações estas que podem ser hídricas, nutricionais e de temperatura, frequentes nos ecossistemas pastoris e que impedem o adequado desenvolvimento da área foliar do dossel vegetal. Nutrientes essenciais como carbono, N, fósforo, etc., integram os processos bioquímicos e as vias metabólicas das plantas influenciando diretamente a captura e o fluxo de energia no sistema (NABINGER, 1998). Assim, embora a eficiência de conversão de uma folha individual numa situação ideal em termos de temperatura, água e nutrientes possa chegar a 20 % (LAWLOR, 1987), estima-se que menos de 1 % da energia solar incidente anualmente na superfície terrestre é transformada em energia química pela vegetação (BEGON et al., 1986).

O N é um dos nutrientes absorvidos em grandes quantidades e essencial ao crescimento das plantas. A produção da forragem aumenta com o uso de adubação nitrogenada, dentro de certos limites e, conseqüentemente, aumenta a capacidade de suporte da pastagem (ALVIM et al., 1987; ALVIM et al., 1989). Não obstante, a adubação nitrogenada é fundamental para a expressão do potencial forrageiro das pastagens. LEMAIRE e CHAPMAN (1996) expõem que o fluxo de carbono dentro de uma planta ou pastagem é fortemente influenciado pelo consumo de N e a partição e reciclagem de N dentro da pastagem. Conforme QUADROS, et al. (2003) em comunidades de plantas forrageiras, a quantidade de biomassa produzida pelos vegetais é, muitas vezes, limitada pela disponibilidade de N. A atividade fotossintética das folhas é diretamente relacionada ao seu conteúdo em N, e o suprimento de carbono na cultura depende do nível de nutrição nitrogenada. A disponibilidade de N no solo pode ser maior com a utilização de leguminosas, tanto na forma estreme como em misturas com gramíneas.

Quando todos os fatores modificáveis do meio são levados a um nível ótimo podemos definir a produtividade potencial, onde somente aquelas variáveis ambientais, não possíveis de serem controladas em condições de campo, como a radiação e temperatura, estão limitando a expressão potencial. Quando algum dos fatores modificáveis (água, nutrientes, sanidade,



etc.) é mantido em níveis limitantes, obtém-se uma produtividade real que é inferior a potencial. Para VIÉGAS (1998) é imprescindível que se conheça para cada espécie vegetal, de um lado como se forma a estrutura de captação da radiação incidente e de outro lado quais são os fatores que afetam esta formação e sua eficiência de utilização da radiação captada.

O presente estudo foi realizado em um sistema de transição agroecológica, que visa o uso dos recursos disponíveis de forma mais sustentável, com o objetivo de avaliar a influência da utilização de leguminosas em pastagens de azevém, sobre a dinâmica do N na cultura, através de um modelo de diluição do N, o qual utiliza comparativamente os fatores modificáveis do meio em um nível ótimo.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido em área pertencente ao Departamento de Zootecnia (DZ), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no período entre 04 de junho a 31 de outubro de 2005. O local está situado na região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, à altitude de 95 m, 29° 43' de latitude sul e 53° 42' de longitude oeste. O solo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico pertencente á unidade de mapeamento São Pedro (EMBRAPA, 1999) e o clima da região é classificado como Cfa (subtropical úmido) conforme classificação de Köppen (MORENO, 1961), com precipitação média anual de 1769 mm, temperatura média anual de 19,2 °C, com média mínima de 9,3 °C em julho e média máxima de 24,7 °C em janeiro, insolação de 2212 horas anuais e umidade relativa do ar de 82%.

As pastagens experimentais foram estabelecidas em um sistema de transição agroecológica, com baixa utilização de insumos, através de preparo mínimo do solo, após realização de duas gradagens. Foi avaliada a cultura do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), cv. Comum, sendo os tratamentos compostos pelos consórcios com aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), cv. Comum (AZ+AV), trevo branco (*Trifolium repens* L.), cv. Yi (AZ+TB) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & Gregory), cv. Amarillo (AZ+AF). Os tratamentos foram estabelecidos com as seguintes densidades de semeadura: (AZ+AV), 40 kg/ha de azevém e 80 kg/ha de aveia; (AZ+TB), 40 kg/ha de azevém e 4 kg/ha de trevo branco; (AZ+AF), 40 kg/ha de azevém e 12 kg/ha de amendoim forrageiro. O estabelecimento do amendoim forrageiro foi realizado em dezembro de 2004. A adubação de base constou de 40 kg/ha de fósforo e potássio, conforme recomendação da análise de solo (REDE OFICIAL DE LABORATÓRIOS DE ANÁLISE DE SOLO – ROLAS). A adubação

