

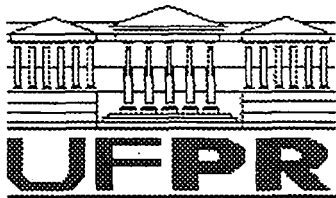
AMADEU BONA FILHO

**INTEGRAÇÃO LAVOURA X PECUÁRIA COM A
CULTURA DO FEIJOEIRO E PASTAGEM DE
INVERNO, EM PRESENÇA E AUSÊNCIA DE
TREVO BRANCO, PASTEJO E NITROGÊNIO**

Tese apresentada ao Curso 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 das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

CURITIBA

2002



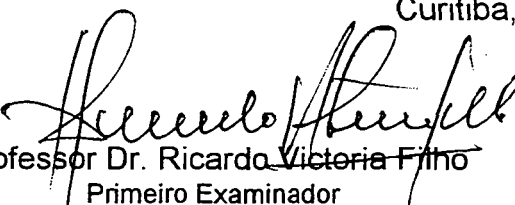
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

PARECER

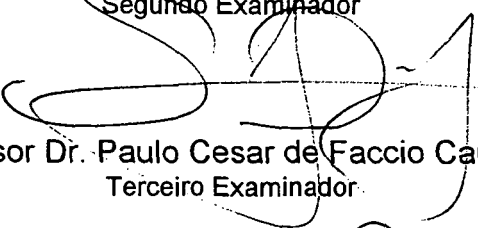
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pelo candidato **AMADEU BONA FILHO**, sob o título "**INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA COM A CULTURA DO FEIJOEIRO E PASTAGEM DE INVERNO, EM PRESENÇA E AUSÊNCIA DE TREVO BRANCO, PASTEJO E NITROGÊNIO**", para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

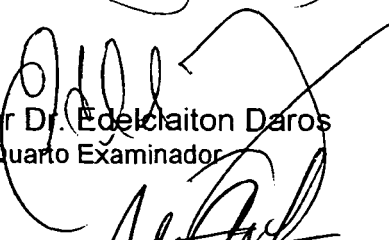
Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese.

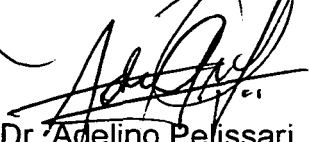
Curitiba, 15 de Março de 2002.


Professor Dr. Ricardo Victoria Filho
Primeiro Examinador


Dr. Edilson Batista de Oliveira
Segundo Examinador


Professor Dr. Paulo Cesar de Faccio Carvalho
Terceiro Examinador


Professor Dr. Edelclaiton Daros
Quarto Examinador


Professor Dr. Adelino Pelissari
Presidente da Banca e Orientador

Aos meus Pais,

Amadeu Bona e Helena M. Bona

AGRADECIMENTOS

Ao professor Adelino Pelissari, mais que orientador, amigo, conselheiro e grande incentivador.

Ao professor Aníbal de Moraes, principal responsável por este desafio, pelo incentivo, confiança, co-orientação e inestimável amizade.

Ao professor Edilberto Possamai, pela acolhida e amizade demonstrada nos momentos difíceis.

À colega de Curso e amiga Deonisia Martinichen, pela incansável colaboração e dedicação em todas as etapas deste trabalho e pelo incentivo à sua realização.

Às colegas de Curso e amigas Marcia Bello e Simone Gugelmin, pelo auxílio nos trabalhos de campo e grande companheirismo nas cansativas viagens.

Ao professor Edelclaiton Daros, pela co-orientação, amizade e auxílio na execução dos trabalhos.

Ao Dr. Edison Batista de Oliveira pela co-orientação e importantes sugestões estatísticas e de elaboração do trabalho final.

Ao Engenheiro Agrônomo Noemir Antoniazzi pelo apoio na execução dos trabalhos de campo.

Ao professor Pedro Ronzelli Júnior, pela amizade e despretensiosa forma com que me orientou na redação do trabalho.

Aos demais professores do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo pela amigável acolhida e feliz convivência durante a realização do Curso.

A todos os funcionários técnico-administrativos do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, pela amizade e colaboração.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pela demonstração de amizade e espírito de solidariedade.

À Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária pela cessão da área experimental e apoio na execução dos trabalhos.

À Syngenta, pelo apoio financeiro dado para a execução do trabalho.

Aos meus familiares pela compreensão e incentivo.

BIOGRAFIA DO AUTOR

AMADEU BONA FILHO, nascido no dia 26 de novembro de 1952, em Porto União – SC, filho de Amadeu Bona e Helena Mansur Bona.

Médico Veterinário, formado pela Universidade Federal do Paraná em 1974.

Mestre em Agronomia, Área de Concentração de Produção Animal, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 1978.

Foi Diretor da Estação Experimental do Cangüiri – Departamento de Produção Animal da Secretaria de Estado da Agricultura do Paraná em 1975.

Contratado pelo IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná) em 1976, foi pesquisador na área de Nutrição Animal, exercendo também as funções de Vice-Lider de Programa de Pesquisa em Produção Animal e de Coordenador da Área Técnica de Nutrição Animal, de 1978 a 1987.

Trabalhou como cientista visitante no Animal Research Center – Department of Agriculture do Canadá, de abril a outubro de 1986.

Professor concursado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, desde 1980, tendo ministrado as disciplinas de Melhoramento Genético Animal, Bovinocultura de Corte, Ovinocultura e Metodologia Científica.

Exerceu as funções de Chefe do Departamento de Zootecnia de 1987 a 1990, Coordenador do Curso de Medicina Veterinária de 1991 a 1993 e Vice-Diretor do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná de 1994 a 1998.

Ingressou no Curso de Pós - Graduação em Produção Vegetal do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do Setor de Ciências Agrárias da UFPR em março de 1999.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1 SISTEMA DE ROTAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA.....	04
2.2 RECICLAGEM DE NITROGÊNIO NO SISTEMA.....	06
2.2.1 O Papel dos Fertilizantes Nitrogenados.....	07
2.2.2 O Papel das Fabaceas na Contribuição do N.....	09
2.2.3 O Papel dos Dejetos Animais.....	11
2.3 A TRANSFERÊNCIA DE NITROGÊNIO NO SISTEMA.....	15
2.3.1 Transferência do N das Fabaceas para as Poaceas na Pastagem.....	15
2.3.2 Transferência de N para a Cultura Sucessora.....	17
2.4 PASTAGEM DE INVERNO E PRODUÇÃO ANIMAL.....	22
2.4.1 Desfolha, Fluxo do Carbono e Nitrogênio na Pastagem.....	24
2.4.2 Efeito da Fertilização Nitrogenada e da Desfolha na Pastagem de Inverno.....	26
2.5 A CULTURA DO FEIJOEIRO NO SISTEMA.....	30
2.5.1 A Cultura do Feijoeiro e Necessidades de Nitrogênio.....	31
3 METODOLOGIA.....	34
3.1 LOCAL.....	34
3.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E DE SOLO.....	34
3.3 DADOS METEOROLÓGICOS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL.....	34
3.3 DURAÇÃO.....	37
3.4 EXPERIMENTO I – PASTAGEM DE INVERNO.....	37
3.4.1 Área Experimental.....	37
3.4.2 Histórico da Área.....	38
3.4.3 Delineamento Experimental e Tratamentos.....	38
3.4.4 Espécies Forrageiras Utilizadas na Mistura.....	39
3.4.5 Estabelecimento da Pastagem e Adubações.....	39
3.4.6 Condução do Experimento.....	40
3.4.6.1 Animais Experimentais.....	40
3.4.6.2 Preparo Pré Experimental.....	40
3.4.6.3 Manejo dos Animais.....	40
3.4.6.4 Método de Pastejo.....	40
3.4.6.5 Ajuste da Carga Animal.....	41
3.4.7 Avaliações.....	41

3.4.7.1 Massa Inicial e Taxa de Acúmulo Diário e Produção de Matéria Seca.....	41
3.4.7.2 Oferta de Matéria Seca.....	42
3.4.7.3 Ganho de Peso Médio Diário e Ganho de Peso por Hectare.....	43
3.4.7.4 Carga Animal.....	43
3.4.7.5 Cálculo da Eficiência de Utilização do Nitrogênio.....	43
3.4.7.6 Composição Botânica da Pastagem.....	43
3.5 EXPERIMENTO II – CULTURA DE VERÃO.....	44
3.5.1 Área Experimental.....	44
3.5.2 Delineamento Experimental e Tratamentos.....	44
3.5.3 Análise do Solo.....	45
3.5.4 Dessecação da Área.....	45
3.5.5 Variedade Utilizada e Tratamento das Sementes.....	45
3.5.6 Densidade de Semeadura e Espaçamento.....	45
3.5.7 Condução do Experimento.....	46
3.5.7.1 Adubação.....	46
3.5.7.2 Tratos Culturais.....	46
3.5.7.3 Colheita.....	46
3.5.8 Avaliação do Experimento.....	47
3.5.8.1 Rendimento de Grãos.....	47
3.5.8.2 Componentes do Rendimento.....	47
3.5.8.3 Eficiência de Utilização do Nitrogênio.....	47
3.5.8.4 Análise Estatística.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
4.1 EXPERIMENTO I – PASTAGEM DE INVERNO.....	49
4.1.1 Produção e Oferta de Forragem.....	49
4.1.1.1 Presença de Trevo Branco na Mistura.....	49
4.1.1.2 Massa de Forragem Inicial.....	50
4.1.1.3 Acúmulo Diário de Matéria Seca.....	51
4.1.1.4 Produção Total de Matéria Seca.....	55
4.1.1.5 Oferta Média Diária de Matéria Seca e Altura da Pastagem.....	57
4.2 PRODUTIVIDADE ANIMAL.....	60
4.2.1 Ganho de Peso Médio Diário.....	60
4.2.2 Carga Animal.....	65
4.2.3 Ganho de Peso Vivo por Hectare.....	66
4.3 EXPERIMENTO II – CULTURA DE VERÃO.....	69

4.3.1	Rendimento em Grãos.....	69
4.3.1.1	Efeito da Presença do Trevo Branco e do Pastejo.....	69
4.3.1.2	Efeito das Doses de Nitrogênio na Pastagem e na Cultura.....	72
4.3.2	Componentes do Rendimento e Índice de Colheita Aparente.....	75
5	CONCLUSÕES.....	78
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
6.1	A FERTILIZAÇÃO NITROGENADA DO SISTEMA.....	79
6.2	O TREVO BRANCO.....	80
6.3	O PASTEJO NO SISTEMA.....	81
6.4	A CULTURA SUCESSORA E A EXPLORAÇÃO ANIMAL.....	82
	REFERÊNCIAS.....	84
	Anexos.....	97

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Distribuição do nitrogênio da urina e das fezes de vacas leiteiras (Decau <i>et al.</i> 1997).....	12
TABELA 2 – Ganho de peso diário, ganho por hectare e carga animal para diferentes pastagens de inverno observados por alguns autores nas condições do sul do Brasil.....	23
TABELA 3 – Data e número de geadas ocorridas, com temperaturas mínimas e médias, entre os meses de maio e setembro observadas na Estação Meteorológica de Entre Rios, Guarapuava, PR, 2000.....	35
TABELA 4 – Rotações de cultura de verão realizadas com o intercalamento de pastagem de inverno de 1995 a 2000, Guarapuava, PR, 2000.....	38
TABELA 5 – Tratamentos resultantes da combinação de 4 doses de nitrogênio com a ausência e presença de trevo branco, Guarapuava, PR, 2000.....	39
TABELA 6 – Eficiência de utilização da MS da forragem produzida em ganho de peso vivo por hectare para as doses de N aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000.....	69
TABELA 7 – Número médio de grãos por vagem, massa de 100 grãos e índice de colheita aparente (ICA) para as doses de nitrogênio na pastagem e na cultura do feijoeiro, Guarapuava, PR, 2001.....	77

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Temperaturas mensais médias, mínimas e máximas para o ano de 2000, observadas na Estação Meteorológica de Entre Rios, Guarapuava, PR, 2000.....	35
FIGURA 2 – Temperaturas mensais médias, mínimas e máximas para o ano de 2001, observadas na Estação Meteorológica de Entre Rios, Guarapuava, PR, 2001.....	36
FIGURA 3 – Balanço hídrico seqüencial a cada intervalo de 10 dias, durante o ano de 2000 (Rolim <i>et al.</i> 1998), Guarapuava, PR, 2000.....	36
FIGURA 4 – Balanço hídrico seqüencial a cada intervalo de 10 dias, durante o ano de 2001 (Rolim <i>et al.</i> 1998), Guarapuava, PR, 2001.....	37
FIGURA 5 – Composição botânica e percentagem de solo descoberto nas unidades experimentais referentes aos tratamentos empregados, Guarapuava, PR, 2000.....	49
FIGURA 6 – Massa de forragem inicial frente às doses de N aplicadas, Guarapuava, PR, 2000.....	51
FIGURA 7 – Acúmulo médio diário de matéria seca para os 132 dias experimentais em resposta aos tratamentos com doses de N, Guarapuava, PR, 2000.....	52
FIGURA 8 - Acúmulo médio diário de matéria seca para os 5 períodos intermediários de avaliação, frente às doses de nitrogênio, Guarapuava, PR, 2000.....	53
FIGURA 9 – Massa de forragem total frente às doses de N aplicadas, Guarapuava, PR, 2000.....	55
FIGURA 10 - Massa média de matéria seca de forragem presente para as doses de nitrogênio na pastagem, Guarapuava, PR, 2000.....	57
FIGURA 11 – Oferta média de matéria seca em kg.100 kg ⁻¹ de peso vivo para as doses de nitrogênio na pastagem, Guarapuava, PR, 2000.....	58
FIGURA 12 – Oferta média de matéria seca em kg.100 kg ⁻¹ de peso vivo, por período, para as doses de nitrogênio na pastagem, Guarapuava, PR, 2000.....	59
FIGURA 13 – Altura média da pastagem para as doses de nitrogênio aplicadas, Guarapuava, PR, 2000.....	59
FIGURA 14 – Altura média da pastagem, por período, para as doses de nitrogênio aplicadas, Guarapuava, PR, 2000.....	60
FIGURA 15 – Ganho médio diário na presença e ausência de trevo branco para as doses de nitrogênio aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000....	61

FIGURA 16 – Ganho de peso médio diário, por período, para as doses de nitrogênio aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000.....	63
FIGURA 17 – Carga animal média (kg PV.ha ⁻¹ .dia ⁻¹) para as doses de nitrogênio aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000.....	65
FIGURA 18 – Carga animal média (kg PV.ha ⁻¹ .dia ⁻¹), por período, para as doses de nitrogênio aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000.....	66
FIGURA 19 – Ganho de peso médio por hectare (kg.ha ⁻¹) para as doses de nitrogênio aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000.....	67
FIGURA 20 – Ganho de peso médio por ha por período de avaliação para as doses de nitrogênio aplicadas, Guarapuava, PR, 2000.....	68
FIGURA 21 – Rendimento em grãos do feijoeiro (kg.ha ⁻¹) na presença e ausência de trevo branco na pastagem frente às doses de aplicação de nitrogênio na cultura, Guarapuava, PR, 2001.....	70
FIGURA 22 – Rendimento em grãos do feijoeiro (kg.ha ⁻¹) na presença e ausência de pastejo frente às doses de aplicação de nitrogênio na cultura, Guarapuava, PR, 2001.....	70
FIGURA 23 – Rendimento em grãos (kg.ha ⁻¹) para as doses de nitrogênio aplicadas na cultura e na pastagem, Guarapuava, PR, 2001.....	73
FIGURA 24 – Número médio de vagens por planta para as doses de nitrogênio aplicadas na cultura e na pastagem, Guarapuava, PR, 2001.....	76

RESUMO

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA), no município de Guarapuava-PR, no período de julho de 2000 a março de 2001. Os objetivos foram, em sistema de integração lavoura x pecuária, avaliar a influência da adubação nitrogenada, em presença e ausência de trevo branco (*Trifolium repens*), na produtividade da pastagem de inverno composta pela mistura de aveia branca (*Avena sativa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) e no ganho de peso animal e por hectare. Também avaliou-se o efeito do pastejo e a contribuição do nitrogênio residual da pastagem no rendimento da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) implantada após a fase de pastejo. Foram conduzidos dois ensaios em delineamento de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com três repetições por tratamento. No ensaio de inverno, com novilhos machos em pastejo, foram utilizadas quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹) nas parcelas e nas subparcelas a presença e ausência de trevo branco. No ensaio de verão, com a cultura do feijoeiro, foram utilizadas cinco doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 kg.ha⁻¹) nas parcelas, sendo as subparcelas as doses de nitrogênio na pastagem e as sub-subparcelas a presença ou ausência de trevo branco e de pastejo. A produção de forragem respondeu linearmente à aplicação de nitrogênio e não sofreu influência do trevo branco. Os ganhos de peso por animal e por hectare não foram influenciados pelo trevo branco, mas foram afetados pelo nitrogênio, porém de forma não linear. A produtividade do feijoeiro foi influenciada pelo nitrogênio na pastagem e na cultura, apresentando resposta quadrática. Somente o número de vagens por planta apresentou resposta às doses de nitrogênio, não havendo respostas para o número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e índice de colheita aparente. A presença do trevo branco e do pastejo não influenciou o rendimento do feijoeiro. A produção de forragem e a produtividade animal foram altamente influenciadas pela adubação nitrogenada da pastagem de inverno. A adubação nitrogenada do feijoeiro pode ser dispensada quando, em sistema de integração lavoura x pecuária, a pastagem é submetida a altas doses de nitrogênio.

Palavras-chave: aveia, azevém, produção animal, ganho de peso, *Phaseolus vulgaris* L.

