

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**CHRISTIANO SANTOS ROCHA PITTA**



**PRODUÇÃO DE CAPRINOS SUPLEMENTADOS EM PASTAGEM  
DE AVEIA, DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E RENDIMENTO DO  
MILHO EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

**CURITIBA**  
**2012**

**CHRISTIANO SANTOS ROCHA PITTA**

Médico Veterinário (UDESC)

MSc. Agronomia (UTFPR)

**PRODUÇÃO DE CAPRINOS SUPLEMENTADOS EM PASTAGEM  
DE AVEIA, DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E RENDIMENTO DO  
MILHO EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Adelino Pelissari

Co-Orientador: Dr. André Luís Finkler da Silveira

**CURITIBA**

**2012**



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

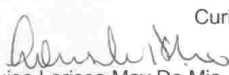


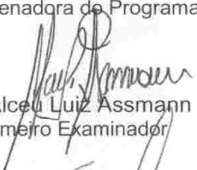
## PARECER


Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pelo candidato **CHRISTIANO SANTOS ROCHA PITTA**, sob o título "**PRODUÇÃO DE CAPRINOS SUPLEMENTADOS EM PASTAGEM DE AVEIA, DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E RENDIMENTO DO MILHO EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**", para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

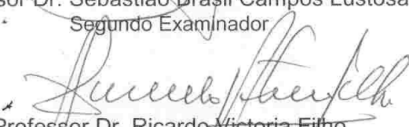
Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese.

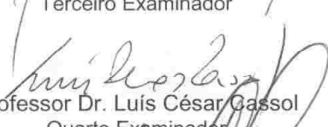
Curitiba, 1º de Junho de 2012.

  
Professora Dra. Louise Larissa May De Mio  
Coordenadora do Programa

  
Dr. Alceu Luiz Assmann  
Primeiro Examinador

  
Professor Dr. Sebastião Brasil Campos Lustosa  
Segundo Examinador

  
Professor Dr. Ricardo Victoria Filho  
Terceiro Examinador

  
Professor Dr. Luís César Cassol  
Quarto Examinador

  
Professor Dr. Adeliño Pelissari  
Presidente da Banca e Orientador

A minha esposa,  
Ludmila Defaci,  
Aos meus pais,  
Celso de Souza Rocha Pitta e Teresa Cristina Alonso dos Santos,  
Ao meus irmãos,  
Vinícius, Leonardo e Isabela,  
Ofereço e Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Adelino Pelissari por todos os ensinamentos, força, exemplo de vida e confiança, pessoa por quem tenho muita gratidão, respeito, carinho e admiração.

Ao pesquisador do Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, Dr. André Luís Finkler da Silveira por todos os ensinamentos e momentos passados juntos.

À UFPR e todos os professores da pós-graduação em Agronomia, em especial ao professor Dr. Anibal de Moraes, pelos ensinamentos e contribuições durante a caminhada.

Ao IAPAR, pelo imprescindível apoio com sua estrutura de campo, pessoal e laboratórios para execução deste trabalho e os agradecimentos especiais aos pesquisadores Dr. Alceu Luiz Assmann e Dr. João Ari Hill, ao técnico agrícola Marcio Sipp e ao técnico de campo Luís Carlos Rossoni.

À professora da UTFPR Dra. Tangriani Simoni Assmann pelo fundamental apoio e prestatividade em momentos fundamentais do curso.

Ao professor da UTFPR Dr. Luis Cesar Cassol pelos auxílios na utilização do laboratório de solos.

Ao amigo Francisco Migliorini pela ajuda e garra na condução do experimento.

Aos amigos e compadres Laércio Ricardo Sartor, Paulo Fernando Adami e Jonatas Thiago Piva, grandes companheiros.

A minha esposa, por seu apoio, incentivo, compreensão, confiança e amor durante todos os momentos.

Aos meus pais e irmãos pelos estímulos e amizade, e em especial a minha mãe, por todos os esforços e por muitas vezes ter abdicado seus sonhos para que eu e meus irmãos pudéssemos realizar os nossos.

PRODUÇÃO DE CAPRINOS SUPLEMENTADOS EM PASTAGEM DE  
AVEIA, DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E RENDIMENTO DO MILHO EM  
SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA<sup>1</sup>

Autor: MSc. Christiano Santos Rocha Pitta  
Orientador: Dr. Adelino Pelissari  
Co-orientador: Dr. André Luís Finkler da Silveira

**RESUMO**

O presente estudo está dividido em três capítulos que apresentam os dados obtidos no período de abril de 2010 a março de 2011. A primeira fase, realizada no inverno, teve por objetivo avaliar a influência do fornecimento de diferentes quantidades de suplementação a fêmeas de caprinos da raça Boer em recria sob pastagem de aveia preta cv. IAPAR 61. Nesse período os tratamentos se constituíram do uso de suplemento alimentar correspondente a 0; 0,5; 1 e 1,5 % do peso vivo e um tratamento sem pastejo. Foram avaliados: altura, massa, estrutura, oferta e produção da forragem; comportamento ingestivo, consumo de matéria seca, carga e ganho de peso animal individual e por área; teores de N-mineral no solo e resistência do solo à penetração. Foram utilizadas 36 cabritas da raça Boer com peso médio inicial de 21 kg e idade de dez meses. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições e três animais teste por repetição. Após o término do período de pastejo foi avaliada a decomposição da matéria seca e taxa de liberação de N da forragem e do esterco. No verão as parcelas foram subdivididas e doses crescentes de N foram aplicadas em cobertura na cultura do milho (0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia). Nesta segunda fase, foram avaliados os componentes de rendimento do milho. O fornecimento de suplemento diminuiu a ingestão de forragem (2,4, 1,45, 1,43 e 1,05% do PV respectivamente para os tratamentos com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV de suplementação), o tempo de pastejo diário e o ganho de peso individual. Aumentou o tempo de ócio e desempenho dos animais por área, mas não alterou o tempo de ruminação e o consumo total de matéria seca (forragem + concentrado) em relação aos animais não suplementados. O maior fornecimento de suplemento no inverno aumenta a carga animal suportada pela pastagem, o que eleva a intensidade de pisoteio e, conseqüentemente, a resistência do solo à penetração na camada superficial, sem afetar, no entanto, o rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão. As áreas pastejadas no inverno sob crescentes níveis de suplementação propiciaram aumento na produção animal e maior velocidade de decomposição da matéria seca e liberação do N da pastagem quando comparadas a áreas sem pastejo. Nas áreas sem pastejo no inverno foi

---

<sup>1</sup>Tese de doutorado em Produção Vegetal. Programa de pós-graduação em Agronomia área de concentração em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná, PR, Brasil. (109p.). Junho de 2012.

necessário aplicação de  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de N em cobertura para assegurar o mesmo rendimento de milho obtido nos tratamentos com pastejo e sem aplicação de N na cultura do milho.

Termos para indexação: Aveia preta, rendimento de grãos, taxa de decomposição, óxido de cromo, suplementação, resistência do solo à penetração.

PRODUCTION OF GOATS SUPPLEMENTED ON OAT, DECOMPOSITION OF  
RESIDUES AND ITS INFLUENCE ON CORN YIELD IN INTEGRATED  
CROP-LIVESTOCK SYSTEM

Autor: MSc. Christiano Santos Rocha Pitta  
Orientador: Dr. Adelino Pelissari  
Co-orientador: Dr. André Luís Finkler da Silveira

**ABSTRACT**

This experiment is divided into three chapters that present the data obtained from April 2010 to March 2011. The first phase, carried out on winter, aimed to evaluate the influence of different supplementation level to Boer goat females on black oat cv. IAPAR 61. At this phase, the treatments consisted of different supplement levels corresponding to 0, 0.5, 1 and 1.5% of body weight and no grazing. Were evaluated: pasture sward, forage mass, animal forage offer, forage production, feeding behavior, dry matter intake, stocking rate and weight gain per animal and per area as well as soil mineral-N level and soil resistance to penetration. Were used 36 Boer goats with average initial weight of 21 kg and ten months of age. The experimental was laid out as a randomized blocks with three replications and three tests animals per replicate. After the grazing period was evaluated the residual biomass and animal dung dry matter decay constant and N release. At summer, main plots were divided and increasing N levels were applied in sidedress on corn (0, 50, 100 and 150 kg ha<sup>-1</sup> N as urea). At the next phase, corn yield components were evaluated. Supplement levels decreased forage intake (2.4, 1.45, 1.43 and 1.05% of BW respectively for the treatments with 0, 0.5, 1 and 1.5% of BW supplementation), daily grazing time and individual weight gain. Increased idly time and animals performance per area, but did not alter the rumination time and total dry matter intake (forage + concentrate) compared to non-supplemented animals. Pasture carrying capacity increased as the supplement level increased, what in turn increased animal trampling and hence the soil surface layer resistance to penetration, although, without affecting corn yield grown in sequence. Animal production and residual biomass decay constant and N release at the grazed areas with increasing supplementation levels were higher than the ungrazed areas. Corn yield over winter pasture not grazed with 150 kg ha<sup>-1</sup> of N applied in sidedress showed the same corn yield obtained at the grazing treatments without N application.

Index terms: Black oat, crop yield, decay constant, chromium oxide, supplementation, soil resistance to penetration.



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
1.1 Introdução Geral.....	15
1.2 Revisão de Literatura.....	19
1.2.1 Produção e Suplementação Animal em Pastagens de Inverno .....	19
1.2.2 Ciclagem de Nutrientes em Sistemas Integrados de Produção .....	21
1.2.3 Cultura do Milho e a Adubação Nitrogenada .....	24
<b>CAPÍTULO 2. COMPORTAMENTO INGESTIVO, CONSUMO DE FORRAGEM E DESEMPENHO DE CABRITAS EM PASTAGEM DE AVEIA RECEBENDO OU NÃO SUPLEMENTO.....</b>	<b>28</b>
2.1 Resumo .....	29
2.2 Abstract.....	30
2.3 Introdução .....	31
2.4 Material e Métodos.....	32
2.5 Resultados e Discussão.....	38
2.6 Conclusões .....	48
2.7 Literatura citada .....	49
<b>CAPÍTULO 3. PRODUÇÃO DE CAPRINOS COM DIFERENTES LOTAÇÕES EM PASTAGEM DE INVERNO E RENDIMENTO DE MILHO COM DISTINTAS ADUBAÇÕES NITROGENADAS EM SUCESSÃO .....</b>	<b>53</b>
3.1 Resumo .....	54
3.2 Abstract.....	55
3.3 Introdução .....	56
3.4 Material e Métodos.....	57
3.5 Resultados e Discussão.....	62
3.6 Conclusões .....	70
3.7 Literatura citada .....	71
<b>CAPÍTULO 4. DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E LIBERAÇÃO DO NITROGÊNIO EM ÁREAS COM E SEM PASTEJO NO INVERNO E SUA INFLUÊNCIA NA CULTURA DO MILHO .....</b>	<b>74</b>
4.1 Resumo .....	75
4.2 Abstract.....	76
4.3 Introdução .....	77
4.4 Material e Métodos.....	79
4.5 Resultados e Discussão.....	86

4.6 Conclusões .....	97
4.7 Literatura citada .....	98
<b>CAPÍTULO 5. Considerações Gerais.....</b>	<b>101</b>
<b>CAPÍTULO 6. Referências.....</b>	<b>103</b>
<b>CAPÍTULO 7. Anexos .....</b>	<b>107</b>

## LISTA DE FIGURAS

### **CAPÍTULO 2. COMPORTAMENTO INGESTIVO, CONSUMO DE FORRAGEM E DESEMPENHO DE CABRITAS EM PASTAGEM DE AVEIA RECEBENDO OU NÃO SUPLEMENTO**

Figura 1. Dados meteorológicos históricos (média de 30 anos) e verificados durante o período experimental na Estação Meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Pato Branco, PR..... 33

Figura 2. Tempo de pastejo (A) (em minutos por dia) e tempo de ócio (B) (em minutos por dia) de cabritas em recria, suplementadas com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, em pastagem de aveia preta, de 15 de junho a 31 de outubro de 2010, em Pato Branco, PR..... 41

Figura 3. Consumo de forragem (% do PV) de cabritas em recria, suplementadas com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, em pastagem de aveia preta, de 15 de junho a 31 de outubro de 2010, em Pato Branco, PR..... 42

Figura 4. Médias do ganho médio diário (GMD) (A) e ganho de peso por área (GPA) (B) de cabritas em recria, suplementadas com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, em pastagem de aveia preta, no período de 15/06 a 31/08/2010, em Pato Branco, PR. .... 44

### **CAPÍTULO 3. PRODUÇÃO DE CAPRINOS COM DIFERENTES LOTAÇÕES EM PASTAGEM DE INVERNO E RENDIMENTO DE MILHO COM DISTINTAS ADUBAÇÕES NITROGENADAS EM SUCESSÃO**

Figura 1. Dados meteorológicos históricos (média de 30 anos) e verificados durante o período experimental na Estação Meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Pato Branco, PR..... 58

Figura 2. Ganho de peso por área ( $\text{kg ha}^{-1}$  de PV) e carga animal ( $\text{kg ha}^{-1}$  de PV) de cabritas em recria recebendo crescentes níveis de suplementação (0, 0,5, 1 e 1,5% do PV), mantidas em pastagem de aveia preta no período de 77 dias (de 15/06 a 31/08/2010), em Pato Branco, PR..... 64

Figura 3. Rendimento de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em função do nível de suplementação (% do PV) para cabritas em recria sobre pastagens de aveia preta e doses de N aplicadas em cobertura no milho na safra 2010/2011, em Pato Branco, PR..... 67

Figura 1. Dados meteorológicos históricos (média de 30 anos) e verificados durante o período experimental na Estação Meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Pato Branco, PR..... 79

### **CAPÍTULO 4. DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E LIBERAÇÃO DO NITROGÊNIO EM ÁREAS COM E SEM PASTEJO NO INVERNO E SUA INFLUÊNCIA NA CULTURA DO MILHO**

Figura 2. Ganho de peso por área ( $\text{kg ha}^{-1}$  de PV) e carga animal ( $\text{kg ha}^{-1}$  de PV) de cabritas em recria, suplementadas com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, em pastagem de aveia preta, no período de 15/06 a 31/08/2010, em Pato Branco, PR..... 87

Figura 3. Matéria seca remanescente (A) da aveia preta com pastejo (CP) e sem pastejo (SP) e Nitrogênio remanescente (B) da aveia com pastejo (CP) e sem pastejo (SP) ao longo de 195 de avaliação dos sacos de decomposição a campo, Pato Branco, PR..... 90

Figura 4. Nitrogênio total liberado da aveia preta com pastejo (CP) e sem pastejo (SP) (A) e N total liberado do esterco em função dos diferentes tratamentos (B) ao longo de 195 de avaliação dos sacos de decomposição a campo, Pato Branco, PR. .... 92

Figura 5. Rendimento de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em função do nível de suplementação (% do PV) para cabritas em recria sobre pastagem de aveia preta e doses de N aplicadas em cobertura no milho na safra 2010/2011, em Pato Branco, PR..... 95

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO 2. COMPORTAMENTO INGESTIVO, CONSUMO DE FORRAGEM E DESEMPENHO DE CABRITAS EM PASTAGEM DE AVEIA RECEBENDO OU NÃO SUPLEMENTO**

Tabela 1 – Médias da altura, massa de forragem (MF), taxa de acúmulo diário de forragem (TAD), massa de lâminas foliares (MLF), massa de colmo (colmo) e material morto (MM) de aveia preta pastejada por cabritas em recria (média dos quatro níveis de suplementação), de 15 de junho a 31 de outubro de 2010, em Pato Branco, PR..... 38

Tabela 2 – Médias do ganho médio diário (GMD) e ganho de peso por área (GPA) em função dos períodos, de cabritas em recria, suplementadas com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, em pastagem de aveia preta, no período de 15/06 a 31/08/2010, em Pato Branco, PR..... 46

Tabela 3 – Média da carga animal em função dos períodos, de cabritas em recria, suplementadas com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, em pastagem de aveia preta, no período de 15/06 a 31/08/2010, Pato Branco, PR..... 47

### **CAPÍTULO 3. PRODUÇÃO DE CAPRINOS COM DIFERENTES LOTAÇÕES EM PASTAGEM DE INVERNO E RENDIMENTO DE MILHO COM DISTINTAS ADUBAÇÕES NITROGENADAS EM SUCESSÃO**

Tabela 1 – Médias da altura e massa de forragem (MF) de aveia preta pastejada por cabritas em recria (média dos quatro níveis de suplementação), no período de 15/06 a 31/08/2010, em Pato Branco, PR..... 63

Tabela 2 – Resistência à penetração, em Mpa, nos tratamentos com e sem pastejo (SP) em aveia preta, avaliadas nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade antes e após o período de pastejo de cabritas suplementadas com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, em Pato Branco, PR..... 65

### **CAPÍTULO 4. DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E LIBERAÇÃO DO NITROGÊNIO EM ÁREAS COM E SEM PASTEJO NO INVERNO E SUA INFLUÊNCIA NA CULTURA DO MILHO**

Tabela 1 – Médias da altura (cm) e massa de forragem (MF,  $\text{kg ha}^{-1}$  de MS) de aveia preta pastejada por cabritas em recria (média dos quatro níveis de suplementação), de 15 de junho a 31 de agosto de 2010, em Pato Branco, PR..... 86

Tabela 2 – Teores de N-Mineral ( $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ ), em  $\text{mg kg}^{-1}$  no solo, antes do pastejo com caprinos e após a saída dos animais, recebendo 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV de suplementação e um tratamento sem pastejo (SP), Pato Branco, PR..... 88

Tabela 3 – Parâmetros dos modelos ajustados aos valores medidos de matéria seca e nitrogênio remanescente, tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ) de cada compartimento e valores de  $R^2$  em cada tratamento..... 91

## CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

## 1.1 INTRODUÇÃO GERAL

O estabelecimento de culturas no período de inverno com alta capacidade de produção de massa seca é de grande importância para o sistema de pecuária utilizado no Sul do país, pois durante este período, a disponibilidade de forragem das pastagens nativas e perenes cultivadas de verão é reduzida. Aliado a este fator, muitas terras ficam ociosas neste período devido à baixa alternativa de culturas economicamente viáveis (Brum et al., 2005; Balbinot Jr. et al., 2009).

A possibilidade de uso de forragens anuais de inverno para produção de carne, em áreas tradicionais de agricultura, tem conduzido à atividade de integração lavoura-pecuária, que pode resultar em melhor aproveitamento do potencial da propriedade. O sistema promove a produção de grãos e a produção de forragens para os animais em áreas comuns, de maneira que solo, planta e animal obtenham benefícios e expressem seu potencial de produção. Este sistema, porém, deve ser baseado em conhecimentos sólidos nas áreas de agricultura e pecuária, para que uma atividade não prejudique o desempenho da outra (Haynes & Williams, 1993; Assmann et al., 2003; Carvalho et al., 2010).

Alguns pesquisadores demonstraram que o pastejo pode melhorar a produtividade dos cultivos subsequentes, por acelerar a reciclagem de nutrientes e o acúmulo de matéria orgânica nas camadas mais superficiais do solo, devido à presença dos dejetos animais e resíduos de forragem, bem como do auxílio no controle de invasoras (Bona Filho et al., 2002; Moraes et al., 2002; Tracy & Zhang, 2008; Tracy & Davis, 2009). No entanto, para estas afirmativas serem concretizadas, deve-se trabalhar com corretas ofertas de forragem para os animais (Moraes et al. 2002) para que haja sobra de material vegetal na superfície do solo e esta amortença o contato entre o pisoteio animal e o solo, não promovendo assim efeitos sobre a densidade, a porosidade e a compressibilidade do solo. Em área de pastagem de aveia preta,

isso pode ser obtido sob lotação contínua em alturas de pasto variando entre 20 e 30 cm (Cassol, 2003; Flores et al., 2007).

Como opção de produção nesse sistema, pode ser citada a caprinocultura de corte, que possui um elevado potencial, por se tratar de animais de pequeno porte, ciclo curto e adaptáveis às condições da pequena propriedade, o que pode estimular a geração de empregos e renda. Porém, a atividade sofre também com a baixa produtividade e a sazonalidade de produção.

Para Souza (2007), apesar dos avanços conquistados nos últimos anos nesse setor, há muito ainda a ser feito para que os diversos segmentos da cadeia produtiva de carne caprina no Brasil conquistem um espaço competitivo no mercado, onde o processo produtivo é apontado como um dos fatores limitantes para o desenvolvimento desse setor, em virtude da maioria das explorações serem praticadas em sistemas produtivos com baixa tecnificação.

Somado a estes fatores, há uma grande dúvida por parte dos pesquisadores e produtores quanto ao sistema mais eficiente de produção de caprinos em pastagens na região Sul do país, o que vai de encontro ao potencial da atividade, que é vista como uma das alternativas de viabilização sócio-econômica da pequena e média propriedade rural, aonde a mão-de-obra geralmente vem da própria família, que não consegue se capitalizar com outras atividades pecuárias que exigem maior mobilização de recursos financeiros e agrários. Este fato ocorre em função do baixo número de informações disponíveis devido ao reduzido número de trabalhos realizados na região, sendo grande parte das informações oriundas de trabalhos realizados no Nordeste do país, áreas estas com solo, vegetação e clima distintos.

O estudo detalhado do uso da suplementação para caprinos em pastejo abre a possibilidade de melhor compreender o que tange sua utilização como complemento de nutrientes, o que pode influenciar tanto no processo de produção animal, representado pelas distintas cargas animais, impressas em função dos diferentes níveis de suplementação, quanto



no comportamento ingestivo, consumo alimentar e na liberação de nutrientes via dejetos através do processo de ciclagem de nutrientes para o solo, podendo interferir positivamente na cultura subsequente em sistemas de integração lavoura-pecuária.

Sob estas condições particulares de sistemas de produção, tem sido pouco estudado o efeito do compartimento animal sobre a ciclagem de nutrientes no ecossistema de pastagens. Barrow (1987) afirma que entre 60 e 99% dos nutrientes ingeridos podem retornar à pastagem pelas excreções, ficando retida no corpo animal ou sendo removida como produto animal uma porção relativamente pequena em relação ao que é ciclado no sistema (Haynes & Williams, 1993).

A magnitude da interferência dos animais na ciclagem de nutrientes depende também da distribuição das excreções na pastagem, da área afetada pelas excreções e pelo seu teor de nutrientes, variando este último de acordo com a dieta ingerida pelo animal (Cantarutti et al., 2001). Entre os nutrientes expelidos via dejetos, a excreção do N varia de 90 a 96% do total ingerido para gado de corte e de 72 a 87% para gado de leite (Humphreys, 1991), mas pouco se sabe da amplitude destes valores em caprinos.

Lemaire & Gastal (1997) afirmam que após a disponibilidade hídrica, o nitrogênio é o fator mais limitante para produção de biomassa em um ecossistema natural, o que em muitos casos torna necessária a adição do nutriente através de fertilizantes minerais.

Nos últimos anos o incremento da fertilização nitrogenada combinada ao uso de altas cargas animais tem permitido aumentar a produtividade das superfícies pastejadas e manter os rendimentos individuais dos animais. No entanto, Humphreys (1991) e Soares & Restle (2002) afirmam que novas restrições agro-ambientais visam diversificação das entradas de nitrogênio e a sua otimização para reduzir os riscos de perdas, principalmente em zonas de agricultura intensiva, o que imprime maior pressão para conservação e uso do manejo racional dos recursos no processo produtivo.

Estas afirmativas podem ser embasadas por estudo realizado por Assmann et al. (2003), onde os mesmos afirmam que grande parte do N retorna ao solo na forma de dejetos e que em caso de pastagens que recebem adubação nitrogenada e com presença de fabácea (trevo branco), observa-se maior fixação biológica de N nas áreas pastejadas quando comparadas àquelas não pastejadas.

Assim, o conhecimento do comportamento e da quantidade necessária desse elemento em sistemas de integração lavoura-pecuária é de fundamental importância na tomada de decisão a respeito da adubação nitrogenada, o que pode ser determinante na eficiência produtiva e econômica do sistema. Avanços têm sido relatados na literatura (Bona Filho et al., 2002; Moraes et al., 2002; Cassol, 2003; Assmann et al., 2003; Aguinaga et al., 2006; Lopes et al., 2009), no entanto, estudos referentes ao manejo dessas áreas sob pastejo de caprinos e seu efeito na produção de grãos subsequente ainda são escassos.

Diante do exposto, sob a hipótese de que crescentes níveis de suplementação em pastejo de aveia preta interfiram no consumo de forragem, carga e desempenho animal refletindo nos atributos físicos e químicos do solo, alterando o uso de N via fertilizantes e a produção de milho subsequente, o presente projeto de pesquisa pretende elucidar os parâmetros relacionados à dinâmica da produção animal em sistemas de integração lavoura-pecuária com caprinos recebendo diferentes níveis de suplementação em pastagem de aveia preta cv. Iapar 61, avaliando-se os aspectos do processo de ciclagem de nutrientes oriundos da decomposição do esterco e dos resíduos vegetais, bem como os efeitos das diferentes cargas animais na física do solo e a influência destes na produção subsequente de milho.