de cobertura foi constituída de 20 kg de N/ha em uma única aplicação, após o primeiro pastejo. O solo apresentou as seguintes características após o experimento: textura = 4; pH-H<sub>2</sub>O = 5,0; índice SMP = 5,8; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 31,85 mg/dm<sup>3</sup>; K<sub>2</sub>O = 98,2 mg/dm<sup>3</sup>; M.O = 3,2 %; saturação de Al = 3 % e saturação de bases = 58 %.

Em sistema rotativo as áreas foram pastejadas com vacas em lactação da raça Holandês, com peso médio de 530 ± 30,5 kg e produção média diária de 17 ± 2,31 kg/dia, recebendo complementação alimentar com concentrado e silagem de milho. Determinou-se a altura de 20 cm da pastagem como critério para entrada dos animais. Antecedendo a entrada, foi calculada a massa de forragem, estimada mediante a técnica de dupla amostragem (WILM et al., 1944), com realização de cinco cortes e 20 estimativas visuais. Para determinação da carga animal a ser utilizada procurou-se manter a oferta de forragem entre 8 e 10 kg de MS/100 kg de peso vivo, baseando-se na massa de forragem estimada pela dupla amostragem. Os animais permaneceram nas áreas experimentais das 9 hs as 16hs e das 18 hs as 7 hs, tendo a disposição, sombra, água e sal mineralizado.

Cerca da décima parte destas áreas (100 m<sup>2</sup>) foram isoladas após o segundo pastejo, para avaliação do acúmulo de biomassa. Semanalmente foram efetuados cortes a 5 cm do solo por área isolada, com três repetições, utilizando-se um quadro de 0,30 m<sup>2</sup> quando a forragem apresentava mais de uma tonelada de matéria seca por hectare. Cada corte foi pesado, retirando-se cerca de 300 g de amostra para realização da separação do azevém e seus componentes, colmo e folha, bem como, das espécies em consórcio, material morto e as demais espécies não identificadas. Em seguida as amostras frescas contendo somente azevém (folhas e colmos) foram pesadas, acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação de ar forçado a 55 °C por aproximadamente 72 horas, após foram pesadas para determinação da produção de matéria seca por hectare da cultura. As amostras contendo somente azevém foram moídas em moinho tipo *Willey*, utilizando-se peneira com crivos de um milímetro.

Efetuaram-se determinações de matéria seca (MS) em estufa a 105 °C, durante 16 horas e nitrogênio (N) total pelo método micro Kjeldahl. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições. Utilizou-se o modelo de diluição do N no tecido vegetal:

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

onde  $N$  (%) é a concentração de N em % da massa produzida e MS é a quantidade de massa seca produzida pela parte aérea da pastagem em t/ha. O coeficiente  $\alpha=4,8$  da equação representa a concentração de N contida na parte aérea da planta em uma massa conhecida e o coeficiente  $\beta=-0,32$ , caracteriza o comportamento da concentração de N na parte aérea da planta à medida que ocorre acúmulo de massa seca. Este modelo foi proposto por LEMAIRE & SALETTE (1984) e validado por GREENWOOD et al. (1991), que dividiu os modelos formulando equações diferentes para plantas de metabolismo  $C_3$  e  $C_4$ . De acordo com esse modelo qualquer concentração de N abaixo do N ótimo poderá ter a produção da cultura limitada. Foi determinado o índice de nutrição de nitrogênio (INN), dividindo o conteúdo de N da cultura (amostra) pela concentração crítica de N (modelo). Os dados de campo foram confrontados ao modelo utilizando-se a análise do desvio da raiz do quadrado médio (RMSD) proposto por KOBAYASHI e SALAM (2000).

### **Resultados e discussão**

Os resultados referentes ao acúmulo de matéria seca/ha e a dinâmica do N (%) no tecido vegetal das pastagens de AZ+AV, AZ+TB e AZ+AF são apresentados nas Figuras 1 e 2. Na medida em que houve aumento da MS acumulada nas pastagens houve diminuição nos teores de N das mesmas. Isso porque à medida que as plantas crescem e acumulam MS apresentam proporções cada vez maiores de materiais estruturais e de armazenamento que contém pouco N, portanto, a concentração de N nas plantas decresce (GREENWOOD et al., 1991). Mesmo quando existe um suprimento suficiente de N e outros nutrientes, a concentração de N nas plantas diminui na medida em que elas crescem (LEMAIRE & SALETTE, 1984; LEMAIRE & DENOIX, 1987; GREENWOOD et al., 1991).