ABSTRACT

The experiment was carried out at Estação Experimental da Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA) in Guarapuava-PR-Brazil from July of 2000 to March of 2001. In a pasture x crop rotation system, the objectives were: to evaluate the influence of nitrogen fertilization with and without white clover (*Trifolium repens*) on a oat (*Avena sativa*) and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) mixture evaluating pasture and animal production; and to evaluate the influence of grazing and residual nitrogen from grazed pasture on common bean (*Phaseolus vulgaris*) yield which was sowed after grazing period. In a split plot model of a complete randomized blocks design with three replicates per treatment two trials were conducted. For the winter pasture trial treatments were nitrogen levels (0, 100, 200 and 300 kg.ha⁻¹) and presence and absence of white clover. For the summer crop trial treatments were nitrogen levels on crop (0, 40, 80, 120 and 160 kg.ha⁻¹) following pasture nitrogen levels and presence or absence of white clover and presence or absence of grazing. Pasture dry matter production increased in response to nitrogen fertilization, but was not affected by white clover presence. Live weight gain and live weight gain per hectare were affected by nitrogen, but not by white clover. Common bean yield showed positive response to nitrogen applied on pasture and on crop, but was not influenced by white clover nor grazing. Number of pods per plant was positively influenced by nitrogen and was the only responsible for differences in bean yield. Number of grains per pod, weight of 100 grains and harvest index were not influenced by nitrogen nor by white clover or grazing. Pasture dry matter production and liveweight gain per hectare are highly influenced by nitrogen fertilization. In a pasture x crop rotation system, which are receiving high levels of nitrogen on pasture, the residual nitrogen from recycling during grazing period can support high bean grain productivity without using any nitrogen fertilization on crop.

Key-words: pasture x crop rotation, nitrogen, beef production, white clover, common bean.

1 INTRODUÇÃO

A situação da produção agropecuária na região sul do Brasil apresenta particularidades muito interessantes. Se, de um lado, o cultivo de grãos apresenta elevada produtividade, com utilização de tecnologias modernas, de outro, a exploração bovina para corte apresenta baixa produtividade, pois ainda é conduzida quase que empiricamente. Porém, a produção de grãos é uma atividade que possui um certo risco em razão de variações nas condições climáticas, de ocorrência de pragas e doenças e das próprias oscilações do mercado. Por outro lado, na pecuária os riscos são bem inferiores, pois a aplicação de tecnologia é pequena e os investimentos são baixos, sendo que os animais podem ser considerados como uma reserva de valor, apesar das baixas produtividades e rentabilidades alcançadas.

A principal causa da baixa produtividade pecuária é a produção estacional das pastagens, as quais são formadas por espécies forrageiras cujo crescimento se expressa na primavera e verão. Em razão disso, entre os meses de maio a outubro, os animais não conseguem consumir forragens em quantidade e qualidade suficientes para atender suas necessidades nutricionais, provocando perda de peso. Agravando esta situação, encontra-se a baixa produtividade e qualidade nutritiva das espécies de verão, devido ao baixo investimento na melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, e do próprio manejo das pastagens. Entretanto, pelas características climáticas existentes na região sul, esta condição pode ser revertida, pois, nos meses de maio a setembro, é possível utilizar plantas forrageiras de clima temperado, as quais apresentam alto valor nutritivo, conduzindo a um desempenho animal superior àquele alcançado no verão.

A integração lavoura x pecuária, portanto, busca conciliar estes dois aspectos, de modo a obter alta produtividade animal e de grãos através da rotação, numa mesma área, da pecuária no inverno com a agricultura no verão. Pela prática desta rotação, há a possibilidade de diversificação da propriedade rural, com diminuição dos riscos e, por sua vez, com conseqüente aumento na rentabilidade. Por outro lado, neste processo de rotação nem sempre pode-se explorar o máximo potencial de transformação da forragem em carne uma vez que, dependendo da cultura a ser plantada, os animais devem ser retirados da pastagem antecipadamente, reduzindo o período de utilização e os ganhos de peso por unidade de área.

As culturas que têm sido mais intensivamente utilizadas, em escala comercial, no sistema de plantio direto, são o milho e a soja. O milho, cuja época ideal de plantio é de meados de setembro a meados de outubro, diferentemente da soja que pode ser plantada em novembro/dezembro, exige a retirada antecipada dos animais da pastagem reduzindo, portanto, os ganhos de peso possíveis de serem obtidos por unidade de área. Além disso, com menor período de ocupação das pastagens, os animais a serem utilizados para a engorda devem iniciar com peso mais elevado, acima de 350 kg, para que possam ser terminados na época necessária. Por outro lado, a soja apresenta ciclo mais longo, o qual provoca atraso no plantio da pastagem de inverno subsequente reduzindo, também, o período de utilização. Assim, a definição da cultura a ser plantada, que esbarra na aptidão do agricultor, na necessidade de rotação de culturas e nas oportunidades de mercado, pode determinar maior ou menor produção animal pelo encurtamento ou alongamento do período de pastejo. Neste particular, a cultura do feijoeiro, em razão de ser de ciclo mais curto que as demais e poder ser plantado em novembro/dezembro, pode se constituir em uma alternativa importante para a obtenção de maior produtividade animal durante o inverno.

O princípio em que se baseia a integração lavoura x pecuária é o de que a maior reciclagem de nutrientes, promovida pelo pastejo das pastagens de inverno, traz importante contribuição para os cultivos voltados à produção de grãos no verão. Neste sentido, devido sua alta mobilidade no solo e ao seu elevado custo, o nitrogênio é o nutriente ao qual é devotada maior atenção. Tanto para a produção das pastagens de inverno como de grãos no verão, as necessidades de nitrogênio são elevadas. Estas podem ser supridas tanto pela utilização de fertilizantes nitrogenados como pela fixação biológica promovida pela presença de leguminosas na área. Como as gramíneas forrageiras de inverno demandam grandes quantidades de nitrogênio para dar sustentação à rebrota e ao crescimento, busca-se empregar altas doses do nutriente nas pastagens, de modo que o mesmo, através da reciclagem, seja transferido em sua maioria para a cultura sucessora, reduzindo ou dispensando a necessidade de sua aplicação nesta. Porém, considerando o alto custo dos fertilizantes nitrogenados, a introdução de nitrogênio no sistema através da fixação biológica é de grande importância econômica e não deve ser descartada, de modo que, pelo menos, parte do nitrogênio mineral possa ser substituído pelo oriundo da fixação biológica.

De modo geral, em misturas forrageiras de inverno, o trevo branco é a leguminosa mais utilizada em razão da sua facilidade de consorciação, alto valor nutritivo e alta capacidade de fixação biológica de nitrogênio. Entretanto, ao utilizar-se conjuntamente altas doses de nitrogênio mineral, a participação do trevo na mistura pode ficar comprometida pelo favorecimento da produção das gramíneas. Assim, é necessário buscar-se informações

que permitam orientar a definição da quantidade ideal de aplicação de nitrogênio mineral na pastagem para promover a máxima produção de matéria seca, sem contudo reduzir a população do trevo branco, visto que sua contribuição ao aporte de nitrogênio para o sistema é de grande importância econômica.

Outra particularidade importante da integração lavoura x pecuária, dentro do sistema de plantio direto, é o conceito estabelecido pelos agricultores de que a presença dos animais na área de inverno provoca compactação excessiva do solo, prejudicando a produtividade da cultura seguinte. Alguns trabalhos têm demonstrado que este efeito é mínimo e, ao contrário, o pastejo tem contribuído para aumentar a produtividade da cultura sucessora. Porém, o tipo de solo e o manejo empregado nas pastagens podem contribuir em maior ou menor grau para a ocorrência de compactação a um ponto que possa comprometer, ou não, a produtividade da cultura.

Diante do exposto, verifica-se que a integração lavoura x pecuária apresenta uma grande complexidade, envolvendo a relação solo x planta x animal. Para que a mesma possa ser utilizada, de forma a se traduzir em resultados econômicos desejáveis, obtidos pela redução dos custos de fertilização nitrogenada e pela alta produtividade animal e vegetal, necessário se faz um melhor entendimento dos aspectos que compõem o sistema. Assim, considerando-se que a combinação do uso do feijoeiro, como cultura sucessora, com o emprego de nitrogênio na pastagem, uso do trevo branco na mistura forrageira e a prática do pastejo com bovinos de corte poderia proporcionar uma alta produtividade animal e vegetal no sistema de integração lavoura x pecuária, o presente trabalho foi conduzido com os seguintes objetivos:

- Avaliar o efeito da aplicação de doses de nitrogênio na produtividade da pastagem, na manutenção do trevo branco na mistura forrageira e na produtividade animal;
- relacionar as doses de nitrogênio utilizadas na pastagem de inverno e no feijoeiro com o rendimento da cultura;
- avaliar a contribuição do trevo branco para o desempenho animal e para o rendimento da cultura do feijoeiro;
- avaliar o potencial de utilização do feijoeiro como alternativa para rotação de cultura no sistema de integração lavoura x pecuária;
- verificar a influência do pastejo sobre a produtividade da cultura do feijoeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMA DE ROTAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA

A rotação lavoura x pecuária é uma prática antiga que foi utilizada por longo tempo nos países de clima temperado, onde se utilizava, em uma mesma área, culturas para a produção de grãos por 2, 3 ou mais anos sucessivos e pastagem por outro período equivalente, na medida em que a fertilidade dos solos fosse sendo esgotada (Hopkins, 2000; Kumar e Goh, 2000). Após a segunda guerra mundial, com o desenvolvimento de herbicidas, com a produção industrial de fertilizantes nitrogenados e com o desenvolvimento de novas máquinas e equipamentos, houve maior especialização na prática da agricultura, causando o abandono dessa rotação por grande parte dos produtores rurais (Hopkins, 2000). Porém, com a crise energética dos anos 70, verificou-se que os sistemas de produção inteiramente dependentes dos combustíveis fósseis apresentavam grande vulnerabilidade (Baethgen, 1992). É por esta razão que, nos dias atuais, grande número de propriedades agrícolas nos países mais desenvolvidos voltam a fazer uso desta prática, dadas as vantagens apresentadas pela mesma e, principalmente, como forma de dar sustentabilidade aos sistemas agrícolas quanto ao nitrogênio, nutriente de elevado custo (Nguyen, et al., 1995; Mckenzie et al., 1999; Kumar e Goh, 2000).

Para as nossas condições de região sul do estado, a prática da rotação lavoura x pecuária se dá em escala temporal reduzida onde, numa mesma área, produz-se grãos no verão e carne ou leite no inverno utilizando-se pastagens de alta qualidade. Daí a utilização do termo integração lavoura x pecuária. Este sistema tem permitido melhor utilização dos fatores de produção, minimização dos riscos, dada pela diversificação da produção, e aumento da renda na propriedade rural.

A inclusão de forrageiras sob pastejo dentro de um sistema agrícola proporciona uma série de benefícios que, de acordo com Humphreys (1997) e McKenzie *et al.* (1999), se traduzem pela manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; uso mais eficiente dos recursos ambientais; racionalização na aplicação de adubos e defensivos; melhor controle da erosão, poluição, plantas daninhas, pragas e doenças; maior produtividade de grãos e animal por unidade de área e maior rentabilidade e estabilidade para a propriedade. Trata-se, portanto, de um sistema multi – cultivo envolvendo pastagens

anuais e/ou perenes e animais com culturas de grãos na mesma área, permitindo melhor utilização do solo e dos fatores ambientais de produção (Francis, 1989).

Conforme citado por Wittwer (1980) as pastagens não apenas servem de alimento para os ruminantes, como também reduzem a erosão e enriquecem o solo. Segundo Puckridge e French, (1983), a utilização do sistema integrado pastagens – animais – culturas, utilizado no sul da Austrália, tem apresentado resultados significativos quanto ao aumento na produtividade dos cereais e no número de animais por unidade de área, além de proporcionar melhor proteção ao solo e permitir uma rentabilidade mais estável nas fazendas. No que tange às pastagens perenes, menção deve ser feita ao trevo branco, por ser uma fabacea perene de fácil associação com poaceas anuais de inverno, principalmente o azevém.

De um modo geral, a atividade agrícola demanda elevada entrada de insumos externos à propriedade, em particular de fertilizantes. Num balanço energético, a utilização de fertilizantes pode consumir grandes quantidades de energia, provocando baixa eficiência para o sistema, principalmente quando são utilizados recursos naturais não renováveis para a sua obtenção (Nguyen, *et al.*, 1995). Neste particular, de acordo com Wittwer (1980), os fertilizantes nitrogenados são de fundamental importância, tendo em vista que são responsáveis por 30 a 40% da produtividade das culturas e respondem por cerca de 1/3 de toda energia introduzida na produção agrícola, sendo que, para a sua obtenção, consome-se considerável quantidade do petróleo ou gás natural explorado em todo o mundo. Desta forma, considerando-se os aspectos de reciclagem de nitrogênio, é que a integração lavoura x pecuária pode cumprir importante papel na racionalização e otimização da utilização de fertilizantes nitrogenados, tanto na sua aplicação propriamente dita, como na exploração da fixação biológica dada pela introdução de forrageiras fabáceas no sistema.

Conforme citado por Assmann (2001), a rotação pastagens - culturas aparece como uma das estratégias mais promissoras para desenvolver sistemas de produção menos intensivos no uso de insumos, e por sua vez mais sustentáveis no tempo. Porém, ainda são necessários muitos estudos para entender-se a dinâmica de funcionamento do sistema, principalmente quanto ao seu comportamento quando utilizado por longo tempo (Eltz *et al.*, 1989). Ainda existem preocupações quanto ao efeito do animal em áreas de lavoura, principalmente quanto à compactação do solo com conseqüente redução na produtividade das culturas.

A compactação excessiva do solo provoca problemas de aeração do mesmo (Grable, 1966), podendo acelerar as perdas de nitrogênio do sistema pela desnitrificação e pela volatilização da amônia (Baethgen, 1992; Douglas e Crawford, 1998). Entretanto, Moraes e

Lustosa (1997) argumentam que o efeito da descompactação pode ser obtido biologicamente pela ação do sistema radical da própria pastagem e pela atividade da mesofauna do solo, sendo que, para isso, é necessário que a pastagem seja submetida a um período de descanso para promover bom acúmulo de fitomassa aérea, de modo a permitir melhor suporte ao sistema radical.

Esta argumentação espelha a importância de estudos voltados para a produção animal sob pastejo, onde se busque conciliar a melhor resposta animal por unidade de área com alta produtividade de grãos no verão, avaliando-se a carga animal praticada, doses de fertilização nitrogenada, utilização de fabáceas, método de pastejo e época de retirada dos animais da pastagem.

2.2 RECICLAGEM DE NITROGÊNIO NO SISTEMA

Em razão da sua importância para a produção das poáceas, da sua alta mobilidade no solo, da facilidade de perdas por lixiviação, desnitrificação e volatilização, e do seu alto custo, o nitrogênio merece atenção especial dentro dos sistemas de integração lavoura x pecuária. Um dos principais objetivos da integração é permitir máximo aproveitamento do nutriente, quer para maior produção de forragem de qualidade, com conseqüente desempenho animal favorável, quer para maior rendimento dos grãos produzidos no verão.

Odhiambo e Bomke (2001) relatam que as culturas de cobertura no inverno desempenham importante papel no manejo do nitrogênio, especialmente em áreas com elevada precipitação. Os mesmos autores comentam que as poáceas podem usar significativa quantidade de N de fertilizantes e de N residual do solo, mantendo-o parcialmente imobilizado na parte aérea durante o período em que expressam rápido crescimento, mas apresentam um risco de imobilização temporária devido à ampla relação C:N observada durante o final do ciclo. Citam que esse problema é amenizado com a utilização de misturas de poáceas e fabáceas, em razão das últimas apresentarem pouca redução na concentração de N na maturidade.

As coberturas vegetais de inverno podem acumular substancial quantidade de biomassa e N orgânico potencialmente disponível. Entretanto, o maior problema enfrentado quanto à reciclagem de nitrogênio com utilização de coberturas vegetais no inverno é conciliar a disponibilização do nutriente, através da mineralização, com a demanda da cultura de verão, bem como estabelecer uma adequada estimativa das necessidades de fertilizante nitrogenado suplementar (Armstrong *et al.*, 1998; Vyn *et al.*, 2000; Odhiambo e

Bomke, 2001). A utilização de pastagens anuais com animais favorece a reciclagem deste nutriente, tornando-o mais rapidamente disponível tanto para a pastagem como para a cultura subsequente. Porém, a presença de animais sob pastejo no sistema pode elevar as perdas de nitrogênio por lixiviação, desnitrificação e volatilização quando não ocorre uma sincronia entre a liberação do N e sua rápida absorção pelas plantas (Baethgen, 1992; Pain, 2000; Scholefield *et al.*, 1991; Loiseau *et al.*, 2001).

Diferentemente dos outros nutrientes (Ca, P, Mg, etc.), não existem mecanismos para armazenar N no solo por prazos relativamente longos, dada sua alta mobilidade. Segundo Baethgen (1992), o aporte de nitrogênio dentro do sistema de integração lavoura x pecuária se dá pela introdução de fertilizantes nitrogenados e pela mineralização do N orgânico do solo, oriundo do seu conteúdo natural, da contribuição da liteira das pastagens, dos dejetos animais, e da fixação biológica. Por outro lado, as perdas são consequência da remoção de N pelas culturas e produtos animais, bem como pelos processos de volatilização da amônia, desnitrificação, lixiviação do nitrato e erosão (Scholefield *et al.*, 1991; Laws *et al.*, 2000; Baethgen, 1992; Pain, 2000). Desta forma, qualquer estratégia para buscar um balanço positivo do N dentro do sistema deveria procurar maximizar sua utilização pelas plantas e minimizar suas perdas, através do adequado manejo das pastagens e culturas.