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1 PRODUÇÃO E SUPLEMENTAÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS DE INVERNO

A maioria dos trabalhos de produção animal de inverno avaliam a resposta animal à adubação nitrogenada e referem-se às espécies de aveia preta, azevém, trevos, ervilhaca, triticale e mais recentemente, trigo duplo propósito (Bartmeyer et al., 2011; Pitta et al., 2011), nas quais se alcançam valores que oscilam entre 0,597 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (Restle et al. 1999) até 1,41 kg.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> (Canto et al. 1997) de ganho de peso médio diário (GMD), ou, ainda, suportam uma carga animal de 434,1 kg ha<sup>-1</sup> de PV em aveia preta mais azevém (Restle et al. 1998) até 1.652 kg ha<sup>-1</sup> de PV em consórcio de aveia preta + azevém + trevo (Lesama, 1999). Quanto ao ganho de peso vivo por hectare (GPV kg ha<sup>-1</sup>) têm-se dados em pastejo de aveia preta de 274,2 kg (Canto et al. 1997) até 802 kg em consórcio de aveia preta + azevém + triticale (Roso, 1998).

Estes ganhos individuais de bovinos, assim como os ganhos por unidade de área, estão susceptíveis a grandes variações em função da produtividade e qualidade da forragem, duração do período de pastejo e pressão de pastejo (Bona Filho et al., 2002). Estas variações e dúvidas são ainda maiores em sistemas com base na caprinocultura de corte, onde existem poucos dados de literatura e muitos questionamentos quanto à forma mais eficiente de produção (Embrapa, 2004), sobretudo em pastagens hibernais e, quando a esta, for associado à suplementação alimentar.

Silveira et al. (2008) afirmam que em pastejo, dificilmente é alcançada a exigência do animal devido à variabilidade da pastagem, tanto em quantidade quanto em qualidade, podendo a suplementação ser utilizada para reduzir as quedas de desempenho, evitar perdas de peso, atingir metas em menor tempo, aumentar taxas de lotação, prevenir deficiências de minerais, entre outras.

O nível nutricional é importante não apenas para produção de carne, como também para o início da puberdade, o que em fêmeas pode refletir, caso não atendido adequadamente, em atrasos na vida produtiva.

Para Jochims et al. (2010), esta observação deve ser realçada ainda sobre estudos de como as condições de pastejo interferem no comportamento ingestivo dos ruminantes e nas diferentes respostas em termos de consumo de forragem e desempenho, de forma a identificar condições de manejo adequadas à categoria animal e ao sistema de produção adotado.

No entanto, quando uma parte da dieta dos animais é constituída por suplemento, existe maior aporte de nutrientes pelo suplemento e, dessa forma, Bargo et al. (2003) salientam que novas variáveis interferem no consumo de nutrientes e de forragem, o que é conhecido como taxa de substituição e efeito associativo. Estes fatores, segundo Van Soest (1994) e Bargo et al. (2002), podem influenciar tanto na carga e desempenho animal (representado pelas distintas cargas animais impostas em função das diferentes quantidades de suplementação), quanto no comportamento ingestivo (tempos de pastejo, ruminação e ócio) dos animais em pastejo (Krysl & Hess, 1993; Galli et al., 1996; Bargo et al., 2002; Gibb et al., 2002; Gonçalves, 2009).

O estudo detalhado do uso da suplementação para ruminantes em pastejo abre a possibilidade de melhor compreender sua utilização como complemento de nutrientes, visto que, sistemas de produção que usam apenas a pastagem como base alimentar podem ser desfavorecidos pelo desencontro entre as exigências nutricionais e a quantidade de nutrientes fornecidos pela forragem, o que pode reduzir o potencial produtivo e o lucro da atividade, enquanto o uso do suplemento em momentos onde não ocorre resposta pode aumentar os custos de produção.

Deve-se salientar ainda que a intensidade de fornecimento de suplemento altera a capacidade suporte de animais nas áreas de pastejo e este incremento pode modificar, segundo

Petean et al. (2009), a qualidade física do solo em virtude do pisoteio animal nas camadas superficiais e conseqüentemente a produtividade do ecossistema pode ser alterada para uma direção positiva ou negativa, sendo a magnitude das alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo dependentes da intensidade de pastejo utilizada.

Esta interferência também varia com a textura, o teor de matéria orgânica e a umidade do solo (Smith et al., 1997), a biomassa vegetal sobre o solo (Silva et al., 2003; Carvalho et al., 2011), a adubação utilizada, a espécie de planta e a forma como os animais reagem às estruturas de pasto decorrentes (Baggio, 2007).

Estas informações são de suma importância, uma vez que sistemas pecuários respondem por aproximadamente 30% da área livre de gelo terrestre da superfície do planeta (Steinfeld et al. 2006) e movimentam no mundo, segundo Thornton (2010), cerca de 1,4 trilhão de dólares anualmente, empregam 1,3 bilhão de pessoas e amparam a subsistência de 600 milhões de pequenos agricultores pobres nos países em desenvolvimento (Thornton et al. 2009) sendo uma importante alternativa de diminuição de risco para grupos vulneráveis e um grande fornecedor de nutrientes para pequenos agricultores e suas famílias (Thornton, 2010).

### 1.2.2 CICLAGEM DE NUTRIENTES EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO

A movimentação dos nutrientes presentes nos ecossistemas ocorre através de ciclos denominados biogeoquímicos. Anghinoni et al. (2011) comentam que a estrutura biológica (bio) refere-se aos organismos vivos interagindo no processo de síntese orgânica e decomposição de substâncias, enquanto os componentes geológico (geo) remete-se ao meio terrestre como fonte de nutrientes e o químico é considerado como a ciclagem desses elementos. Neste conceito são abordados apenas as relações solo-planta-atmosfera, três dos quatro compartimentos da ciclagem em sistemas de produção agropecuária.

Neste conceito, o crescimento e acúmulo de biomassa das plantas ocorre através da absorção de nutrientes e água do solo e da incorporação de carbono pela fotossíntese que, ao término de seu ciclo voltam ao solo pelo resíduo vegetal. Após sua decomposição ou mineralização, há liberação de CO<sub>2</sub> e os nutrientes formam compostos orgânicos complexos (húmus), a matéria orgânica estável do solo que, de forma lenta, pode ser decomposta, liberando também CO<sub>2</sub> e nutrientes minerais (Anghinoni et al., 2011).

Quando ocorre a entrada do animal no sistema, há alterações nos teores e fluxos destes processos em virtude da capacidade de catalisar os processos sistêmicos, onde a reciclagem dos materiais orgânicos, obtidos através do consumo, digestão e posterior retorno ao solo, determinam uma nova dinâmica dos nutrientes entre os compartimentos do sistema (Carvalho et al., 2010), o que pode atribuir heterogeneidade em uma série de variáveis e modificar o funcionamento do mesmo.

O pastejo quando corretamente realizado, ou seja, sob condições adequadas de altura da forragem e carga animal, pode melhorar o rendimento dos cultivos subsequentes através da aeração do solo promovida pelo sistema radicular da pastagem e por acelerar a ciclagem de nutrientes em função da deposição dos dejetos animais e resíduos de forragem na superfície (Haynes & Williams, 1993; Assmann et al., 2003; Tracy & Zhang, 2008; Tracy & Davis, 2009; Carvalho et al., 2010).

Entretanto, pouco se conhece sobre a influência da utilização da suplementação em animais em pastejo sobre a taxa de decomposição da biomassa residual da aveia e do esterco e a forma de como estes interferem na fertilidade do solo e na produtividade da cultura seguinte. Tampouco se conhece a taxa de decomposição e a liberação de N do esterco de caprinos recebendo diferentes níveis de suplementação.

Estas alterações podem propiciar menor dependência ao uso de insumos, especialmente do N (Lopes et al., 2009), por ser um dos nutrientes mais exigidos em

quantidade por diversas culturas (Fontoura, 2005), entre elas o milho, onde as doses, épocas e métodos de sua aplicação são amplamente estudados em sistemas exclusivamente agrícolas, sendo poucos os estudos em ILP (Sandini et al., 2011).

A susceptibilidade dos resíduos vegetais e do esterco à decomposição está associada à sua composição química quanto aos teores de celulose, hemicelulose, lignina e polifenóis e às relações entre constituintes como C/N, C/P, lignina/N, polifenóis/N e lignina + polifenóis/N (Aita & Giacomini, 2003; Espínola et al., 2006).

As transformações no processo de decomposição ocorrem geralmente na seguinte ordem: biodegradação rápida da maioria dos compostos hidrossolúveis e polissacarídeos, redução lenta de hidrossolúveis fenólicos e hemiceluloses e aumento relativo do conteúdo de ligninas e proteínas (Correia & Andrade, 1999), podendo ainda a velocidade de decomposição dessas ações ser influenciada por fatores bióticos e abióticos (Espínola et al., 2006).

Entre esses fatores, os resíduos depositados no solo e suas proporções de carbono/nitrogênio possuem grande função na decomposição, mineralização e imobilização de N para o solo. Quando essa relação C/N é elevada, ocorre primeiramente o consumo de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) do solo, que é agregado ao protoplasma dos microrganismos enquanto há perda de carbono da matéria orgânica para conversão deste em  $\text{CO}_2$ , resultando numa imobilização do nitrato do solo. Ao passo que a relação C/N reduz, surgem condições de mineralização da matéria orgânica (Tisdale et al., 1985).

Neste sentido, o animal através do pastejo pode acelerar a ciclagem de nutrientes por promover um aumento na concentração de nutrientes nos tecidos aéreos das plantas, o que pode aumentar a taxa de decomposição do material senescente, por reduzir a relação C/N da pastagem e diminuir, conseqüentemente, a demanda microbiana por N durante a decomposição (Holland et al., 1992), por alterar a qualidade dos resíduos (animal e vegetal) que retornam ao solo, bem como o ambiente de decomposição (Shariff et al., 1994).

Nas duas últimas décadas, foram realizados diversos trabalhos com plantas de cobertura de solo no outono/inverno, tanto no Brasil como em outros países, procurando-se caracterizar a decomposição e a liberação de N de seus resíduos culturais (Waggoner, 1989; Ranells & Waggoner, 1992; Ranells & Waggoner, 1996). Entretanto, ainda são escassas as informações obtidas em condições de campo relativas ao estudo da dinâmica de decomposição e da liberação de N dos resíduos em situações de pastejo com animais recebendo níveis de suplementação, onde a composição dos dejetos e a velocidade de decomposição e liberação do N da MS podem interferir na ciclagem de nutrientes no solo e contribuir para o rendimento da cultura subsequente.

Essas informações em sistemas de integração lavoura-pecuária são importantes a fim de melhorar o sincronismo entre a disponibilidade e a demanda de nutrientes pelas culturas e pelos animais e ainda minimizar perdas de nutrientes por lixiviação, desnitrificação e volatilização ou mesmo a imobilização microbiana por longos períodos (Mathews et al., 2004).

### 1.2.3 CULTURA DO MILHO E A ADUBAÇÃO NITROGENADA

A cultura do milho se destaca como uma das principais culturas do Brasil, ocupando área plantada de 12,9 milhões de ha ou 27% da área nacional produtora de grãos na safra 2009/2010. A região Sul participa com aproximadamente 3,9 milhões de ha, desses, 56,4% cultivados no Paraná. Nesse estado, estima-se que, na safra 2009/2010, a área plantada para produção de grãos no período estival, foi de 7,3 milhões de ha, desses cerca de 20% foram explorados com cereais de inverno de importância econômica, restando 80% das áreas que podem ser ocupadas por culturas protetoras de solo, deixado em pousio ou com possibilidade de ser usado na produção animal em sistemas de integração lavoura-pecuária (Conab, 2011).



Alguns fatores têm contribuído para melhorar a produtividade de milho no Brasil, tais como a adaptação de cultivares as mais variadas situações de clima e solo, melhoramento genético, a melhoria de propriedades químicas, físicas e biológicas dos solos cultivados e a adoção de práticas culturais mais adequadas no controle de plantas daninhas e pragas.

Nesse cenário, faz-se necessário que um maior número de produtores passe a adotar técnicas de cultivo que proporcionem aumentos em produtividade e renda líquida, das quais se pode destacar a adubação nitrogenada, seja na forma de compostos orgânicos, como dejetos animais, seja na forma mineral através do uso de fontes como uréia e sulfato de amônio.

O nitrogênio é um dos nutrientes de maior importância para o sucesso do sistema de integração lavoura-pecuária (Assmann et al., 2003) assim como o manejo imposto à pastagem (Lunardi et al., 2008). O nitrogênio é um dos nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas (Fontoura, 2005) onde a fertilização do sistema de produção caracteriza-se como uma propriedade emergente a ser estudada, visto que o efeito residual da aplicação de N na pastagem de inverno para o cultivo em subsequente do milho pode caracterizar disponibilidade de N nos momentos de maior necessidade pela cultura, redução do uso de insumos e melhorias na renda da propriedade.

Grande parte dos produtores apresenta certa resistência ao sistema de integração lavoura-pecuária, especialmente por parte de produtores de grãos, entendendo que o animal, no sistema, afeta a produtividade de grãos devido à compactação do solo, da remoção de nutrientes ou diminuição da cobertura vegetal/matéria orgânica no solo. Sabe-se que o efeito do animal na física de solo depende exclusivamente da carga animal imposta (Carvalho et al., 2005), onde ao ser respeitado o manejo da pastagem (altura, massa de forragem ou oferta) respectiva a cada espécie forrageira o efeito na física de solo não é prejudicial ao sistema.

Mesmo manejo que caracteriza a permanência de cobertura vegetal sobre o solo após a retirada dos animais, uma vez que o sistema de integração lavoura-pecuária tende a

aumentar as concentrações de carbono orgânico no solo ao longo do tempo, pelo crescimento contínuo de plantas na área, rotação de culturas, incremento da massa produzida por tempo em decorrência do pastejo e maior ciclagem de nutrientes (Tracy & Zhang, 2008).

Embora o N seja um dos elementos mais abundantes na natureza (78% do ar), o mesmo, com sua alta necessidade na cultura do milho, não está diretamente disponível à planta (Malavolta, 1980). Por esta razão, é também o elemento mais limitante, caso não seja suprido adequadamente em tempo e em quantidade exigida pelas plantas. Em geral, 70 a 90% dos experimentos de campo realizados no Brasil, apresentaram respostas à aplicação de N na cultura do milho (Coelho, 2003).

A adubação nitrogenada do milho, entre os temas sobre adubação de culturas, é talvez um dos itens mais estudados. Inúmeras pesquisas têm sido feitas nos sentido de identificar qual o melhor momento de aplicação, qual a dose recomendada, tipos de fonte, manejo da adubação nitrogenada de inverno sobre o desenvolvimento da cultura de verão (Argenta & Silva, 1999; Bortolini et al., 2001; Amado et al., 2002; Assmann et al. 2003; Pöttker & Wiethölter, 2004; Silva et al., 2005).

Para a Comissão de Química e Fertilidade do Solo, CQFS – RS/SC (2004), a adubação com N na cultura do milho deve ser realizada conforme a quantidade presente no solo de matéria orgânica, no que se espera de produção de grãos e no histórico das culturas anteriores, sendo este elemento responsável por grande parte do gasto com as adubações, além de ser um dos elementos que mais contribui para a contaminação de lençóis freáticos (Assmann et al. 2003).

Cantarella (1993) relata que a necessidade de N para produção de uma tonelada de grãos varie entre 20 a 28 kg ha<sup>-1</sup>, o que dificilmente é provido somente pelo solo, ou seja, há necessidade de uso de fontes extras como adubos minerais, leguminosas e esterco (Amado et al., 2002), o que maximiza a importância de que tanto a quantidade quanto a forma de

aplicação seja a mais precisa possível. Faz-se necessário também o estudo de modelos agrícolas menos dependentes do uso de insumos minerais e que reduzam o custo de produção tornando-os mais eficientes, sendo o aproveitamento de resíduos gerados uma das opções.

Entretanto, poucos são os trabalhos que avaliam o efeito da decomposição e liberação do N de resíduos vegetais de aveia e do esterco de caprinos sobre a produção do milho. Diante deste contexto, trabalhos que avaliam o efeito destes fatores sobre a produtividade do milho são importantes para o entendimento desta dinâmica.

CAPÍTULO 2. COMPORTAMENTO INGESTIVO, CONSUMO DE FORRAGEM E  
DESEMPENHO DE CABRITAS EM PASTAGEM DE AVEIA COM NÍVEIS DE  
SUPLEMENTAÇÃO

## **Comportamento ingestivo, consumo de forragem e desempenho de cabritas em pastagem de aveia recebendo ou não suplemento**

### 2.1 RESUMO

O objetivo do presente estudo foi verificar as relações na interface planta-animal por meio da avaliação do comportamento ingestivo, consumo de matéria seca e desempenho de cabritas recebendo 0, 0,5, 1 e 1,5% do peso vivo de suplementação energética constituída por farelo de soja e milho moído em pastagem de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb cv. IAPAR 61). Foram utilizadas 36 cabritas da raça Boer com peso médio inicial de 21 kg e idade de dez meses. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições e três animais teste por repetição. Durante o período experimental (15/06 a 31/08/2010) foram avaliados: altura, taxa de acúmulo, massa, oferta e estrutura da pastagem; carga animal, ganho de peso vivo por área, ganho médio diário; tempos diários (min/dia) de pastejo, ruminação e ócio. O consumo de matéria seca da forragem foi estimado pela relação entre a produção fecal e a indigestibilidade da matéria seca e a digestibilidade da MS, pelo método *in vitro*. A estimativa da excreção fecal foi realizada utilizando-se óxido de cromo como marcador externo. O fornecimento de suplemento diminuiu a ingestão de forragem (2,4, 1,45, 1,43 e 1,05% do PV respectivamente para os tratamentos com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV de suplementação), o tempo de pastejo diário e o ganho de peso individual. Aumentou o tempo de ócio e desempenho dos animais por área, mas não alterou o tempo de ruminação e o consumo total de matéria seca (forragem + concentrado) em relação aos animais não suplementados.

Termos para indexação: ganho de peso, óxido de cromo, suplementação, tempo de pastejo

## **Ingestive behavior, herbage intake and goats performance grazing oat with and without supplementation**

### 2.2 ABSTRACT

This study aimed to evaluate the relationships between plant-animal interface by evaluating the ingestive behavior, dry matter intake and goat performance on black oat (*Avena strigosa* Schreb cv. IAPAR 61) receiving energy supplementation level at 0, 0.5, 1 and 1.5% of body weight composed of soybean meal and corn. Were used 36 Boer goats with initial average live weight of 21 kg and the age of ten months. The experimental was laid out as a randomized blocks with three replications and three animals tests per replicate. Along the experimental period (06/15 to 08/31/2010) were evaluated: pasture sward, accumulation rate, forage mass, forage offer, stocking rate, live weight gain per area, average daily gain, feeding behavior with (min/day) grazing, ruminating and idling. Animal forage dry matter intake was estimated by the ratio between fecal production and indigestible dry matter using the in vitro method. To estimate of the fecal excretion was performed using a chromium oxide as an external marker. Supplement levels decreased forage intake (2.4, 1.45, 1.43 and 1.05% of BW respectively for the treatments with 0, 0.5, 1 and 1.5% of BW supplementation), daily grazing time and individual weight gain and increased idly time and animals gain per area, but did not alter the rumination time and total dry matter intake (forage + concentrate) compared to non-supplemented animals.

Index terms: Live weight gain, chromium oxide, supplementation, grazing

## 2.3 INTRODUÇÃO

O conhecimento das relações existentes na interface planta-animal é necessário para uma eficiente utilização da pastagem. Para Jochims et al. (2010), esta afirmativa deve ser realçada ainda sobre estudos de como as condições de pastejo interferem no comportamento ingestivo dos ruminantes e nas diferentes respostas em termos de consumo de forragem e desempenho, de forma a identificar condições de manejo adequadas à categoria animal e ao sistema de produção adotado.

Quando uma parte da dieta dos animais é constituída por suplemento, existe maior aporte de nutrientes e, dessa forma, Bargo et al. (2003) salientam que novas variáveis interferem no consumo de nutrientes e de forragem, o que é conhecido como taxa de substituição e efeito associativo. Estes fatores, segundo Van Soest (1994) e Bargo et al. (2002), podem influenciar tanto na carga e desempenho animal (representado pelas distintas cargas animais impostas em função das diferentes quantidades de suplementação), quanto no comportamento ingestivo (tempos de pastejo, ruminação e ócio) dos animais em pastejo (Krysl & Hess, 1993; Galli et al., 1996; Bargo et al.; Gibb et al., 2002; Gonçalves, 2009).

O estudo detalhado do uso da suplementação para ruminantes em pastejo abre a possibilidade de melhor compreender sua utilização como complemento de nutrientes, visto que, sistemas de produção que usam apenas a pastagem como base alimentar podem ser desfavorecidos pelo desencontro entre as exigências nutricionais e a quantidade de nutrientes fornecidos pela forragem, o que pode reduzir o potencial produtivo e o lucro da atividade, enquanto o uso do suplemento em momentos onde não ocorre resposta pode aumentar os custos de produção e diminuir o retorno da atividade.

Estas dúvidas são ainda maiores em sistemas com base na caprinocultura de corte, onde existem poucos dados de literatura e muitos questionamentos quanto à forma mais

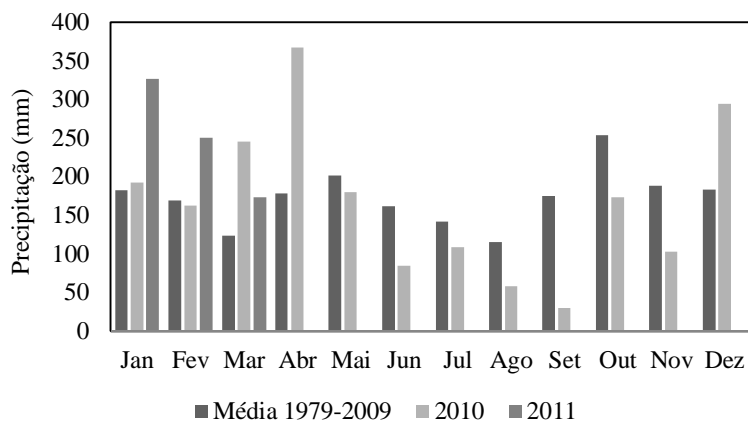
eficiente de produção (Embrapa, 2004), sobretudo em pastagens hibernais e, quando a esta, for associado à suplementação alimentar.

Considerando a hipótese de que crescentes níveis de suplementação modificam a forma como caprinos de corte interagem com a pastagem, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar diferenças no consumo de forragem, desempenho animal e no comportamento ingestivo de cabritas desmamadas, na fase de recria, mantidas em pastagem de aveia preta sob quatro níveis de suplementação.

## 2.4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental pertencente ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Pato Branco, Paraná, situada na região fisiográfica denominada Terceiro Planalto Paranaense, nas coordenadas georreferenciadas 26 ° 07 ' S e 52 ° 39 ' W e altitude de 700 m.

O clima da região é subtropical úmido, do tipo Cfa de acordo com a classificação de Köppen (Maak, 1968). As condições meteorológicas registradas durante o período experimental e a média climatológica dos últimos 30 anos estão apresentadas na Figura 1.





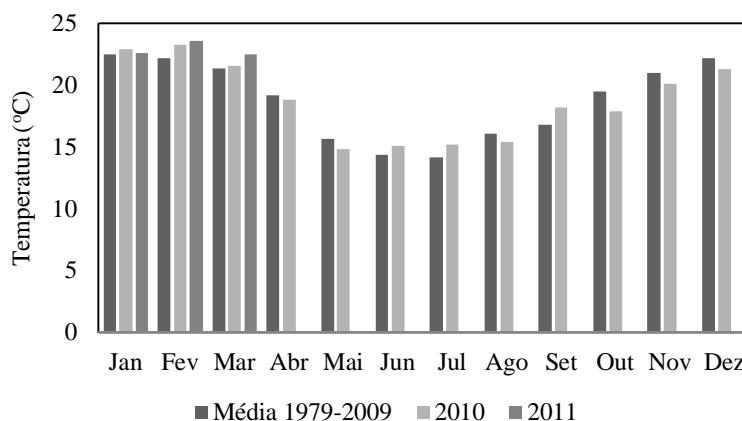


Figura 1. Dados meteorológicos históricos (média de 30 anos) e verificados durante o período experimental na Estação Meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Pato Branco, PR.

O solo da área do experimento é classificado como Latossolo Vermelho distroférico, com textura argilosa (Santos et al., 2006).

Após a colheita da soja foi aplicado glifosato na área, na dosagem de  $0,72 \text{ kg ha}^{-1} \text{ i.a}^{-1}$ . Foram coletadas amostras de solo com trado tipo holandês na profundidade de 0-20 cm, antes da semeadura de aveia preta, para caracterização química da área.

A adubação química do solo foi realizada conforme a recomendação descrita por Oliveira (2003) e de acordo com os valores encontrados na análise de solo, que foram de: pH- $\text{CaCl}_2=5,0$ ;  $\text{P}=9,06 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{K}=0,88 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $60,3 \text{ g kg}^{-1}$  de matéria orgânica;  $\text{Ca}=7,28 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}=3,38 \text{ cmol dm}^{-3}$ ;  $\text{Al}=0,00 \text{ cmol dm}^{-3}$  e 69,7% de saturação por bases. Foi usado  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  do adubo formulado 04-30-10 ( $10 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $75 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $25 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ) e  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (fonte: uréia 45% de N) como adubação de cobertura no início do perfilhamento (25 dias após a emergência), considerando o estágio vegetativo e as condições climáticas recomendadas.