LEMAIRE et al. (1991) constataram um decréscimo intrínseco nos requerimentos de N à medida que as plantas se desenvolvem, primeiramente, pelo maior conteúdo de material estrutural, e em segundo lugar pelo crescente sombreamento das folhas mais velhas o que leva a uma remobilização do N para as folhas mais novas. O requerimento de nutrientes na planta não é constante durante seu ciclo vegetativo. Nos estádios iniciais de crescimento um elevado suprimento de N é necessário para suportar o desenvolvimento da área foliar e a fotossíntese. Logo após, quando a proporção de material estrutural aumenta, o requerimento de N por unidade incremental de MS diminui (GREENWOOD et al., 1990). LEMAIRE & GASTAL (1997) observaram avaliando festuca, que o comportamento, ou melhor, o padrão de

decréscimo da concentração de N com o acúmulo de biomassa foram similares entre os diferentes anos de avaliação, no entanto, o conteúdo de N na planta foi diferente entre os anos.

Devido ao maior acúmulo de MS que ocorre no período final do inverno e início de primavera tem sido observado para o azevém anual um elevado requerimento de N nesses períodos (SALETTE et al., 1984). Outro aspecto é que as taxas de mineralização do N do solo variam muito durante o ano, especialmente em resposta a temperatura e umidade do solo, a disponibilidade do N é um dos fatores que mais limitam o crescimento de pastagens durante o inverno e início da primavera em regiões temperadas úmidas (WHITEHEAD, 1995). A aplicação de adubos nitrogenados em períodos precoces leva a absorção de um excesso de N pela planta, o qual pode ser considerado como uma reserva. Na maioria das situações, a disponibilidade de N no solo até o fim do período de florescimento é geralmente insuficiente para suprir a demanda da cultura PLÉNET & CRUZ (1997).

A atividade fotossintética das folhas é diretamente relacionada ao seu conteúdo em N, e o suprimento de carbono na cultura depende do nível de nutrição nitrogenada. De acordo com VIÉGAS (1998) a disponibilidade de N que assegura uma condição de crescimento não limitante ao desenvolvimento foliar de *L. multiflorum* é alcançada com adubação superior a 150 kg/ha de N, e doses inferiores a 75 kg/ha de N atrasam a formação da área foliar. O mesmo autor avaliando a diluição de N no tecido vegetal de azevém cv. Comum observou as seguintes equações:  $N(\%) = 2,03(MS)^{-0,22}$  para o azevém não adubado;  $N(\%) = 3,8(MS)^{-0,21}$  para 150 kg/ha de N e  $N(\%) = 4,6 (MS)^{-0,3}$  para a mesma cultura adubada com 225, 250 e 300 kg/ha de N, esta última equação semelhante ao modelo proposto por LEMAIRE & SALETTE (1984). Os aumentos do rendimento de matéria seca, para cada unidade de nutriente disponível, diminuem, à medida que o rendimento se aproxima do potencial máximo de produção da planta (ARMITAGE & TEMPLEMAN, 1964). MARINO et al. (2004), observaram que o aumento da produtividade de pastagens de azevém foi significativo até adubação nitrogenada com 150 kg/ha. Respostas similares foram descritas durante o inverno e primavera por MARINO et al. (1995) avaliando aveia branca, FERNÁNDEZ GRECCO et al. (1996) avaliando *Thinopyrum ponticum*, MAZZANTI et al. (1997) avaliando forrageiras hibernais.

No presente estudo, houve um grande distanciamento da curva que apresenta os valores obtidos em condição de campo, em relação à curva do modelo proposto por LEMAIRE & SALETTE (1984) que estabelece o nível real de produção que venha a representar o potencial de produção da cultura, onde somente aquelas variáveis ambientais, não possíveis de serem controladas em condições de campo, como a radiação e temperatura,

estão limitando a expressão potencial. No presente experimento não foi realizado o controle total da fertilidade e acidez do solo, presença de invasoras e água, nem da radiação solar e temperatura ambiente incidente sobre a pastagem. No entanto, observa-se no período total, melhor desempenho do tratamento AZ+TB apresentando desvio da raiz do quadrado médio (RMSD) de 1,26, contra 1,55 e 1,81 para os tratamentos AZ+AV e AZ+AF, respectivamente. Principalmente no início do período experimental, aproximando-se muito da curva proposta pelo modelo. Apesar da acentuada queda nos teores de N da cultura do azevém quando consorciado com trevo branco, observa-se que este tratamento apresentou dados com menor desvio em relação ao modelo.