2.2.1 O Papel dos Fertilizantes Nitrogenados

A sustentabilidade da integração lavoura x pecuária em relação ao N está intimamente ligada ao bom aproveitamento dos aportes dados pela mineralização, pela fixação biológica e pelos dejetos animais. Entretanto, este aporte, em razão das perdas possíveis, pode não ser suficiente para satisfazer a demanda apresentada por todos os cultivos incluídos na rotação, ou seja, pastagens e culturas.

As perdas de N do solo, promovidas pela colheita das culturas, têm aumentado vertiginosamente em razão do aumento do rendimento das mesmas, conduzindo a uma redução natural dos seus níveis e aumentando a necessidade de utilização de fertilizantes nitrogenados. Segundo Assmann (2001), a capacidade das poaceas absorverem N, expressa em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ por ano, é alta quando comparada com outros cultivos e, em condições favoráveis, pode ser de mais de $500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ por ano. Baethgen (1992) cita que, comparativamente aos anos 60, quando a quantidade de N aplicada à cultura do milho era aproximadamente igual à recolhida na colheita, nos anos 80 a aplicação passou a ser 50%

superior ao que era colhido. Isto demonstra o contínuo aumento de aplicação de fertilizantes nitrogenados para as culturas. Este aumento é promovido pela maior exigência nutricional das mesmas, em razão da sua maior capacidade de rendimento. Este argumento reforça a importância de melhor entender a reciclagem deste nutriente no sistema de integração lavoura x pecuária, buscando seu maior aproveitamento e, como resultado, a racionalização da aplicação de fertilizantes nitrogenados.

Quanto às perdas pelo produto animal, Ledgard (1991) cita que cerca de 20% do N consumido por vacas leiteiras em pastagem de azevém e trevo branco são removidos do sistema pelo leite ou perdidos, pelas fezes e urina, para áreas não produtivas da propriedade.

Por outro lado, sabe-se que a eficiência com a qual as culturas usam o N dos fertilizantes é baixa. De acordo com Whitehead (1995), a quantidade de N recuperada dos fertilizantes nitrogenados pelas poaceas fica geralmente entre 50% e 80%, sendo freqüentes os valores ao redor de 65-70%. Armstrong *et al.* (1998) citam que, no primeiro ano, a recuperação do N pela cultura do trigo é maior através dos fertilizantes nitrogenados (35%) do que através do residual deixado por fabáceas (abaixo de 5%).

Quanto às forragens, especificamente, a recuperação do N proveniente dos fertilizantes, pela porção colhível, fica em torno de 50 a 60% (Long e Gracey, 1990). Já, Høgh-Jensen e Schjoerring (1997) constataram que a associação trevo mais azevém perene permitiu a recuperação de até 46% do N aplicado na forma de uréia. Esta taxa de recuperação da uréia é comum devido a sua alta velocidade de conversão em amônio, resultando em elevadas perdas por volatilização e desnitrificação (Haynes e Willians, 1993; Whitehead, 1995; Pain, 2000).

A baixa eficiência de utilização de um insumo de alto custo, como é o N, resulta em menores rentabilidades para os produtores e compromete a sustentabilidade dos sistemas de integração lavoura x pecuária. Uma alta proporção do N oriundo dos fertilizantes inorgânicos, que não é rapidamente utilizada pelas pastagens ou culturas, é perdida, provocando contaminação ambiental e desequilibrando o sistema, exigindo aportes cada vez maiores de aplicação para dar sustentação às produtividades esperadas (Pain, 2000 ; Baethgen, 1992).

Aspecto importante da utilização de fertilizantes nitrogenados no sistema é a estratégia de aplicação dos mesmos às pastagens com o objetivo de estimular a produção das mesmas sem, contudo, prejudicar a população do trevo e a fixação biológica de N e, através do manejo apropriado destas, permitir um aporte residual importante para a cultura sucessora. Para tanto, é necessário o entendimento de como o N inorgânico afeta a

produção das poaceas e das fabaceas da pastagem no sistema e como o manejo animal atua nos processos de reciclagem.

2.2.2 O Papel das Fabaceas na Contribuição do N

A utilização de fabaceas forrageiras na integração lavoura x pecuária se reveste de grande importância para a sustentabilidade do sistema quanto ao nitrogênio. As fabaceas, diferentemente das poaceas, são capazes de apresentar alta produção em solos originalmente pobres em N, fato este determinado pela fixação biológica via nitrogenase. Esta contribuição em nitrogênio para o sistema não se dá apenas pela fixação biológica propriamente dita, mas também pela liteira (folhas senescentes) e raízes da pastagem que permanecem no solo após sua utilização pelos animais, pelos dejetos dos mesmos e pela transferência de N para a poacea em associação, provocando maior produção de biomassa (Cantarutti e Boddey, 1998).

A quantidade de N proporcionada anualmente ao solo pela fixação biológica é muito variável entre as diferentes fabaceas utilizadas em consorciação com poaceas no sistema e entre as diferentes condições de solo e climáticas (Kemp *et al.*, 1999). Puckridge e French (1982) relatam quantidades que variam entre 34 kg a 80 kg.ha.ano⁻¹ para a alfafa (*Medicago spp*) e de 39 kg a 81 kg para o trevo subterrâneo (*Trifolium subterraneum* L.), sendo que, em geral, e dependendo do tipo de solo, a contribuição do trevo é maior que da alfafa. Por outro lado, em solos com níveis diferentes de aplicação de fósforo, Peoples *et al.* (1998) citam quantidades variando entre 5 kg a 238 kg.ha⁻¹ para o trevo subterrâneo e entre 47 kg a 167 kg para a alfafa.

Entre as fabaceas forrageiras, o trevo branco (*Trifolium repens* L.) é que tem sido mais difundido em razão da sua grande capacidade de associação com o azevém e a aveia e de perpetuação nas áreas de pastagens. Para o trevo branco, Ledgard (1991) cita um valor de 269 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ para várias cultivares associadas ao azevém perene (*Lolium perenne* L.). Boller e Nösberger (1987) observaram valores entre 21 kg e 227 kg.ha⁻¹ no primeiro ano para o trevo branco associado com azevém e entre 165 kg e 373 kg.ha⁻¹ no segundo ano após a implantação da pastagem. Em termos gerais, a taxa anual de fixação para o trevo em consorciação com poaceas se situa entre 100 kg a 300 kg.ha⁻¹ (Caradus, 1990; Peoples *et al.*, 1998; Elgersma *et al.*, 1998; Kemp *et al.*, 1999; e Loiseau *et al.*, 2001), o que representa considerável aporte de N para o sistema. Além do potencial de fixação biológica, o trevo branco melhora o nível de nutrição nitrogenada da poacea associada,

elevando a concentração de N nos seus tecidos, conforme demonstrado por Cruz *et al.* (1991) ao observar que, para uma mesma quantidade de matéria seca produzida pela festuca, o seu conteúdo de N era mais alto quando associada com o trevo branco, tanto sem aplicação de N como com 90 kg de N.ha⁻¹, embora o efeito fosse mais pronunciado na ausência de fertilização nitrogenada.

Entretanto, a quantidade de N fixada pelo trevo está na dependência de uma série de fatores ambientais, de solo e de manejo das pastagens, os quais interferem diretamente no crescimento e manutenção da fabacea na pastagem. Enquanto que em cultivo isolado, Kumar e Goh (2000) observaram uma quantidade de 327 kg.ha⁻¹ para o trevo branco, Boller e Nösberger (1987) citam que, para que haja uma fixação nitrogenada acima de 200 kg.ha⁻¹ é necessário que o trevo, em consórcio com poaceas, apresente proporção superior a 50% do total da matéria seca produzida, proporção esta dificilmente mantida sob pastejo.

Um dos principais fatores que interferem com a fixação biológica do N pelo trevo é a presença de nitrogênio inorgânico no solo, elemento amplamente utilizado na integração lavoura x pecuária. Embora o nitrogênio mineral não se constitua em “um veneno para o trevo”, uma vez que, em monoculturas, o trevo suprido com nitrogênio inorgânico apresenta crescimento significativamente superior ao dependente exclusivamente da fixação biológica (Parsons e Chapman, 2000), sua presença suprime a fixação de N₂ por meio da redução da atividade da nitrogenase, pelo decréscimo da formação de nódulos e, algumas vezes, devido ao aumento da taxa de senescência dos nódulos (Hoglund e Brock, 1987). Porém, quando consorciado com poaceas, a aplicação de N mineral compromete o crescimento e a população do trevo, tanto direta como indiretamente.

Diretamente, o N mineral prejudica o crescimento e a população do trevo por reduzir a densidade dos pontos de crescimento, devido à inibição do desenvolvimento das gemas axilares, à morte das ramificações jovens e à diminuição da proporção de matéria seca alocada para os estolões (Soussana *et al.*, 1995; Fisher e Wilman, 1995; Höglind e Frankow-Lindberg, 1998). Indiretamente, por estimular o crescimento das poaceas, provoca maior competição pela luz, aumentando o custo energético com a maior alongação dos pecíolos devido aos baixos níveis de radiação dentro do dossel de misturas recebendo N (Soussana *et al.*, 1995; Laidlaw e Withers, 1998; Parsons e Chapman, 2000) e, em razão disso, permitir a seleção passiva pelos animais, tornando-o mais suscetível à desfolha (Parsons e Chapman, 2000). Boller e Nösberger (1987) verificaram que a aplicação de 90 kg a 150 kg de N.ha⁻¹ em mistura de azevém anual e trevo branco reduziu em 33% a quantidade de N no trevo oriundo da fixação biológica.

Vários trabalhos demonstram o efeito negativo da aplicação de fertilizantes

nitrogenados para a contribuição do trevo em misturas com poaceas. Todos apresentam quedas significativas na sua população e produção (Boller e Nörberger, 1987; Frame e Boyd, 1987; Cruz *et al.*, 1991; Humphreys, 1997; Schils *et al.*, 1999), sugerindo dificuldade de se manter a população de trevo em pastagens consorciadas e a necessidade de se obter maiores informações sobre o comportamento do trevo em diferentes manejos de aplicação de nitrogênio.

Outro fator que pode concorrer decisivamente para a fixação biológica de N pelo trevo branco é o manejo empregado para o pastejo, embora existam algumas contradições entre os autores. Humphreys (1997) cita que a desfolha estimula a senescência prematura dos nódulos prejudicando a fixação biológica e a produção do trevo. Fisher e Wilman (1995) e Wilman e Fisher (1996) comentam que a combinação de aplicação de nitrogênio com longos intervalos de desfolha pode ser danoso para o trevo branco em misturas, por estimular o crescimento das poaceas e aumentar a competição pela luz. Unkovich *et al.* (1998) relatam que o trevo subterrâneo consorciado com azevém anual apresentou maior fixação biológica de N ($153 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em pastejo intensivo que em pastejo leve ($131 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Sanford *et al.* (1995) trabalhando com a mesma fabacea apontou que, sob pastejo, o trevo excedeu em longa margem a fixação biológica de N ($188 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) do adjacente sem pastejo ($103 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

É importante observar que a contribuição do N do trevo para as culturas subseqüentes pode apresentar-se muito heterogênea. A população do trevo em uma mistura com poaceas apresenta-se de forma localizada em razão da competição pela luz e da deposição de N pela urina (Parsons e Chapman, 2000).

2.2.3 O Papel dos Dejetos Animais

As pastagens, submetidas ao pastejo, formam um ecossistema aberto envolvendo três componentes principais: solo, plantas e animais. As plantas obtêm os nutrientes do solo para o crescimento. Os animais retiram os nutrientes necessários pelo consumo das plantas forrageiras que os contém. Uma parte é retida e outra é excretada na forma de fezes e urina, permitindo a recomposição parcial da fertilidade do solo. De acordo com Kemp *et al.* (1999) de 30% a 90% da pastagem disponível é ingerida pelos animais sendo que, em uma base anual, cerca de 65% a 99% dos nutrientes absorvidos pelas plantas retornam ao solo na forma de liteira, resíduos de raízes e excreta animal.

A presença de animais na pastagem influencia substancialmente os processos de

mineralização/imobilização de N por facilitar a rápida decomposição dos substratos, em razão da deposição de fezes e urina, aumentando a taxa de reciclagem do elemento (Singh *et al.*, 1991 ; Bauer *et al.*, 1987).

De acordo com Archer e Smeins (1991), a deposição de fezes e urina na pastagem pode aumentar a disponibilidade imediata de nutrientes na superfície do solo que as recebem, pela manutenção de um conjunto de nutrientes orgânicos facilmente mineralizáveis, os quais são mais acessíveis às plantas e aos microorganismos. Em razão disso, as possibilidades de perdas de N podem ser elevadas quando o mesmo não é rapidamente aproveitado pelas forrageiras ou incorporado ao total de N orgânico do solo (Baethgen, 1992; Pain, 2000; Scholefield *et al.*, 1991; Loiseau *et al.*, 2001).

O nitrogênio presente na urina é o que apresenta maiores perdas em razão de estar, em sua maioria, na forma mineralizada, enquanto que o N das fezes encontra-se em grande parte na forma orgânica e não está prontamente disponível para as plantas, sendo incorporado no N orgânico do solo e mineralizado ao longo do tempo (Ledgard, 1991). Este autor cita que 70% do N excretado pelos animais se encontra na urina, a qual é localizada em pequenas áreas em concentrações muito altas e, portanto, sujeito a perdas significativas. Kemp *et al.* (1999) comentam que, devido serem as fezes sólidas, a liberação de N envolve a combinação de degradação física e biológica, a qual pode levar algum tempo por depender das características físicas das fezes e das condições ambientais, principalmente umidade e temperatura. Assim, o fluxo anual de N em uma pastagem varia de acordo com a sua presença nas fezes ou urina, sendo que o N das fezes, por ser mais lentamente liberado, pode ser melhor aproveitado pela cultura sucessora à pastagem.

Dando suporte a esta afirmação cita-se o estudo realizado por Decau *et al.* (1997) que, trabalhando com vacas leiteiras, fizeram uma descrição quantificada dos fluxos anuais do N em uma pastagem, apresentando os percentuais de destino para o N oriundo das dejeções (TABELA 1).

TABELA 1 – Distribuição do nitrogênio da urina e das fezes de vacas leiteiras (Decau *et al.*, 1997)

Destino	Fezes (%)	Urina (%)
N orgânico do solo	69	31
Absorção pela planta	9	29
Volatilização	3	16
Desnitrificação	2	2
Lixiviação	17	22

O grande problema do retorno do N através dos dejetos animais é a desuniformidade de distribuição na área pastejada, a qual é influenciada pelo método de pastejo, envolvendo a lotação das pastagens, e pelo comportamento dos animais (Baethgen, 1992; Haynes e Williams, 1993; Kemp *et al.*, 1999). De acordo com Peterson *et al.* (1956), citados por Baethgen (1992), para uma lotação de 2,5 vacas leiteiras.ha⁻¹ seriam necessários 10 anos para cobrir 95% da área com, pelo menos, uma deposição de esterco. Já Kemp *et al.* (1999) relatam que tem sido estimado que, cerca da metade do total de uma área de pastagem, pastejada por gado leiteiro, pode receber urina e/ou fezes durante o período de 1 ano. Esta característica apresentada pelo pastejo pode provocar manchas de concentração de nutrientes na área destinada à cultura de verão, resultando em variações localizadas de produtividade.

Além disso, a concentração de N nas fezes e urina, bem como o volume excretado das mesmas, pode variar com o tipo de animal e idade, com a dieta e com as condições ambientais (Jarvis *et al.*, 1989; Haynes e Williams, 1993; Kemp *et al.*, 1999), promovendo variações na quantidade depositada nos diferentes locais da pastagem. Jarvis *et al.* (1989), trabalhando com novilhos da raça Holandesa, pesando cerca de 200 kg, e consumindo pastagem de azevém recebendo 210 kg e 420 kg de N.ha⁻¹ ou consorciada com trevo branco sem aplicação de N, observaram haver pequena diferença no retorno fecal de N entre os tratamentos, mas grandes diferenças no retorno do N urinário, sendo que foram encontrados na urina 74%, 60% e 56% do N total excretado para os tratamentos de 420 kg, 210 kg de N.ha⁻¹ e consorciação com o trevo, respectivamente. Concluíram que a concentração de N na dieta não alterou significativamente a concentração de N nas fezes, mas alterou significativamente a concentração na urina.

Haynes e Williams (1993) comentam que a excreção fecal de N é relativamente constante, sendo cerca de 0,8 g de N por 100 g de matéria seca consumida, independente do teor de N no alimento. Já a concentração de N na urina é altamente dependente da sua concentração na dieta. Estes autores citam que em ovinos consumindo forragem com mais de 4% de N, 80% é excretado na urina, enquanto que com forragem contendo 0,8% de N apenas 43% é excretado através da urina, em razão da reduzida digestibilidade da mesma por deficiência de N (Van Soest, 1982).

Assim, uma grande quantidade de N adicionado ao solo é transferido pela urina, sendo que, de acordo com Kemp *et al.* (1999), 70% deste está presente na forma de uréia, ou seja, na forma inorgânica e prontamente disponível para a planta. Porém, o nitrogênio que não é rapidamente absorvido pelas plantas é passível de perda por volatilização da amônia, lixiviação do nitrato e por desnitrificação (Scholefield *et al.*, 1991; Jarvis *et al.*, 1989;

Haynes e Williams, 1993; Misselbrook *et al.*, 1996; Luo *et al.*, 2000). Misselbrook *et al.* (1996) e Kemp *et al.* (1999) comentam que até dois terços do N adicionado ao solo pela urina podem ser perdidos pela volatilização da amônia, sendo que os valores mais prováveis situam-se entre 15% e 25%.