A aveia preta foi semeada 15 dias após a dessecação (20/04/2010), a qual foi realizada através de semeadura direta, com espaçamento entre linhas de 17 cm e 300 sementes  $\text{m}^{-2}$  ( $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de semente de aveia preta cv. IAPAR 61). O delineamento experimental

utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro níveis de suplementação, com 0, 0,5, 1 e 1,5% do peso vivo (PV), usando o suplemento formulado com 16% de PB e 82% de NDT, constituído por milho moído e farelo de soja, os quais supriram em 0, 19, 38 e 57% as exigências em consumo de energia, respectivamente, para ganho diário de 150 g, conforme recomendação do NRC (2007) para categoria.

Os animais foram pesados e alocados aleatoriamente nos tratamentos 56 dias após a emergência da aveia preta cv. IAPAR 61, após os mesmos terem permanecido os 12 dias anteriores em período de adaptação em uma pastagem da mesma espécie. As pesagens ocorreram após jejum de sólidos e líquidos por 14 horas, em intervalos aproximados de 21 dias, sendo realizadas cinco avaliações no período de pastejo. O controle de endo e ectoparasitas foi realizado no início do experimento e conforme monitoramento através do método Famacha® (Van Wyk et al., 1997).

O término do experimento ocorreu em 31/08/2010, perfazendo 77 dias de período experimental, os quais compuseram quatro períodos experimentais, constituídos por 15, 21, 20 e 21 dias, respectivamente, que foram organizadas pelas cinco datas de avaliação, realizadas em 15/06, 30/06, 21/07, 10/08 e 31/08/2010.

Em função das diferentes cargas animais esperadas para os diferentes níveis de suplementação, o tamanho dos piquetes foi de 950, 850, 700 e 600 m<sup>2</sup>, respectivamente para os tratamentos com 0, 0,5, 1 e 1,5% de suplementação do PV. Toda área foi delimitada e dividida com cerca eletrificada e tela. Em todas as parcelas existiam apriscos de 4 m<sup>2</sup>, compostos por cochos para fornecimento do suplemento, de sal mineralizado fornecido sem restrição e um bebedouro automático para fornecimento de água. Neste sistema, o suplemento foi fornecido diariamente às 8h30min e às 15h30min.

Em cada parcela continham três animais teste sob avaliação, fêmeas caprinas da raça Boer, com idade média no início do experimento de dez meses e 21 kg, totalizando 36 animais. O método de pastejo utilizado foi o pastejo contínuo com taxa de lotação variável, onde animais da mesma idade, peso e categoria foram usados como reguladores (*put and take*), quando necessário (Mott & Lucas, 1952), para manter a altura da pastagem entre 15-20 cm (Aguinaga et al., 2006). As avaliações de altura na pastagem foram realizadas semanalmente com o auxílio do “*Sward Stick*”, através da amostragem de 50 pontos aleatórios por piquete pelo método descrito por Hodgson (1990), a fim de regular a carga animal conforme necessidade.

A massa de forragem (MF) foi avaliada nas mesmas datas de pesagens dos animais, através de cinco coletas de toda a biomassa acima do mantilho por data de avaliação, com o auxílio de um quadro de ferro com área de 0,25 m<sup>2</sup>, percorrendo-se o piquete em “zigue-zague”. Após o corte, as amostras foram identificadas, pesadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante, sendo determinada essa massa e calculada a massa de forragem em kg ha<sup>-1</sup> de MS. Somando-se todas as avaliações foi determinada a produção total de forragem.

A taxa de acúmulo diário de forragem (TAD) foi medida durante o período pelo método do triplo emparelhamento (Moraes *et al.*, 1990), sendo alocadas duas gaiolas de exclusão por unidade experimental.

A oferta de forragem (kg de MS/100 kg de PV) foi calculada dividindo-se a disponibilidade de forragem diária (MF inicial + TAD) / n<sup>o</sup> dias pela carga animal média do período.

Para avaliação dos componentes estruturais da pastagem (lâmina foliar, colmo com bainha e material morto), duas amostras de área de 0,25 m<sup>2</sup> da pastagem foram colhidas por piquete, em cada data de avaliação, separados manualmente os componentes e então os

materiais foram colocados em sacos de papel, identificados e levados à estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65°C, até atingirem peso constante, quando então, determinou-se a participação de cada componente na massa de forragem da pastagem. O percentual de cada componente foi multiplicado pela massa de forragem do mesmo período e piquete para obtenção da massa de cada componente em kg ha<sup>-1</sup> de MS.

A carga animal, expressa em kg ha<sup>-1</sup> de PV dia<sup>-1</sup>, foi obtida dividindo-se a média ponderada do peso vivo dos animais reguladores em cada período pelo número de dias que cada um permaneceu no piquete, acrescentando-se o peso médio dos animais teste.

Os ganhos médios diários, expressos em kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, foram obtidos pela diferença entre o peso final e o peso inicial dos animais teste em cada período, sendo o resultado dividido pelo número de dias transcorridos entre as pesagens.

O ganho de PV por hectare em cada período, expresso em kg ha<sup>-1</sup>, foi obtido multiplicando-se o ganho médio diário dos animais teste pela taxa de lotação. O ganho total de peso vivo corresponde ao somatório das produções de cada período.

O consumo de forragem foi estimado pela relação entre a produção fecal (PF, g dia<sup>-1</sup>) e a indigestibilidade da matéria seca (IDMS) onde, consumo de forragem (g dia<sup>-1</sup>) = PF/IDMS; em que, IDMS = 1 – digestibilidade da MS. Por sua vez, a estimativa da excreção fecal foi realizada mediante o uso de óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como marcador externo. Para isso, cápsulas contendo 0,5 g de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> foram administradas duas vezes ao dia por doze dias consecutivos, imediatamente após os animais receberem o suplemento. Os resultados encontrados foram transformados em consumo de forragem por % do PV.

A produção fecal foi medida nos últimos cinco dias de fornecimento do indicador, onde amostras de fezes foram coletadas diretamente do reto dos animais, logo após o fornecimento das cápsulas. As amostras de fezes foram pesadas e imediatamente congeladas. Posteriormente, foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por cinco dias e

trituras em moinho tipo Willey provido de peneira com orifícios de 1 mm. As amostras foram, então, homogeneizadas por animal, constituindo amostras compostas.

O cromo nas fezes e no óxido de cromo foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica utilizando um método adaptado de Willians et al. (1962), onde a digestão das cinzas resultante de 1 g de amostra parcialmente seca foi feita com 6 mL de uma solução ácida (250 mL de ácido sulfúrico, 250 mL de ácido ortofosfórico e 50 mL de solução sulfato de manganês 10% L<sup>-1</sup> solução) e 3 mL de uma solução de bromato de potássio a 4,5% (p/v).

A recuperação fecal do cromo foi medida pela relação entre a quantidade de indicador excretado e a quantidade ingerida. A produção fecal (PF) dos animais foi, então, calculada como:  $PF (g \text{ dia}^{-1}) = \text{indicador administrado (g dia}^{-1}) / \text{concentração do indicador nas fezes (g kg}^{-1} \text{ de MS)}$ .

Para determinação dos resíduos indigestíveis, 0,5 g de cada uma das amostras dos alimentos e das fezes foram pesados em duplicatas em sacos TNT (100 g m<sup>-2</sup>) de 5 x 5 cm que foram selados e incubados no rúmen de dois caprinos Boer fistulados (aproximadamente 60 kg de PV), mantidos em baias separadas com feno de aveia e suplementação diária de 0,5 kg composta por farelo de soja e milho moído (16% de PB e 82% de NDT). Os sacos foram removidos do rúmen após 240 horas de incubação, lavados intensivamente em água corrente, secos em estufa com ventilação forçada a 65°C por 24 horas, em seguida em estufa não-ventilada por 105°C durante 1 hora e pesados, sendo a matéria seca residual considerada indigestível (MSi).

Foram realizadas duas avaliações de comportamento ingestivo nos dias 26/06 e 20/08/2010, ambas durante o período de 24 horas, utilizando-se o método descrito por Jamieson & Hodgson (1979). Os tempos de pastejo, ócio e ruminção foram observados em intervalos de 10 minutos, nos animais *teste*. O tempo gasto pelo animal na seleção e apreensão da forragem, incluído os curtos espaços de tempo utilizados no deslocamento para seleção da

forragem, foi considerado tempo de pastejo (TP). O tempo de ócio (TO) correspondeu ao período de descanso e outras atividades sem ser pastejo e ruminação. O tempo de ruminação (TR) correspondeu ao período de mastigação sem ser no processo de colheita de forragem.

Os resultados foram analisados pelo programa computacional Statistical Analysis System (SAS, 2002), utilizando o procedimento GLM. O período experimental foi considerado subparcela no delineamento de blocos ao acaso. Quando a interação suplemento\*período não foi significativa, optou-se por utilizar a média do experimento avaliadas por regressão. Em caso de interação significativa entre nível de suplemento\*período, as médias dentro dos períodos foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da altura do pasto, massa de forragem (MF), taxa de acúmulo diário (TAD), massa de lâminas foliares (MLF), massa de colmo (colmo) e material morto (MM) encontram-se na Tabela 1 e estão de acordo com o proposto por Rattray et al. (1987).

Tabela 1 – Médias da altura, massa de forragem (MF), taxa de acúmulo diário de forragem (TAD), massa de lâminas foliares (MLF), massa de colmo (colmo) e material morto (MM) de aveia preta pastejada por cabritas em recria (média dos quatro níveis de suplementação), de 15 de junho a 31 de outubro de 2010, em Pato Branco, PR.

Parâmetros da Pastagem	Avaliação					Média	CV(%)
	15/06	30/06	21/07	10/08	31/08		
Altura	21,02 A	20,20 A	18,19 B	17,69 B	14,71 C	18,36±0,23	4,12
MF	1089 C	1321 B	1094 C	1258 B	1532 A	1259±43,20	10,7
TAD	42 AB	39 AB	32 BC	46 A	25 C	36,56±2,59	24,31
MLF	744 AB	835 A	520 D	544 CD	647 BC	658±35,17	18,06
Colmo	344 B	351 B	433 AB	358 B	540 A	405±37,93	32,83
MM	0 D	134 C	141 C	247 B	343 A	173±26,52	45,38

Médias, na mesma linha, seguidas por letras distintas, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey. Altura=cm; MF, MLF, Colmo e MM=kg ha<sup>-1</sup> de MS; TAD=kg ha<sup>-1</sup> de MS por dia.

Em trabalho realizado com cordeiros, Frescura et al. (2005) afirmam que o consumo por animal é maximizado com massa de forragem entre 1.000 e 1.200 kg ha<sup>-1</sup> de MS, valores estes similares aos observados neste estudo.

Os valores de taxa de acúmulo, associado à massa de forragem inicial, promoveram uma produção de forragem média no período de 4.293 kg ha<sup>-1</sup> de MS, com teor de matéria seca médio de 12,46%.

A média de 658 kg ha<sup>-1</sup> de MS de MLF, correspondeu a uma participação de 52% na estrutura da pastagem, assim como as médias de 32% para colmo e 13% MM na estrutura da pastagem são semelhantes às encontradas por Assmann et al. (2010) e correspondentes a 405 e 173 kg ha<sup>-1</sup> de MS, respectivamente. As elevadas proporções de colmos e MM no último período referem-se ao final do ciclo da aveia, pois, de acordo com Dove (1998) o envelhecimento das plantas proporciona redução na proporção de folhas e aumento de colmos, sementes e material senescente, o mesmo observado por Grise (2001), que demonstrou redução na relação de massa de lâminas foliares/colmo de aveia preta cv IAPAR 61 com a maturidade da planta.

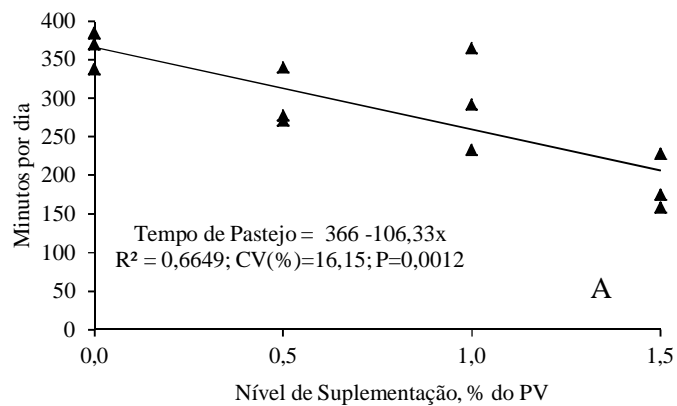
A oferta de forragem média foi de 8,3 kg de MS/100 kg de PV e variou de 7,69 a 8,6 kg de MS/100 kg de PV durante o período experimental, valores estes de acordo com o recomendado por Gibb & Treacher (1976), não sendo limitantes para o consumo animal.

O efeito do nível de suplemento foi significativo ( $P=0,0001$ ) para a oferta de forragem, indicando que para cada 1% do nível de suplemento fornecido, ocorreu diminuição em 2,24 kg de MS/100 kg de PV ( $Y=9,9850-2,2425x$ ;  $R^2=0,43$  e  $CV=18,87\%$ ), o que foi compensado pela ingestão de suplemento.

Houve efeito do nível de suplemento sobre os componentes do comportamento ingestivo: tempos de pastejo e ócio e ingestão do suplemento. Os tempos de pastejo, ócio e de

ingestão de suplemento ajustaram-se ao modelo linear de regressão. Os animais dedicaram para os níveis de suplementação de 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, respectivamente, 366, 314, 263 e 211 minutos do dia à atividade de pastejo (Figura 2A), valores inferiores aos encontrados por Pedroso et al. (2004) em estudo realizado com pastejo de ovinos em azevém. Já para as atividades de ócio, os valores encontrados para os respectivos tratamentos foram de 775, 817, 859 e 900 minutos (Figura 2B).

O tempo de ócio foi 84 minutos superior para cada 1% do nível de suplemento fornecido, ou seja, os animais que não receberam suplementação permaneceram 5,4, 11 e 16% a menos do tempo em ócio em relação aos animais que receberam os níveis de suplementação de 0,5, 1 e 1,5% do PV, respectivamente, resultados semelhantes aos encontrados por Patiño Pardo et al. (2003) com novilhos e contrários aos relatados por Silveira (2001) em trabalho realizado com cordeiros, onde o autor comenta que a atividade de ócio pouco se altera em quaisquer condições de alimentação, pois nela estão incluídas atividades que não dependem do aspecto nutricional.





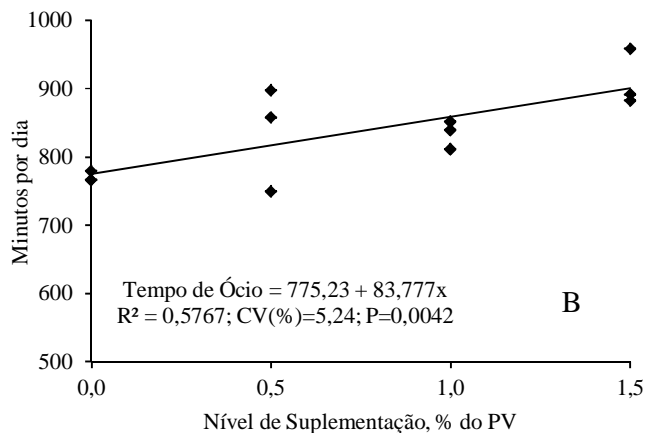


Figura 2. Tempo de pastejo (A) (em minutos por dia) e tempo de ócio (B) (em minutos por dia) de cabritas em recria, suplementadas com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, em pastagem de aveia preta, de 15 de junho a 31 de outubro de 2010, em Pato Branco, PR.

Os animais mantidos sem suplementação apresentaram tempo de pastejo superior em 14, 28 e 42% ao dos animais que receberam 0,5, 1 e 1,5% do PV de suplemento, respectivamente, correspondendo a 52, 103 e 155 minutos dia<sup>-1</sup> a mais de tempo de pastejo.

Estes valores indicam que, para cada 1% do PV de suplementação fornecida ocorreu decréscimo em 106 minutos no tempo diário de pastejo e aumento em 84 minutos no tempo de ócio, numa relação linear negativa entre o nível de suplementação com o consumo de forragem dos animais (Figura 3).

Semelhante aos resultados encontrados por Bremm et al. (2005), o tempo de ruminação não foi afetado pelos períodos de avaliação e níveis de suplementação dos tratamentos e foi igual para todos os níveis de suplementação, correspondendo ao valor médio de 280 minutos diários.

Já o tempo médio de ingestão de suplemento (IS) aumentou linearmente em função dos níveis de suplementação em 26, 45 e 63 minutos para os tratamentos de 0,5, 1 e 1,5% do PV (IS=7,56 + 37,33x; R<sup>2</sup>=0,7429; CV=37,82% e P=0,0003), o que indica a substituição do tempo destinado ao pastejo pelo maior tempo destinado ao consumo de suplemento e ócio.

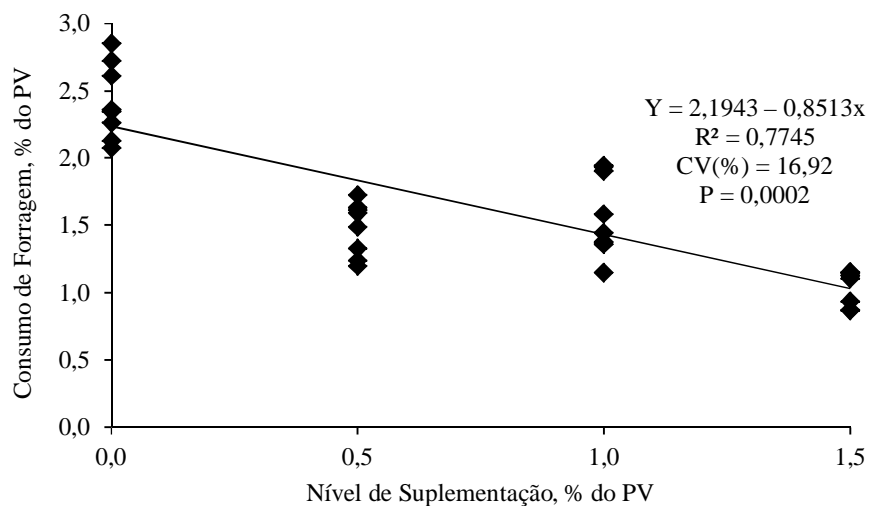


Figura 3. Consumo de forragem (% do PV) de cabritas em recria, suplementadas com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, em pastagem de aveia preta, de 15 de junho a 31 de outubro de 2010, em Pato Branco, PR.

Constatou-se que para cada 1% do PV de suplemento fornecido houve redução de 0,85% do PV no consumo de forragem. Ou seja, os animais suplementados com 0,5, 1 e 1,5% do PV reduziram o consumo de forragem em 39, 44 e 56% quando comparados aos animais mantidos exclusivamente a pasto.

As cabritas sem suplementação apresentaram taxa de ingestão de 655,2 g de MS de forragem por dia, sendo a maior observada entre os tratamentos. Os animais com suplementação de 1,5% do PV consumiram 367,4 g de MS de forragem por dia a menos que os não suplementados. Isso demonstra que quanto maior o nível de suplemento ofertado, menor a taxa de consumo de forragem, fato que caracteriza efeito de substituição da dieta, semelhante ao relatado por diversos autores (Bargo et al.; Gibb et al., 2002; Bargo et al.; Patiño Pardo et al., 2003; Euclides & Medeiros, 2005).

Esses trabalhos também têm afirmado que à medida que se eleva o nível de suplementação e se reduz o tempo de pastejo, a taxa de ingestão permanece inalterada,

podendo-se dizer que a demanda por nutrientes tem grande prioridade na regulação do tempo de pastejo.

Medeiros et al. (2008), comenta que as altas taxas de substituição notadas em volumosos de alta qualidade podem ser explicadas pela teoria bifásica da regulação do consumo voluntário. Quando a dieta basal é composta de volumoso de alta qualidade, pode-se supor que a limitação do consumo voluntário ocorra devido a mecanismos de regulação metabólica. A adição de níveis crescentes de suplementos energéticos à dieta faz com que a energia metabolizável do volumoso seja substituída pela do suplemento, tornando os animais menos dependentes da pastagem para atender suas exigências nutricionais, permanecendo desta forma o consumo limitado por razões metabólicas (Dixon & Stockdale, 1999).

Cosgrove & Edwards (2007) salientam ainda que, quando suplementos são fornecidos aos ruminantes em pastejo, a taxa de ingestão permanece a mesma, portanto, o consumo de matéria seca de forragem por unidade de tempo permanece constante, enquanto o tempo de pastejo é, na maior parte das vezes, reduzido.

Estes dados podem ser observados no consumo total dos animais (forragem + suplemento) que apresentaram médias diárias de 655, 526, 615 e 676 g de MS nos tratamentos com 0, 0,5, 1 e 1,5% de suplementação do PV, o que equivale a 2,4, 1,9, 2,4 e 2,5% do PV, respectivamente, sendo possivelmente o motivo pelo qual não houve alteração entre os tratamentos no tempo de ruminação.

Entretanto, as diferenças na composição da dieta em função das distintas quantidades de suplemento fornecido, influenciaram nos índices de desempenho animal. Os ganhos individuais, ou seja, os ganhos médios diários (GMD) dos animais suplementados apresentaram-se inferiores aos não suplementados, sendo este fator compensado pelo ganho de peso por área (GPA) (Figura 4).

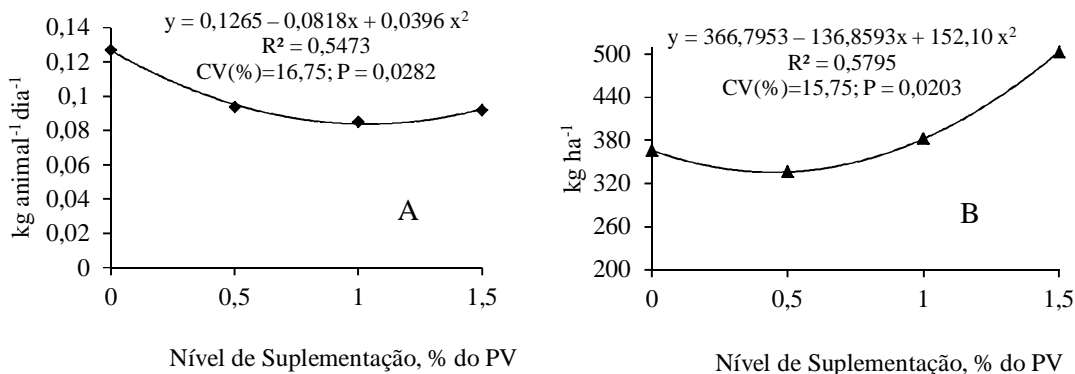


Figura 4. Médias do ganho médio diário (GMD) (A) e ganho de peso por área (GPA) (B) de cabritas em recria, suplementadas com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, em pastagem de aveia preta, no período de 15/06 a 31/08/2010, em Pato Branco, PR.

Não houve interação suplemento\*período para o GMD, apenas ocorrendo efeitos principais, onde o efeito do nível de suplementação foi quadrático sobre o GMD. Os GMD de 0,127, 0,094, 0,085 e 0,092 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para os tratamentos com nível de suplementação de 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV foram semelhantes aos valores encontrados por Koyuncu et al. (2007), Ahuya et al. (2009) e Zurita et al. (2009) em sistemas de manejo semi-intensivo com caprinos e aos 0,133 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> obtidos por Pellegrini et al. (2010) com cordeiros em recria em pastejo contínuo de azevém sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Desempenhos superiores foram encontrados por Roman et al. (2007) com borregas em pastagem de azevém manejada com diferentes massas de forragem sob pastejo contínuo, onde os autores observaram comportamento linear crescente para GMD, com variação de 0,146 a 0,172 kg dia<sup>-1</sup>, conforme as diferentes massas de forragem. Farinatti et al. (2006) em trabalho realizado com cordeiras mantidas exclusivamente em pastagem de azevém, azevém com suplementação de grão de milho ou azevém com suplementação de farelo de soja, obtiveram GMD de 0,216, 0,177 e 0,201 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

Semelhante ao relatado por Farinatti (2006), neste estudo a inclusão do suplemento não proporcionou GMD superiores aos animais exclusivamente sob pastejo, o que contraria a afirmação de Rearte & Pieroni (2001).

Para Penno et al. (2006) e Clark & Woodward (2007), além da influência no comportamento ingestivo, o potencial de resposta à suplementação na maioria das vezes está na dependência do déficit energético dos animais recebendo apenas pasto.

Em pastagens de clima temperado, como a aveia, com elevados teores nutritivos e desde que sob correta oferta de forragem aos animais em pastejo, há uma tendência de menores ganhos individuais com a suplementação, visto que, segundo Silveira & Gionbelli (2009) as respostas aos níveis de suplementação tendem a diminuir conforme se aumentam os ganhos de peso em animais não suplementados. Este tipo de comportamento pode ser esperado devido ao fato de que em níveis de maior ganho de peso sob pastejo, o animal encontra-se muito próximo ao seu potencial e neste caso os níveis de substituição da forragem pelo suplemento são maiores.