A pastagem composta por AZ+AF apresentou o maior desvio em relação ao modelo, também com acentuada redução do conteúdo de N à medida que houve acúmulo de MS ( $\beta$ ), e com menor conteúdo de N no tecido vegetal ( $\alpha$ ) (Figuras 1 e 2). Esses resultados são semelhantes aos da pastagem com AZ+AV, isso porque a leguminosa em consórcio avaliada concentra sua produção no período estival, dessa forma não sendo eficiente fornecedora de N para a cultura do azevém. Nesse sentido ASSMANN et al. (2003) observaram que a implantação de trevo branco no inverno não gerou N residual para a cultura subsequente, no caso o milho. A maior contribuição de trevo branco, que representou 24,75 % da biomassa verde da pastagem após 35 dias de exclusão, possivelmente cooperou para a fixação de N no solo e sua captação pela pastagem. O maior valor do coeficiente ( $\alpha$ ) foi obtido para a pastagem de AZ+TB, isso indica que a cultura do azevém apresentou maior conteúdo de N em seu tecido quando consorciada com o trevo branco, possivelmente pelo fornecimento de N da leguminosa principalmente no período inicial de avaliação (Figura 1 e 2). Um dos méritos comumente atribuídos as leguminosas é que essas exercem efeito no aumento do conteúdo de proteína bruta no componente “não-leguminosa” da mistura.

GONÇALVES & QUADROS (2003) observaram que a taxa de alongação foliar para a cultura do azevém foi maior para os tratamentos com 180 kg/ha de N e 120 kg/ha de N + trevo vesiculoso, devido à ausência de diferença estatística os autores concluíram que a leguminosa foi eficiente em transferir N para a gramínea acompanhante no período inicial de avaliação. No entanto, COLLINS et al. (1991) relataram que normalmente há pouca transferência durante os primeiros meses após a semeadura de uma pastagem consorciada com gramínea e leguminosa, e que a maior rota de transferência de N, tanto sob pastejo quanto corte, é através da decomposição de material morto de leguminosas, incluindo raízes, estolhos e folhas. Uma pequena quantidade de N pode ser transferida pelas exudações de N orgânico das raízes vivas, pela lixiviação do N vindo das folhas de leguminosas e pela

volatilização de amônia e sua subsequente absorção pelas gramíneas (DENMEAD et al., 1976).

Os valores obtidos para os coeficientes de diluição ( $\beta$ ) localizam-se todos abaixo de -0,6, significando que a queda no teor de N no tecido vegetal é bastante elevada à medida que ocorre o acúmulo de MS. Esta queda foi mais acentuada para o tratamento AZ+TB (-0,94), havendo intenso déficit de N a partir do momento em que aumenta a contribuição do componente azevém na pastagem. VIÉGAS (1998) observou deficiências na nutrição nitrogenada para o azevém sem adubação ou em baixos níveis de N, entretanto, a diluição do N no tecido vegetal foi mais amena, ou seja, os valores do coeficiente de diluição foram maiores que -0,3.

Com o avanço do estágio vegetativo da pastagem e devido à ausência de pastejo, a intensidade de luz incidente sobre a cultura do trevo branco diminuiu, em função do sombreamento causado pelo azevém que possui hábito de crescimento ereto. Com isso a contribuição de trevo branco na biomassa verde da pastagem após 35 dias de exclusão começou a decrescer, caindo de 24,75 % para 1,78 % aos 78 dias de exclusão. A contribuição da leguminosa ocorrida no período inicial de exclusão foi efetiva na fixação de N no solo e transferência para o azevém, no entanto, o acentuado decréscimo de trevo branco em função do tempo cronológico decorrido, ocasionou intensa queda dos teores de N no azevém em função do acúmulo de MS.