Portanto, existe a necessidade do rápido aproveitamento do N disponível para reduzir o percentual de perdas na fase de pastagem sob pastejo, de modo que este N, através do processo de reciclagem, possa estar disponível na época apropriada para a cultura de verão subsequente. Porém, de acordo com Baethgen (1992) e Haynes e Williams (1993), as áreas onde a urina é depositada recebem uma carga de uréia que pode representar de 300 kg a 600 kg.ha⁻¹, sendo que as plantas correspondentes não podem utilizar imediatamente doses tão elevadas de N, provocando altas perdas, o que está de acordo com Thomas *et al.* (1990) que comentam que a quantidade de N nos locais de deposição de fezes e urina excede em muito as necessidades para o crescimento das pastagens. Para que haja um bom aproveitamento do N disponível, é necessário que as pastagens sejam devidamente manejadas. Para isto, busca-se manter uma área foliar residual mínima, que permita a manutenção da taxa fotossintética, produzindo a energia necessária para a utilização deste nitrogênio dando, como consequência, alta taxa de crescimento (Richards, 1993; Lemaire, 1999), de modo a permitir rápida reciclagem de N entre solo, plantas e animais, de maneira que o N possa ser reutilizado muitas vezes durante a estação de crescimento, reduzindo as perdas e mantendo-o disponível para a cultura seguinte (Floate, 1981).

Em pastagens consorciadas, a carga excessiva de nitrogênio em uma área restrita pode acarretar sérios prejuízos ao crescimento das fabáceas, em particular do trevo branco. Os efeitos das excreções sobre o trevo são mais pronunciados devido à urina do que devido às fezes. A urina fornece uma grande quantidade de N solúvel que é rapidamente convertido a amônio e nitratos, os quais inibem a fixação biológica de N₂ nos locais com alta concentração da mesma (Carran *et al.*, 1982; Ledgard *et al.*, 1982; Marriott *et al.*, 1987). O decréscimo inicial na fixação de N₂ é devido a absorção do amônio e do nitrato pelo trevo (Ledgard *et al.*, 1982) mas, a longo prazo, a urina também causa a morte dos nódulos e ramificações jovens e reduz o comprimento e peso dos estolões (Marriott *et al.*, 1987; Fisher e Wilman, 1995; Soussana *et al.*, 1995). Além disso, a alta concentração de N inorgânico estimula o crescimento das poáceas, favorecendo as mesmas na competição pela luz e nutrientes, provocando redução na população do trevo (Parsons e Chapman, 2000). No caso das fezes, particularmente de bovinos, em razão da forma física e do grande volume, ocorre o afogamento tanto das poáceas como do trevo nos locais de deposição, reduzindo o

crescimento, ou mesmo matando as forragens, mas esta redução é compensada pelo maior crescimento das mesmas nas áreas adjacentes (Weeda, 1977; Matches, 1992).

2.3 A TRANSFERÊNCIA DE NITROGÊNIO NO SISTEMA

A transferência de N no sistema de rotação lavoura x pecuária se dá tanto dentro da pastagem, ocasionada pela transferência da fabacea para a poacea, como entre a pastagem e a cultura subsequente através da reciclagem do N residual da adubação, da fixação biológica e da deposição dos dejetos animais, além do N contido na palha e resíduos vegetais.

2.3.1 Transferência do N das Fabaceas para as Poaceas na Pastagem

As fabaceas forrageiras, devido sua capacidade de fixação biológica do N atmosférico, se constituem em importante fonte de N para as poaceas associadas, principalmente em misturas que recebem baixa aplicação de fertilizantes nitrogenados. Quando o fertilizante nitrogenado não é aplicado, a mistura poacea-trevo apresenta maior produtividade total de matéria seca do que a poacea cultivada isoladamente, e esta, quando associada com o trevo, produz maior quantidade de biomassa aérea que quando solteira. Este aumento no crescimento de poaceas em misturas é atribuído à transferência do N fixado pelo trevo para as mesmas (Whitehead, 1995).

Em misturas poacea-trevo ocorre um ciclo de maior proporção de trevo em uma época e maior proporção de poacea em outra, em razão da movimentação do N fixado biologicamente dentro da mistura (Parsons e Chapman, 2000), dada pelos dejetos animais, pela liteira e pela senescência de raízes e nódulos (Boller e Nösberger, 1987; Ledgard, 1991; Cantarutti e Boddey, 1998). Quando é semeada uma mistura poacea-trevo em solo de baixa fertilidade, e nutrientes outros que não o N são adicionados, inicialmente o trevo torna-se dominante e, aos poucos, o N passa a ser transferido para as poaceas. Depois de alguns meses ocorre o aumento na quantidade de N transferido, o que resulta em maior crescimento da poacea. Como consequência, esta passa a competir com o trevo, provocando uma menor proporção deste na mistura e ocasionando menor fixação biológica de N. O crescimento contínuo da poacea aumenta a imobilização do N, reduzindo seu teor disponível no solo, o que prejudica a continuidade do seu crescimento, permitindo que o

trevo volte a crescer novamente, constituindo-se num ciclo de proporções variadas de poacea-trevo ao longo do tempo (Parsons e Chapman, 2000; Loiseau *et al.*, 2001).

A proporção de N₂ fixado pelas fabáceas que é transferido para a poacea é variável, podendo apresentar valores que vão de zero até 75%, dependendo parcialmente do intervalo de tempo transcorrido desde a semeadura e parcialmente devido ao manejo com animais. Segundo Cantarutti e Boddey (1998), cerca de 1% a 50% do N acumulado na poacea origina-se da fixação biológica pela fabacea, o que representa de 3% a 49% do N₂ fixado, estimando-se que, em média, 30% do N contido na biomassa da poacea seja derivado da fabacea associada. Já o N transferido do trevo pode ser responsável por grande parte do N contido nas poaceas, podendo atingir até 80% (Broadbent *et al.*, 1982; Boller e Nösberger, 1987). Esta quantidade variável de N transferido pelo trevo resulta do fato que a alta transferência está correlacionada com a baixa população da poacea na mistura, significando que é necessária uma grande proporção de trevo na mistura para que a transferência tome-se fonte significativa de N para a poacea. Por outro lado, uma grande proporção de trevo pode limitar o uso eficiente deste N pela pequena quantidade de poacea presente na mistura (Boller e Nösberger, 1987).

A transferência de N da fabacea para a poacea se dá de maneira direta e indireta. A transferência direta se dá em curto tempo e a pequenas distâncias através dos produtos nitrogenados excretados pelas raízes, do fluxo de N pelas hifas de micorrizas que interconectam as duas espécies, e pela reabsorção do N volatilizado ou lixiviado da folhagem da fabacea (Ta e Faris, 1987; Viera-Vargas *et al.*, 1995; Cantarutti e Boddey, 1998). Porém, de acordo com Cantarutti e Boddey (1998), esta transferência deve apresentar uma contribuição quantitativamente inexpressiva para a poacea.

A transferência indireta é processada por mecanismos de reciclagem que ocorrem na área subterrânea, através da senescência de raízes e nódulos, e acima do solo, através dos dejetos animais e da liteira (Boller e Nösberger, 1987; Ledgard, 1991; Cantarutti e Boddey, 1998). Ledgard (1991), trabalhando com azevém perene consorciado com trevo branco, sob pastejo, observou que 50% do N contido na poacea foi obtido pela transferência do N fixado pelo trevo branco, o que representou 133 kg.ha⁻¹ em 1 ano, ou seja, a metade do N fixado pela fabacea. Deste total, 70 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ foi atribuído à reciclagem subterrânea do N contido nos nódulos e raízes e 60 kg atribuído à transferência acima do solo pelos dejetos animais. McNeil *et al.* (1998), trabalhando com trevo subterrâneo e serradela (*Ornithopus compressus* L.) como cobertura prévia ao plantio do trigo, verificaram que a transferência de N se deu na ordem de 67% a 69% acima do solo e 31 a 33% abaixo do solo para o trevo, e de 71% a 75% acima do solo e 25% a 29% abaixo do solo para a serradela, porém, nesta

avaliação não havia a presença de animais em pastejo.

2.3.2 Transferência de N para a Cultura Sucessora

A grande contribuição das pastagens no fornecimento de N para as culturas seguintes é a formação de um estoque de matéria orgânica facilmente mineralizável, que é decomposta gradualmente, liberando o N mineral que poderá sustentar parcial ou totalmente a produtividade das culturas posteriores (Angus *et al.*, 1998; Puckridge e French, 1983). Além disso, também pode se atribuir maior persistência de N-mineral aos processos de lixiviação que levam o nitrato do solo, produzido e mineralizado durante a fase de pastejo, para maiores profundidades que são inacessíveis à pastagem, mas que podem ser exploradas pelas raízes da cultura cultivada posteriormente (Assmann, 2001).

No sistema de integração lavoura x pecuária, a transferência de nitrogênio para a cultura sucessora de verão é altamente influenciada pela prática do pastejo com animais, afetando a reciclagem e as perdas do N, diferentemente do que acontece em áreas de cobertura sem a presença de animais. De acordo com as características fisiológicas das poaceas, no processo de aparecimento, expansão e senescência das folhas, ocorre alta remobilização do N das folhas senescentes para as folhas em expansão, sendo que 75% a 80% deste N é remobilizado para as folhas mais jovens (Lemaire e Chapman, 1996). Esta particularidade promove grande imobilização do N na rotação pastagem x cultura de verão sem a presença animal, pois a quantidade de N nas folhas senescentes que caem no solo durante o cultivo é baixa, dando alta relação C:N, prejudicando o processo de mineralização. Quanto às folhas mais jovens, as quais retêm a maior concentração do elemento, ao serem dessecadas antes do plantio, talvez não sejam decompostas em tempo hábil para permitir rápida mineralização e fornecimento do N para a cultura sucessora.

De acordo com Fraser *et al.* (1994), a presença de animais em pastejo pode alterar os benefícios dados pela área de cobertura produzindo a remoção do N pelos produtos animais e aumentando as perdas de N. Entretanto, contradizendo a afirmação anterior, vários autores citam que as áreas com pastejo, comparativamente às não pastejadas, apresentam maior quantidade de nitrogênio total e mineral no solo, bem como maior taxa de mineralização do N orgânico durante a fase de cultura sucessora, o que favorece melhor utilização do nutriente pelas mesmas (Heenan e Chan, 1992; Webb e Sylvester-Bradley, 1994; Angus *et al.*, 1998; Heenan *et al.*, 1998; Unkovich *et al.*, 1998).

Esta transferência de N da pastagem para a cultura sucessora ocorre tanto do N

aplicado com fertilizantes, principalmente em pastagens exclusivas de poaceas, onde a sua aplicação pode ser elevada (Webb e Sylvester-Bradley, 1994; Armstrong *et al.*, 1998), quanto do N oriundo da fixação biológica em pastagens consorciadas de poaceas e fabáceas sem ou com baixa aplicação de fertilizantes nitrogenados (McNeil *et al.*, 1998; Heenan *et al.*, 1998; Unkovich *et al.*, 1998).

Heenan *et al.* (1998) não observaram diferenças na produtividade de trigo após o plantio sobre uma área onde existia trevo subterrâneo com ou sem pastejo, porém o pastejo proporcionou maior conteúdo de N total no solo, maior recuperação do N pela planta e maior teor de proteína no grão. Angus *et al.* (1998), cultivando o trigo em área previamente pastejada por dois anos, observaram que os teores de N-mineral do solo foram praticamente três vezes superiores aos obtidos nos outros locais estudados e que anteriormente não tinham sido pastejados. Entretanto, foram constatadas as mesmas taxas de mineralização durante o cultivo de trigo, tanto nas áreas pastejadas quanto nas áreas não pastejadas. Por outro lado, Heenan e Chan (1992) observaram que áreas pastejadas anteriormente por ovinos apresentaram taxas de mineralização durante o cultivo do trigo duas vezes superiores àquelas não pastejadas. Esta maior taxa de mineralização durante os cultivos, em áreas pós-pastejadas, deve-se à alta taxa de mineralização e à alta reciclagem das formas lábeis de N que ocorrem durante a fase de pastejo (Thompson e Fillery, 1997).

Corroborando com as observações anteriores, Unkovich *et al.* (1998), avaliando uma área pastejada durante 3 anos, composta principalmente pela associação azevém perene e trevo subterrâneo, a qual foi posteriormente cultivada com aveia, triticale e canola, observaram que as parcelas intensivamente pastejadas com ovinos apresentaram maior disponibilidade de N-mineral no solo para as culturas subseqüentes, resultando em aumento da quantidade de N absorvida pelas culturas e, eventualmente, em maior teor de proteína nos grãos em relação às parcelas que receberam leve intensidade de pastejo. Os autores argumentam que o pastejo intensivo em pastagens consorciadas, com alta carga animal, antes do cultivo de culturas agrícolas, pode ser útil para proporcionar melhor nutrição nitrogenada e resultar em maior produtividade de culturas de poaceas, cultivadas em sistemas de integração lavoura x pecuária.

No que diz respeito à reciclagem do N aplicado nas pastagens via fertilizantes, o residual que pode permanecer disponível para a cultura seguinte depende daquela ser ou não pastejada. Webb e Sylvester-Bradley (1994) avaliando a contribuição da aplicação de doses de 100 kg, 250 kg, 450 kg e 750 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹ na pastagem, a qual foi utilizada com bovinos durante 4 anos, sobre a produtividade do trigo cultivado na seqüência, após aração da área, observaram que nos cultivos sem adubação nitrogenada a produção de

grãos aumentou com o aumento das doses de N na pastagem. Os autores verificaram que a produtividade da cultura do trigo com a aplicação de 750 kg.ha^{-1} de N na pastagem, porém, sem aplicação de N na cultura, foram superiores a todos os níveis de adubação nitrogenada aplicados na cultura, seguintes ao uso de $100 \text{ kg de N.ha}^{-1}$ na pastagem. Concluíram que a quantidade ótima de aplicação de N para a cultura do trigo foi de 188 kg, 147 kg, 87 kg e $0 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ quando a pastagem recebeu respectivamente 100 kg, 250 kg, 450 kg e $750 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. Resultados semelhantes foram observados por Assmann (2001), onde plantas de milho cultivadas em áreas pastejadas, que receberam $300 \text{ kg de N.ha}^{-1}$ através de uréia, não responderam à aplicação de adubação nitrogenada de verão, comprovando desta forma o efeito residual da adubação nitrogenada de inverno.

Por outro lado, na ausência de pastejo, o N aplicado por fertilizantes na pastagem pode apresentar menores taxas residuais para as culturas sucessoras, devido a imobilização deste N na forragem e na matéria orgânica do solo, principalmente quando a cultura seguinte é semeada em plantio direto, em razão da maior relação C:N observada quando a pastagem é formada exclusivamente por poaceas. A alta relação C:N permite o desenvolvimento de grande biomassa microbiana altamente ativa no solo, que compete com as plantas pelo N, reduzindo os níveis de N inorgânico disponível para as mesmas (Robertson *et al.*, 1994). Diante desta exposição, Vyn *et al.* (2000) comentam que, se o objetivo de incluir coberturas vegetais nas rotações for o de aumentar a disponibilidade de N para a cultura de poacea seguinte, a utilização de coberturas de cereais ou pastagens de poaceas tropicais não é apropriada para este propósito. Neste particular as espécies forrageiras com maior teor de N na matéria seca, apresentando menor relação C:N, permitem uma rápida mineralização do N, o qual poderá ser melhor utilizado pela cultura sucessora (Robertson *et al.*, 1994), como é o caso das poaceas de inverno e das fabáceas.

Armstrong *et al.* (1998), verificaram que mais de 83% do N^{15} aplicado via fertilizante foi recuperado na fração de N-mineral do solo 35 dias depois que o fertilizante foi adicionado em áreas não pastejadas de sorgo e, até 56 dias após a aplicação, ainda observavam-se 45,5 % do N oriundo do fertilizante nesta mesma fração. Porém, a recuperação de N dos resíduos pela cultura do trigo foi de apenas 7% no primeiro cultivo, aumentando para 12% a 23% para os 4 cultivos sucessivos. Foi observado que a recuperação do N originário do fertilizante aplicado na cultura foi maior (35%) do que o originário do resíduo (menos de 5%), em razão da imobilização do N durante a decomposição dos resíduos e a incorporação do C na matéria orgânica do solo.

Em pastagens consorciadas, o resíduo das fabáceas contribui com pequena parcela do N disponível para a cultura subsequente, comparativamente a contribuição dada pelo uso

de fertilizantes nitrogenados. Em geral, as fabáceas respondem por 4% (Xu *et al.*, 1993) a 25% (Ladd e Amato, 1986 ; Harris e Hesterman, 1990) do N total dos resíduos disponíveis para o primeiro cultivo após a fase de pastejo, enquanto que a contribuição dos fertilizantes representa 40 a 50% (Ta e Faris, 1990 ; Harris *et al.*, 1994). Esta ampla variação se deve às diferentes proporções de fabáceas na pastagem. Entretanto, apesar da baixa e variável contribuição das fabáceas, e de que a contribuição de N de ambas as fontes declinem significativamente no segundo cultivo (abaixo de 5% da quantidade de N adicionada), as fabáceas geralmente suprem mais N do que os fertilizantes no segundo e subseqüentes cultivos (Armstrong *et al.*, 1998).

Nota-se, com base nas referências anteriores, que o pastejo e o uso de fabáceas realmente contribuíram para a melhor reciclagem do N no sistema, promovendo sua melhor utilização pela cultura subseqüente e resultando em economia de aplicação de fertilizantes nitrogenados. Porém, a maioria dos trabalhos consultados tratam de um processo de reciclagem de longo prazo, onde a cultura é implantada após longo período de utilização da área com pastagens sob pastejo sendo, em geral, o preparo do solo para o plantio da cultura realizado com aração. Até o presente momento, poucos são os trabalhos que se reportam ao efeito da aplicação de N na pastagem, do pastejo e das fabáceas sobre a resposta da cultura subseqüente em escala temporal de curto prazo, ou seja, em estações diferentes dentro do mesmo ano, e em sistema de plantio direto da cultura.