Estes dados podem ser observados na eficiência de utilização do alimento entre as cabritas mantidas exclusivamente em pastagem sob as suplementas, onde a conversão alimentar mostrou-se inferior no grupo que recebeu suplemento. Os animais sem suplementação tiveram uma conversão de 5,1 kg de MS para cada 1 kg de PV produzido contra valores de 5,6, 7,2 e 7,3 kg de MS para cada 1 kg de PV para os tratamentos de 0,5, 1 e 1,5% do PV.

O acréscimo na conversão alimentar possivelmente foi ocasionado pela redução no pH ruminal com a inclusão do suplemento, reduzindo a digestão do pasto, o que de forma complementar ao exposto por Silveira & Gionbelli (2009), explicam o menor desempenho individual com a inclusão do suplemento.

Os valores de conversão alimentar nos animais sob suplementação são semelhantes aos encontrados por Roman et al. (2007) em pastagem de azevém e aos obtidos com cordeiros suplementados em gramíneas estivais por Homem et al. (2007) e Rosa et al. (2007) e,

inferiores aos de Jochims et al. (2010), entretanto, nenhum dado na literatura foi encontrado para caprinos suplementados em pastagens hibernais.

Por outro lado, ao passo que se elevou a substituição da forragem pelo suplemento, aumentou-se a carga animal comportada nestas áreas (Tabela 3), promovendo incremento no ganho de peso por área (GPA) (Figura 3), o que para Rearte & Pieroni (2001) trata-se do efeito aditivo promovido pelo suplemento.

Os GMD e GPA apresentaram comportamento quadrático em função dos tratamentos, tendo o ponto de mínima eficiência com uso do suplemento observado com 0,44% do PV para GPA e 1,03% do PV para GMD, indicando que, valores acima dos mencionados proporcionam incremento no desempenho animal para as respectivas variáveis, valores superiores aos observados por Farinatti et al. (2006).

As variações durante o período ocorreram também para o GMD e GPA ( $P < 0,05$ ), conforme Tabela 2, valores estes explicados pelo aumento na taxa de acúmulo e massa de forragem (Tabela 1) do quarto período, sendo necessário aumentar a carga animal a fim de manter a pastagem dentro do critério de manejo preconizado.

Tabela 2 – Médias do ganho médio diário (GMD) e ganho de peso por área (GPA) em função dos períodos, de cabritas em recria, suplementadas com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, em pastagem de aveia preta, no período de 15/06 a 31/08/2010, em Pato Branco, PR.

Período	GMD (kg animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	GPA (kg ha <sup>-1</sup> )
15/06 a 30/06	0,111 AB	92 BC
01/07 a 21/07	0,110 AB	109 AB
22/07 a 10/08	0,083 B	74 C
11/08 a 31/08	0,134 A	122 A
Média	0,110	99,3

Médias, na mesma coluna, seguidas por letras distintas, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey. GMD:  $R^2=0,6366$ ; CV=28,05%. GPA:  $R^2=0,7274$ ; CV=26,81%.

Ocorreu interação entre nível de suplementação e período ( $P<0,05$ ) nos valores referentes à carga animal (CA), onde se observou que a diferença aconteceu no nível de suplementação de 1,5% PV, conforme dados da Tabela 3.

Conforme Aguinaga (2004), a CA é uma variável imposta pela oferta de forragem com que se está trabalhando, pela taxa de acúmulo de MS, pela massa de forragem e pelo ganho de peso dos animais no período. Observa-se que o incremento em CA foi de 410 kg ha<sup>-1</sup> de PV para cada 1% de acréscimo no nível de suplementação ( $CA=947 + 410x$ ;  $R^2=0,8044$ ;  $CV=9,86\%$  e  $P<0,0001$ ), ou seja, o fornecimento de suplemento em 0,5, 1 e 1,5% do PV proporcionou um acréscimo na CA de 14, 29 e 64%, respectivamente, quando comparado aos animais não suplementados.

Tabela 3 – Média da carga animal em função dos períodos, de cabritas em recria, suplementadas com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, em pastagem de aveia preta, no período de 15/06 a 31/08/2010, Pato Branco, PR.

Período	Carga Animal (kg ha <sup>-1</sup> de PV)			
	Nível de Suplementação (% do PV)			
	0	0,5	1	1,5
15/06 a 30/06	1084 A	1147 A	1379 A	1397 B
01/07 a 21/07	909 A	1169 A	1392 A	1487 AB
22/07 a 10/08	941 A	1043 A	1207 A	1636 AB
11/08 a 31/08	1039 A	1161 A	1158 A	1897 A
Médias	987	1130	1277	1620

Médias, na mesma coluna, seguidas por letras distintas, diferem ( $P<0,05$ ) pelo teste Tukey.

Estes valores são superiores aos encontrados por Pilau et al. (2004), semelhantes aos obtidos por Lesama (1999) e Frizzo (2003) em pastagens de inverno com suplementação energética (ambos realizados com bovinos) e ao obtido por Pellegrini et al. (2010) em pastejo de cordeiros em azevém sob distintos níveis de adubação nitrogenada. Pontes et al. (2004), em experimento com cordeiros de 12 meses e 36 kg de peso vivo inicial, obtiveram carga animal

entre 1.033 e 2.036 kg ha<sup>-1</sup> de PV em pastagem de azevém mantida entre 5 e 20 cm. Canto et al. (1999) em trabalho realizado com ovinos em pastagem de azevém e trevo branco obteve 1.152 kg ha<sup>-1</sup> de PV e Rocha et al. (2003) também obtiveram carga similar (1.120 kg ha<sup>-1</sup> de PV) em trabalho realizado com bovinos recebendo suplementação energética durante todo o período de produção da pastagem de aveia e azevém.

Entretanto, os valores obtidos neste trabalho foram abaixo dos encontrados por Moro (2010), no qual o autor trabalhou com cabras adultas gestantes em consórcio de aveia + azevém com 12 e 21 cm de altura e 0 ou 1,5% do PV de suplementação, onde a CA média foi de 3.433 kg ha<sup>-1</sup> de PV para os animais que receberam suplementação e de 1.789 kg ha<sup>-1</sup> de PV nas parcelas que não havia suplementação.

Embora o desempenho individual dos animais suplementados tenha sido inferior aos não suplementados, os níveis crescentes de suplementação permitem o aumento da escala de produção através do maior número de animais por área, o que deve ser associado ao correto manejo da oferta de forragem.

## 2.6 CONCLUSÕES

1. O fornecimento de suplemento energético para cabritas mantidas em pastagem de aveia preta na fase de recria modifica o tempo de colheita da forragem.

2. Essa mudança implica na diminuição do tempo de pastejo, respectivamente em 14, 28 e 42% dos animais que receberam 0,5, 1 e 1,5% do PV de suplemento e do ganho de peso individual quando comparados aos animais não suplementados, propiciando ainda, aumento no tempo de ócio e do ganho animal por área, mas não ocorre alteração do tempo de ruminação e consumo total de matéria seca (forragem + concentrado) em relação aos animais não suplementados.



## 2.7 LITERATURA CITADA

- AGUINAGA, J.A.Q. **Variação estacional da oferta de forragem para otimizar a produção da pastagem e o rendimento animal em campo nativo.** 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado)– Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- AHUYA, C.O., OJANGOB, J.M.K., MOSIC, R.O., PEACOCKA, C.P., OKEYO, A.M. Performance of Toggenburg dairy goats in smallholder production systems of the eastern highlands of Kenya. **Small Ruminant Research**, v.83, p.7–13, 2009.
- ASSMANN, T.S. ; ASSMANN, J.M.; ASSMANN, A.L.; SOARES, A.B. Produção de gado de corte e de pastagem de aveias (*Avena spp.*) em sistema integração lavoura pecuária em presença e ausência de trevo (*Trifolium spp.*) e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 07, p. 1387-1397, 2010.
- ASSMANN, A.L.; SOARES, A.B.; KIRCHNER, R.; ASSMANN, T.S. **Manejo das Pastagens no Sistema Integração Lavoura-pecuária.** Integração Lavoura-Pecuária para a Agricultura Familiar. Londrina: IAPAR, 2008, p. 38-46.
- ASSMANN, A.L.; PELISSARI, A.; MORAES, A. et al. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo-branco e nitrogênio. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, n.1, p.37-44, 2004.
- BARGO, F.; MULLER, L.D.; KOLVER, E.S.; DELAHOY, J.E. Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1–42, 2003.
- BARGO, F.; MULLER, L.D.; DELAHOY, J.E.; CASSIDY, T.W. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p.1777–1792, 2002.
- BIRCHAM, J.S. **Herbage growth and utilization under continuous stocking management.** Ph.D thesis. University of Edimburgh, 1981.
- BREMM, C.; ROCHA, M.G.; RESTLE, J.; PILAU, A.; MONTAGNER, D. B.; FREITAS, F.K.; MACARI, S.; ELEJALDE, D.A.G.; ROSO, D.; ROMAN, J.; GUTERRES, É.P.; COSTA, V.G.; NEVES, F. P. Efeito de Níveis de Suplementação no Comportamento Ingestivo de Bezerras em Pastagem de Aveia (*Avena strigosa* Schreb.) e Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 387-397, 2005.
- CANTO, M.W.; MOOJEN, E.L.; CARVALHO, P.C. de F.; et al. Produção de cordeiros em pastagem de azevém e trevo branco sob diferentes níveis de resíduos de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.2, p.309-316, 1999.
- CANTO, M.W.; RESTLE, J.; QUADROS, F.L.F. et al. Produção animal em pastagens de aveia (*Avena strigosa* Scherb) adubada com nitrogênio ou em mistura com ervilhaca (*Vicia sativa* L.) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p. 396-402, 1997.
- CHACON, E.; STOBBS, T.H.; SANDLANDS, R.L. Estimation of herbage consumption by grazing cattle using measurements of eating behavior. **Journal of British Grassland Society**, v.31, p.81-85, 1976.
- CLARK, D.A. & WOODWARD, S.L. **Supplementation of dairy cows, beef cattle and sheep grazing pasture.** In: RATTRAY, P.V.; BROOKES, I.M.; NICOL, A.M. (Ed) Pasture and Supplements For Grazing Animals. *Occasional Publication No. 14*, Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, p117-132, 2007.
- COSGROVE, G.P.; EDWARDS, G.R. Control of grazing intake. In: RATTRAY, P.V.; BROOKES, I.M.; NICOL, A.M. **Pastures and supplements for grazing animals.** New Zealand Society of Animal Production. Hamilton, New Zealand, p.61-80, 2007.

- DIXON, R.M.; STOCKDALE, R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 50, n. 5, p. 757-773, 1999.
- DOVE, H. **The ruminant, the rumen and the pasture resource: nutrient interactions in the grazing animal**. In: HODGSON, J.; ILLIUS, W. (Ed.). The ecology and management of grazing systems. London: CAB International, 1998.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: 1999, 412p.
- EUCLIDES, V.P.B.; MEDEIROS, S.R. de. Suplementação animal empastagens e seu impacto na utilização da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22., 2005, Piracicaba. Teoria e prática da produção animal em pastagens: **Anais...** Piracicaba: Fealq, p.33-70, 2005.
- FARINATTI, L.H.E.; ROCHA, M.G.; POLI, C.H.E. C.; PIRES, C.C.; PÖTTER, L.; SILVA, J.H.S. Desempenho de ovinos recebendo suplementos ou mantidos exclusivamente em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum Lam.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 527-534, 2006.
- FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallingford: CAB International, 1995.
- FRESCURA, R. B. M. et al. Sistemas de alimentação na produção de cordeiros para abate aos 28 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1266-1277, 2005.
- FRIZZO, A.; ROCHA, M.G.; RESTLE, J.; FREITAS, M.R.; BISCAÍNO, G.; PILAU, A. Produção de forragem e retorno econômico da pastagem de aveia e azevém sob pastejo com bezerras de corte submetidas a níveis de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, 2003.
- GALLI, J.R.; CANGIANO, C.A.; FERNÁNDEZ, H.H. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. **Revista Argentina de Producción Animal**, v.16, n.2, p.119-142, 1996.
- GIBB, M.J., HUCKLE, C.A.; NUTHALL, R. Effects of level of concentrate supplementation on grazing behaviour and performance by lactating dairy cows grazing continuously stocked grass swards. **Journal of Animal Science**, v.74, p.319–335, 2002.
- GIBB, M.J.; TREACHER, T.T. The effect of herbage allowance on herbage intake and performance of lambs grazing perennial ryegrass and red clover swards. **Journal of Agricultural Science**, v.86, p.355-365, 1976.
- GONÇALVES, E.N.; CARVALHO, P.C.F.; KUNRATH, T.R.; CARASSAI, I.J.; BREMM, C.; FISCHER, V. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1655-1662, 2009.
- GONYOU, H.W. Why the study of animal behavior is associated with the animal welfare issue. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 8, p. 2171-2177, 1994.
- GRISE, M.M. 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.
- JAMIESON, W.S.; HODGSON, J. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behavior of calves under strip-grazing management. **Grass and Forage Science**, v.34, p.261-271, 1979.
- KOYUNCU, M., DURU, S., KARA UZUN, S., OZIS, S.; TUNCEL, E. Effect of castration on growth and carcass traits in hair goat kids under a semi-intensive system in the south-Marmara region of Turkey. **Small Ruminant Research**, 72, 38–44, 2007.
- KRYSL, L.J.; HESS, B.W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2546-2555, 1993.

- LESAMA, M.F.; MOOJEN, E.L. Produção animal em gramíneas de estação fria com fertilização nitrogenada ou associadas com leguminosa, com ou sem fertilização nitrogenada. **Ciência Rural**, v. 29, n. 1, p. 123-128, 1999.
- MEDEIROS, F. S.; OSPINA, H.; SILVEIRA, A. L. F.; KNORR, M.; MALLMANN, G. M. EFEITOS ASSOCIATIVOS DA ENERGIA EM DIETAS NÃO LIMITANTES EM PROTEÍNA DEGRADÁVEL NO RÚMEN. **Archivos de Zootecnia** (Universidad de Córdoba), v. 57, p. 187-194, 2008.
- MORAES, A.; MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Comparação de métodos de estimativa de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, 1990, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba : FEALQ, 1990. p.332.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961, 41 p.
- MOTT, G. E. & LUCAS, H. L. **The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures**. Proc. 6º Intl Grassld. Cong, p. 1380, 1952.
- NRC-National Research Council. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. Washington, D.C.: **National Academy Press**, 2007.
- OLIVEIRA, E.L. de. **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2003. 30p.
- PATIÑO PARDO, N.M.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1408-1418, 2003.
- PENNO, J.W.; MACDONALD, K.A.; HOLMES, C.W. et al. Responses to supplementation by dairy cows given low pasture allowances in different seasons 2. Milk production. **Animal Sciences**, v.82, p.671-681, 2006.
- PELLEGRINI, L.G.; MONTEIRO, A.L.G.; NEUMANN, M.; MORAES, A.; BONA FILHO, A.; MOLENTO, M.B.; PELLEGRIN, A.C.R.S. Produção de cordeiros em pastejo contínuo de azevém anual submetido à adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, v.40, n.6, pp. 1399-1404, 2010.
- PILAU, A.; ROCHA, M.G.; RESTLE, J. et al. Recria de novilhas de corte com diferentes níveis de suplementação energética em pastagem de aveia preta e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2104-2113, 2004.
- PONTES, L.S.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. et al. Fluxo de biomassa em pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) manejadas em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.529-537, 2004.
- RATTRAY, P. V.; THOMPSON, K. F.; HAWKER, H.; SUMNER, M. R. W. **Pastures for sheep production**. In: NICOL, A. M. (Ed.). Livestock feeding on pasture. New Zealand: Society of Animal Production, p. 89-104, 1987.
- REARTE, D.H.; PIERONI, G.A. Supplementation of temperate pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: SBZ, p.679-689, 2001.
- ROCHA, M.G.; RESTLE, J.; PILAU, A. et al. Produção animal e retorno econômico da suplementação em pastagem de aveia e azevém. **Ciência Rural**, v.33, n.3, p.85-93, 2003.
- ROMAN, J; ROCHA, M.G. da; PIRES, C.C. Comportamento ingestivo e desempenho de ovinos em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) com diferentes massas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.780-788, 2007.
- SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system 2001: versão 8.2**. Cary, 2001.
- SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO ESTADO DO PARANÁ – SEAB. DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL –

- DERAL. **Análise da conjuntura do trigo safra 2009/10.** Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/trigo\\_2009\\_10.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/trigo_2009_10.pdf)
- SILVEIRA, A.L.F.; GIONBELLI, M.P. Respostas à suplementação de bovinos de corte em pastagens tropicais no período das águas: revisão sistemática da literatura. In: 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia - SBZ, 2009, Maringá - PR. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.
- SILVEIRA, E.O. **Comportamento ingestivo e produção de cordeiros em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum Lam.*) manejada em diferentes alturas.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 154p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.
- VAN WYK, J.A.; MALAN, F.S.; BATH, G.F. Rampant anthelmintic resistance in sheep in South Africa – what are the options? In: WORKSHOP OF MANAGING ANTHELMINTIC RESISTANCE IN ENDOPARASITES, 1997, Sun City, South Africa. **Proceedings...** Sun City, 1997. p.51-63.
- ZURITA, P., CAMACHO, M.E., PLEGUEZUELOS, J., DELGADO, J.V. **Organic vs conventional herd effects on the weights and daily gains in Murciano-Granadina kids.** Tropical and Subtropical Agroecosystems, 11, 98-99, 2009.

CAPÍTULO 3. PRODUÇÃO DE CAPRINOS COM DIFERENTES LOTAÇÕES EM  
PASTAGEM DE INVERNO E RENDIMENTO DE MILHO COM DISTINTAS  
ADUBAÇÕES NITROGENADAS EM SUCESSÃO

## **Produção de caprinos com diferentes lotações em pastagem de inverno e rendimento de milho com distintas adubações nitrogenadas em sucessão**

### 3.1 RESUMO

Este estudo teve por objetivo avaliar diferentes níveis de suplementação em caprinos sob pastejo de aveia preta e sua influência na resistência do solo à penetração e no rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão com crescentes doses de N em cobertura. No inverno os tratamentos se constituíram do uso de suplemento alimentar correspondente a 0, 0,5, 1 e 1,5% do peso vivo de fêmeas de caprinos da raça Boer em pastejo de aveia preta cv. IAPAR 61 e um tratamento sem pastejo. No verão as parcelas foram subdivididas e aplicadas doses crescentes de N em cobertura na cultura do milho (0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia). No inverno foram avaliados: altura, massa e produção da forragem; carga e ganho de peso animal; e resistência do solo à penetração. No verão foram avaliados os componentes de rendimento do milho. O maior fornecimento de suplemento no inverno aumenta a carga animal suportada pela pastagem, o que eleva a intensidade de pisoteio e, conseqüentemente, a resistência do solo à penetração na camada superficial, sem afetar, no entanto, o rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão. O pastejo com caprinos no inverno reduz a necessidade de N em cobertura no verão para a obtenção do mesmo rendimento de grãos de milho de áreas sem pastejo no inverno.

Termos para indexação: carga animal, nitrogênio, pastagem anual, resistência do solo à penetração, rotação de culturas

## **Corn yield in relation to different stocking rates at winter and nitrogen fertilization at summer**

### 3.2 ABSTRACT

This study aimed to evaluate livestock production under different levels of winter supplementation and its effects on soil physical properties and corn grain yield grown in sequence. At winter, treatments consist of supplement levels of 0, 0.5, 1 and 1.5% of body weight for young female Boer goats grazing black oats and a treatment without grazing. At summer, these areas were subdivided and corn was sown with increasing levels of N in topdressing (0, 50, 100 and 150 kg ha<sup>-1</sup> N). At winter, forage height, forage mass and its production, stocking rate, animal production and soil resistance to penetration was evaluated and at summer, corn yield components and corn yield. The greatest supply of supplementation at winter increases the stocking rate which increases the soil resistance to penetration, although, without affecting corn yield grown in sequence, indicating grazing benefits to the crop-livestock system. N applied at winter at the grazed plots has a greater residual effect for corn.

Index terms: annual pasture, crop rotation, stocking rate, soil resistance to penetration, nitrogen.

### 3.3 INTRODUÇÃO

O estabelecimento de espécies no período de inverno com alta capacidade de produção de massa seca é de grande importância para o sistema de integração lavoura-pecuária utilizado no Sul do país, período onde a disponibilidade das pastagens de verão é reduzida e há a necessidade de produção de palha para o plantio direto.

Nesse sistema, o pastejo quando corretamente realizado, ou seja, sob condições adequadas de altura da forragem e carga animal, pode melhorar o rendimento dos cultivos subsequentes em função da aeração do solo promovida pelo sistema radicular da pastagem e por acelerar a ciclagem de nutrientes em função da deposição dos dejetos animais e resíduos de forragem na superfície, sobretudo o N (Assmann et al., 2003; Moraes et al., 2004; Sulc & Tracy, 2007; Tracy & Zhang, 2008; Carvalho et al., 2010), o que propicia menor dependência ao uso de insumos e redução de custos (Assmann et al., 2003; Lopes et al., 2009).

Como opção de produção animal nesse sistema, pode-se citar a caprinocultura de corte. Entretanto, são muitas as dúvidas quanto à sua forma mais eficiente de produção (Embrapa, 2004), sobretudo em pastagens hibernais e, quando a esta, for associado à suplementação alimentar, o que pode promover a carga e desempenho animal (Van Soest, 1994) devido aos seus efeitos associativos e substitutivos (Bargo et al., 2002), e causar impactos negativos em atributos físicos do solo (Fidalski et al., 2008), fazendo com que a compactação superficial reduza o movimento de água, ar e nutrientes ao longo do perfil e aumente a resistência do solo à penetração (Lanzanova et al., 2007; Kaiser et al.; Secco et al. 2009).

Grande parte dos trabalhos que avaliam o tráfego animal, sobretudo de bovinos, nas propriedades físicas do solo, mostram que a compactação ocorre nos primeiros centímetros (Alderfer & Robinson, 1947; Edmond, 1958; Warren et al. 1986; Pinzón & Amezcuita, 1991; Sheath & Carlson, 1998; Singleton & Addison, 1999). Entretanto, até o presente são escassos



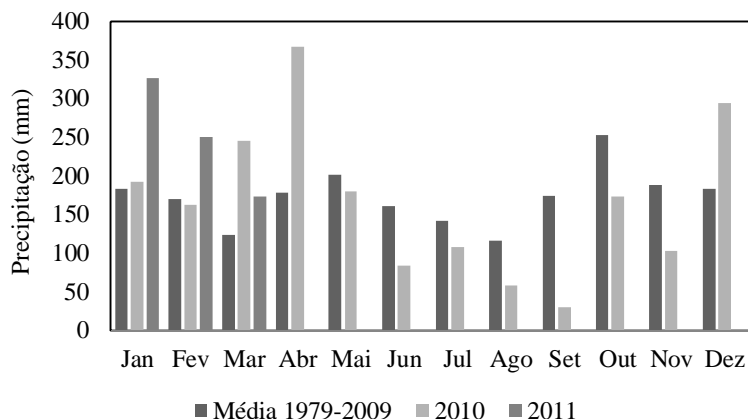
os estudos do efeito de caprinos sobre as condições edáficas, conhecimento fundamental para entender as interações entre solo, planta e animal e para estabelecer sistemas de produção mais sustentáveis.

Assim, pela importância do N na produtividade da pastagem e da lavoura, mais a presença do animal no sistema, teve-se por objetivo avaliar os efeitos de crescentes níveis de suplementação em caprinos sob pastejo de aveia preta, sua influência na resistência do solo à penetração e no rendimento de milho cultivado em sucessão com crescentes doses de N em cobertura.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante o ano agrícola 2010/2011 na área experimental, pertencente ao Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Pato Branco, Paraná, situada na região fisiográfica denominada Terceiro Planalto Paranaense, nas coordenadas georreferenciadas 26 ° 07 ' S e 52 ° 39 ' W e altitude de 700 m.

O clima da região é subtropical úmido, do tipo Cfa de acordo com a classificação de Köppen (Maak, 1968). As condições meteorológicas registradas durante o período experimental e a média climatológica dos últimos 30 anos estão apresentadas na Figura 1.



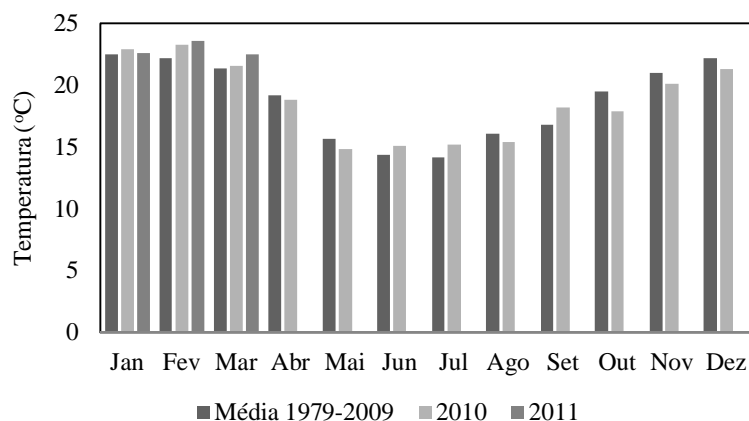


Figura 1. Dados meteorológicos históricos (média de 30 anos) e verificados durante o período experimental na Estação Meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Pato Branco, PR.