Culturas tropicais apresentam menor redução em seu conteúdo de N ao longo do período de crescimento, que se traduz em um maior coeficiente de diluição ( $\beta$ ) com cada incremento unitário de MS (HERNÁNDEZ & BOLAGÑOS AGUILAR, 2007). Os autores em questão avaliando a curva de diluição de N de alguns genótipos hibernais e estivais observaram que as espécies hibernais apresentaram maior concentração de N no tecido vegetal, destacando-se o *Triticum aestivum* como a cultura que apresentou a maior diluição do N. As espécies tropicais ocuparam a parte inferior do gráfico, ou seja, apresentaram menor concentração de N na planta, porém com diluição do N menor comparado as espécies temperadas. A menor diluição do N foi observada para o *Paspalum notatum*, devido a sua menor produção de MS e também a alta relação entre folhas e colmos dessa cultura.

Das curvas de diluição surgiu o índice de nutrição de N (INN), o qual consiste em dividir o conteúdo de N de um cultivo em um estudo em um dado instante entre a concentração crítica de N. Se o valor for maior que 1, então há um excesso de N na cultura e em consequência um consumo de luxo do nutriente disponível (seja de origem edáfico ou fertilizantes). Se o valor for igual a 1, existe uma adequada nutrição da cultura. Da mesma

forma, se o valor for menor que 1, existe um déficit de N e por conseqüência não será alcançado a máxima taxa de crescimento da cultura (LEMAIRE & MEYNARD, 1997).

Os resultados referentes ao INN das pastagens de AZ+AV, AZ+TB e AZ+AF encontram-se descritos na Figura 3. Através desses valores de INN, é possível afirmar que houve deficiência de N em todos os tratamentos e estádios de desenvolvimento. A pastagem de AZ+TB aproximou-se mais ao modelo em relação às demais, sendo que aos 41 dias de exclusão o INN foi superior ao modelo, alcançando valor de 102 %. Possivelmente isso ocorreu em função da maior contribuição da leguminosa que ocorreu aos 35 dias de exclusão, e que a partir daí começou a senescer devido à competição por luminosidade com a cultura do azevém. A determinação do valor do INN para diferentes estádios de crescimento de uma cultura permite a tomada de decisões mais seguras quanto ao fato de se efetuar ou não a aplicação de dose extra de N.

### **Conclusões**

As pastagens avaliadas apresentam deficiência na adubação nitrogenada. A cultura do azevém consorciada com trevo branco apresenta o menor desvio dos dados em relação ao modelo proposto. A cultura do azevém consorciado com trevo branco apresenta o maior teor de N, bem como, o maior INN e o maior declínio do N no tecido vegetal em função do acúmulo de MS, em relação às demais pastagens. O trevo branco contribui efetivamente para o aumento dos teores de N na cultura do azevém no período inicial de avaliação.

Os sistemas forrageiros de transição agroecológica testados no presente estudo, baseados na baixa utilização de insumos e defensivos agrícolas, não permite que a cultura do azevém expresse todo seu potencial produtivo. A utilização racional dos recursos disponíveis é fundamental para manter a sustentabilidade dos sistemas, sendo importante a realização de estudos que avaliem outras espécies forrageiras, em condições semelhantes.

### **Referências bibliográficas**

ALVIM, M.J. et al. Efeito da fertilização nitrogenada sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta do azevém (*Lolium multiflorum*, Lam.), nas condições da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.16, n.6, p.605-614, 1987.

ALVIM, M.J. et al. Efeito da adubação com nitrogênio em pastagem de azevém sobre a produção de leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.8, n.1, p.21-31, 1989.

ARMITAGE, E.R.; TEMPLEMAN, W.G. Response of grassland to nitrogenous fertilizer in the west of England. **Journal of the British Grassland Society**, n.19, p.291-297, 1964.

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

BEGON, M.J., HARPER, J.L., TOWNSEND, C.R. **Ecology: individuals, populations and communities**. Sinauer, Sunderland, MA, USA, 1986.

BRISKE, D.D.; HEITSCHMIDT, R.K. An ecological perspective. In: HEITSCHMIDT, R.K. e STUTH, J.W. **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press, p.11-26, 1991.

COLLINS, R.P; GLENDING, M.J.; RHODES, I. The relationship between stolon characteristics, winter survival and annual yield in white clover (*Trifolium repens* L.). **Grass Forage Science**, v.46, p.51-61, 1991.

DENMEAD, O.T.; FRENEY, J.R.; SIMPSON, J.R. A closed ammonia cycle within a plant canopy. **Soil Biology and Biochemistry**, v.8, p.161-164, 1976.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.