Vyn *et al.* (2000), avaliando a contribuição em curto prazo da cobertura de aveia ou trevo vermelho sem pastejo, implantada após colheita do trigo, para o fornecimento de N para a cultura do milho seguinte, em sistema de plantio direto ou convencional, observaram que a resposta em produção de grãos à aplicação de N na cultura foi menor para o trevo do que para a aveia, demonstrando a boa contribuição do N residual da fabácea. Entretanto, não verificaram diferenças significativas quanto ao sistema de plantio do milho.

Para a região sul do Brasil, vários trabalhos foram conduzidos com diferentes rotações de culturas no sentido de avaliar-se a contribuição do N de resíduos de culturas de inverno, consorciadas ou não, sobre a produtividade das culturas de verão implantadas em sistema de plantio direto, sem a presença de animais (Pötter e Roman, 1994; Santos e Pereira, 1994; Yamada, 1996; Debarba e Amado, 1997; Pötter, 2000), e outros foram conduzidos avaliando-se, também, o efeito do pastejo controlado (Uhde *et al.*, 1996; Fontanelli *et al.*, 1998; Santos *et al.*, 2000). Porém, nestes trabalhos não foram estudadas as contribuições de doses de nitrogênio e nem da presença de trevo branco nas pastagens de inverno para as culturas sucessoras de verão, bem como não foram estudados em detalhes a produção animal e o efeito do pastejo contínuo de longo prazo sobre a produtividade das

mesmas.

Yamada (1996), avaliando o efeito da aplicação de 90 kg de N.ha⁻¹ sobre a produtividade de milho plantado após a cultura de cobertura com aveia sem pastejo, observou não haver diferenças quanto ao rendimento de grãos entre a aplicação de N no pré-plantio, na dessecação da aveia, e em cobertura pós-plantio no estágio V6, demonstrando que a adubação nitrogenada de cobertura pode ser dispensada. Porém, Pötter (2000), argumenta que em épocas de elevada precipitação esta não deve deixar de ser utilizada. Nos trabalhos dos autores acima mencionados não foi utilizada a adubação nitrogenada para a cultura de cobertura, o que foi testado por Assmann (2001), que observou aumentos lineares na produtividade do milho com as doses crescentes de N aplicadas na pastagem.

Quanto à contribuição das fabáceas, sem pastejo, para o fornecimento de N para a cultura sucessora, Santos e Pereira (1994) concluíram que a ervilhaca (*Vicia sativa*), comparativamente ao tremoço (*Lupinus sp.*), foi a espécie com maior potencial como cultura alternativa para o trigo no inverno em sistemas de rotação ou sucessão para o milho. Confirmando esses resultados, Debarba e Amado (1997) observaram que com a utilização da ervilhaca associada com a aveia foi possível reduzir pela metade a adubação nitrogenada do milho em comparação à cultura isolada da aveia.

Considerando a presença de pastejo, Uhde *et al.* (1996) testando diferentes métodos de preparo do solo para o cultivo de milho, seguindo uma pastagem de aveia e trevo subterrâneo submetida a dois pastejos com duração de 20 horas cada, com carga animal de 15.000 kg de peso vivo.ha⁻¹ no primeiro pastejo e 16.200 kg no segundo, não observaram diferenças significativas entre os sistemas de preparo de solo e entre a presença ou ausência de pastejo quanto à produtividade do milho. O rendimento de grãos foi de 5.011 kg.ha⁻¹ para a área pastejada e de 4.436 kg para a área não pastejada. Fontanelli, *et al.* (1998) avaliaram 4 diferentes sistemas de rotação de culturas, durante 6 anos, envolvendo trigo e pastagem anual de inverno composta de aveia isolada ou consorciada com ervilhaca ou trevo vesiculoso. Os autores observaram que a presença de animais no inverno, durante 2 anos consecutivos, produziu melhor rendimento em grãos para o trigo cultivado posteriormente, sendo esta uma alternativa positiva para rotacionar com o trigo, havendo complementação e não competição entre as atividades envolvidas.

Assmann (2001), avaliando a produtividade do milho cultivado em seqüência a uma pastagem de aveia + azevém + trevo branco, com doses de zero, 100 kg, 200 kg e 300 kg de N.ha⁻¹, utilizada com pastejo contínuo ou não pastejada, concluiu que a presença de trevo não influenciou o rendimento de grãos e que as áreas pastejadas, que receberam

adubação nitrogenada no inverno, apresentaram uma tendência em exibir maiores produtividades que as áreas não pastejadas. Estas conclusões evidenciam o efeito positivo do pastejo sobre a transferência de N da pastagem para a cultura sucessora.

2.4 PASTAGEM DE INVERNO E PRODUÇÃO ANIMAL

As pastagens se constituem na principal fonte alimentar para os ruminantes, sendo que representam a forma mais econômica de produção de carne bovina. No Brasil, a produção de carne bovina está centrada na utilização de espécies forrageiras de verão, as quais apresentam produção estacional, dadas suas características fisiológicas e condições climáticas imperantes. Em razão disso, entre os meses de outubro a abril, a disponibilidade de forragem é alta, permitindo ganho de peso pelos animais. Por outro lado, de maio a setembro, período de outono e inverno, ocorre paralisação do crescimento das mesmas, sendo que tanto a disponibilidade quanto o valor nutritivo ficam aquém das necessidades dos animais, provocando perda de peso. Esta situação contribui para os baixos índices de produtividade da pecuária de corte brasileira, uma vez que, segundo Barreto *et al.* (1986), em função da baixa disponibilidade e qualidade das pastagens de verão, durante o período de outono e inverno, os animais chegam a perder até 50% do peso ganho no período de primavera e verão.

Nas condições da região sul do Brasil, face às condições climáticas de outono e inverno, uma das melhores alternativas para solucionar o problema do baixo desempenho animal neste período crítico é a utilização de espécies forrageiras de clima temperado, envolvendo cultivos isolados ou associados de poaceas como a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) ou aveia branca (*Avena sativa* Schreb) e azevém anual, bem como as misturas destas duas espécies com fabáceas como o trevo branco, trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi), comichão (*Lotus corniculatus* L.) e outras (Quadros e Maraschin, 1987; Coelho Filho e Quadros, 1995; Moraes *et al.*, 1995; Lupatini *et al.*, 1998; Canto *et al.*, 1998; Restle *et al.*, 1999; Roso *et al.*, 1999 e Restle *et al.*, 2000). Estas espécies, além de cumprir importante papel na atividade pecuária, resultando em altos ganhos de peso no período crítico, contribuem para dar sustentabilidade ao sistema de rotação com culturas de verão, promovendo a racionalização da utilização de fertilizantes nitrogenados pela reciclagem do N.

De um modo geral, como forma de se obter maior produtividade animal no período de outono/inverno, são utilizadas misturas de espécies forrageiras de estação fria,

envolvendo-se poaceas e fabaceas, onde se busca combinar os picos de produção de matéria seca apresentados pelas diferentes espécies em diferentes épocas, de maneira a aumentar a produção total da pastagem e o período de utilização da mesma pelos animais. Entretanto, os ganhos de peso individuais de bovinos, bem como os ganhos por unidade de área, em pastagens de inverno apresentados por diferentes autores são extremamente variáveis (Quadros e Maraschin, 1987; Moraes, 1991; Restle *et al.*, 1993; Coelho Filho e Quadros, 1995; Restle *et al.*, 1999; Restle *et al.*, 2000), demonstrando haver variabilidade quanto à produtividade e qualidade das mesmas, duração do período de pastejo e pressão de pastejo empregada (TABELA 2).

TABELA 2 - Ganho de peso diário, ganho por hectare e carga animal para diferentes pastagens de inverno observados por alguns autores nas condições do sul do Brasil

Tipo de Pastagem	Ganho de peso kg.dia ⁻¹	Ganho de peso kg.ha ⁻¹	Carga animal kg MS. 100 kg PV ⁻¹	Autor
Aveia+azevém+trevo vesiculoso	0,700	495		Quadros e Maraschin (1987)
Azevém+trevo branco+cornichão	1,018	531	6,0	
Azevém+trevo vesiculoso	0,880	602		
Azevém + trevo branco	0,740 0,500 0,130	652 478 231	10,5 7,0 3,5	Moraes (1991)
Aveia+azevém	0,714	309	10	Coelho Filho e Quadros (1995)
Aveia+azevém+ervilhaca	0,558	286		
Aveia+azevém (0,0 kg N.ha ⁻¹)	0,940	335		Restle <i>et al.</i> , (1993)
Aveia+azevém (150 kg N.ha ⁻¹)	0,970	641	10	
Aveia+azevém (300 kg N.ha ⁻¹)	1,040	865		
Triticale+azevém	0,651	650		Restle <i>et al.</i> , (1999)
Aveia+azevém	0,592	568	10	
Triticale+aveia+azevém	0,567	592		
Aveia+azevém	0,579	428	10	Restle <i>et al.</i> , (2000)
Aveia+azevém	1,180	536	10	Lustosa (1998)
Azevém (0 kg N.ha ⁻¹) +	0,490	296	-	Johnson e Morrison (1997)
trevo branco (50 kg N.ha ⁻¹)	1,100	402		
Azevém + trevo branco (280 kg N.ha ⁻¹)	0,920	891	-	Laws <i>et al.</i> , (2000)

O ganho de peso é determinado pelo consumo de matéria seca associado com sua

composição química e digestibilidade (Maraschin, 1986 ; Blaser, 1990), sendo que o consumo e a digestibilidade estão positivamente correlacionados (Mott e Moore, 1985, Van Soest, 1982) e ambos apresentam alta correlação com o ganho de peso animal (Euclides, 1994). Porém, além do tipo de dieta, o consumo de matéria seca também é influenciado pelo peso do animal, pela idade, pelo estado fisiológico e pela capacidade genética de produção (NRC, 1996). Além disso, o aspecto mais importante a ser considerado no pastejo é que o consumo de matéria seca é altamente influenciado pelas características da pastagem como altura, densidade, qualidade e proporção de forrageiras as quais, associadas com o comportamento ingestivo dos animais, determinam uma importante relação de causa-efeito (Parsons *et al.*, 1994; Carvalho, 1997; Rook, 2000).

Tanto a produtividade como a qualidade das pastagens de inverno, e o conseqüente desempenho animal, estão na dependência de vários fatores inerentes ao solo, à planta, aos animais, ao manejo da pastagem, à adubação e às condições meteorológicas. Porém, os fatores que mais concorrem para este aspecto encontram-se nas interações entre a desfolha, as características morfogênicas e fenológicas das plantas e a utilização de nutrientes, em especial o N (Parsons *et al.*, 1988; Lemaire e Chapman, 1996; Parsons e Chapman, 2000).

2.4.1 Desfolha, Fluxo do Carbono e Nitrogênio na Pastagem

A freqüência e a intensidade da desfolha influencia a resposta das plantas forrageiras ao pastejo, de modo que os animais podem provocar substanciais alterações na velocidade de rebrota, na persistência, na produtividade e na composição botânica das pastagens (Matches, 1992). Devido a estas alterações como resposta ao pastejo, o desempenho dos animais na pastagem pode ficar comprometido na medida em que sua produtividade seja reduzida. Na exploração animal em pastagens vive-se um dilema de manejo pois, se os animais devem consumir a forragem, em particular as folhas, para o seu crescimento e produção, as plantas devem mantê-las para não interromper o processo fotossintético. A essência do manejo do pastejo consiste em conciliar uma intensidade de desfolha que permita o máximo desempenho animal, mantendo-se uma área foliar adequada para o máximo crescimento da planta durante a estação de pastejo.

As plantas forrageiras apresentam mecanismos de tolerância ao pastejo, promovidos pelas suas características morfológicas e fisiológicas, os quais provocam aumento na taxa de crescimento após a desfolha (Briske, 1996), permitindo a sua sobrevivência frente a

sucessivos ataques. Estas características morfológicas e fisiológicas são influenciadas tanto pela intensidade e frequência de desfolha como pelo estado de nutrição nitrogenada da planta (Briske e Richards, 1995; Lemaire e Chapman, 1996).

A intensidade e frequência de desfolha reduzem a relação fonte:demanda na planta, aumentando a alocação de carbono para a parte aérea, de modo a garantir o desenvolvimento das folhas jovens e reduzindo-a para os estolões e/ou raízes (Frankow-Lindberg, 1997). O fluxo de carbono na planta e na pastagem depende da concentração de N nas plantas, pois a atividade fotossintética está diretamente relacionada com o conteúdo de N nas folhas (Gastal *et al.*, 1992; Lemaire e Chapman 1996). As desfolhas sucessivas causam redução no crescimento das raízes e diminuição na sua massa, pois ocorre a remobilização do C e N para a parte aérea para recompor o aparelho fotossintético (Frankow-Lindberg, 1997; Lemaire e Chapman 1996), afetando a absorção de nutrientes (Briske e Richards, 1995; Thornton e Millard 1997). Entretanto, a redução na absorção de N pelas raízes está na dependência do estado de nutrição nitrogenada da planta.

Thornton e Millard (1997) comentam que a absorção de N é reduzida pela desfolha quando as plantas, bem supridas com N, apresentam boas reservas nos tecidos e raízes. A remobilização de N das reservas aumenta o "pool" de aminoácidos na raiz, os quais inibem a absorção do nitrato (Lee *et al.*, 1992; Imsande e Touraine, 1994). Mas, quando as reservas são baixas, a absorção é inalterada ou pode até aumentar, conforme foi observado para o azevém perene, em que desfolhas sucessivas reduziram a massa das raízes mas aumentaram a absorção de NO_3 por grama de raiz (Thornton e Millard, 1997). Contudo, embora tenha aumentado a absorção de N por g de raiz, as desfolhas sucessivas reduziram a capacidade de remobilização do N e provocaram menor taxa de crescimento das novas folhas. Neste mesmo sentido, Briske e Richards (1995) comentam que tem sido documentado aumento na absorção de NO_3 , num período de 8 horas após a desfolha, pelo azevém perene cultivado em baixa fertilidade quando comparado com o cultivado sem restrições de nutrientes. Os autores argumentam que a alocação de carbono para as raízes pode ter continuado após a desfolha em virtude de que, em condições limitadas de nutrientes, as raízes aumentam a força de demanda.

Em condições nitrogenadas não limitantes para as plantas, e sendo estas não pastejadas, ocorre a remobilização do N das folhas senescentes para as mais jovens. Cerca de 75% a 80% do N das folhas verdes é remobilizado durante a senescência (Lemaire e Chapman 1996), e esta remobilização pode suprir de 40% a 51% das necessidades de N das folhas jovens (Thornton e Millard 1997), o que provoca uma menor necessidade de absorção de N para a produção de uma nova folha na medida em que a planta avança em

idade.

Porém, em pastejos sucessivos, as folhas novas localizadas na camada superior da pastagem têm maior probabilidade de serem consumidas e, conseqüentemente, uma maior proporção do N requerido para a produção de uma nova folha deve ser provida pela sua absorção do solo pelas raízes. O mesmo acontece em misturas de poaceas e fabaceas, visto que as desfolhas severas também reduzem a fixação biológica do N^2 , promovendo a senescência prematura dos nódulos, a redução do tamanho dos nódulos e o retardamento do início da nodulação (Humphreys, 1997). Isto demonstra que a pastagem depende muito mais da disponibilidade de N no solo quando pastejada mais severamente (Lemaire e Chapman 1996). Assim, a desfolha severa provoca importante diminuição no suprimento de N para as plantas, sendo que a recuperação da área foliar para o restabelecimento deste suprimento deve ocorrer às expensas da remobilização das reservas das raízes e hastes.

De acordo com Lemaire e Chapman (1996), o suprimento de N tanto pela absorção do nitrato como pela fixação do N^2 , é alterado entre alto e baixo, dependendo do estágio da rebrota, em pastagens desfolhadas severa e intermitentemente. Por outro lado, sob pastejo contínuo, o suprimento de N é mais uniforme e é determinado pelo índice de área folhar (IAF) médio da pastagem.

Em ambas as formas de pastejo, para maximizar-se o consumo animal pelo aumento de utilização da forragem produzida, deve-se levar em consideração o adequado manejo do N, tanto via fertilizantes como em fixação biológica, para garantir o aporte necessário para um máximo crescimento da pastagem.

2.4.2 Efeito da Fertilização Nitrogenada e da Desfolha na Pastagem de Inverno

Com exceção da deficiência de água, o nitrogênio é o principal elemento limitante para a produção de biomassa, sendo essencial para o crescimento das plantas e, portanto, exigido em grandes quantidades, de conformidade com sua concentração nos tecidos vegetais (Lupatini *et al.*, 1998; Lemaire e Gastal, 1997). Por esta razão, é o nutriente que mais tem sido estudado quanto a sua forma de utilização na produção de pastagens de clima temperado, quer pela adição por fertilizantes como pela fixação biológica pelo uso de fabaceas, tanto no Brasil como nos demais países.

A prática da fertilização nitrogenada nas pastagens de inverno é importante para suprir o N necessário para que as plantas forrageiras expressem o máximo potencial de crescimento, dado pela energia interceptada pelo dossel. Nos países de clima temperado é

comum a aplicação de grandes quantidades de N nas pastagens com o objetivo de alcançar máxima produção de forragens sendo que, muitas vezes, essa aplicação é muito superior ao mínimo exigido pelas plantas para o seu crescimento potencial (Lemaire e Gastal, 1997), promovendo elevadas perdas e contaminando o meio ambiente (Jarvis *et al.*, 1989; Haynes e Williams, 1993; Loiseau, *et al.*, 2000) e, além disso, prejudicando o crescimento das fabáceas nas consorciações (Curl, *et al.*, 1985; Barthram *et al.*, 1992; Soussana *et al.*, 1995; Parsons e Chapman, 2000). Tal situação não é comum em nossas condições embora, com a adoção da integração lavoura x pecuária, haja tendência de maior utilização de fertilizantes nitrogenados, pela qual espera-se adequada transferência de N para a cultura sucessora.