O solo da área do experimento é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, com textura argilosa (Santos et al., 2006). Nessa área vinha sendo realizado plantio direto desde 1995, com cultivo de milho ou soja no verão e de cereais no inverno. O sistema de integração lavoura-pecuária foi iniciado em 2003, com o cultivo de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) sob pastejo direto no inverno.

### Inverno

Foram coletadas amostras de solo com trado tipo holandês na profundidade de 0-20 cm, antes da semeadura de aveia preta, para caracterização química da área. Os resultados da análise de solo revelaram: 5,0 de pH em CaCl<sub>2</sub>; 60,31 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica (MO); 9,06 mg dm<sup>-3</sup> de P; 0,88 cmol dm<sup>-3</sup> de K; 0,00 cmol dm<sup>-3</sup> de Al; 7,28 cmol dm<sup>-3</sup> de Ca; 3,38 cmol dm<sup>-3</sup> de Mg; 16,55 cmol dm<sup>-3</sup> de CTC; e 69,73% de saturação por bases.

Após a colheita da soja foi aplicado glifosato na área, na dosagem de 0,72 kg ha<sup>-1</sup> i.a<sup>-1</sup>, 15 dias antes da semeadura da aveia preta (20/04/2010), a qual foi realizada através de semeadura direta, com espaçamento entre linhas de 17 cm e 300 sementes m<sup>-2</sup> (50 kg ha<sup>-1</sup> de semente de aveia preta cv. IAPAR 61). Conforme a recomendação descrita por Oliveira (2003), na cultura da aveia foi utilizada como adubação de base: 250 kg ha<sup>-1</sup> do adubo

formulado 04-30-10. Para a adubação de cobertura, aplicou-se 150 kg ha<sup>-1</sup> de N (fonte: uréia 45% de N) no início do perfilhamento (25 dias após a emergência), considerando o estágio vegetativo e as condições climáticas recomendadas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro níveis de suplementação e de um tratamento sem pastejo, utilizado como testemunha. Os níveis de suplementação foram de 0, 0,5, 1 e 1,5% do peso vivo (PV), usando o concentrado formulado com 16% de PB e 82% de NDT, constituído por milho moído e farelo de soja, os quais supriram em 19, 38 e 57% as exigências em consumo de energia, respectivamente, para ganho diário de 150 g, conforme recomendação do NRC (2007) para categoria.

Os animais foram pesados e alocados aleatoriamente nos tratamentos 56 dias após a emergência da aveia preta cv. IAPAR 61, após os mesmos terem permanecido os 12 dias anteriores em período de adaptação em uma pastagem da mesma espécie. As pesagens ocorriam após jejum de sólidos e líquidos por 14 horas, em intervalos aproximados de 21 dias, sendo realizadas cinco avaliações no período de pastejo. O controle de endo e ectoparasitas foram realizados no início do experimento e conforme monitoramento através do método Famacha® (Van Wyk et al., 1997).

Em função das diferentes cargas animais esperadas para os diferentes níveis de suplementação, o tamanho dos piquetes foi de 950, 850, 700 e 600 m<sup>2</sup>, respectivamente para os tratamentos com 0, 0,5, 1 e 1,5% de nível de suplementação do PV e de 300 m<sup>2</sup> para o tratamento sem pastejo. Toda área foi delimitada e dividida com cerca eletrificada e tela. Em todas as parcelas existiam apriscos de 4 m<sup>2</sup>, compostos por cochos para fornecimento do suplemento e de sal mineralizado e um bebedouro automático para fornecimento de água. Neste sistema, o suplemento foi fornecido diariamente às 8h30min e às 15h30min.

Em cada parcela continham três animais teste sendo avaliados (fêmeas caprinas da raça Boer), com idade média no início do experimento de dez meses e 21 kg, totalizando 36 animais. O método de pastejo utilizado foi o pastejo contínuo com taxa de lotação variável, onde animais da mesma idade, peso e categoria foram usados como reguladores (*put and take*), quando necessário (Mott & Lucas, 1952), para manter a altura da pastagem entre 15-20 cm (Aguinaga et al., 2006). As avaliações de altura na pastagem foram realizadas semanalmente com o auxílio do “*Sward Stick*”, por amostragem de 50 pontos aleatórios por piquete pelo método descrito por Hodgson (1990), a fim de regular a carga animal conforme necessidade.

A massa de forragem foi avaliada nas mesmas datas de pesagens dos animais, por meio de cinco coletas de toda a biomassa acima do mantilho, com o auxílio de um quadro de ferro com área de 0,25 m<sup>2</sup>, percorrendo-se o piquete em “zigue-zague”. Após o corte, as amostras foram identificadas, pesadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante, sendo determinada essa massa e calculada a massa de forragem em kg ha<sup>-1</sup> de MS. A produção de forragem foi determinada conforme metodologia descrita por Moraes (1990).

A carga animal, expressa em kg ha<sup>-1</sup> de PV dia<sup>-1</sup>, foi obtida dividindo-se a média ponderada do peso vivo dos animais reguladores em cada período pelo número de dias que cada um permaneceu no piquete, acrescentando-se o peso médio dos animais teste.

Os ganhos médios diários, expressos em kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, foram obtidos através da diferença entre o peso final e o peso inicial dos animais teste em cada período, sendo o resultado dividido pelo número de dias transcorridos entre as pesagens.

O ganho de PV por hectare em cada período, expresso em kg ha<sup>-1</sup>, foi obtido multiplicando-se o ganho médio diário dos animais teste pela taxa de lotação. O ganho total de peso vivo corresponde ao somatório das produções de cada período.

A resistência do solo à penetração foi determinada um dia antes da entrada e um dia após a saída dos animais da pastagem através de um penetrômetro eletrônico de impacto (modelo 0326K1 PENETROLOGGER). Foram determinadas as médias da resistência à penetração nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. As leituras foram realizadas após terem sido demarcadas coordenadas com auxílio de uma trena milimetrada, de forma a se repetir as leituras de resistência à penetração com pontos próximos no espaço antes e depois do pastejo. Foram realizadas 144 leituras em cada bloco, espaçadas a cada cinco metros, perfazendo um total de 432 determinações antes da entrada dos animais nos piquetes e o mesmo número de leituras após o término do período de pastejo.

A umidade do solo foi determinada nas mesmas camadas, em amostras retiradas com trado tipo holandês, as quais foram secas em estufa a 105 °C durante 24 h, segundo método da Embrapa (1997). Para essa determinação utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas no tempo, sendo os tratamentos compostos pelos níveis de suplementação no inverno e as avaliações realizadas antes e depois do pastejo. As comparações estatísticas foram feitas dentro de cada camada do solo (0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm), não sendo considerada a profundidade um fator.

### **Verão**

A dessecação da pastagem foi realizada 36 dias após a retirada dos animais (05/10/2010), utilizando-se 0,72 kg ha<sup>-1</sup> i.a<sup>-1</sup> de glifosato. O milho híbrido 30F53H foi semeado no dia seguinte, sob uma massa de forragem residual de 5.200 kg ha<sup>-1</sup>, em semeadura direta, com espaçamento de 80 cm entre linhas e 15 cm entre sementes, estimando-se uma população final de aproximadamente 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A área foi adubada no sulco de semeadura, com 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 11,5 kg ha<sup>-1</sup> de KCl.

O delineamento experimental adotado no verão foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial, com parcelas subdivididas. As parcelas principais foram compostas pelos níveis de

suplementação animal e pelo tratamento sem pastejo e, nas subparcelas, foram alocadas doses de 0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, aplicadas na forma de uréia, no estágio V5-V6 da cultura (09/11/2010).

O milho foi colhido 156 dias após a semeadura, sendo avaliadas, em área útil de 12 m<sup>2</sup> por parcela, as variáveis: densidade final de plantas (plantas ha<sup>-1</sup>); número médio de espigas por planta; número médio de fileiras por espiga e número médio de grãos por fileira em vinte espigas por parcela; e massa média de grãos, determinada por meio da pesagem de 300 grãos por parcela e extrapolado para peso de 1.000 grãos (g 1.000<sup>-1</sup> grãos). O rendimento de grãos foi determinado pela massa de grãos obtida na área de 12 m<sup>2</sup>, corrigida para 13% de umidade e expressos em kg ha<sup>-1</sup>.

Os resultados foram submetidos a análises de variância pelo teste F a um nível de significância de 5% de probabilidade e, posteriormente, quando apresentaram significância, os tratamentos de efeito qualitativo foram comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para os tratamentos de efeito quantitativo, realizaram-se estudos de regressão considerando o maior grau significativo. Para tal utilizou-se o Statistical Analysis System (SAS, 2002).

### 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características da pastagem não apresentaram diferenças entre os tratamentos, indicando que o manejo da pastagem foi corretamente conduzido e a estrutura do dossel forrageiro proporcionou aos animais condições semelhantes de apreensão e colheita de forragem (Tabela 1).

A altura média do dossel durante o pastejo da aveia preta cv. IAPAR 61 foi de 18 cm e ficou dentro do critério de manejo proposto. A massa de forragem aumentou de 1.089 para 1.532 kg ha<sup>-1</sup> de MS no decorrer do período de pastejo, o que correspondeu a uma massa de

forragem média de 1.259 kg ha<sup>-1</sup> de MS, acima da quantidade mínima recomendada de 1.000 kg ha<sup>-1</sup> de MS (Ratray et al., 1987).

Tabela 1 – Médias da altura e massa de forragem (MF) de aveia preta pastejada por cabritas em recria (média dos quatro níveis de suplementação), no período de 15/06 a 31/08/2010, em Pato Branco, PR.

Parâmetros da Pastagem	Avaliação					Média	CV(%)
	15/06	30/06	21/07	10/08	31/08		
Altura	21,02 A	20,20 A	18,19 B	17,69 B	14,71 C	18,36±0,23	4,12
MF	1089 C	1321 B	1094 C	1258 B	1532 A	1259±43,20	10,7

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem (P<0,05) pelo teste Tukey. Altura=cm; MF =kg ha<sup>-1</sup> de MS.

A matéria seca média da aveia coletada durante o pastejo foi de 12,46% e a produção média de forragem em todo período de pastejo foi de 4.293 kg ha<sup>-1</sup> de MS.

O efeito aditivo do suplemento foi observado pelo aumento do ganho de peso com o aumento da suplementação (Figura 2A), onde se constatou valores de 366, 336, 382 e 503 kg ha<sup>-1</sup> durante todo período avaliado para os tratamentos com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, resultante da maior carga animal comportada nestas áreas (Figura 2B). Os valores do ganho de peso por área foram superiores aos obtidos por Farinatti et al. (2006), em trabalho realizado com ovinos sob suplementação ou mantidos exclusivamente em pastagem de azevém.

O ganho de peso por área em função da suplementação se ajustou a uma equação quadrática (Figura 2A), tendo seu ponto de mínima eficiência com o uso de 0,44% do PV de suplemento. Valores acima desse proporcionam incremento no desempenho animal, o que pode ser justificado pela substituição da forragem pelo suplemento e através do aumento na carga animal nas áreas pastejadas por animais com maior suplementação.

Observa-se que o incremento na carga animal foi de 410 kg ha<sup>-1</sup> de PV para cada incremento de 1% no nível de suplemento ministrado, onde os resultados ajustaram-se a uma equação linear (Figura 2B). Ou seja, o fornecimento de suplemento em 0,5, 1 e 1,5% do PV

proporcionou um acréscimo na carga animal de 14, 29 e 64%, respectivamente, quando comparado aos animais não suplementados.

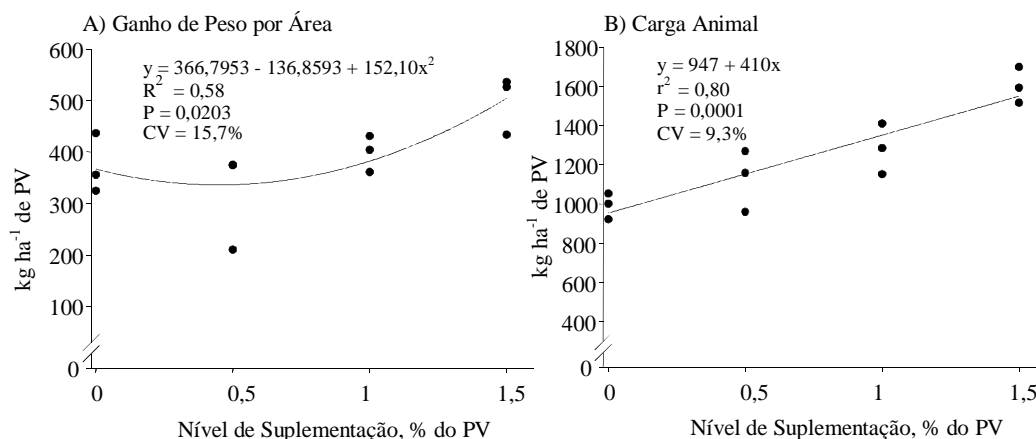


Figura 2. Ganho de peso por área (kg ha<sup>-1</sup> de PV) e carga animal (kg ha<sup>-1</sup> de PV) de cabritas em recria recebendo crescentes níveis de suplementação (0, 0,5, 1 e 1,5% do PV), mantidas em pastagem de aveia preta no período de 77 dias (de 15/06 a 31/08/2010), em Pato Branco, PR.

Estes valores são semelhantes aos encontrados por Pellegrini et al. (2010) em trabalho realizado com borregos em pastejo contínuo de azevém sob distintos níveis de adubação nitrogenada. Também Pontes et al. (2004), em experimento com borregos em pastagem de azevém mantida entre 5 e 20 cm de altura. Entretanto, não foram encontrados na literatura valores sob as mesmas condições de manejo com caprinos.

Quanto à resistência à penetração, observou-se interação entre os tratamentos aplicados no inverno e o momento de avaliação (antes e depois do pastejo) nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, não se repetindo este efeito nas camadas 10-20 e 20-40 cm (Tabela 2).

Na camada de 0-5 cm, o tratamento com nível de suplementação de 1,5% do PV imprimiu elevação em 1,01 MPa na resistência à penetração de antes para o pós pastejo, semelhante aos dados encontrados por Kondo e Dias Junior (1999). Na camada de 5-10 cm foi observada maior resistência à penetração nas parcelas com animais que receberam nível de suplementação de 1,5% do PV. O solo no tratamento sem pastejo e no tratamento com



pastejo, mas sem suplementação, não diferiram significativamente do tratamento com 1,0 % de suplementação.

Tabela 2 – Resistência à penetração, em Mpa, nos tratamentos com e sem pastejo (SP) em aveia preta, avaliadas nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade antes e após o período de pastejo de cabritas suplementadas com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, em Pato Branco, PR.

Avaliação	Níveis de suplementação sob pastejo				Sem pastejo	Média
	0	0,5	1	1,5		
0-5 cm						
Pré Pastejo	1,19 aA	1,72 aA	1,32 aA	1,46 aA	1,53 aA	1,44
Pós pastejo	1,97 aA	1,67 aA	2,02 aA	2,47 bA	2,19 aA	2,06
Média	1,58	1,70	1,67	1,96	1,86	
5-10 cm						
Pré Pastejo	2,36 aA	2,86 aA	2,63 aA	2,64 aA	2,56 aA	2,61
Pós pastejo	3,06 aAB	2,90 aB	3,13 aAB	3,84 bA	3,29 aAB	3,24
Média	2,71	2,88	2,88	3,24	2,93	
10-20 cm						
Pré Pastejo	3,22	3,32	3,44	3,61	3,26	3,37 a
Pós pastejo	3,55	3,50	3,49	4,12	3,58	3,65 b
Média	3,38 A	3,41 A	3,46 A	3,86 B	3,42 A	
20-40 cm						
Pré Pastejo	3,39	3,28	3,63	3,89	3,22	3,48 a
Pós pastejo	3,80	3,31	3,55	4,32	3,39	3,67 a
Média	3,59 A	3,29 A	3,59 A	4,10 B	3,30 A	

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna e maiúsculas distintas na linha diferem entre si (Tukey,  $P < 0,05$ ).

\* Os valores médios de umidade gravimétrica das avaliações 1 e 2 foram de, respectivamente, 0,256 e 0,257 kg kg<sup>-1</sup> e não apresentaram diferença significativa entre tratamentos.

Nas camadas de 10-20 e 20-40 cm verifica-se aumento na resistência à penetração com o pastejo entre as médias, para o nível de suplementação de 1,5% do PV com relação aos demais tratamentos.

Em estudos realizados por Spera et al. (2010), em um Latossolo Vermelho distroférico típico, com sistemas de produção de grãos integrados com pastejo de inverno e

de verão, os autores verificaram que não houve diferença na resistência à penetração entre os tratamentos na camada 0-5 cm, porém, foi observado efeito na camada 10-15 cm. De forma semelhante aos dados observados neste estudo, os autores observaram que os tratamentos com pastejo apresentaram maiores valores de resistência à penetração do que no sistema sem pastejo na camada 10 - 15 cm.

No entanto, para Kondo e Dias Junior (1999), a maior resistência do solo à penetração em subsuperfície (10-40 cm) provavelmente seja efeito residual do sistema de preparo convencional utilizado anteriormente à adoção do sistema plantio direto na área e não aos tratamentos aplicados no inverno. Estes resultados corroboram com as afirmativas de Soehne (1958) e Fidalski et al. (2008), de que a compactação do solo não é provocada exclusivamente pelo pisoteio de animais ou mesmo tráfego de um equipamento agrícola. Na realidade, trata-se da associação do efeito do manejo dos animais, da área de contato e da cobertura vegetal que se encontra sobre este solo.

Estes parâmetros foram também observados por Lanzasova et al. (2007), que afirmam que o efeito do pisoteio animal sobre os atributos físicos do solo é limitado às camadas mais superficiais, podendo ser temporário e reversível pela cultura utilizada em sequência ao pastejo.

Associado a estes fatores, o uso do sistema plantio direto contribui para manutenção do solo com maior resistência (Veiga et al., 2007), o que evita compactação adicional pelo pisoteio assim como a cobertura com plantas vivas ou com palha também dissipa parte da energia do impacto mecânico sobre o solo (Braidá et al., 2006), como o resultante do pisoteio dos animais.

Os componentes de rendimento do milho não foram influenciados pelos tratamentos aplicados no inverno, apresentando médias de 61.083 plantas  $ha^{-1}$ , 0,92 espigas planta $^{-1}$ , 16,8 fileiras espiga $^{-1}$ , 38,9 grãos fileira $^{-1}$  e 0,385 kg de massa de mil grãos, sendo este um

indicativo de adequada disponibilidade de N durante o seu ciclo de desenvolvimento (Bortolini et al., 2001).

O rendimento de grãos de milho apresentou interação entre tratamentos no inverno (níveis de suplementação nos animais e sem pastejo) *versus* doses de N aplicadas em cobertura no milho (Figura 3). Nas áreas com pastejo, quando foram impostos os crescentes níveis de suplementação, o rendimento de grãos de milho não apresentou diferença entre as doses de N aplicadas na presente cultura. Contudo, quando sem pastejo, os resultados ajustaram-se a uma equação linear positiva, aumentando aproximadamente 19 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de milho para cada kg ha<sup>-1</sup> de N aplicado ( $Y=8032,1+18,97x$ ;  $R^2= 0,59$ ;  $CV=10,15\%$ ;  $P=0,003$ ).

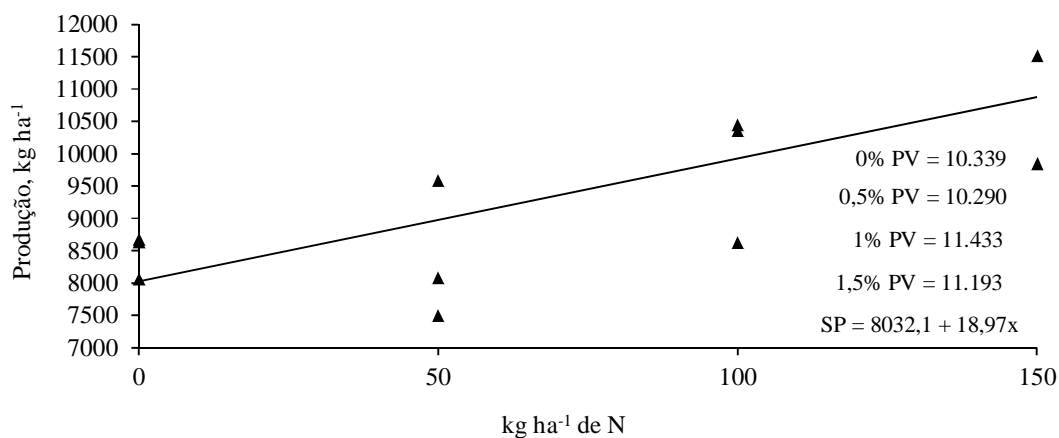


Figura 3. Rendimento de grãos de milho (kg ha<sup>-1</sup>) em função do nível de suplementação (% do PV) para cabritas em recria sobre pastagens de aveia preta e doses de N aplicadas em cobertura no milho na safra 2010/2011, em Pato Branco, PR.

Estes valores contrariam os preceitos levantados por Forsythe & Huertas (1979) onde os autores relatam que valores acima de 2,1 Mpa podem comprometer a produção de grãos.

Sendo semelhantes, no entanto, aos de Sandini et al. (2008) e Costa et al. (2009) e demonstram que, respeitando os preceitos de altura de manejo da pastagem durante o ciclo de

pastejo, as alterações em atributos do solo são muito pequenas e não comprometem o rendimento da cultura subsequente, como determinado neste trabalho para a cultura do milho.

Assmann et al. (2003) observaram que o pastejo feito anteriormente à cultura do milho favoreceu a ciclagem mais rápida do N, estimulando sua absorção pelas plantas e possibilitando, desta forma, maior aproveitamento do nutriente aplicado quando comparado às áreas não pastejadas. Lunardi et al. (2008) verificaram que a soja cultivada após pastagem de inverno sob pastejo contínuo apresentou rendimento de grãos superior à soja cultivada após a mesma pastagem sem pastejo, resultados semelhantes aos observados neste estudo.

Nesse contexto, busca-se aprimorar conceitos de fertilização do sistema de produção, visto que, além dos dejetos animais que podem conter de 75 a 95% do N ingerido, criando um considerável estoque de N na pastagem (Cuttle & Scholefield, 1995), o efeito residual da aplicação de N na pastagem de inverno para o cultivo em sucessão do milho pode caracterizar disponibilidade de N nos momentos de maior necessidade pela cultura, redução do uso de insumos e melhorias na renda da propriedade (Souza, 2010).

A menor eficiência observada no tratamento sem pastejo, sobretudo no tratamento sem adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho, pode ser explicada pela menor ciclagem de nutrientes e pela alteração dos processos de mineralização/imobilização de N, processos estes estimulados pela presença dos dejetos animais e dos resíduos vegetais do pastejo (Moraes et al. 2004; Sulc & Tracy, 2007; Tracy & Zhang, 2008; Carvalho et al., 2010). Isso pode ocasionar maior dependência do sistema por fontes externas de N que, quando não fornecidas, podem acarretar em maior dificuldade na decomposição da palhada remanescente pelos microrganismos do solo e menor disponibilidade deste nutriente para a planta de milho em crescimento (Carvalho et al., 2010).

O pastejo também pode aumentar, através da qualidade dos resíduos que retornam ao solo, a disponibilidade de uma fração de nutrientes em frações orgânicas facilmente

mineralizáveis na superfície do solo, mais acessíveis às plantas e aos microrganismos após sua decomposição (Costa et al., 2009).

Esse comportamento foi observado também por Carvalho et al. (2010), os quais relatam que o pastejo acelerou o processo de decomposição da palhada, bem como a quantidade residual e a liberação de N da palhada da pastagem de inverno que recebeu pastejo em comparação às áreas não pastejadas.

Assim como relatado por Assmann et al. (2003), há grande probabilidade de que a adubação nitrogenada realizada no inverno, além de propiciar aumento no rendimento e na capacidade de suporte da pastagem, resulta em maior ciclagem de nutrientes oriundos dos dejetos e resíduos vegetais e atua na melhoria do desempenho de culturas semeadas em sucessão devido ao aproveitamento de N residual, como foi observado neste estudo.

Os resultados indicam que o sistema de integração lavoura-pecuária pode gerar elevados rendimentos, seja do componente animal ou vegetal, com redução no custo de produção.

Pode-se afirmar que a variação de 987 para 1.620 kg ha<sup>-1</sup> de PV, produzidos em função dos maiores níveis de suplementação fornecida aos animais em pastejo da aveia preta cv. IAPAR61 elevaram a carga animal e conseqüentemente, maior foi a intensidade de pisoteio. Isso aumentou a resistência do solo à penetração na camada superficial, sem reduzir, entretanto, o rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão. Com o pastejo de inverno o rendimento de grãos foi maior nas áreas em pastejo com caprinos no inverno se comparado as áreas sem pastejo.

### 3.6 CONCLUSÕES

1. O fornecimento de crescentes teores de suplemento energético para cabritas mantidas em aveia preta propiciam acima de 1,03% do PV redução no desempenho individual. Entretanto, valores acima de 0,44% do PV no fornecimento de suplemento promovem o ganho de peso por área.