FERNÁNDEZ GRECCO, R.; SCIOTTI, A.; MAZZANTI, A. Fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la acumulación de forraje *Thinopyrum ponticum*. **Revista Argentina de Producción Animal**, v.16, n.1, p.223-224, 1996.

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

GREENWOOD. D.J. et al. Growth rate %N of field grown crops: theory and experiments. **Annals of Botany**, London, v.67, p.181-190, 1991.



HERNANDEZ, J.J.; BOLAGÑOS AGUILAR, E.D. Las curvas de diluición de la proteína como alternativa para la evaluacion de pastos tropicales. **Universidad y Ciencia**, v.23, n.1, p.81-90, 2007.

KOBAYASHI, K.; SALAM, M. U. Comparing simulated and measured values using mean squared deviation and its components. **Agronomy Journal**, v. 92, p.345-352, 2000.

LAWLOR, D.W. **Photosynthesis: metabolism, control and physiology**. Essex: Longman Scientific & Technical. 1987. 262p.

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

LEMAIRE, G.; DENOIX A. Croissance estivale en matière sèche de peuplements de fétuque élevée et de dactyle dans l'Ouest de la France. 2) Interaction entre les niveaux d'alimentation hydrique et de nutrition azotée. **Agronomie**, v.7, p.381-389, 1987.

LEMAIRE, G.; GASTAL F. N uptake and distribution in plant canopies. In: G. LEMAIRES (ed.) **Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops.**, Springer-Verlag, Heidelberg, 1997. p.3-44.

LEMAIRE G; MEYNARD J.M. Use of the Nitrogen Nutrition Index for analysis of the agronomical data. In: LEMAIRES G. (ed), **Diagnosis on the nitrogen status in crops**. Heidelberg, Springer-Verlag, 1997. p.45-55.

LEMAIRE, G. et al. Nitrogen distribution within a lucerne canopy during regrowth: relation with light distribution. **Annals of Botany**, London, v.68, p.483-488, 1991.

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

MARINO, M.A. et al. Nitrogen dilution curves and nitrogen use efficiency during winter-spring growth of annual ryegrass. **Agronomy Journal**, v.96, n.3, p.601-607, 2004.

MARINO, M.A.; MAZZANTI, A.; ECHEVERRIA, H.E. Fertilización nitrogenada de cultivos forrajeros anuales de invierno en el sudeste bonaerense: II. Concentración de nitrógeno en el forraje durante El crecimiento invierno-primaveral. **Revista Argentina de Producción Animal**. v.15, n.1, p.182-185, 1995.

MAZZANTI, A.; WADE, M.H.; GARCIA, S.C. Efecto de La fertilización nitrogenada en invierno sobre el crecimiento y La composición química del forraje de raigras anual. **Revista Argentina de Producción Animal**, v.17, n.1, p.25-32, 1997.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.

NABINGER, C. Princípios de manejo e produtividade de pastagens: In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 3., 1998, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: ULBRA, 1998. p. 54-107.

PLENET D.; CRUZ P. The nitrogen requirement of major agricultural crops: maize and sorghum.. In : LEMAIRE G. ed. **Diagnosis of the nitrogen status in crops**. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1997. p.93-107.

QUADROS, F.L.F.; BICA, G.S.; DAMÉ, P.R.V.; DOROW, R.; KERSTING, C. ; PÖTTER, L. Levantamento das pastagens naturais da região de Santa Maria-RS. **Ciência Rural**, v.33, n.6, p.921-927, 2003.

REDE OFICIAL DE LABORATÓRIOS DE ANÁLISE DE SOLO – ROLAS. **Recomendação da adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2 ed. Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 2004. 128p.

SALETTE, J. et al. Teneurs en azote soluble du ray-grass d'Italie semé en automne: Evolution au cours de la croissance de printemps. **Fourrages**, v. 97, p.3-16, 1984.

VIÉGAS, J. **Análise do desenvolvimento foliar e ajuste de um modelo de previsão do rendimento potencial de matéria seca de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.)**. Porto Alegre, 1998. 166 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

WHITEHEAD, D.C. **Grassland Nitrogen**., ed. Wallingford: CAB International. 1995, p. 397.

WILM, H.G.; COSTELLO, D.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double-sampling methods. **Journal American Society Agronomy**, n.36, p.194-203, 1944.