A produção de biomassa em uma comunidade de plantas é determinada pelo acúmulo de carbono, principal constituinte dos tecidos vegetais, através do processo fotossintético, cuja taxa é influenciada pelo teor de N nos tecidos da folha (Gastal *et al.*, 1992; Lemaire e Chapman, 1996). Além da influência no processo fotossintético, o N interfere com a morfogênese das poaceas influenciando, principalmente, a taxa de expansão folhar e de perfilhamento (Gastal *et al.*, 1992; Lemaire e Gastal, 1997). Considerando-se que há necessidade de alta produção de forragem de qualidade para sustentar alta produção animal, deve-se levar em conta as relações entre o pastejo e a nutrição nitrogenada no crescimento das plantas forrageiras.

Segundo Lemaire e Chapman (1996) as características estruturais de uma pastagem são determinadas pela taxa de aparecimento folhar, pela taxa de expansão da folha e pela duração de vida da folha, as quais determinam a densidade de perfilhos, o tamanho das folhas e o número de folhas por perfilho que, por sua vez, são responsáveis pelo IAF da pastagem. Estas características morfogênicas são influenciadas pelas variáveis ambientais como temperatura e suprimento de água e nutrientes, principalmente o N, assim como são influenciadas pelo pastejo, sendo que a forma como as plantas respondem a essas variações é denominada de plasticidade fenotípica (Lemaire e Chapman, 1996).

De acordo com Mazzanti e Lemaire (1994) a fertilização nitrogenada influencia a estrutura da pastagem, uma vez que ela modifica a densidade dos perfilhos e a distribuição vertical de forragem. A remoção de parte das plantas pelo pastejo determina a qualidade da luz que penetra no dossel, aumentando a relação vermelho/vermelho distante e, portanto, influenciando as características morfofisiológicas das plantas. Estas características promovem o aumento da densidade dos perfilhos e reduzem o tamanho dos perfilhos individuais, o que influencia fortemente a estrutura da pastagem (Deregibus *et al.*, 1983; Lemaire e Chapman, 1996). Porém, Briske (1996) comenta que o pastejo geralmente inibe o

perfilhamento ao longo do tempo porque a remoção de grandes proporções da superfície fotossintética da planta reduz a quantidade de recursos disponíveis para o crescimento dos perfilhos. Esta afirmativa enfatiza a necessidade do adequado manejo do pastejo, associado à apropriada fertilização nitrogenada, de modo que seja mantida uma razoável proporção da superfície fotossintética para evitar a redução excessiva de fotossintatos necessários para o crescimento dos novos perfilhos.

De acordo com o que foi explanado anteriormente, conclui-se que a interação do pastejo com nitrogênio é altamente responsável pelas características da pastagem, uma vez que as plantas pastejadas apresentam maior taxa de perfilhamento que as não pastejadas, e o N promove maior expansão foliar, resultando em maior produção de biomassa (Mazzanti e Lemaire, 1994; Lemaire e Gastal, 1977). Em razão disto, muitos trabalhos foram conduzidos buscando-se avaliar a influência da aplicação de diferentes doses de N sobre a resposta produtiva e frequência de desfolha nas pastagens de inverno e, por sua vez, na produtividade animal sob pastejo.

Wilman e Fisher (1996), comparando o intervalo de cortes de 1; 2; 3 ou 4 semanas em uma mistura de azevém perene e trevo branco, com doses de zero e 66 kg de N.ha⁻¹ aplicadas na primavera, concluíram que o N aumentou o número de perfilhos por m² e a taxa de expansão foliar, e que o aumento no intervalo entre cortes reduziu o número de perfilhos por m² e aumentou a taxa de expansão foliar, evidenciando a influência da desfolha na taxa de perfilhamento. Porém, houve interação entre a aplicação de N e o intervalo entre cortes, onde a resposta ao N foi restringida pelos intervalos entre cortes mais curtos. Neste particular, deve-se ressaltar que a desfolha não foi realizada pelo pastejo com animais, e a forragem cortada foi retirada da pastagem, não havendo a reciclagem do N. Por outro lado, Thornton e Millard (1996) argumentam que o retorno de N pela excreta animal estimula o crescimento do azevém perene, sendo que a aquisição contínua de N pelas poaceas é de grande importância para a sustentabilidade de sistemas com baixa aplicação de insumos.

Como efeito exclusivo do N sobre o consumo e eficiência de utilização da pastagem de festuca, Mazzanti e Lemaire (1994) observaram que o aumento de 40 para 90 kg de N.ha⁻¹ a cada 45 dias resultou na redução do intervalo de desfolhas e num maior consumo de forragem devido a maior taxa de lotação requerida para manter um mesmo IAF.

Por outro lado, Johnson e Morrison (1997), comparando a ausência de fertilização nitrogenada com uma única aplicação de 50 kg de N.ha⁻¹, em mistura de azevém e trevo branco sob pastejo rotacionado, manejada em alturas de 4 e 6 cm, concluíram que o N não afetou o intervalo de pastejo e o ganho de peso individual de novilhos, sendo a altura o fator mais importante. Porém, os ganhos por hectare (410 kg x 288 kg) foram muito superiores

para o tratamento com nitrogênio. Os ganhos individuais não foram alterados em razão da alta contribuição do trevo em ambos tratamentos (45% e 43% para 0 e 50 kg de N.ha⁻¹), o que deve ter conferido alta qualidade na dieta sem o N. No que diz respeito às alturas de pastejo praticadas, os mesmos autores observaram que o intervalo de retorno ao pastejo foi 11,5 dias menor para a altura de 4 cm, enquanto que os ganhos individuais foram 0,49 kg e 1,10 kg por animal.dia⁻¹ e os ganhos por hectare foram 296 e 402 kg, respectivamente para as alturas de 4 e 6 cm. Resultados semelhantes quanto à altura da pastagem, sob pastejo contínuo, foram observados por Wright *et al.* (1996), onde vacas com cria ao pé apresentaram ganhos médios diários de 0,496 kg e 0,841 kg para alturas de 4 a 5 cm e 7 a 8 cm em pastagem de azevém com 250 kg de N.ha⁻¹.

Estes resultados demonstram que, embora o N contribua decisivamente para a produção da pastagem, a oferta de forragem para os animais em pastejo é de fundamental importância na determinação do seu desempenho. Isto é confirmado pelos resultados obtidos por Moraes (1991), onde os ganhos individuais e os ganhos por hectare, em pastagem de azevém e trevo branco, aumentaram com o aumento da oferta de forragem (Tabela 2). Neste mesmo sentido, Chestnutt (1992) observou que a altura de pastejo influenciou positivamente o ganho de peso de cordeiros desmamados, sendo que o efeito foi quadrático.

No que diz respeito às pastagens formadas por misturas de poaceas e fabáceas, o efeito do N sobre a persistência da fabácea tem sido bem estudado (Rangeley; 1988; Cruz *et al.*, 1991; Fisher e Wilman, 1995; Wilman e Fisher, 1996; Laidlaw e Withers, 1998, Parsons e Chapman, 2000), sendo que todos os trabalhos demonstram o efeito supressivo do N para o crescimento e manutenção do trevo na pastagem. Por outro lado, Frame (1987) comenta que, em condições de baixas temperaturas, nas quais o crescimento do trevo é prejudicado, não há nenhuma restrição em aplicar-se doses pequenas de N, até 80 kg.ha⁻¹, para estimular o crescimento das poaceas pois, com a elevação da temperatura, ocorre a recuperação do trevo e não há prejuízo quanto à sua manutenção na pastagem.

Deve-se mencionar que a utilização de trevo branco em pastagens de aveia e azevém, além da sua contribuição na transferência de N para as poaceas, cumpre importante papel na qualidade da pastagem, em razão do seu elevado valor nutritivo e da baixa taxa de senescência (Quadros e Maraschin, 1987; Louault, *et al.*, 1977). Onde o N não é aplicado, a resposta animal em misturas de trevo branco e poaceas tem sido superior a obtida em pastagens exclusivas de poaceas (Quadros e Maraschin, 1987; Vipond *et al.*, 1993).

Comparando-se uma pastagem exclusiva de azevém, recebendo aplicação de

fertilizantes nitrogenados, com uma mistura de azevém e trevo branco não adubada com N, Vipond *et al.*, (1993) concluíram que as misturas com 20% de trevo branco apresentaram produção de cordeiros por hectare semelhante à da pastagem de azevém recebendo de 150 kg a 180 kg de N.ha⁻¹. Orr *et al.* (1990) trabalhando com cordeiros em pastagem de azevém e trevo branco sem aplicação de N, pastejadas em alturas de 3 cm, 6 cm e 9 cm, comparadas com pastagem de azevém recebendo 420 kg de N.ha⁻¹ e pastejada na altura de 6 cm, observaram que os ganhos de peso individuais para a mistura pastejada a 6 cm de altura foram semelhantes aos obtidos para o azevém adubado. Porém, os ganhos por hectare foram inferiores em razão da maior taxa de lotação permitida para o azevém adubado com N.

2.5 A CULTURA DO FEIJOEIRO NO SISTEMA

No sistema de integração lavoura x pecuária busca-se conciliar maior produtividade animal e de grãos possível dentro de um mesmo ano. Entretanto, nesta rotação, nem sempre se pode explorar o máximo potencial de transformação da forragem em carne. Em função da cultura a ser plantada, os animais devem ser retirados da pastagem antecipadamente, reduzindo o período de utilização e o ganho de peso total por unidade de área. Por exemplo, a cultura do milho, cuja época recomendada para o plantio é o início da primavera (setembro/outubro), exige que os animais sejam retirados da pastagem imediatamente antes deste período, onde se expressa a maior contribuição do azevém e do trevo branco perdendo-se, assim, parcialmente a oportunidade de obter-se os altos ganhos de peso proporcionados por estas espécies forrageiras. Assmann (2001) utilizando o milho como cultura subsequente obteve um período de pastejo de apenas 93 dias, compreendidos entre 13 de julho e 14 de outubro de 1999, sendo o plantio de milho realizado em 30 de outubro daquele ano.

O período de ocupação da pastagem poderia ser estendido pela utilização de uma cultura cuja época de semeadura fosse mais tardia ou, também, pela antecipação do plantio da pastagem de inverno. Porém, a maior contribuição do azevém e do trevo branco deveria acontecer entre setembro e novembro.

Desta forma, de conformidade com a necessidade de rotação da cultura de verão e com a aptidão do produtor, assim como, com as oportunidades do mercado, seria interessante a utilização de uma cultura de fabacea, cuja época de plantio possa ser estendida para o final de novembro ou meados de dezembro, de maneira a estender-se o

período de pastejo e se obter maiores produtividades por unidade de área, que seriam proporcionadas pelo azevém e pelo trevo branco. Tais culturas seriam o feijoeiro ou a soja. A soja apresentaria vantagens sobre o milho pela possibilidade do retardamento do plantio, mas ainda é uma cultura de ciclo longo, o que poderia estender a época de plantio da pastagem do ano seguinte. De qualquer forma, pela rotação de culturas de verão dentro do sistema, haveria uma situação em que seria possível obter alta produção animal por unidade de área durante um ou dois anos consecutivos, seguindo-se de produções não tão elevadas quando a cultura implantada fosse o milho.

Por características como época mais tardia de plantio e menor duração do ciclo produtivo que se situa entre 84 a 100 dias (Fonseca Jr. *et al.*, 1998), o feijoeiro é uma cultura que poderia contribuir significativamente para aumentar o período de ocupação da pastagem tanto pelo retardamento da retirada dos animais, como pela possibilidade de antecipação do plantio da pastagem no ano seguinte.

2.5.1 A Cultura do Feijoeiro e Necessidades de Nitrogênio

Apesar de que o feijoeiro possa obter o N através da fixação simbiótica do N_2 , sabe-se que a contribuição da fixação biológica não é suficiente para atender as necessidades da planta quando se esperam altos rendimentos (Ambrosano *et al.*, 1996; Andrade *et al.*, 1998; Coelho *et al.*, 1998; Amane *et al.*, 1999). A eficiência da fixação simbiótica de N_2 pelo feijoeiro é bastante variável, sendo que entre os principais fatores responsáveis por esta variação se encontram a capacidade de competição entre as estirpes de rizóbio inoculadas e as estirpes nativas do solo (Saito e Ruschel, 1980), a especificidade entre a estirpe e a cultivar do feijoeiro utilizada (Araújo e Henson, 1988) e a duração do ciclo de crescimento da cultura (Andreola, 1992).

Um dos aspectos mais importantes é o ciclo de crescimento do feijoeiro. As cultivares comerciais disponíveis são de ciclo curto e, por isso, apresentam período de duração limitada de fixação biológica, havendo queda abrupta após o início da formação de vagens (Andreola, 1992), quando há considerável demanda por N pela planta (Portes, 1988). Neste estágio (R6), ocorre aumento da força de demanda por estes órgãos, reduzindo o suprimento de carboidratos para os nódulos e acelerando a mortalidade dos mesmos, de modo que o aporte de N para a planta passa a ser reduzido (Westermann e Kolar, 1978).

Isto é comprovado pelo trabalho de Ruschel *et al.* (1982), no qual foi observado que do N total da planta 37% para a cultivar Goiano Precoce (de ciclo curto) e 68% para a

cultivar Carioca (de ciclo mais longo) foram derivados da fixação simbiótica. Conseqüentemente, a cultura do feijoeiro ainda depende da utilização de N mineral para a obtenção de altos rendimentos. Desta forma, a quantidade de N recomendada para o cultivo do feijoeiro varia entre 30 e 60 kg.ha⁻¹, sendo 1/3 no plantio e 2/3 em cobertura de 30 a 45 dias após a emergência (Moraes, 1998). Para as condições do estado do Paraná, Parra (1998) recomenda doses entre 12 kg e 20 kg de N.ha⁻¹ no plantio e entre 20 kg a 60 kg.ha⁻¹ em cobertura de 15 a 25 dias após a emergência.

As respostas da cultura do feijoeiro à aplicação de N são bastante variáveis, dependendo do clima, do solo, da condição fitossanitária e, também, da própria fixação biológica (Piaskowski, 1999). Porém, em termos gerais, as respostas em rendimento são sempre positivas à aplicação de N, independente ou não da inoculação. Neste sentido, muitos trabalhos tem sido conduzidos para avaliar-se a resposta da cultura à aplicação do N em doses variando de 30 kg até 120 kg.ha⁻¹ em diferentes condições ambientais (Amane *et al.*, 1994; Ambrosano *et al.*, 1996; Vieira *et al.*, 1996; Calvache *et al.*, 1997; Coelho, *et al.*, 1998; Amane *et al.*, 1999; Ambrosano *et al.*, 1999; Paes *et al.*, 1999; Barbosa Filho e Silva 2000), chegando a doses extremas de 700 kg a 1200 kg.ha⁻¹ (Thies *et al.*, 1995). A grande maioria dos trabalhos apontam respostas positivas à aplicação de nitrogênio para o feijoeiro, sendo que os mesmos utilizaram as doses estudadas de acordo com as recomendações básicas existentes. Deste modo, poucos foram os trabalhos nos quais tenham sido utilizadas doses superiores a 80 kg de N.ha⁻¹. Amane *et al.* (1994) trabalhando com diversas cultivares observou um aumento no rendimento da ordem de 163% para a aplicação de 20 kg.ha⁻¹ de N no plantio e 30 kg em cobertura quando comparada com a ausência de N tanto no plantio como na cobertura. Por outro lado, em trabalho envolvendo doses crescentes de N, Amane *et al.* (1999) observaram que o aumento na produtividade de grãos foi linear para doses de zero, 30 kg, 60 kg e 90 kg de N.ha⁻¹. Já Barbosa Filho e Silva (2000) trabalhando com doses de zero, 30 kg, 60 kg, 90 kg e 120 kg de N.ha⁻¹ em cobertura, observaram que a mais alta produtividade foi obtida na dose de 120 kg, independente do parcelamento ou não da aplicação.

A totalidade dos trabalhos nacionais consultados apresentam doses de no máximo 120 kg de N.ha⁻¹, até a qual foram observadas respostas positivas em termos de rendimento do feijoeiro. Por outro lado, Thies *et al.* (1995) avaliando o modo como o nitrogênio, aplicado semanalmente na forma de uréia, afeta o crescimento, o desenvolvimento e o rendimento da soja e do feijoeiro, chegaram a utilizar doses de até 1200 kg de N.ha⁻¹ dependendo do tempo necessário para o feijoeiro alcançar a maturidade fisiológica. Estes autores observaram que o N estendeu a fase reprodutiva e que o período de enchimento de grãos

para o feijoeiro foi aumentado em cerca de 11 dias. Ainda, os autores observaram que as produtividades foram maiores para os tratamentos que receberam N mineral, comparativamente às plantas inoculadas e sem aplicação de fertilizante nitrogenado. Embora não tenham sido avaliadas doses crescentes de N, pode-se inferir que, em razão do alongamento das fases reprodutivas e de enchimento de grãos, o feijoeiro pode responder a doses superiores a 120 kg.ha^{-1} de N.