2. As maiores cargas animal geradas pelo fornecimento de suplemento em quantidades de 0,5, 1 e 1,5% do PV imprimem maior resistência do solo à penetração nas camadas 0-5 e 5-10 cm, o que não afetou o rendimento de grãos de milho no manejo de altura imposto a pastagem de inverno.

3. O milho cultivado em áreas pastejadas e com adubação nitrogenada durante o inverno não necessita, em áreas consolidadas de integração lavoura-pecuária e de plantio direto, de adubação nitrogenada em cobertura durante o verão para assegurar elevado rendimento da cultura.

## 3.7 LITERATURA CITADA

- AGUINAGA, A.A.Q; CARVALHO, P.C.F.; ANGHUINONI, I. et al. Produção de novilhos superprecoce em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1765-1773, 2006.
- ALDERFER, R.B.; ROBINSON, R.R. Runoff from pastures in relation to grazing intensity and soil compaction. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.39, p.948-958, 1947.
- ASSMANN, T.S.; RONZELLI JÚNIOR, P.; MORAES, A. et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.27, n.4, p.675-683, 2003.
- BARGO, F.; MULLER, L.D.; DELAHOY, J.E. et al. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1777-1792, 2002.
- BORTOLINI, C.G.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. et al. Rendimento de grãos de milho cultivado após aveia-preta em resposta a adubação nitrogenada e regime hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.9, p.1101-1106, 2001.
- BRAIDA, J.A.; REICHERT, J.M.; VEIGA, M. et al. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.4, p.605-614, 2006.
- CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.88, n.2, p.259-273, 2010.
- COSTA, A.; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L. et al. Propriedades Físicas do solo em sistemas de manejo na Integração Agricultura-Pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.33, n.2, p.235-244, 2009.
- CUTTLE, S.P.; SCHOLEFIELD, D. Management options to limit leaching from grassland. **Journal of Contaminant Hydrology**, v.20, n.3-4, p.299-312, 1995.
- EDMOND, D.B. Some effects of soil physical condition on ryegrass growth. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.1, p.652-659, 1958.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **A caprino-ovinocultura de corte como alternativa para a geração de emprego e renda**. 1 ed. Embrapa Caprinos. Documentos, 48, 44 p., 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 212p, 1997.
- FARINATTI, L.H.E.; ROCHA, M.G.; POLI, C.H.E.C. et al. Desempenho de ovinos recebendo suplementos ou mantidos exclusivamente em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum Lam.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.527-534, 2006.
- FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; CECATO, U. et al. Qualidade física do solo em pastagem adubada e sob pastejo contínuo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.11, p.1583-1590, 2008.
- FORSYTHE, W.M. & HUERTAS, A. Effect of soil penetration resistance on the growth and yield of beans (*Phaseolus vulgaris L.*) 27-R variety. **Turrialba**, v.29, p.293-298, 1979.
- HODGSON, J. **Grazing management: Science into practice**. New York: Longman Scientific and Technical, 203p, 1990.
- KAISER, D.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. et al. Intervalo hídrico ótimo no perfil explorado pelas raízes de feijoeiro em um Latossolo sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.4, p.845-855, 2009.

- KONDO, M.K.; DIAS JUNIOR, M.S. Efeito do manejo e da umidade no comportamento compressivo de três latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.497-506, 1999.
- LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T. et al. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1131-1140, 2007.
- LOPES, M.L.T.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I. et al. Sistemas de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura de pastos de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Revista Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1499-1506, 2009.
- LUNARDI, R.; CARVALHO, P.C.F.; TREIN, C.R. et al. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Revista Ciência Rural**, v.38, n.3, p.795-801, 2008.
- MAAK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350p.
- MORAES, A. de; MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Comparação de métodos de estimativa de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, 1990, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba : FEALQ, 1990. p.332.
- MOTT, G.E.; LUCAS, H.L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. **Proceedings...** 6º Intl Grassld. Cong, p. 1380, 1952.
- NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007.
- OLIVEIRA, E.L. **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 30p, 2003.
- PELLEGRINI, L.G.; MONTEIRO, A.L.G.; NEUMANN, M. et al. Produção de cordeiros em pastejo contínuo de azevém anual submetido à adubação nitrogenada. **Revista Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1399-1404, 2010.
- PINZÓN, A.; AMEZQUITA, E. Compactacion de suelos por el pisoteo de animales en pastoreo en el piedmonte amazónico de Colombia. **Pasturas Tropicales**, v.13, n.2, p.21-26, 1991.
- PONTES, L.S.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. Fluxo de biomassa em pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) manejadas em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.529-537, 2004.
- RATTRAY, P.V.; THOMPSON, K.F.; HAWKER, H. et al. **Pastures for sheep production**. In: NICOL, A. M. (Ed.). *Livestock feeding on pasture*. New Zealand: Society of Animal Production, p. 89-104, 1987.
- SANDINI, I.E.; MORAES, A.; PELISSARI, A. et al. **Cultura do feijoeiro e nitrogênio: alternativas para o sistema de produção integração lavoura-pecuária**. In: *Fertbio*, 2008, Londrina. *Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental*, 2008.
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p., 2006.
- SECCO, D.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. et al. Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados. **Revista Ciência Rural**, v.39, n. 1, p.58-64, 2009.
- SHEATH, G.W.; CARLSON, W.T. Impact of cattle treading on hill land 1. Soil damage patterns and pasture status. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.41, p.271-278, 1998.
- SINGLETON, P.L.; ADDISON, B. Effects of cattle treading on physical properties of three soils used for dairy farming in the waikato, north island, new zealand. **Australian Journal Soil Research**, v.37, n.5, p.891-902, 1999.



- SAS INSTITUTE. SAS: User's guide: statistics. Version 8.2. 6. ed. Cary: SAS Institute Inc., 2002.
- SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; ANGHINONI, I. et al. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.79-88, 2010.
- SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. et al. Atributos físicos de um Hapludox em função de sistemas de produção integração lavoura-pecuária (ILP), sob plantio direto. **Revista Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.1, p.37-44, 2010.
- SULC, R.M.; TRACY, B.F. Integrated crop-livestock systems in the U.S. corn belt. **Agronomy Journal**, v.99, n.2, p.335-345, 2007.
- TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated croplivestock system in Illinois. **Crop Science**, v.48, n.3, p.1211-1218, 2008.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 476p, 1994.
- VAN WYK, J.A.; MALAN, F.S.; BATH, G.F. Rampant anthelmintic resistance in sheep in South Africa – what are the options? In: Workshop of managing anthelmintic resistance in endoparasites, 1997, Sun City, South Africa. **Proceedings...** Sun City, p.51-63, 1997.
- VEIGA, M.; HORN, R.; REINERT, D.J. et al. Soil compressibility and penetrability of an Oxisol from southern Brazil, as affected by long-term tillage systems. **Soil & Tillage Research**, v.92, p.104-113, 2007.
- WARREN, S.D.; NEVILL, M.B.; BLACBURN., G.N.E. Soil response to trampling under intensive rotation grazing. **Soil Science Society of American Journal**, v.50, n.5, p.1336-1341, 1986.

CAPÍTULO 4. DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E LIBERAÇÃO DO NITROGÊNIO EM  
ÁREAS COM E SEM PASTEJO NO INVERNO E SUA INFLUÊNCIA NA CULTURA DO  
MILHO

## **Decomposição e liberação do nitrogênio em áreas com e sem pastejo no inverno e sua influência na cultura do milho**

### 4.1 RESUMO

O objetivo do presente estudo foi verificar a decomposição e liberação de N dos resíduos vegetais de aveia e dejetos de caprinos, bem como sua influência no rendimento do milho cultivado em sucessão sob crescentes doses de N aplicados em cobertura. No inverno os tratamentos se constituíram do uso de suplemento alimentar correspondente a 0; 0,5; 1 e 1,5% do peso vivo de fêmeas de caprinos da raça Boer em pastejo de aveia preta cv. IAPAR 61 e um tratamento sem pastejo. Durante o período de inverno foram avaliados: altura, massa e produção da forragem; carga e ganho de peso animal e teores de N-mineral no solo. Após o término do período de pastejo foi avaliada a decomposição da matéria seca e taxa de liberação de N da forragem e do esterco. No verão as parcelas foram subdivididas e doses crescentes de N foram aplicadas em cobertura na cultura do milho (0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia), sendo avaliado seu rendimento. As áreas pastejadas no inverno sob crescentes níveis de suplementação propiciaram aumento na produção animal e maior velocidade de decomposição da matéria seca e liberação do N da pastagem quando comparadas a áreas sem pastejo. Nas áreas sem pastejo no inverno foi necessário a aplicação de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura para assegurar o mesmo rendimento de milho obtido nos tratamentos com pastejo e sem aplicação de N na cultura do milho.

Termos para indexação: aveia preta, rendimento de grãos, suplementação, taxa de decomposição

## **Decomposition and nitrogen release in areas with and without grazing and its influence on corn**

### 4.2 ABSTRACT

This study aimed to evaluate the dry matter decomposition and N release from the black oat residues and dung from goats, as well as its influence on corn yield grown in succession under increasing levels of N applied in topdressing. At winter, the treatments consisted of different levels of a dietary supplement corresponding to 0, 5, 10 and 15 g kg<sup>-1</sup> of body weight of females, Boer goats grazing oat cv. IAPAR 61 and a treatment without grazing. During the winter period were evaluated: sward, forage mass and forage production, stocking rate and animal live weight gain, content of mineral N in the soil and dry matter decomposition rate and N release from black oat residual biomass and animal dung. At summer, the main plots were divided into sub-plots and N applied at increasing levels in the corn crop (0, 50, 100 and 150 kg ha<sup>-1</sup> of N as urea). During this period, corn yield was evaluated. Grazed areas at winter under increasing levels of supplementation resulted in an increase of animal production and increased dry matter decomposition rate and N release from the pasture when compared to ungrazed areas. At the ungrazed areas, it was necessary to apply 150 kg ha<sup>-1</sup> of N in sidedress to ensure the same corn yield obtained at the grazing treatments without N application.

Index terms: Black oat, grain yield, supplementation, decomposition rate

### 4.3 INTRODUÇÃO

O estabelecimento de espécies forrageiras de inverno com alta capacidade de produção de massa seca é de grande importância para a integração entre lavoura e pecuária (ILP) utilizada no Sul do Brasil. Nesse período a disponibilidade das pastagens de verão é reduzida, há poucas alternativas de cultivos agrícolas economicamente viáveis e há a necessidade de produção de palha para o plantio direto (Brum et al., 2005; Balbinot Jr. et al., 2009).

O pastejo quando corretamente realizado, ou seja, sob condições adequadas de altura da forragem e carga animal, pode melhorar o rendimento dos cultivos subsequentes através da aeração do solo promovida pelo sistema radicular da pastagem e por acelerar a ciclagem de nutrientes em função da deposição dos dejetos animais e resíduos de forragem na superfície (Haynes & Williams, 1993; Assmann et al., 2003; Tracy & Zhang, 2008; Tracy & Davis, 2009; Carvalho et al., 2010). Este fato pode propiciar menor dependência ao uso de insumos, especialmente do N (Lopes et al., 2009), por ser um dos nutrientes mais exigidos em quantidade por diversas culturas (Fontoura, 2005), entre elas o milho, onde as doses, épocas e métodos de sua aplicação são amplamente estudados em sistemas exclusivamente agrícolas, sendo poucos os estudos em ILP (Sandini et al., 2011).

Nas duas últimas décadas, foram realizados diversos trabalhos com plantas de cobertura de solo no outono/inverno, tanto no Brasil como em outros países, procurando-se caracterizar a decomposição e a liberação de N de seus resíduos culturais (Wagger, 1989; Ranells & Wagger, 1992; Ranells & Wagger, 1996). Entretanto, ainda são escassas as informações obtidas em condições de campo relativas ao estudo da dinâmica de decomposição e da liberação de N dos resíduos em situações de pastejo com animais recebendo níveis de suplementação, onde a composição dos dejetos e a velocidade de

decomposição dos resíduos e liberação do N da MS podem interferir na ciclagem de nutrientes no solo e contribuir para o rendimento da cultura subsequente.

O entendimento destes processos é essencial para compatibilizar a máxima persistência dos resíduos culturais na superfície do solo com o fornecimento adequado de N, buscando-se conciliar a máxima produtividade animal e de grãos, com preocupação especial nas formas de uso dos recursos naturais.

Para tanto, é necessário utilizar culturas adaptadas à região, que favoreçam a produção integrada e que sejam economicamente viáveis. Como opções de produção nesse sistema, podem ser citadas a caprinocultura de corte, a aveia preta (*Avena strigosa Schreb.*) e a cultura do milho.

Entretanto, existem muitas dúvidas quanto à forma mais eficiente de produção de caprinos (Embrapa, 2004), sobretudo em pastagens hibernais e, quando a esta, for associado à suplementação alimentar, o que pode promover a carga e o desempenho animal (Van Soest, 1994; Bargo et al., 2002). A aveia preta é muito utilizada por ser adaptada às condições edafoclimáticas da região e por apresentar alto valor nutritivo e produtividade de forragem (Assmann et al., 2004, Aguinaga et al., 2008). Já a cultura do milho (*Zea mays L.*) se destaca no contexto da ILP devido às inúmeras aplicações que esse cereal possui, quer seja na alimentação humana ou animal.

Assim, pela importância do N na produtividade da pastagem e da lavoura, objetivou-se com o presente estudo, realizado em área com e sem pastejo de caprinos de corte recebendo diferentes quantidades de suplemento energético em uma pastagem de aveia preta, avaliar a decomposição e liberação de N dos resíduos da forragem e dos dejetos e a sua influência no rendimento de milho cultivado em sucessão com crescentes doses de N em cobertura.

#### 4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante o ano agrícola 2010/2011 na área experimental, pertencente ao Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Pato Branco, Paraná, situada na região fisiográfica denominada Terceiro Planalto Paranaense, nas coordenadas georreferenciadas 26 ° 07 ' S e 52 ° 39 ' W e altitude de 700 m.

O clima da região é subtropical úmido, do tipo Cfa de acordo com a classificação de Köppen (Maak, 1968). As condições meteorológicas registradas durante o estudo e a média climatológica dos últimos 30 anos estão apresentadas na Figura 1.

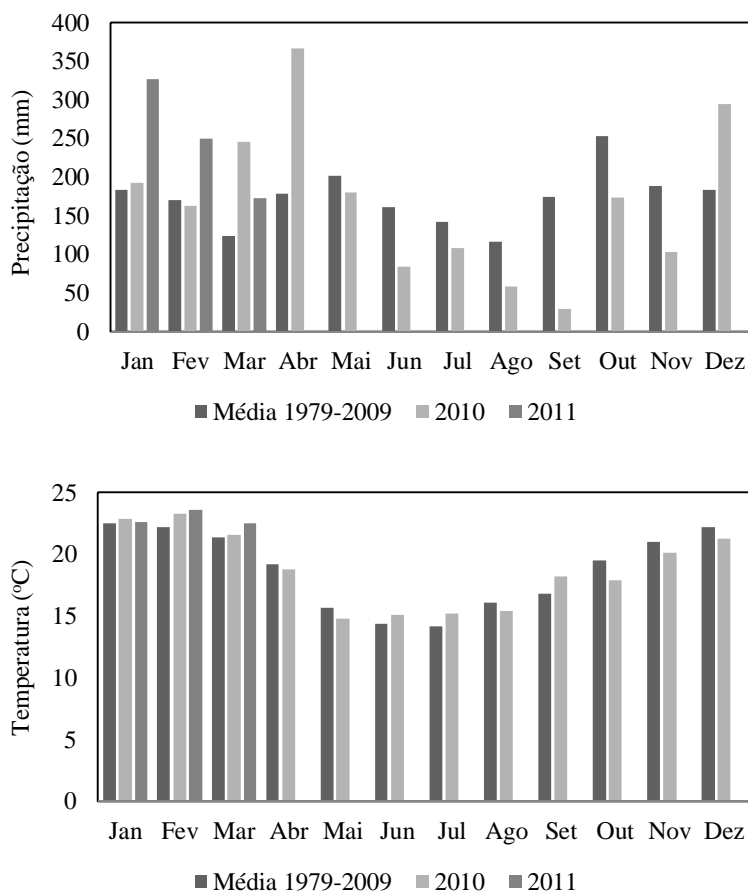


Figura 1. Dados meteorológicos históricos (média de 30 anos) e verificados durante o período experimental na Estação Meteorológica do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), em Pato Branco, PR.

O solo da área do experimento é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, com textura argilosa (Santos et al., 2006). Essa área vinha sendo cultivada com sucessão de milho e soja no verão e de cereais no inverno, em sistema de plantio direto desde 1995. O sistema de integração lavoura-pecuária foi iniciado em 2003, com o cultivo de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) sob pastejo direto no inverno.

### **Inverno**

Após a colheita da soja foi aplicado glifosato na área, na dosagem de  $0,72 \text{ kg ha}^{-1}$  i.a.<sup>1</sup>. Foram coletadas amostras de solo com trado tipo holandês na profundidade de 0-20 cm, antes da semeadura de aveia preta, para caracterização química da área.

A adubação química do solo foi realizada conforme a recomendação descrita por Oliveira (2003) e de acordo com os valores encontrados na análise de solo, que foram de: pH-CaCl<sub>2</sub>=5,0; P=9,06 mg dm<sup>-3</sup>; K=0,88 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; 60,3 g kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica; Ca=7,28 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg=3,38 cmol dm<sup>-3</sup>; 0,00 cmol dm<sup>-3</sup> de Al e 69,73% de saturação por bases. Foi usado 250 kg ha<sup>-1</sup> do adubo formulado 04-30-10 (10 kg ha<sup>-1</sup> de N, 75 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 25 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N (fonte: uréia 45% de N) como adubação de cobertura no início do perfilhamento (25 dias após a emergência), considerando o estágio vegetativo e as condições climáticas recomendadas.

A aveia preta foi semeada 15 dias após a dessecação (20/04/2010) via semeadura direta, com espaçamento entre linhas de 17 cm e 300 sementes m<sup>-2</sup> (50 kg ha<sup>-1</sup> de semente de aveia preta cv. IAPAR 61).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro níveis de suplementação e um tratamento sem pastejo, utilizado como testemunha. Os níveis de suplementação foram de 0, 0,5, 1 e 1,5% do peso vivo (PV), usando o concentrado formulado com 16% de PB e 82% de NDT, constituído por milho moído e farelo de soja, os quais supriram em 19, 38 e 57% as exigências em



consumo de energia, respectivamente, para ganho diário de 150 g, conforme recomendação do NRC (2007) para categoria.

Os animais foram pesados e alocados aleatoriamente nos tratamentos 56 dias após a emergência da aveia preta cv. IAPAR 61, após os mesmos terem permanecido os 12 dias anteriores em período de adaptação em uma pastagem da mesma espécie. As pesagens ocorriam após jejum de sólidos e líquidos por 14 horas, em intervalos aproximados de 21 dias, sendo realizadas cinco avaliações no período de pastejo. O controle de endo e ectoparasitas foram realizados no início do experimento e conforme monitoramento através do método Famacha® (Van Wyk et al., 1997).

Em função das diferentes cargas animais esperadas para os diferentes níveis de suplementação, os tamanhos dos piquetes foram de 950, 850, 700 e 600 m<sup>2</sup>, respectivamente para os tratamentos com 0, 0,5, 1 e 1,5% de suplementação do PV e de 300 m<sup>2</sup> para o tratamento sem pastejo. Toda área foi delimitada e dividida com cerca eletrificada e tela. Em todas as parcelas existiam apriscos de 4 m<sup>2</sup>, compostos por cochos para fornecimento do suplemento, de sal mineralizado e um bebedouro automático para fornecimento de água. Neste sistema, o suplemento foi fornecido diariamente às 8h30min e às 15h30min.

Em cada parcela continham três animais teste sendo avaliados, fêmeas caprinas da raça Boer, com idade média no início do experimento de dez meses e 21 kg, totalizando 36 animais. O método de pastejo utilizado foi o pastejo contínuo com taxa de lotação variável, onde animais da mesma idade, peso e categoria foram usados como reguladores (*put and take*), quando necessário (Mott & Lucas, 1952), para manter a altura da pastagem entre 15-20 cm (Aguinaga et al., 2006). As avaliações de altura na pastagem foram realizadas semanalmente com o auxílio do “*Sward Stick*”, através da amostragem de 50 pontos aleatórios por piquete pelo método descrito por Hodgson (1990), a fim de regular a carga animal conforme a altura da pastagem.

A massa de forragem foi avaliada nas mesmas datas de pesagens dos animais (15/06, 30/06, 21/07, 10/08 e 31/08/2010), através de coletas de toda a biomassa acima do mantilho, com o auxílio de um quadro de ferro com área de 0,25 m<sup>2</sup>, percorrendo-se o piquete em “zigue-zague”. Após o corte, as amostras foram identificadas, pesadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante, sendo determinada essa massa e calculada a massa de forragem em kg ha<sup>-1</sup> de MS. A produção de forragem foi determinada conforme metodologia descrita por Moraes (1990).

A carga animal, expressa em kg ha<sup>-1</sup> de PV dia<sup>-1</sup>, foi obtida dividindo-se a média ponderada do peso vivo dos animais reguladores em cada período pelo número de dias que cada um permaneceu no piquete, acrescentando-se o peso médio dos animais teste.

O ganho de PV por hectare em cada período, expresso em kg ha<sup>-1</sup>, foi obtido multiplicando-se o ganho médio diário dos animais teste pela taxa de lotação. O ganho total de peso vivo corresponde ao somatório das produções de cada período.

Por sua vez, a estimativa da excreção e produção fecal foi realizada mediante o uso de óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como marcador externo, conforme método adaptado de Willians et al. (1962).

Para a coleta das amostras de solo para determinação dos teores de N-mineral, foram abertas trincheiras de 40 x 20 x 25 cm e, posteriormente, com uma pá de corte, retirou-se um bloco de solo. Do bloco coletado, foram retiradas, com auxílio de uma espátula, amostras das camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. Este procedimento foi realizado um dia antes da entrada e um dia após a saída dos animais da pastagem. Em ambos os períodos de coleta, antes e pós pastejo, foram coletados doze pontos por parcela. As leituras foram realizadas após terem sido demarcadas coordenadas com auxílio de uma trena milimetrada, de forma a se repetir as coletas com pontos próximos no espaço antes e depois do pastejo. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos sob refrigeração e transportadas até o

Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da UTFPR, secas ao ar e passadas em peneiras de 2 mm para as análises. O N total do solo (NT) foi determinado pelo método de Kjeldahl, segundo Tedesco et al. (1995).

Para essa determinação utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdividas no tempo, sendo os tratamentos compostos pelos níveis de suplementação e o tratamento sem pastejo no inverno e as avaliações realizadas antes e depois do pastejo. As comparações estatísticas foram feitas dentro de cada camada do solo (0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm), não sendo considerada a profundidade um fator.

A taxa de decomposição e liberação de N da MS do resíduo vegetal da forragem e das fezes dos caprinos foi realizada através da metodologia de uso de sacos de nylon (sacos de decomposição) com malha de 0,1 mm, medindo 20 x 20 cm (Aita & Giacomini, 2003).

Para determinar a quantidade de MS remanescente (MSR) e N remanescente (NR) da forragem, realizou-se o corte de três pontos de 0,25 m<sup>2</sup> por piquete após o último pastejo, onde a aveia encontrava-se na fase vegetativa. A biomassa residual foi seca em estufa a 65 °C até obtenção de massa constante, para a determinação da quantidade de biomassa seca. O material coletado após o último pastejo foi homogeneizado e deste retirado as amostras (15 g por saco de decomposição) para incubação a campo.

As amostras de fezes para determinação de MS e N residual foram coletadas, 10 dias após a última pesagem, através de sacos de coleta amarrados juntamente dos animais, onde, separava-se a urina das fezes. Posteriormente as fezes foram secas em estufa a 55°C até apresentarem peso constante e o material homogeneizado por tratamento (0, 0,5, 1 e 1,5% do PV de suplementação) de onde foi retirado as amostras (15 g MS por saco de decomposição) para incubação a campo.

Os sacos foram costurados e alocados a campo na superfície do solo de seus respectivos tratamentos onde permaneceram de 25 de outubro de 2010 a 8 de maio de 2011,

totalizando 195 dias de incubação a campo para avaliação da decomposição dos materiais e liberação do N para a cultura de milho subsequente. A avaliação da decomposição da MS da forragem e das fezes foi realizada através de oito coletas com três repetições de cada tratamento sendo os dias de incubação a campo de 15, 30, 44, 71, 102, 134, 164 e 195 dias.

A quantidade de MSR foi calculada baseando-se na quantidade total (15 g) alocada no início das avaliações menos a quantidade remanescente ao longo dos períodos de avaliação e estes valores foram posteriormente transformados para porcentagem.

Após cada coleta, o material dos sacos de nylon foi seco em estufa a 55°C por 72 h e posteriormente pesados para determinação da velocidade de decomposição por diferença de peso, ou seja, a porcentagem do material remanescente foi calculada baseando-se na quantidade total (15 g) alocada no início das avaliações menos a quantidade remanescente ao longo do período de incubação.