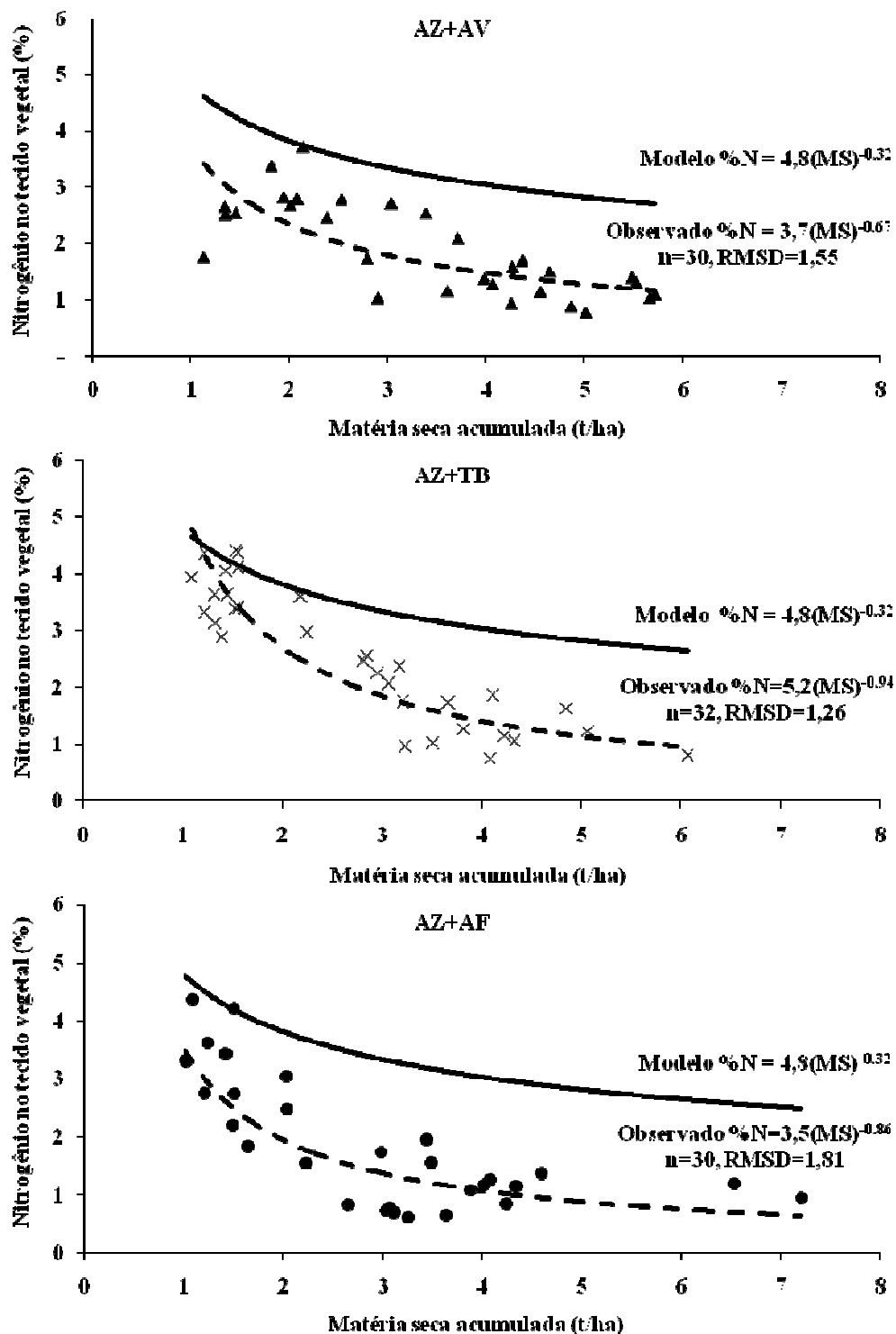


Figura 1. Curva de diluição do N em forragem de azevém consorciado com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF). Santa Maria, RS, 2005.