Por outro lado, os estudos do efeito de doses de N têm sido conduzidos principalmente em sistemas convencionais de plantio, sendo poucos os trabalhos realizados no sistema de plantio direto (Piaskowski, 1999). Neste particular, o nitrogênio assume importante papel para a cultura tendo em vista que a sua disponibilidade para as plantas depende da magnitude dos processos de mineralização e imobilização que ocorrem no solo, de acordo com a relação C:N da palhada deixada pela cultura de cobertura anterior, assim como com as doses de N aplicadas via fertilizantes (Pereira *et al.*, 1988; Robertson *et al.*, 1994). Piaskowski (1999), trabalhando com doses de 20 kg, 40 kg, 60 kg, 80 kg e 100 kg de N.ha^{-1} para o feijoeiro, em sistema de plantio direto em dois locais no estado do Paraná, concluiu não haver diferenças significativas entre as doses estudadas, sugerindo que o nitrogênio pré-existente no solo, tanto fixado na matéria orgânica como na palha das culturas anteriores, supriu as necessidades da planta. Entretanto, quando a cobertura de inverno, na forma de pastagem, é pastejada, a reciclagem do N é aumentada e ocorrem maiores taxas de mineralização durante a cultura sucessora, o que, teoricamente, deveria favorecer a melhor utilização do nutriente pela mesma e permitir menor aplicação de fertilizantes nitrogenados (Heenan e Chan, 1992; Webb e Sylvester-Bradley, 1994; Angus *et al.*, 1998; Heenan *et al.*, 1998; Unkovich *et al.*, 1998).

3 METODOLOGIA

3.1 LOCAL

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental da Cooperativa Mista Agrária, no distrito de Entre Rios, município de Guarapuava – PR, localizado na região fisiográfica denominada de Terceiro Planalto Paranaense, situada entre as coordenadas 25° e 33' latitude sul e 51° e 29' longitude oeste, com altitude média de 1.095 metros.

3.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E DE SOLO

O clima, na classificação de Köppen, é temperado do tipo Cfb (Maak,1968). A temperatura média no mês mais frio é inferior a 18° C (mesotérmico). O verão é ameno, com temperaturas médias abaixo dos 22° C no mês mais quente. Durante o inverno ocorrem geadas freqüentes (TABELA 3) não havendo, entretanto, estação seca definida. Durante os meses de maio a agosto ocorrem temperaturas mínimas inferiores a 7° C, totalizando uma média de 200 horas de frio intenso (FIGURAS 1 e 2). A precipitação média anual varia de 1400 a 1800 mm. Nos meses mais secos, abril e maio, a precipitação média situa-se entre 75 a 100 mm. A umidade relativa do ar é de 80 a 85% e a insolação média é de 1800 horas por ano.

O solo do local é um Latossolo Bruno Álico de relevo suave ondulado + Cambissolo Álico Tb com relevo ondulado de vertentes curtas, substrato de rochas do derrame de Trapp, ambos com A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical (EMBRAPA, 1984).

3.3 DADOS METEOROLÓGICOS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL

A ocorrência de geadas e as temperaturas médias observadas durante o período experimental estão apresentadas na TABELA 3, e nas FIGURAS 1 e 2.

TABELA 3 – Data e número de geadas ocorridas, com temperaturas mínimas e médias, entre os meses de maio e setembro observadas na Estação Meteorológica de Entre Rios, Guarapuava, PR, 2000

Mês	Dia	T° Mínima	T° Média
Maio	07	3,4	11,1
	09	3,8	11,8
	28	0,8	7,8
	29	1,4	8,9
Junho	22	2,0	9,6
	12*	0,4	1,4
	13	-2,6	6,8
	14	-4,4	5,8
Julho	16	-1,0	1,0
	17	-7,6	2,2
	18	-1,6	5,1
	20	-4,0	4,0
	21	-0,8	9,5
	24	-2,8	5,2
	25	1,8	9,4
Agosto	12**	1,4	10,7
	29	3,0	11,0
Setembro	25	2,2	12,0

* Neve

** Não ocorreu geada – nublado com vento

Obs: Dia 10 de Setembro – intensa chuva de granizo.

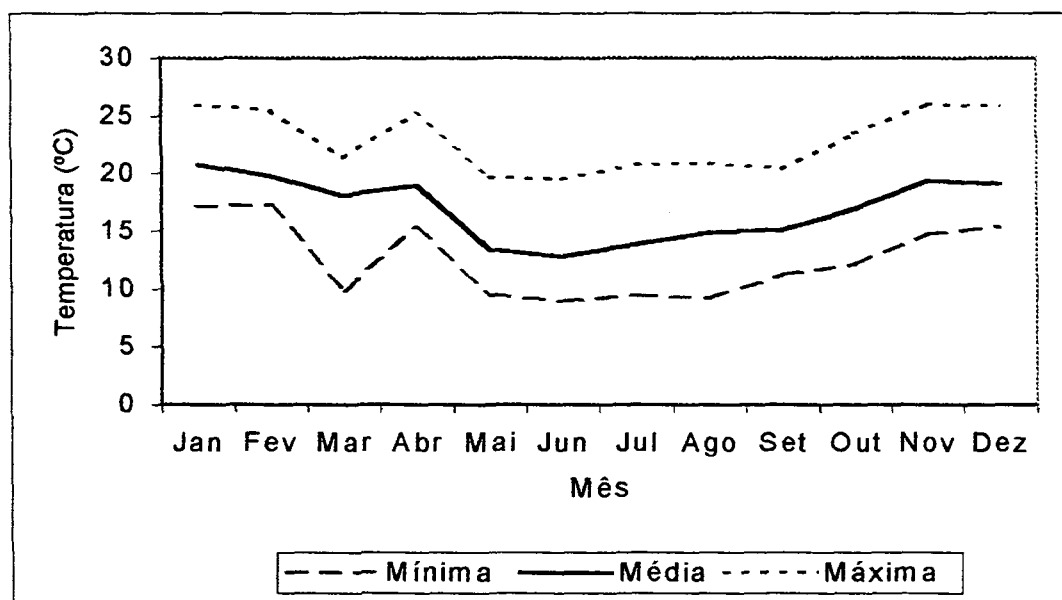


FIGURA 1 – Temperaturas mensais médias, mínimas e máximas para o ano de 2000, observadas na Estação Meteorológica de Entre Rios, Guarapuava, PR, 2000

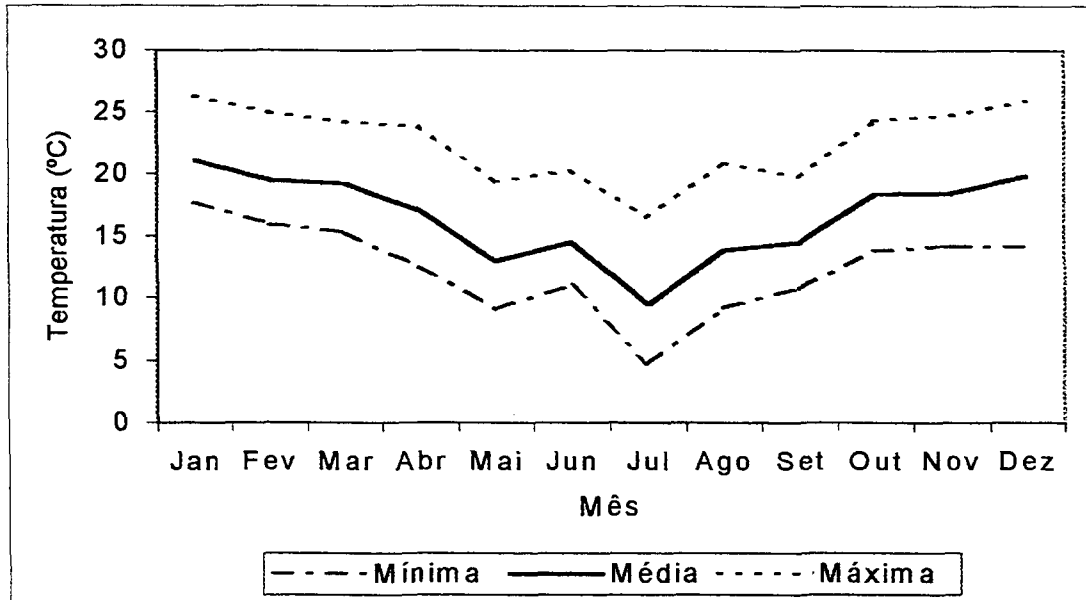


FIGURA 2 – Temperaturas mensais médias, mínimas e máximas para o ano de 2001, observadas na Estação Meteorológica de Entre Rios, Guarapuava, PR, 2001

O balanço hídrico para os anos de 2000 e 2001, calculado com os dados meteorológicos observados para a região na Estação Meteorológica da Cooperativa Agrária Mista Entre Rios, encontra-se representado nas FIGURAS 3 e 4.

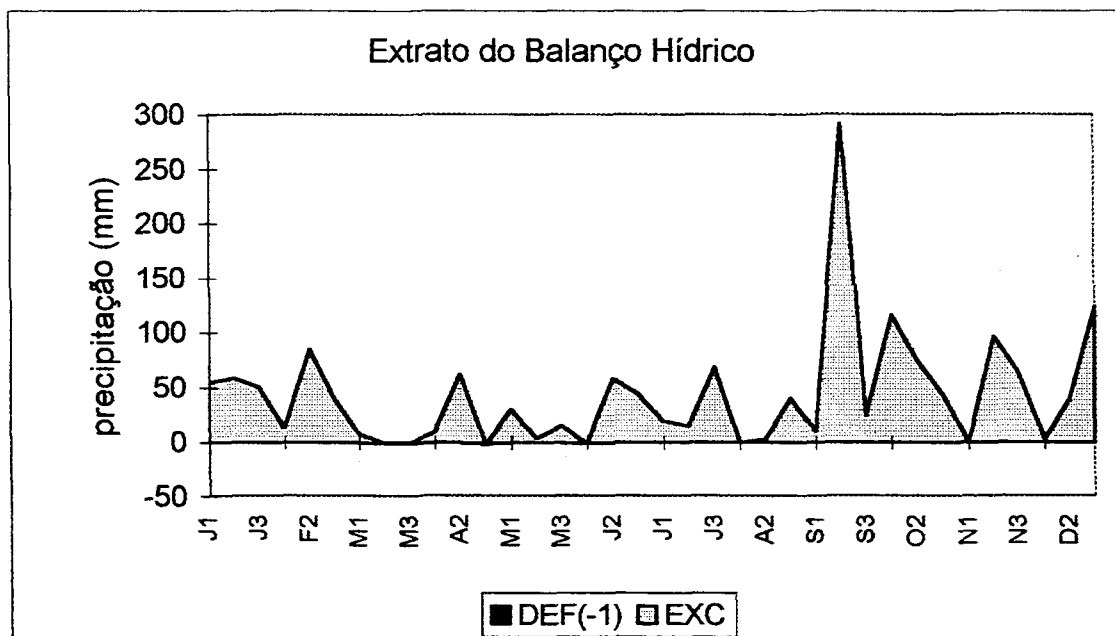


FIGURA 3 – Balanço hídrico sequencial, a cada intervalo de 10 dias, durante o ano de 2000 (Rolim *et al.* 1998), Guarapuava, PR, 2000



FIGURA 4 – Balanço hídrico seqüência, a cada intervalo de 10 dias, durante o ano de 2001 (Rolim *et al.* 1998), Guarapuava, PR, 2001

3.3 DURAÇÃO

Para o estudo da integração lavoura x pecuária como um todo, durante um período de 9 meses, o trabalho foi dividido em dois experimentos. No primeiro experimento, de 20 de julho a 29 de novembro de 2000, foram estudadas a produtividade da pastagem de inverno e a produtividade animal em pastejo. No segundo, de 15 de dezembro de 2000 a 31 de março de 2001, foi avaliada a produtividade do feijoeiro como cultura sucessora à pastagem.

3.4 EXPERIMENTO I – PASTAGEM DE INVERNO

3.4.1 Área Experimental

Em uma área total de 15 hectares foram utilizados 12 hectares divididos em 24 parcelas de 0,5 ha cada, constituindo-se na área experimental, sobre as quais foram aplicados os tratamentos. Os 3 hectares restantes foram utilizados para a manutenção dos animais reguladores enquanto não estavam no experimento. Em cada parcela foi isolada uma área de 140 m², que permanecia sem ser pastejada, como testemunha, utilizada para o

experimento II.

A área experimental, representada no ANEXO 1, foi delimitada e dividida em piquetes com cerca elétrica, utilizando-se dois fios de arame. O primeiro fio foi colocado a 40 cm do solo e o segundo a 40 cm do primeiro.

Em cada piquete havia um cocho para o fornecimento de sal mineralizado e um bebedouro de pressão para o fornecimento de água.

3.4.2 Histórico da Área

A área experimental vinha sendo utilizada para culturas em sistema de plantio direto até o ano de 1995, quando se iniciaram os experimentos de integração lavoura x pecuária. Na TABELA 4 são apresentadas as rotações de culturas realizadas até 1999.

TABELA 4 – Rotações de cultura de verão realizadas com o intercalamento de pastagem de inverno de 1995 a 2000, Guarapuava, PR, 2000

Estação	Culturas
Inverno 1995	Centeio (<i>Secale cereale</i>) + Aveia branca (<i>Avena sativa</i>) + Azevém (<i>Lolium multiflorum</i>)
Verão 1995/1996	Soja (<i>Glycine max</i>)
Inverno 1996	Aveia branca + Azevém + Trevo branco (<i>Trifolium repens</i>) + Trevo vermelho (<i>Trifolium pratense</i>)
Verão 1996/1997	Milho (<i>Zea mays</i>)
Inverno 1997	Aveia branca + Azevém + Trevo branco + Trevo vermelho
Verão 1997/1998	Soja
Inverno 1998	Aveia branca + Azevém + Trevo branco
Verão 1998/1999	Soja
Inverno 1999	Aveia branca + Azevém + Trevo branco
Verão 1999/2000	Milho

3.4.3 Delineamento Experimental e Tratamentos

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos completos casualizados, com parcelas subdivididas, onde foram testados 8 tratamentos com 3 repetições. Nas parcelas aplicaram-se as doses de zero, 100 kg, 200 kg e 300 kg de nitrogênio por hectare e, nas subparcelas, a presença e ausência de trevo branco, conforme demonstrado na TABELA 5.

TABELA 5 - Tratamentos resultantes da combinação de 4 doses de nitrogênio com a ausência e presença de trevo branco, Guarapuava, PR, 2000

Tratamento	Níveis de Nitrogênio	Trevo Branco
1	zero	sem
2	zero	com
3	100	sem
4	100	com
5	200	sem
6	200	com
7	300	sem
8	300	com

3.4.4 Espécies Forrageiras Utilizadas na Mistura

Para a formação da pastagem de inverno utilizou-se a mistura composta por aveia branca (*Avena sativa* Schreb) cultivar FAPA 2, azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) e trevo branco (*Trifolium repens* L.).

3.4.5 Estabelecimento da Pastagem e Adubações

Para o estabelecimento da pastagem, 10 dias antes da semeadura, a área foi dessecada com a aplicação de Glifosate na dose de 1,0 kg.ha⁻¹ do produto comercial., utilizando-se pulverizador de barra com bicos XR 11002 VS.

A semeadura foi realizada no dia 12 de maio de 2000, em sistema de plantio direto, utilizando-se 125 kg de sementes de aveia branca e 40 kg de sementes de azevém, com espaçamento entre linhas de 17 cm. Nas subparcelas, onde o trevo deveria estar presente, seu estabelecimento ocorreu por ressemeadura natural das populações previamente existentes. Nas subparcelas com ausência do trevo branco, foi realizada a erradicação do mesmo pela aplicação de 2,4 g.ha⁻¹ de Metsulfuron – Methyl 15 dias após a emergência da pastagem.

A adubação de base foi aplicada no momento da semeadura com a utilização de 250 kg.ha⁻¹ do formulado 0-25-25.

Para a adubação nitrogenada empregou-se a uréia (45% de nitrogênio) em duas aplicações. A primeira aplicação realizou-se 30 dias após o plantio (12/06), correspondendo a 50% da dose total. A segunda aplicação, em razão das condições meteorológicas ocorridas, foi efetuada somente em 26 de agosto.

3.4.6 Condução do Experimento

3.4.6.1 Animais Experimentais

Foram utilizados bovinos machos inteiros da raça Charolêsa e seus mestiços, com idade variando entre 12 e 15 meses e peso médio inicial de 270 kg.

3.4.6.2 Preparo Pré Experimental

Antes do início do pastejo, procedeu-se a pesagem dos animais e o controle de endo e ectoparasitas com Ivermectina na dosagem de 200 mcg.kg^{-1} de peso corporal, bem como a vacinação contra o Carbúnculo Sintomático. A vacinação contra a Febre Aftosa foi realizada no mês de outubro conforme programa estadual de vacinação.

3.4.6.3 Manejo dos Animais

Os animais tiveram a pesagem inicial realizada na data de entrada em pastejo (20/07/00) e, após, foram pesados a cada 28 dias até o final do experimento, sendo a última pesagem realizada em 29 de novembro de 2000, totalizando 6 pesagens. Antes de cada pesagem os animais eram submetidos a um jejum de água e alimento por 12 horas.

Durante todo o período experimental os animais foram observados quanto à ocorrência de ectoparasitas, sendo que os casos positivos eram imediatamente tratados.

Ao longo dos 132 dias experimentais (20/07 a 29/11) os animais receberam água e sal mineralizado com 6% de fósforo à vontade.

3.4.6.4 Método de Pastejo

O método de pastejo foi o contínuo, com a utilização da técnica "put and take" (Mott e Lucas, 1952). Cada parcela possuía 2 animais testers e um número variável de animais reguladores, utilizados de forma a manter a oferta desejada de forragem. A oferta se estabeleceu pela altura da massa de forragem da pastagem como sendo em torno de 14 cm, definida como ideal por Lustosa (1998).