As taxas de decomposição da MS e de liberação de N dos resíduos da forragem e das fezes foram estimadas ajustando-se modelos de regressão não linear aos valores observados conforme proposto por Wieder & Lang (1982). Os dois modelos ajustados têm as seguintes equações:

$$\text{MSR e NR} = A e^{-k_a t} + (100-A) \text{ Equação 1 e}$$

$$\text{MSR e NR} = A e^{-k_a t} + (100-A) e^{-k_b t} \text{ Equação 2}$$

Onde, MSR = % de MS remanescente no tempo t (dias); NR = % de N remanescente no tempo t (dias);  $k_a$  e  $k_b$  = taxas constantes de decomposição da MS do compartimento mais facilmente decomponível (A) e do compartimento mais recalcitrante (100 - A), respectivamente.

Os dois modelos consideram que a MS e o N dos resíduos podem ser divididos em dois compartimentos. No modelo assintótico (Eq. 1), apenas a MS e o N do compartimento mais facilmente decomponível (A) são transformados, diminuindo exponencialmente com o

tempo a uma taxa constante. A MS e o N do segundo compartimento (100-A) são considerados mais recalcitrantes e, por isso, não sofrem transformação no período de tempo considerado. No modelo exponencial duplo (Eq. 2), a MS e o N dos dois compartimentos diminuem exponencialmente a taxas constantes, sendo que a primeira fração é transformada a taxas mais elevadas do que a segunda, que é de mais difícil decomposição (recalcitrante).

A escolha do tipo de modelo de cada tratamento foi feita com base nos valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o qual indica o grau de associação entre o modelo ajustado e os valores observados. A partir dos valores da constante de decomposição da MS de cada compartimento, se calculou o tempo da meia vida ( $t_{1/2}$ ), ou seja, o tempo necessário para que 50% da MS daquele compartimento seja decomposta e 50% do N seja liberado. Para este cálculo se utilizou a fórmula a seguir, cuja dedução é apresentada em Paul & Clark (1996):  $t_{1/2} = 0,693/k_{(a,b)}$ .

Os dados obtidos para a fração solúvel e para os parâmetros dos modelos ajustados (compartimento A, taxas de decomposição e liberação de N e  $t_{1/2}$ ) foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias de tratamento pelo teste Tukey a 5 %.

### **Verão**

A dessecação da pastagem foi realizada 36 dias após a retirada dos animais (05/10/2010), utilizando-se 0,72 kg ha<sup>-1</sup> i.a<sup>-1</sup> de glifosato. O milho híbrido 30F53H foi semeado no dia seguinte, sob uma massa de forragem residual média de 2.360 e 7.115 kg ha<sup>-1</sup> para os tratamentos com e sem pastejo, respectivamente, em semeadura direta, com espaçamento de 80 cm entre linhas e 15 cm entre sementes, estimando-se uma população final de aproximadamente 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A área foi adubada no sulco de semeadura, com 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 11,5 kg ha<sup>-1</sup> de KCl.

O delineamento experimental adotado no verão foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial, com parcelas subdivididas. As parcelas principais foram compostas pelos níveis de

suplementação animal e pelo tratamento sem pastejo e, nas subparcelas, foram alocadas doses de 0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, aplicadas na forma de uréia, no estágio V5-V6 da cultura (09/11/2010).

O milho foi colhido 156 dias após a semeadura, sendo avaliado, em área útil de 12 m<sup>2</sup> por parcela, o rendimento de grãos, que foi determinado pela massa de grãos obtida na área de 12 m<sup>2</sup>, corrigida para 13% de umidade e expressos em kg ha<sup>-1</sup>.

Os resultados foram submetidos a análises de variância pelo teste F a um nível de significância de 5% de probabilidade e, posteriormente, quando apresentaram significância, os tratamentos de efeito qualitativo foram comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para os tratamentos de efeito quantitativo, realizaram-se estudos de regressão considerando o maior grau significativo. Para tal utilizou-se o Statistical Analysis System (SAS, 2002).

#### 4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características da pastagem não apresentaram diferenças (P>0,05) entre os tratamentos (Tabela 1), indicando que a estrutura do dossel forrageiro proporcionou aos animais condições semelhantes de apreensão e colheita de forragem e que não houve restrições ao consumo (Ratray et al., 1987; Frescura et al., 2005; Aguinaga et al., 2006).

Tabela 1 – Médias da altura (cm) e massa de forragem (MF, kg ha<sup>-1</sup> de MS) de aveia preta pastejada por cabritas em recria (média dos quatro níveis de suplementação), de 15 de junho a 31 de agosto de 2010, em Pato Branco, PR.

Parâmetros da Pastagem	Avaliação					Média	CV(%)
	15/06	30/06	21/07	10/08	31/08		
Altura	21,02 A	20,20 A	18,19 B	17,69 B	14,71 C	18,36±0,23	4,12
MF	1089 C	1321 B	1094 C	1258 B	1532 A	1259±43,20	10,7

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem (P<0,05) pelo teste Tukey. Altura=cm; MF =kg ha<sup>-1</sup> de MS.

A matéria seca média da aveia coletada durante o pastejo foi de 12,46% e a produção média de forragem em todo período de pastejo foi de 4.293 kg ha<sup>-1</sup> de MS.

O efeito aditivo do suplemento foi observado pelo aumento do ganho de peso com o aumento da suplementação (Figura 2A), onde se constatou valores de 366, 336, 382 e 503 kg ha<sup>-1</sup> de PV durante todo período avaliado para os tratamentos com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, resultante da maior carga animal comportada nestas áreas (Figura 2B). Os valores do ganho de peso por área foram superiores aos obtidos por Farinatti et al. (2006), em trabalho realizado com ovinos sob suplementação ou mantidos exclusivamente em pastagem de azevém.

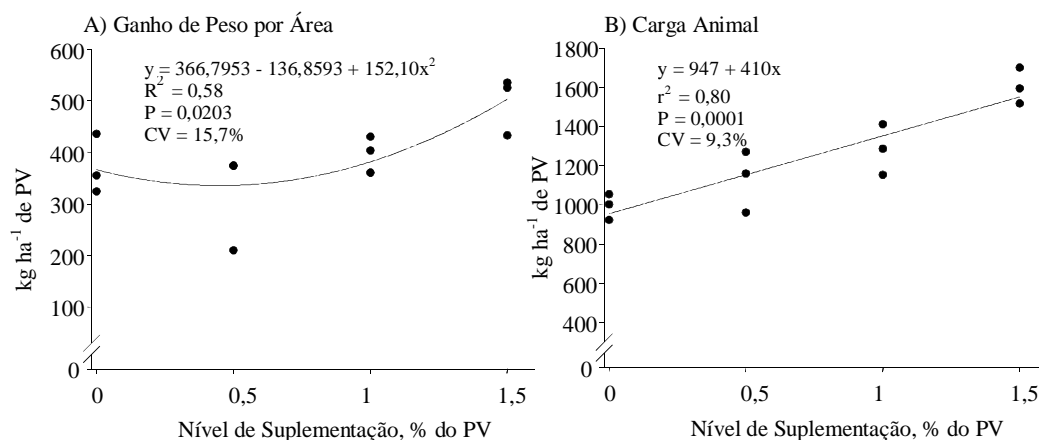


Figura 2. Ganho de peso por área (kg ha<sup>-1</sup> de PV) e carga animal (kg ha<sup>-1</sup> de PV) de cabritas em recria, suplementadas com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, em pastagem de aveia preta, no período de 15/06 a 31/08/2010, em Pato Branco, PR.

O ganho de peso por área em função da suplementação se ajustou a uma equação quadrática (Figura 2A), tendo seu ponto de mínima eficiência com o uso de 0,44% do PV de suplemento. Valores acima desse proporcionam incremento no desempenho animal, o que pode ser justificado pela substituição da forragem pelo suplemento e através do aumento na carga animal nas áreas pastejadas por animais com maior suplementação.

Observa-se que o incremento na carga animal foi de 410 kg ha<sup>-1</sup> de PV para cada 1% no nível de suplemento ministrado, onde os resultados ajustaram-se a uma equação linear. Ou

seja, o fornecimento de suplemento em 0,5, 1 e 1,5% do PV proporcionou um acréscimo na carga animal de 14, 29 e 64%, respectivamente, quando comparado aos animais não suplementados, semelhante aos valores observados por Pellegrini et al. (2010) e Pontes et al. (2004), ambos em trabalhos realizados com ovinos em pastejo de azevém.

Os valores iniciais de N-mineral são altos e em maior concentração nas camadas superficiais do solo (Tabela 2) possivelmente e pelo fato de que a área do experimento vinha sendo cultivada em plantio direto por cerca de 15 anos. Nessas condições, é esperado que ocorra acúmulo de nutrientes nas camadas superficiais do solo (Assmann, 2003), diminuindo a lixiviação, nesse caso o N.

Tabela 2 – Teores de N-Mineral ( $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ ), em  $\text{mg kg}^{-1}$  no solo, antes do pastejo com caprinos e após a saída dos animais, recebendo 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV de suplementação e um tratamento sem pastejo (SP), Pato Branco, PR.

Avaliações	Níveis de Suplementação (% do PV)				Sem Pastejo
	0	0,5	1	1,5	
	Profundidade				
	0-5 cm				
N-mineral (antes)	81,1 Aa	61,8 Ca	62,5 Ca	70,9 Ba	71,7 Ba
N-mineral (após)	49,8 Ab	51,4 Ab	45,9 Ab	48,7 Ab	35,5 Bb
	5-10 cm				
N-mineral (antes)	59,0 Aa	49,5 Ba	60,7 Aa	65,7 Aa	50,5 Ba
N-mineral (após)	45,5 Ab	42,8 ABA	42,3 ABb	36,6 Bb	33,7 Cb
	10-20 cm				
N-mineral (antes)	50,4 Ca	51,7 Ca	59,8 Ba	68,8 Aa	48,8 Ca
N-mineral (após)	35,8 Ab	34,1 Ab	42,1 Ab	40,2 Ab	34,8 Ab
	20-40 cm				
N-mineral (antes)	50,4 Ca	51,7 Ca	59,8 Ba	68,8 Aa	48,9 Ca
N-mineral (após)	35,8 Ab	34,1 Ab	42,1 Ab	40,2 Ab	34,8 Ab

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Após o período de pastejo não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os distintos níveis de suplemento e os teores de N-mineral no solo. Entretanto, nas áreas sem pastejo no inverno os teores de N-mineral no solo foram menores ( $P < 0,05$ ) nas camadas superficiais (0-5 e 5-10



cm), quando comparado aos tratamentos com pastejo, ao fim do cultivo da pastagem de inverno.

Para Souza et al. (2009) as perdas nos estoques de N são esperadas em um curto espaço de tempo, em função da contínua adição de resíduos vegetais pela parte aérea, pelas perdas via respiração microbiana e através da exportação pelos produtos comerciais gerados, neste caso a carne.

Souza et al. (2008) e Lopes et al. (2009) verificaram que as intensidades de pastejo influenciam na quantidade total de resíduos orgânicos adicionados ao solo, contribuindo assim para a entrada de N e C no sistema, uma vez que há relação direta entre a altura do pasto e a massa de forragem da parte aérea. Da mesma forma, a massa de raízes é inversamente proporcional à altura do pasto (Souza et al., 2008), sendo este o provável responsável pela redução de N-mineral nas áreas sem pastejo, onde o N e C concentraram-se, em função da maior biomassa acumulada, no tecido radicular e na parte aérea quando comparado as áreas pastejadas.

Nas áreas com pastejo, o mesmo efeito relatado por Souza et al. (2008) e Lopes (2009) não foi observado em virtude do maior consumo de forragem esperado pelo aumento da carga animal ter sido compensado pela ingestão de suplemento.

Houve diferença entre os tratamentos com e sem pastejo para as variáveis de massa seca residual e altura final. Observaram-se valores de 1.532 e 6.925 kg ha<sup>-1</sup> de MS com alturas reais de 14,7 e 80 cm, respectivamente. Considerando o teor de palha residual para o sucesso do Sistema Plantio Direto (SPD), os valores verificados para as áreas pastejadas ficaram próximos e os das áreas sem pastejo superiores aos obtidos por Flores et al. (2007), onde os autores relatam que mesmo com níveis de palhada residual próximos a 2.000 kg ha<sup>-1</sup> de MS, não houve diferenças nos atributos físicos do solo relacionados com a compactação e consequentemente não houve comprometimento da produção de grãos subsequente.

Tão importante quanto à quantidade de material residual após o pastejo é a sua taxa de decomposição ao longo do tempo (Figura 3). Em todos os tratamentos, a cinética do processo de decomposição dos resíduos vegetais apresentou um padrão semelhante, com uma fase inicial rápida seguida de outra mais lenta (Figura 3A). Ao final dos 44 dias iniciais de alocação das bolsas de decomposição no campo, 55% da MS inicial da aveia pastejada ainda permanecia na superfície do solo contra 64% da aveia não pastejada, valores estes, inferiores aos encontrados por Aita & Giacomini (2003).

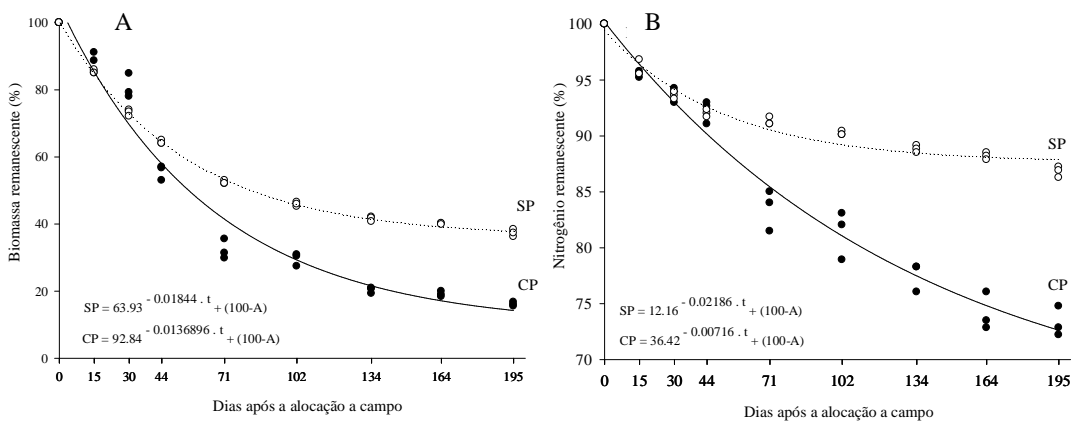


Figura 3. Matéria seca remanescente (A) da aveia preta com pastejo (CP) e sem pastejo (SP) e Nitrogênio remanescente (B) da aveia com pastejo (CP) e sem pastejo (SP) ao longo de 195 de avaliação dos sacos de decomposição a campo, Pato Branco, PR.

A maior taxa de decomposição inicial é resultado da decomposição de compostos mais facilmente decomponíveis tais como aminoácidos, açúcares e proteínas, sendo que os valores tendem a se estabilizar ou diminuir lentamente após a decomposição destes compostos devido à presença de componentes mais recalcitrantes como lignina, tanino e celulose (Giacomini et al., 2003; Lupwayi et al., 2007).

Em virtude da alta quantidade de biomassa residual do tratamento sem pastejo, esta por sua vez, composta basicamente por colmo com alta quantidade de material estrutural como lignina, celulose e hemicelulose, houve redução do material presente no compartimento

mais facilmente decomponível e menores constantes de decomposição, maior tempo à meia vida e consequentemente menores taxas de decomposição (Tabela 3) e disponibilização do N para o solo (Figura 4A).

Tabela 3 – Parâmetros dos modelos ajustados aos valores medidos de matéria seca e nitrogênio remanescente, tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ) de cada compartimento e valores de  $R^2$  em cada tratamento.

Tratamento <sup>(1)</sup>	A	$k_a$	$k_b$	$t_{1/2}$		$R^2$	
				A	(100 - A)		
	%		dias	dias			
Matéria Seca Remanescente (MSR) <sup>(2)</sup>							
Aveia	SP	63,93	0,01844	-	37	-	99,86
	CP	92,84	0,01368	-	50	-	96,28
	Nitrogênio Remanescente (NR) <sup>(3)</sup>						
	SP	12,16	0,02187	-	31	-	96,19
	CP	36,42	0,00716	-	96	-	97,36
Matéria Seca Remanescente (MSR) <sup>(2, 4)</sup>							
Esterco	0	80,37	0,00374	0,00366	185	189	98,80
	0,5	75,04	0,00655	-	105	-	97,81
	1	74,92	0,00633	-	109	-	96,03
	1,5	87,64	0,00418	-	165	-	90,75
	Nitrogênio Remanescente (NR) <sup>(3)</sup>						
	0	32,59	0,00712	-	97	-	98,06
	0,5	23,78	0,01172	-	59	-	97,60
	1	45,26	0,00342	-	202	-	96,16
	1,5	42,69	0,00324	-	213	-	92,58

<sup>(1)</sup> SP = sem pastejo; CP = com pastejo; esterco: 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV de suplementação; <sup>(2)</sup>  $MSR = A e^{(-kat)} + (100-A)$ ; <sup>(3)</sup>  $NR = A e^{(-kat)} + (100-A)$ ; <sup>(4)</sup>  $MSR = A e^{(-kat)} + (100-A) e^{(-kbt)}$  no tratamento contendo esterco 0% PV.

Por outro lado, o material residual do tratamento com pastejo apresentou a maior porcentagem de material compondo o compartimento A, as maiores constantes de decomposição, menor tempo de meia vida e consequentemente uma maior taxa de decomposição e disponibilização do N no solo, uma vez que a estrutura da pastagem era composta por brotações mais novas, com maior quantidade de folhas e consequentemente de melhor qualidade. Estes valores ficaram evidentes quando comparados às taxas de

decomposição aos 195 dias para as áreas com e sem pastejo, onde se observou que havia 16 e 37% da MSR, respectivamente.

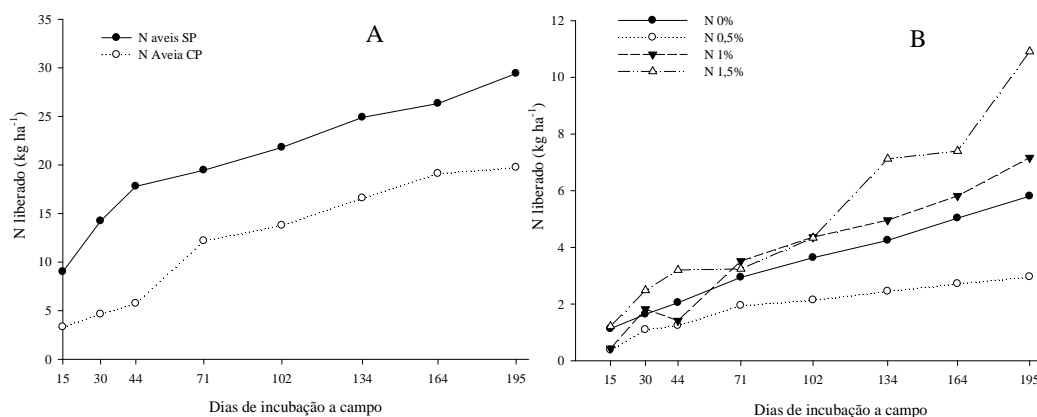


Figura 4. Nitrogênio total liberado da aveia preta com pastejo (CP) e sem pastejo (SP) (A) e N total liberado do esterco em função dos diferentes tratamentos (B) ao longo de 195 de avaliação dos sacos de decomposição a campo, Pato Branco, PR.

O N remanescente (NR) da forragem (Figura 3B) seguiu o mesmo comportamento nos tratamentos com e sem pastejo observado para a MSR, apresentando duas fases distintas: uma, nas primeiras duas semanas, onde o N foi rapidamente liberado, e a outra, após este período, em que o N foi liberado mais lentamente no tratamento sem pastejo e de forma acelerada na aveia pastejada.

O comportamento de liberação do NR dos resíduos vegetais dos tratamentos pastejados acompanhou o período de maior demanda em N pelas culturas comerciais, compreendido entre 29 e 82 dias (Duarte et al., 2003).

A menor velocidade de liberação do NR das áreas sem pastejo se deve a maior biomassa acumulada e ao maior aporte de N necessário aos microrganismos para degradação da MSR destas áreas (Sulc & Tracy, 2007; Tracy & Zhang, 2008; Carvalho et al., 2010), demonstrando que, mesmo com o maior volume total de N presente na MSR da aveia sem

pastejo (222 kg), este ficou imobilizado na biomassa residual e apresentou uma menor taxa de liberação.

Por outro lado, na aveia pastejada houve uma menor imobilização do N, uma vez que apenas 74 kg estavam imobilizados na MSR sendo esta diferença entre os valores totais de N ciclado justificados pelos teores exportados na produção de carne (Souza et al., 2009), pelas fezes e possivelmente pela urina (Haynes & Williams 1993).

Ao final do período de avaliação, 27% do NR haviam sido liberados dos tratamentos com pastejo contra apenas 14% das áreas sem pastejo.

Ou seja, além da decomposição da MSR e liberação do NR da aveia ser mais lenta em áreas não pastejadas, há maior dependência por fontes externas de N, que quando não fornecidas, podem acarretar em maior dificuldade na decomposição da palhada remanescente pelos microrganismos do solo e propiciar menor disponibilidade deste nutriente para a planta de milho em crescimento, exigindo maiores quantidades de adubação nitrogenada para manutenção dos mesmos índices de rendimento das áreas pastejadas (Figura 5).

Holland e Detling, (1990) relataram que o pastejo pode influenciar a decomposição da matéria orgânica e as taxas de ciclagem de nutrientes pela alteração na qualidade da biomassa vegetal que permanece tanto acima quanto abaixo do solo e também por alterar o ambiente do solo para decomposição. Após o pastejo, a rebrota das plantas, muitas vezes tem maior concentração de nutrientes nos tecidos aéreos o que podem aumentar as taxas de decomposição subsequente destes tecidos (Holland et al., 1992). Ainda, a menor relação carbono/nitrogênio (C/N) no material vegetal pastoreado pode resultar em maior mineralização líquida do N do solo ao reduzir a demanda de N microbiano durante a decomposição da biomassa vegetal (Dubeux et al., 2006; Costa et al., 2009).

Esse comportamento foi observado também por Carvalho et al. (2010), os quais relatam que o pastejo acelerou o processo de decomposição da palhada, bem como a

quantidade residual e a liberação de N da palhada da pastagem de inverno que recebeu pastejo em comparação às áreas não pastejadas.

Em menor proporção, as fezes e urina contribuem também para os melhores resultados das áreas pastejadas, podendo chegar, segundo Mathews & Sollenberger (1996), a cerca de 35% (11,8% como fezes e 23,7% como urina) da área total da pastagem cobertas pelas excreções ao final de um ano de pastejo.

Apesar de não ser avaliado nesse trabalho, mas aproveitando trabalho de Fonseca et al. (2006) realizado com cabras lactantes adultas alimentadas com silagem de milho e suplemento a base de milho, farelo de soja e uréia, e que encontraram valores médios de 8,2 g dia<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup> de N total via excreção urinária, pode-se inferir, de acordo com os valores de carga animal encontrados neste estudo, uma contribuição de N total de 10,4, 12, 13,5 e 17 kg ha<sup>-1</sup> para os tratamentos com 0, 0,5, 1 e 1,5%, respectivamente.

Com relação à taxa de decomposição da MS e a liberação do N remanescente do esterco (Tabela 3), nota-se que embora semelhantes aos valores de MSR da forragem, os valores da meia vida ( $t_{1/2}$ ) do esterco são significativamente superiores. Ao longo do período de pastejo observou-se valores reais de produção fecal de 561, 367, 826 e 1.520 kg ha<sup>-1</sup> de MS para os tratamentos com 0, 0,5, 1 e 1,5% do PV, com valores totais de N de 22, 13, 31 e 46 kg, respectivamente.

Pode-se observar que os valores de liberação do NR do esterco são semelhantes aos encontrados na aveia sem pastejo, entretanto, os do esterco possuem meia vida ( $t_{1/2}$ ) significativamente superior às observadas nas áreas pastejadas.

As maiores taxas de decomposição do resíduo da forragem frente ao esterco estão relacionadas ao fato do esterco apresentar maior proporção de material fibroso, pouco digestível, como celulose, hemicelulose e lignina, não desdobrado na passagem do pasto pelo

rúmen. Neste caso, mesmo a fração lábil apresenta uma decomposição mais baixa em relação à pastagem, o que fica evidente com o baixo retorno real de N ao solo (Figura 4B).

Estes valores permitem deduzir que a maior contribuição para o sistema, em curto prazo, advém da decomposição da MS e liberação do NR da pastagem, tendo o esterco menor participação.

Contudo, ambos os fatores contribuíram nos teores superiores de N-mineral encontrados nas camadas superficiais do solo das áreas pastejadas em relação às sem pastejo e, refletiram na menor necessidade de adubação nitrogenada nas áreas pastejadas para obtenção de valores de rendimento da cultura do milho similares às áreas sem pastejo com maiores adubações de N.