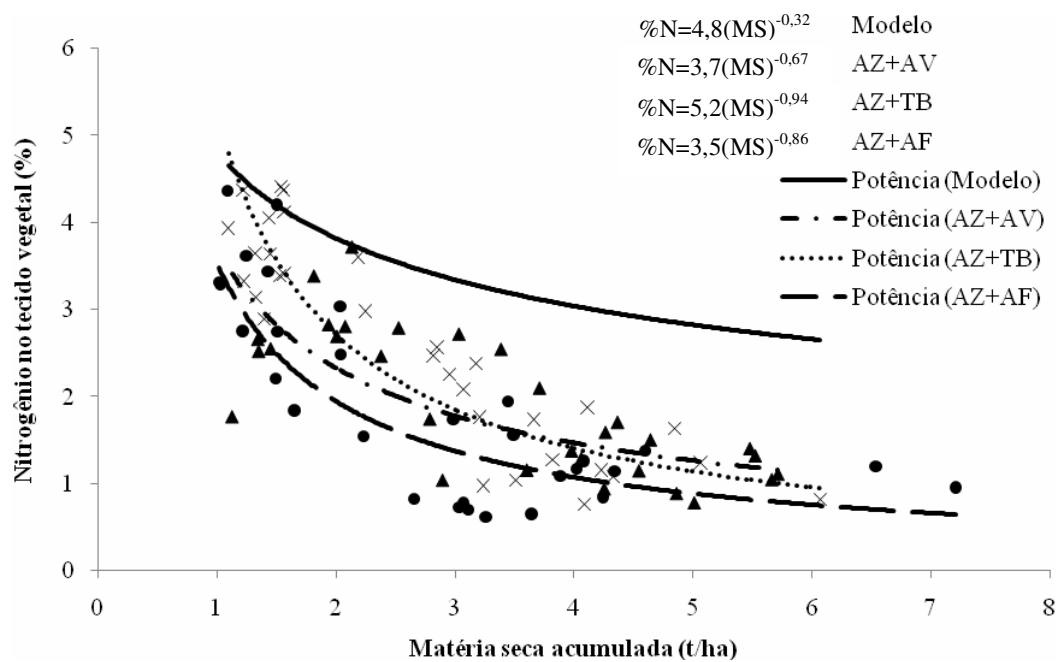


Figura 2. Curva de diluição do N em forragem de azevém consorciado com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF). Santa Maria, RS, 2005.

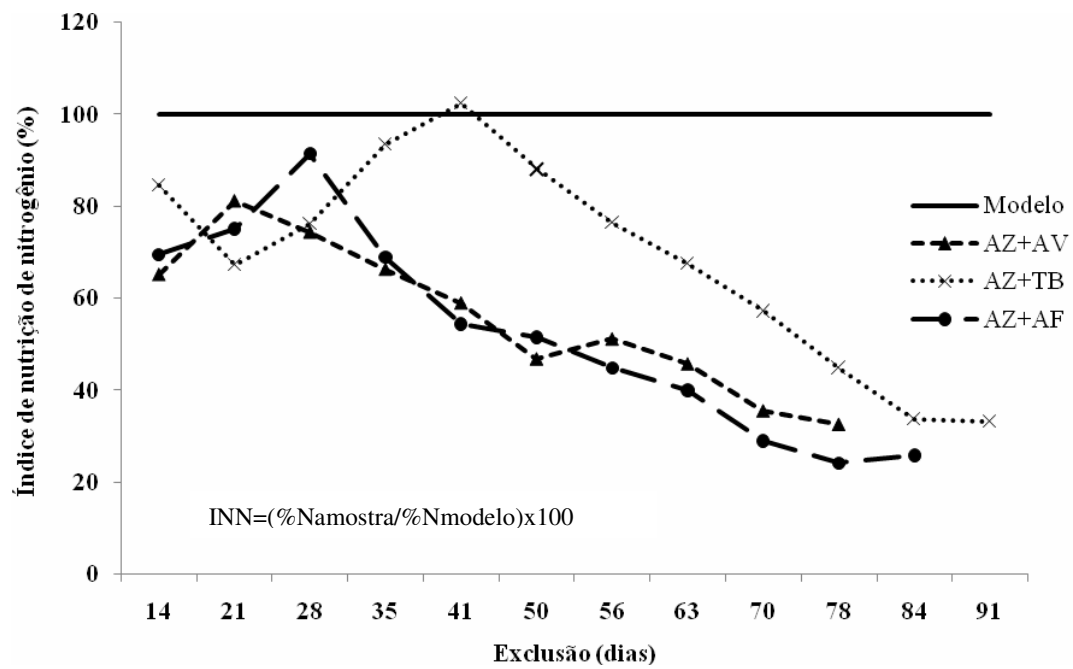


Figura 3. Índice de nutrição de N (INN) em forragem de azevém consorciado com aveia (AZ+AV), trevo branco (AZ+TB) e amendoim forrageiro (AZ+AF). Santa Maria, RS, 2005.