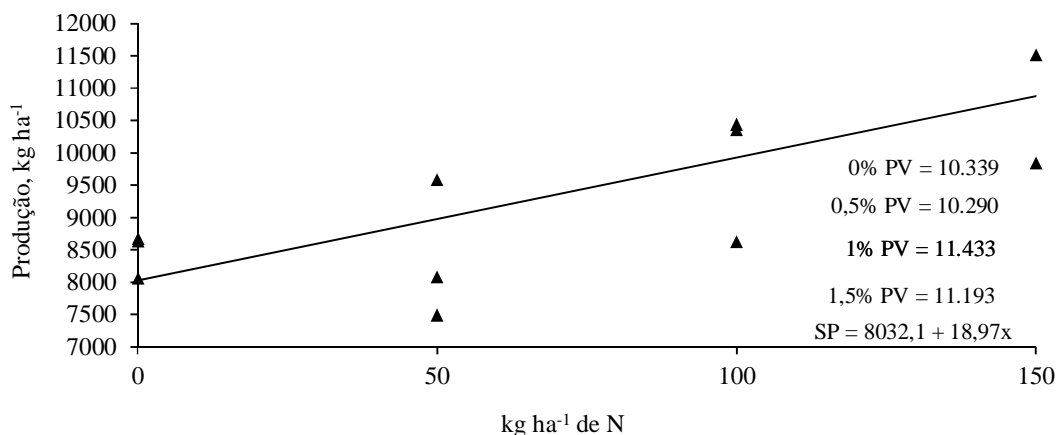


Figura 5. Rendimento de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em função do nível de suplementação (% do PV) para cabritas em recria sobre pastagem de aveia preta e doses de N aplicadas em cobertura no milho na safra 2010/2011, em Pato Branco, PR.

O rendimento de grãos de milho apresentou interação entre tratamentos no inverno, níveis de suplementação nos animais e sem pastejo, *versus* doses de N aplicadas em cobertura no milho.

Nas áreas com pastejo, quando foram impostos os crescentes níveis de suplementação, o rendimento de grãos de milho não apresentou diferença entre as doses de N

aplicadas. No entanto, quando sem pastejo, os resultados ajustaram-se a uma equação linear positiva, aumentando aproximadamente 19 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de milho para cada kg ha<sup>-1</sup> de N aplicado ( $Y=8032,1+18,97x$ ;  $R^2=0,59$ ;  $CV=10,15\%$ ;  $P=0,003$ ).

Estes resultados são semelhantes aos de Sandini et al. (2008) e Costa et al. (2009) e demonstram que, respeitando os preceitos de altura de manejo da pastagem durante o ciclo de pastejo, não há comprometimento no rendimento da cultura subsequente.

Assmann et al. (2003), observaram que o pastejo feito anteriormente à cultura do milho favoreceu a ciclagem mais rápida do N, estimulando sua absorção pelas plantas e possibilitando, desta forma, maior aproveitamento do nutriente aplicado quando comparado às áreas não pastejadas. Lunardi et al. (2008) verificaram que a soja cultivada após pastagem de inverno sob pastejo contínuo apresentou rendimento de grãos superior à soja cultivada após a mesma pastagem sem pastejo, resultados semelhantes aos observados neste estudo.

O efeito residual da aplicação de N na pastagem de inverno para o cultivo em sucessão do milho relatados por Assmann et al. (2003) e Souza (2010) contribui para o rendimento do sistema. Somado a isto, os dados apontados neste estudo demonstram que, o efeito da menor biomassa residual das áreas pastejadas imobiliza menores teores de N, assim como a participação do NR liberado pelo pasto foi também fundamental para o sucesso do rendimento de milho e para menor necessidade de adubação nitrogenada de cobertura, quando comparado às áreas não pastejadas.



#### 4.6 CONCLUSÕES

1. Áreas pastejadas no inverno sob crescentes níveis de suplementação propiciam aumento na produção animal por área e maior velocidade de decomposição da matéria seca do pasto. Estes fatores em conjunto com a adubação de inverno e os dejetos dos animais propiciam maior disponibilidade de N para a cultura do milho.

2. Nas áreas sem pastejo, há maior imobilização de N e menor velocidade de decomposição das altas biomassas residuais de aveia preta, o que demanda aplicações de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura no milho para produções semelhantes às áreas pastejadas e sem adubação de N na cultura do milho.

## 4.7 LITERATURA CITADA

- AGUINAGA, A.A.Q.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I. et al. Produção de novilhos superprecoce em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1765-1773, 2006.
- AGUINAGA, A.A.Q.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I. et al. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1523-1530, 2008
- AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.601-612, 2003.
- ASSMANN, T.S.; RONZELLI JÚNIOR, P.; MORAES, A. et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.675-683, 2003.
- ASSMANN, A.L.; PELISSARI, A.; MORAES, A. et al. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p. 37-44, 2004.
- BALBINOT Jr., A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, p.1925-1933, 2009.
- BARGO, F.; MULLER, L.D.; DELAHOY, J.E. et al. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1777-1792, 2002.
- BRUM, A.L., LEMES, C.L., SILVA, C.V.K. et al. A competitividade do Trigo brasileiro ante a competência argentina. O comercio Internacional e a competitividade pelo custo de producción. **Revista Galega de Economía**, v.14, p. 55-70, 2005.
- CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, p.1-15, 2010.
- COSTA, A.; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L. et al. Propriedades Físicas do solo em sistemas de manejo na Integração Agricultura-Pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.235-244, 2009.
- DUARTE, A.P.; KIEHL, J.C.; CAMARGO, M.A.F. et al. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.1-19, 2003.
- DUBEUX, J.C.B.; SOLLENBERGER, L.E.; VENDRAMINI, J.M.B. et al. Litter mass, deposition rate, and chemical composition in bahiagrass pastures managed at different intensities. **Crop Science**. v.46, p.1305-1310, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **A caprino-ovinocultura de corte como alternativa para a geração de emprego e renda**. 1 ed. Embrapa Caprinos. Documentos, 48, 44 p., 2004.
- FARINATTI, L.H.E.; ROCHA, M.G.; POLI, C.H.E.C. et al. Desempenho de ovinos recebendo suplementos ou mantidos exclusivamente em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum Lam.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.527-534, 2006.
- FLORES, J.P.C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L.C. et al. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.771-780, 2007.
- FONTOURA, S.M.V. **Adubação Nitrogenada na cultura do milho em Entre Rios, Guarapuava, PR**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 94 p., 2005.

- FONSECA, C.E.M.; VALADARES, R.F.D.; FILHO, S.C.V. Estimativa da produção microbiana em cabras lactantes alimentadas com diferentes teores de proteína na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1169-1177, 2006.
- FRESCURA, R.B.M.; PIRES, C.C.; ROCHA, M.G. et al. Sistemas de alimentação na produção de cordeiros para abate aos 28 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1266-1277, 2005.
- GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; HÜBNER, A.P. et al. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1097-1104, 2003.
- 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.
- HODGSON, J. **Grazing management: Science into practice**. New York: Longman Scientific and Technical, 203p, 1990.
- HOLLAND, E.A.; DETLING, J.K. Plant response to herbivory and belowground nitrogen cycling. **Ecology**, v.71, p.1040-1049, 1990.
- HOLLAND, E.A.; PARTON, W.J.; DETLING, J.K. et al. Physiological responses of plant populations to herbivory and their consequences for ecosystem nutrient flow. **The American Naturalist**, v.140, p.685-706, 1992.
- LOPES, M.L.T.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I. et al. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v.39, p.1499-1506, 2009.
- LUNARDI, R.; CARVALHO, P.C.F.; TREIN, C.R. et al. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, v.38, p.795-801, 2008.
- LUPWAYI, N.Z.; CLAYTON, G.W.; O'DONOVAN, J.T. et al. Phosphorus release during decomposition of crop residues under conventional and zero tillage. **Soil Tillage Research**, v.95, p.231-239, 2007.
- MAAK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350p.
- MATHEWS, B.W.; SOLLENBERGER, L.E. Grazing systems and spatial distribution of nutrients in pastures: soil considerations. In: NUTRIENT CYCLING IN FORAGE SYSTEMS. 1996, Columbia. **Proceedings...** Columbia: University of Missouri, 1996. p.213-229.
- MORAES, A. de; MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Comparação de métodos de estimativa de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, 1990, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba : FEALQ, 1990. p.332.
- MOTT, G.E.; LUCAS, H.L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. **Proceedings...** 6º Intl Grassld. Cong, p. 1380, 1952.
- NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007.
- OLIVEIRA, E.L. **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 30p, 2003.
- PAUL, E.A.; CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry**. 2.ed. Califórnia, Academic Press, 340p., 1996.
- PELLEGRINI, L.G.; MONTEIRO, A.L.G.; NEUMANN, M. et al. Produção de cordeiros em pastejo contínuo de azevém anual submetido à adubação nitrogenada. **Revista Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1399-1404, 2010.

- PONTES, L.S.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. Fluxo de biomassa em pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) manejadas em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.529-537, 2004.
- RANELLS, N.N.; WAGGER, M.G. Nitrogen release from crimson clover in relation to plant growth stage and composition. **Agronomy Journal**, v.84, p.424-430, 1992.
- RANELLS, N.N.; WAGGER, M.G. Nitrogen release grass and legume cover crop monocultures and bicultures. **Agronomy Journal**, v.88, p.777-782, 1996.
- RATTRAY, P.V.; THOMPSON, K.F.; HAWKER, H. et al. **Pastures for sheep production**. In: NICOL, A. M. (Ed.). Livestock feeding on pasture. New Zealand: Society of Animal Production, p. 89-104, 1987.
- SANDINI, I.E.; MORAES, A.; PELISSARI, A. et al. **Cultura do feijoeiro e nitrogênio: alternativas para o sistema de produção integração lavoura-pecuária**. In: Fertilizantes, 2008, Londrina. Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental, 2008.
- SANDINI, I.E.; MORAES, A.; PELISSARI, A. et al. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Revista Ciência Rural**, v.41, n.8, p.1315-1322, 2011.
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p., 2006.
- SAS INSTITUTE. SAS: User's guide: statistics. Version 8.2. 6. ed. Cary: SAS Institute Inc., 2002.
- SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; ANGHINONI, I. et al. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.79-88, 2010.
- SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; ANGHINONI, I. et al. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1829-1836, 2009.
- SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; LIMA, C.V.S. et al. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistemas de integração agricultura-pecuária submetidos a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1273-1282, 2008.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Boletim Técnico, 5), 174p, 1995.
- TRACY, B.F.; DAVIS, A.S. Weed biomass and species composition as affected by an integrated crop-livestock system. **Crop Science**, v.49, p.1523-1530, 2009.
- TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated croplivestock system in Illinois. **Crop Science**, v.48, n.3, p.1211-1218, 2008.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 476p, 1994.
- VAN WYK, J.A.; MALAN, F.S.; BATH, G.F. Rampant anthelmintic resistance in sheep in South Africa – what are the options? In: Workshop of managing anthelmintic resistance in endoparasites, 1997, Sun City, South Africa. **Proceedings...** Sun City, p.51-63, 1997.
- WAGGER, M.G. Cover crop management and nitrogen rate in relation to growth and yield of no-till corn. **Agronomy Journal**, v.81, p.533-538, 1989.
- WIEDER, R.K.; LANG, G.E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, v.63, p.1636-1642, 1982.

## **CAPÍTULO 5. Considerações Gerais**

As entidades de pesquisa, principalmente no Sul do Brasil, estão realizando muitos experimentos com o objetivo de fornecer informações que contribuam para o desenvolvimento sustentável da agricultura e pecuária, o que tem possibilitado grande avanço no Sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Apesar disto, estudos como os realizados neste trabalho ainda são reduzidos, sobretudo ao se considerar o potencial da caprinocultura.

A repetição deste modelo de estudo com avaliações por maiores períodos é importante no entendimento da real contribuição dos dejetos na ciclagem de nutrientes para o sistema em longo prazo.

Considero importante incluir em experimentos futuros, maiores avaliações relacionadas ao impacto das micções no sistema devido à influência que esta pode promover no solo.

Ainda, o ponto de equilíbrio entre a quantidade mínima de MS residual para cobertura do solo com teores que permitam baixos valores de imobilização de N necessitam ser mais estudados em sistemas integrados, bem como os efeitos desse manejo em longo prazo no solo associado à alta carga animal obtida com o fornecimento de 1,5% do PV de suplemento.

Os resultados de produção animal observados apresentaram comportamento linear, podendo futuros trabalhos testar o fornecimento de maiores quantidades de suplemento energético para animais em pastagens de inverno e seus efeitos sob o sistema.

## CAPÍTULO 6. Referências

- AGUINAGA, A.A.Q; CARVALHO, P.C.F.; ANGHUINONI, I. et al. Produção de novilhos superprecoce em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1765-1773, 2006.
- AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.601-612, 2003.
- AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p. 241-248, 2002.
- ANGHINONI, I.; ASSMANN, J.M.; MARTINS, A.P.; ELY, A.; CARVALHO, P.C.F. Ciclagem de nutrientes em integração lavoura-pecuária. In: III Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. **Synergismus scyentifica**. UTFPR, Pato Branco, 06 (2), 2011.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.da. Adubação nitrogenada em milho implantado em semeadura direta após aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.4, p.745-754, 1999.
- ASSMANN, T.S.; RONZELLI JÚNIOR, P.; MORAES, A. et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.675-683, 2003.
- BAGGIO, C. **Comportamento em pastejo de novilhos numa pastagem de inverno submetida a diferentes alturas de manejo em sistema de integração lavoura-pecuária**. 120p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Plantas Forrageiras). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.
- BALBINOT Jr., A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, p.1925-1933, 2009.
- BARGO, F.; MULLER, L.D.; KOLVER, E.S.; DELAHOY, J.E. Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1-42, 2003.
- BARGO, F.; MULLER, L.D.; DELAHOY, J.E.; CASSIDY, T.W. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p.1777-1792, 2002.
- BARROW, N.J. Return of nutrients by animals. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Ecosystems of the world 17B – Managed Grasslands/Analytical Studies**. Amsterdam: Elsevier, p.181-186, 1987.
- BARTMEYER, T.N.; DITTRICH, J.R.; DILVA, H.A.; MORAES, A.; PIAZZETTA, R.G.; GAZDA, T.L.; CARVALHO, P.C.F. Trigo de duplo propósito submetido ao pastejo de bovinos nos Campos Gerais do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1247-1253, 2011.
- BONA FILHO, A.; MARTINICHEN, D. Produção de bovinos de corte na integração lavoura-pecuária. In: Nilvania Aparecida de Mello; Tangriani Simoni Assmann. (Org.). I Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. Pato Branco, p. 133-148, 2002.
- BORTOLINI, C.G.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. et al. Rendimento de grãos de milho cultivado após aveia-preta em resposta a adubação nitrogenada e regime hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.9, p.1101-1106, 2001.
- BRUM, A.L.; LEMES, C.da.L.; Silva, C. V. K.; MULLER, P. K. A competitividade do Trigo brasileiro ante a competência argentina. O comercio Internacional e a competitividade

- polo custo de producción. **Revista Galega de Economía**, Espanha, v. 14, p. 55-70, 2005.
- CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (Eds). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Informações Agronômicas, Piracicaba, p. 147-198, 1993.
- CANTARUTTI, R.B. et al. Impacto do animal sobre o solo: Compactação e reciclagem de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, 2001.
- CANTO, M.W.; RESTLE, J.; QUADROS, F.L.F. et al. Produção animal em pastagens de aveia (*Avena strigosa Scherb*) adubada com nitrogênio ou em mistura com ervilhaca (*Vicia sativa L.*) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p. 396-402, 1997.
- CARVALHO, P.C.F. et al. O estado da arte em integração lavoura e pecuária. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS, 10., 2005, Porto Alegre. **Anais...** Canoas: ULBRA, 2005. p.7-44.
- CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.88, n.2, p.259-273, 2010.
- CARVALHO, P.C. F.; ANGHINONI, I.; KUNRATH, T.R. et al. **Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil**. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. 62 p.
- CASSOL, L.C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. 2003. 143f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- COELHO, A.M. Agricultura de precisão: Manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. Tópicos em Ciência do Solo, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. v.3, p. 209-248, 2003.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2010/2011 – Quarto Levantamento – Janeiro/2011**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_01\\_06\\_08\\_41\\_56\\_boletim\\_graos\\_4o\\_lev\\_safra\\_2010\\_2011.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_08_41_56_boletim_graos_4o_lev_safra_2010_2011.pdf)>. Acesso em 26 de janeiro de 2011.
- CORREIA, M.E.F. & ANDRADE, A.G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Gênese, 1999. p.197-225.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **A caprino-ovinocultura de corte como alternativa para a geração de emprego e renda**. 1 ed. Embrapa Caprinos. Documentos, 48, 44 p., 2004.
- ESPÍNOLA, J.I.A.; GUERRA, L.G.M.; ALMEIDA, D.L.; TEIXEIRA, M.G. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 321-328, 2006.
- FLORES, J.P.C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L.C. et al. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.771-780, 2007.
- FONTOURA, S.M.V. **Adubação Nitrogenada na cultura do milho em Entre Rios, Guarapuava, PR**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 94 p., 2005.
- GALLI, J.R.; CANGIANO, C.A.; FERNÁNDEZ, H.H. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. **Revista Argentina de Producción Animal**, v.16, n.2, p.119-142, 1996.
- GIBB, M.J., HUCKLE, C.A.; NUTHALL, R. Effects of level of concentrate supplementation on grazing behaviour and performance by lactating dairy cows grazing continuously stocked grass swards. **Journal of Animal Science**, v.74, p.319-335, 2002.



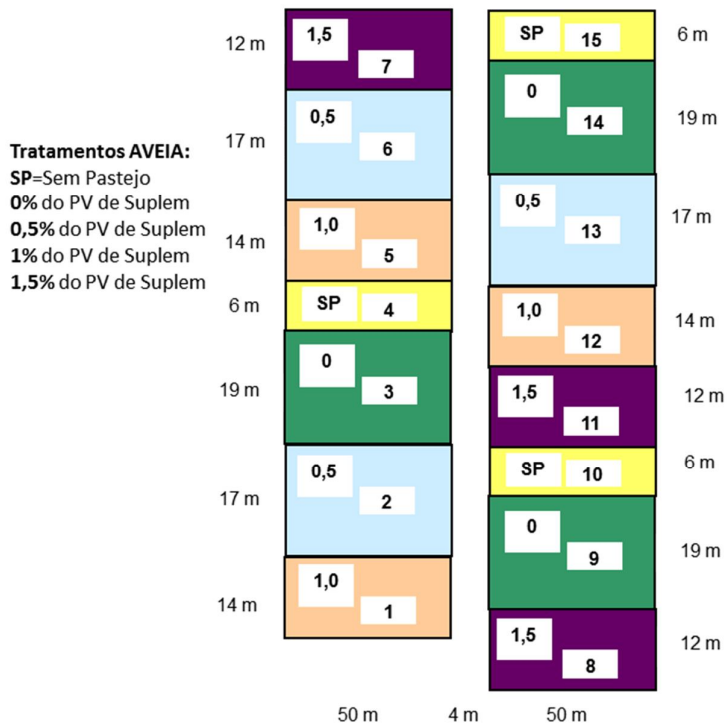
- GONÇALVES, E.N.; CARVALHO, P.C.F.; KUNRATH, T.R.; CARASSAI, I.J.; BREMM, C.; FISCHER, V. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1655-1662, 2009.
- HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, v.49, p.119-199, 1993.
- HOLLAND, E.A.; PARTON, W.J.; DETLING, J.K. et al. Physiological responses of plant populations to herbivory and their consequences for ecosystem nutrient flow. **The American Naturalist**, v.140, p.685-706, 1992.
- HUMPHREYS, L.R. **Tropical pasture utilization**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991, 206p.
- JOCHIMS, F., PIRES, C.C., GRIEBLER, L., BOLZAN, A.M.S, DIAS, F.D., GALVANI, D.B. Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milho recebendo ou não suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p. 572-581, 2010.
- KRYSL, L.J.; HESS, B.W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2546-2555, 1993.
- LEMAIRE, G.; GASTAL, F. On the critical N concentration in Agricultural crops. 1) N uptake and distribution in plant canopies. In: Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops, 5ed. (LEMAIRE, G.), Springer-Verlag, p.3-44, 1997.
- LESAMA, M.F.; MOOJEN, E.L. Produção animal em gramíneas de estação fria com fertilização nitrogenada ou associadas com leguminosa, com ou sem fertilização nitrogenada. **Ciência Rural**, v. 29, n. 1, p. 123-128, 1999.
- LOPES, M.L.T.; CARVALHO P.C.F.; ANGHINONI I.; SANTOS D.T.; AGUINAGA A.A.Q.; FLORES J.P.C.; MORAES A. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura de pastos de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, p. 1499-1506, 2009.
- LUNARDI, R.; CARVALHO, P.C.F.; TREIN, C.R. et al. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, v.38, p.795-801, 2008.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 251p. 1980.
- MATHEWS, B.W.; MIYSAKA, S.C.; TRISCHLER, J.P. Mineral nutrition of C<sub>4</sub> forage grasses. In: MOSER, L.E.; BURSON, B.L.; SOLLENBERGER, L.E. (Ed.) **Warm-season (C<sub>4</sub>) grasses**. Madison: Agron. Monogr., 2004 , v.45, p.217-265.
- MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S. J.; CARVALHO, P. C. F.; CASSOL, L. C. Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: I Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. Pato Branco, PR. **Anais...** p. 3-42, 2002.
- PETEAN, L.P.; TORMENA, C.A.; FIDALSKI, J.; ALVES, S.J. Altura de pastejo de aveia e azevém e qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférico sob integração lavoura-pecuária. **Semina**, v.30, p.1009-1016, 2009.
- PITTA, C.S.R.; SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ASSMANN, T.S.; ASSMANN, A. L.; SOLLENBERGER, L.E.; ADAMI, P. F.; MIGLIORINI, F. Dual-purpose wheat grain and animal production under different grazing periods. Pesquisa Agropecuária Brasileira (Online), v. 46, p. 1385-1391, 2011.
- PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. **Ciência Rural**. v.34, p.1015-1020, 2004.
- RANELLS, N.N.; WAGGER, M.G. Nitrogen release from crimson clover in relation to plant growth stage and composition. **Agronomy Journal**, v.84, p.424-430, 1992.
- RANELLS, N.N.; WAGGER, M.G. Nitrogen release grass and legume cover crop monocultures and bicultures. **Agronomy Journal**, v.88, p.777-782, 1996.

- RESTLE, J.; LUPATINI, G. C.; ROSO, C. et al. Eficiência e desempenho de diferentes categorias de bovinos de corte em pastagem cultivada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.2, p. 397-404. 1998.
- RESTLE, J.; ROSO, C.; SOARES, A. B. Produção animal e retorno econômico em misturas de gramíneas anuais de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**. (Prelo). 1999.
- ROSO, C. **Produção animal em misturas de gramíneas anuais de estação fria**. Santa Maria: UFSM, 1996. 104p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. 1998.
- SANDINI, I.E.; MORAES, A.; PELISSARI, A. et al. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Revista Ciência Rural**, v.41, n.8, p.1315-1322, 2011.
- SHARIFF, A.R. et al.. Grazing intensity effects on litter decomposition and soil nitrogen mineralization. **Journal Range Manag**, v.47, p.444-449, 1994.
- SILVA, A.P.; INHOFF, S.; CORSI, M. Evaluation of soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. **Soil and Tillage Research**. v.70, p.83-90, 2003.
- SILVA, E.C.da.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G.L.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre latossolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.353-362, 2005.
- SILVEIRA, A.L.F.; OSPINA, H.; MEDEIROS, F. S.; LANGWINSKI, D.; MALLMANN, G. M. Efeitos associativos da suplementação com energia e proteína degradável no rúmen. **Archivos de Zootecnia** (Universidad de Córdoba), v. 57, p. 179-186, 2008.
- SMITH, P.; POWLSON, D.S.; SMITH, J.U.; et al. **Evaluation and comparison of soil organic matter models using longterm datasets**. *Geoderma*, v.81, p.1-255, 1997.
- SOARES, A.B.; RESTLE, J. Produção animal e qualidade de forragem de pastagem de triticale e azevém submetida a doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.908-917, 2002.
- SOUZA W. H. **III Simpósio Internacional** sobre Caprinos e Ovinos de Corte. João Pessoa, Paraíba, Brasil, 05 a 10 de novembro de 2007.
- STEINFELD,H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; HAAN, C. *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Rome, Italy: FAO. 2006.
- LOPES, M.L.T.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I. et al. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v.39, p.1499-1506. 2009.
- THORNTON, P.K. Livestock production: recent trends, future prospects. **Phil. Trans. R. Soc. B**. v.365, p.2853–2867, 2010.
- THORNTON, P.K.; VANDE STEEG, J.; NOTENBAERT, A.; HERRERO, M. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: a review of what we know and what we need to know. **Agric. Syst**. v.101, p.113–127, 2009.
- TISDALE, S.L.; BEATON, J.D.; NELSON, W.L. **Soil fertility and fertilizers**. 4.ed. New York: Mac Millan, 754p. 1985.
- TRACY, B.F.; DAVIS, A.S. Weed biomass and species composition as affected by an integrated crop-livestock system. **Crop Science**, v.49, p.1523–1530, 2009.
- TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated croplivestock system in Illinois. **Crop Science**, v.48, n.3, p.1211-1218, 2008.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 476p, 1994.
- WAGGER, M.G. Cover crop management and nitrogen rate in relation to growth and yield of no-till corn. **Agronomy Journal**, v.81, p.533-538, 1989.

## **CAPÍTULO 7. Anexos**

### ANEXO I – Croqui da área experimental

CROQUI DO EXPERIMENTO – INVERNO



**Sub-parcelas para avaliação do MILHO após a AVEIA**