3.4.6.5 Ajuste da Carga Animal

O ajuste da carga animal foi realizado semanalmente, com a entrada ou retirada de animais reguladores, após avaliação da altura da pastagem com a utilização do disco de avaliação, amostrando-se 50 pontos em cada unidade experimental.

3.4.7 Avaliações

Para este experimento foram realizadas 6 avaliações, sendo a primeira realizada no dia 20/07, por ocasião da entrada dos animais e, as 5 restantes, a intervalos de 28 dias, denominadas períodos de avaliação, conforme demonstrado abaixo:

Primeiro período – de 20/07 a 17/08 – 28 dias

Segundo período – de 18/08 a 14/09 – 28 dias

Terceiro período – de 15/09 a 11/10 – 27 dias

Quarto período – de 12/10 a 09/11 – 28 dias

Quinto período – de 10/11 a 29/11 – 20 dias

3.4.7.1 Massa Inicial e Taxa de Acúmulo de Matéria Seca

A massa de forragem inicial foi estimada através do corte da forragem em oito pontos representativos da área, amostrando-se 0.25 m², sendo avaliada a matéria seca e realizada a conversão para um hectare. Posteriormente ao corte inicial, foram dispostas as gaiolas para a avaliação do acúmulo diário e da taxa de desaparecimento da matéria seca, realizada a cada 28 dias.

A taxa de acúmulo nas diferentes unidades experimentais foi estimada segundo a técnica de gaiolas com triplo emparelhamento (Moraes 1991).

Em cada unidade experimental foram utilizadas duas gaiolas, dispostas em pontos representativos da pastagem, sendo utilizada a média de ambas para as estimativas de cada piquete.

As gaiolas de isolamento tinham as dimensões de um metro quadrado na base por 1,3 m de altura.

O acúmulo de matéria seca por hectare, durante cada período de avaliação, foi estimado seguindo-se a equação abaixo:

$$\text{MS total no período} = \sum [G_j - F(j-1)]$$

onde:

G_j = kg de MS.ha⁻¹ dentro das gaiolas na amostragem j;

$F(j-1)$ = kg de MS.ha⁻¹ fora das gaiolas na amostragem j-1 (Resíduo)

Para o cálculo da produção total de matéria seca, para todo o período experimental, à produção inicial da mesma foi adicionada a produção parcial de cada um dos 5 períodos de avaliação.

A taxa de acúmulo de MS, expressa em kg de MS.ha⁻¹.dia⁻¹, foi obtida com o emprego da equação de Campbell (1966), conforme abaixo demonstrado.

$$T_j = G_i - F(i-1)/n$$

onde:

T_j = taxa de acúmulo diário no período j;

G_i = kg de MS.ha⁻¹ dentro das gaiolas no instante i;

$F(i-1)$ = kg de MS.ha⁻¹ fora das gaiolas no instante i-1;

n = número de dias do período j.

3.4.7.2 Oferta de Matéria Seca

Em cada período de avaliação, a oferta de MS em kg para cada 100 kg de peso vivo (% PV) foi estimada relacionando-se a massa de forragem presente com a carga animal empregada por hectare.

A disponibilidade de forragem presente no período foi calculada como demonstrado abaixo:

$$\text{Disponibilidade de Forragem} = F_j + T_j$$

onde:

F_j = Massa de forragem instantânea disponível no momento j;

T_j = Taxa de acúmulo diário de matéria seca no período j.

A oferta média de MS em % do PV foi calculada com o emprego da equação abaixo:

Oferta de Forragem = (Kg de MS.ha⁻¹.dia⁻¹ x 100) / kg peso vivo.ha⁻¹ médio no período

3.4.7.3 Ganho de Peso Médio Diário e Ganho de Peso por Hectare

O ganho médio diário (GMD) de peso dos animais foi obtido, tanto em cada período de avaliação como durante todo o experimento, pela diferença entre o peso final e o peso inicial dos animais “testers” e o resultado dividido pelo número de dias em avaliação.

O ganho de peso por hectare (GPha) foi estimado pela equação abaixo:

$$\text{GPha (kg.ha}^{-1}\text{)} = \sum (\text{GMD} \times \text{lotação} \times \text{número de dias})$$

3.4.7.4 Carga Animal

A carga animal, expressa em kg de peso vivo.ha.dia⁻¹, foi calculada através da somatória dos pesos médios individuais dos animais presentes em cada piquete por período. Ao peso médio dos animais “testers” foi acrescentado o peso médio ponderado dos animais reguladores, obtido pelo número de dias em que os mesmos permaneceram na área em cada período.

3.4.7.5 Cálculo da Eficiência de Utilização do Nitrogênio

A eficiência de utilização do N nos tratamentos avaliados, tanto para as variáveis correspondentes à produção da pastagem como para as correspondentes à produção animal, foi estimada pela diferença da produção obtida no tratamento e a produção da testemunha, dividida pela quantidade de N aplicado, como exemplificado abaixo:

$$\text{Kg de MS.kg de N}^{-1} = (\text{kg MS.ha}^{-1} \text{ do tratamento} - \text{kg MS.ha}^{-1} \text{ testemunha}) / \text{kg N.ha}^{-1}$$

3.4.7.6 Composição Botânica da Pastagem

A composição botânica da pastagem, bem como a porcentagem de solo descoberto,

foi avaliada através do método “Botanal” (Tothill et al., 1978). As avaliações foram realizadas em dois períodos, sendo a primeira em 28 de setembro e a segunda em 9 de novembro de 2000.

3.5. EXPERIMENTO II – CULTURA DE VERÃO

Após a retirada dos animais da área de pastagem em 29 de novembro de 2000, foi dado um intervalo de cinco dias para então ser realizada a dessecação da área e o plantio do feijoeiro.

3.5.1. Área Experimental

O feijoeiro foi plantado na área total de 12 ha destinada à pastagem de inverno. Porém, a área experimental utilizada foi de 6.720 m², composta de 48 parcelas de 140 m² cada (7 x 20 m), nas quais foram dispostos os cinco tratamentos de níveis de nitrogênio, sendo que cada unidade experimental apresentava 4 x 7 m, totalizando 28 m².

As parcelas foram introduzidas nos 24 piquetes destinados à avaliação da pastagem de inverno, de modo a englobar tanto a área com pastejo como a área sem pastejo isolada previamente (ANEXO 2). Desta forma, cada piquete possuía duas parcelas de 140 m², uma na área que recebeu o pastejo e outra na área sem pastejo, totalizando 280 m² (14 x 20 m).

Cada unidade experimental foi composta por 9 linhas da cultura, das quais as duas externas de cada lado constituíram a bordadura. Para as avaliações foram utilizadas as 5 linhas centrais.

3.5.2 Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento utilizado foi blocos completos casualizados, com parcelas sub-sub-subdivididas, com três repetições. As parcelas constituíram-se de doses de N na pastagem, as subparcelas de presença ou ausência de trevo branco, as sub-subparcelas de presença ou ausência de pastejo e as sub-sub-subparcelas de doses de nitrogênio no feijoeiro. Foram utilizadas 5 doses de N no feijoeiro sobre cada um dos tratamentos empregados na pastagem, com e sem pastejo, permitindo a combinação de tratamentos apresentada no

ANEXO 4. Os Tratamentos de adubação nitrogenada no feijoeiro se constituíram de 0, 40 kg, 80 kg, 120 kg e 160 kg.ha⁻¹ de N.

3.5.3 Análise do Solo

Após retirada dos animais, o solo, em cada parcela correspondente aos tratamentos com nitrogênio na pastagem, foi amostrado nas profundidades de 0 a 5 cm e 5 a 10 cm. As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Solos da UFPR para a realização das análises químicas. Os resultados das análises são apresentados no ANEXO 3.

3.5.4 Dessecação da Área

A área experimental foi dessecada com a utilização de 2,5 l.ha⁻¹ do herbicida glifosate no dia 05 de dezembro de 2000.

3.5.4 Variedade Utilizada e Tratamento das Sementes

Foram utilizadas sementes do feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) da variedade FT Nobre – tipo II, hábito indeterminado, ereto, ciclo médio de 90 dias.

Antes do plantio as sementes foram preventivamente tratadas com fungicidas a base de Tolyfluanid (500 g.l⁻¹), Carbendazin (500 g.l⁻¹) e Imidacloprid (700 g.l⁻¹), respectivamente, nas doses de 120; 50 e 200 g, mais 200 ml de água para cada 100 kg de sementes.

3.5.6 Densidade de Semeadura e Espaçamento

A semeadura foi realizada através de plantio direto em 15 de dezembro de 2000. A densidade de semeadura foi de 360.000 sementes por hectare, com um espaçamento entre linhas de 40 cm. Após a emergência foi realizado o desbaste manual para manter-se uma população de 250 mil plantas por hectare.

3.5.7 Condução do Experimento

3.5.7.1 Adubação

A adubação de base foi realizada no sulco, por ocasião do plantio, com 190 kg.ha^{-1} de adubo formulado 0-16-16.

A adubação nitrogenada, de conformidade com os tratamentos estabelecidos, foi realizada por ocasião do plantio e no estágio V3. No plantio foi aplicado $1/3$ da dose estipulada e os $2/3$ restantes foram aplicados em cobertura no estágio V3. A fonte de nitrogênio utilizada foi a uréia (45% de N), a qual foi aplicada manualmente nas entre linhas.

3.5.7.2 Tratos Culturais

O controle de plantas daninhas foi realizado com aplicação seqüencial de herbicida (Fluazipof-p-butil 125 g.l^{-1} + Fomesafen 125 g.l^{-1}), sendo a primeira aplicação praticada em 08/01/2001 na dose de 1,0 litro por hectare e a segunda em 19/01/2001 na dose de 0,8 litros por hectare.

O controle de doenças foi realizado em duas épocas, sendo a primeira em 09/02/2001 e a segunda em 28/02/2001. No primeiro controle foram aplicados fungicidas à base de Fentin Hidroxide (500 g.l^{-1}) na dose de $0,33 \text{ ml.ha}^{-1}$ e de tebuconazole (250 g.l^{-1}) na dose de $0,5 \text{ l.ha}^{-1}$. No segundo controle foi aplicado $0,5 \text{ l.ha}^{-1}$ de inseticida a base de carbendazin (500 g.l^{-1}).

Para o controle de pragas foi utilizado o endossulfan (250 g.l^{-1}) na dose de 250 g.ha^{-1} , em três aplicações distintas realizadas em 08/01; 09/02 e 28/02/2001.

3.5.7.3 Colheita

A produtividade das unidades experimentais foi obtida pela colheita, realizada com colhedora de parcelas, das duas linhas centrais, desprezando-se 1 m das extremidades anterior e posterior, totalizando uma área de colheita de $4,0 \text{ m}^2$. Para a avaliação dos componentes do rendimento, de cada unidade experimental foram amostradas manualmente 20 plantas, ao acaso, das cinco linhas centrais, exceto para as duas utilizadas para a avaliação da produção de grãos. A colheita foi realizada nos dias 21 e 22 de março

de 2001, após um ciclo de 97 dias.

3.5.8 Avaliação do Experimento

Além da contagem do número de plantas por unidade experimental, para a obtenção da população final por hectare, o efeito dos tratamentos empregados foi avaliado através do rendimento de grãos e através dos componentes do rendimento da cultura do feijoeiro.

3.5.8.1 Rendimento de Grãos

O rendimento de grãos, em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, foi obtido pela transformação da produção obtida em 4 m^2 para 1 hectare, após redução da umidade dos grãos para cerca de 13%.

3.5.8.2 Componentes do Rendimento

Nas 20 plantas amostradas, de cada tratamento, foi avaliado o número médio de vagens por planta, número médio de grãos por vagem, número médio de grãos por planta, massa de 100 grãos e índice de colheita aparente (ICA).

O ICA foi calculado pela relação percentual entre a massa seca média de grãos e a massa seca média da parte vegetativa da planta, incluindo os grãos (rendimento biológico aparente), adaptado de Thomas e Costa (1994), conforme a equação abaixo:

$$\text{ICA} = \text{Massa de Grãos} \cdot \text{ha}^{-1} / \text{Massa Total} \cdot \text{ha}^{-1}$$

3.5.8.3 Eficiência de Utilização do Nitrogênio

A eficiência de utilização do N para a produção de grãos, dada pela quantidade de grãos produzida por kg de N aplicado, foi estimada subtraindo-se a produção obtida com a não aplicação do nutriente da produção obtida em uma determinada dose de N, dividindo-se o resultado pela quantidade de N aplicada no tratamento em avaliação.

3.5.8.4 Análise Estatística

Os resultados de ambos os experimentos foram submetidos à análise da variância e teste F. As variáveis, cujas variâncias mostraram-se heterogêneas pelo teste de Bartlett, tiveram os valores originais transformados para posterior análise. Os resultados revelados estatisticamente significativos pelo teste F tiveram as médias comparadas pelo teste de Tukey no nível de significância de 5%. Para o estudo das doses de nitrogênio, os resultados foram testados em modelo de regressão. O pacote estatístico utilizado para as análises foi o STATGRAPHICS.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO I – PASTAGEM DE INVERNO

4.1.1 Produção e Oferta de Forragem

4.1.1.1 Presença de Trevo Branco na Mistura

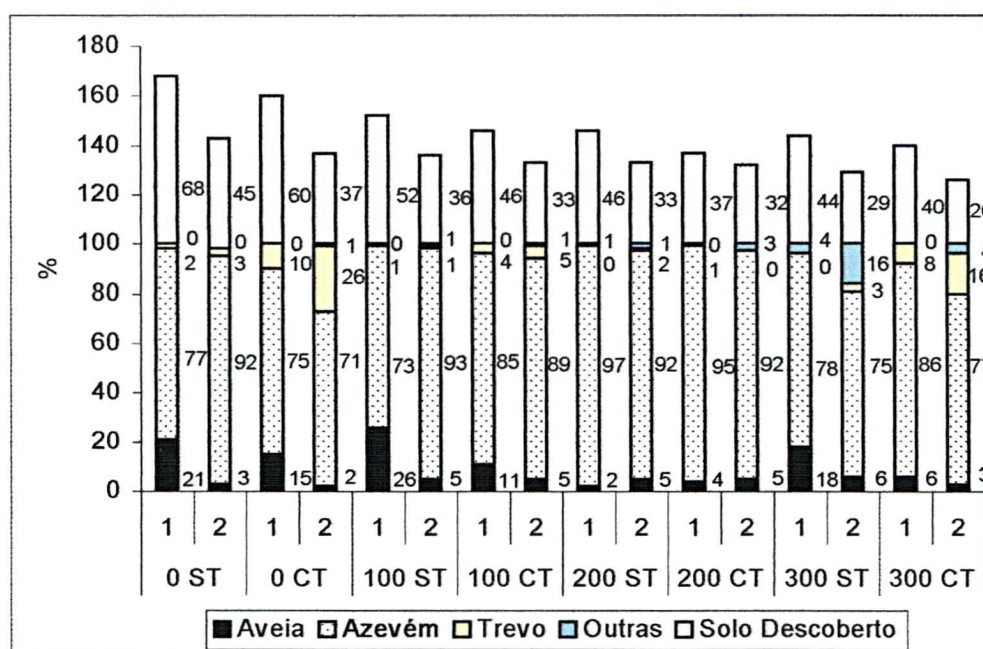
A participação do trevo branco, como percentagem da MS total da mistura, foi muito variável entre os tratamentos (FIGURA 5 e ANEXO 5), sendo que sua influência nos resultados foi significativa apenas para o ganho médio diário por animal. Por esta razão, na expressão dos resultados finais das demais variáveis estudadas, os dados referentes à presença e ausência de trevo foram agrupados dentro de cada tratamento com doses de nitrogênio.

Dentro dos 5 períodos intermediários de avaliação, a presença do trevo influenciou significativamente ($P < 0,05$) o ganho de peso por animal apenas no 3º e 5º períodos no tratamento com $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N e no tratamento sem N, respectivamente (ANEXO 11).

Estas discrepâncias provavelmente possam ser explicadas pelo fato de que o trevo branco não foi semeado por ocasião da formação da pastagem, aproveitando-se apenas a ressemeadura da população previamente existente de experimentos conduzidos anteriormente. Esta pode ter contribuído diferentemente para as proporções observadas, em razão da população original do ano anterior e, além disso, para a dispersão do trevo para as áreas contíguas nas quais foram empregados os tratamentos que não deveriam utilizar a fabacea.

A análise da FIGURA 5 e do ANEXO 5 demonstra que, do tratamento sem N até o tratamento com $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, houve redução na contribuição do trevo para a produção de MS da mistura, acompanhando o aumento das doses de N. Esta observação está de acordo com Boller e Nösberger (1987), Frame e Boyd (1987), Cruz *et al.* (1991), Humphreys (1997), Schils *et al.* (1999), os quais afirmam que a população de trevo em misturas com poaceas é prejudicada com o aumento do teor de N no solo, havendo uma redução correspondente na sua contribuição para a produção de MS à medida que se elevam das doses de fertilização nitrogenada. Entretanto, para a dose de $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N, a participação do trevo na mistura

encontrou-se em patamares elevados, com 16% da produção de MS no período final do experimento, sendo inferior apenas ao tratamento sem N que apresentou contribuição de 26%. Pode-se notar, também, que a participação do trevo nos tratamentos que não requeriam a fabacea apresentou tendência de superioridade para os tratamentos sem N e com 300 kg.ha⁻¹ em relação ao tratamento com 200 kg.ha⁻¹ de N com presença de trevo.



ST – Ausência de Trevo Branco CT – Presença de Trevo Branco
1 – 28/09/2000 2 – 09/11/2000

FIGURA 5 – Composição botânica e porcentagem de solo descoberto nas unidades experimentais referentes aos tratamentos empregados, GUARAPUAVA, PR, 2000

4.1.1.2 Massa de forragem Inicial

A massa de forragem inicial, avaliada por ocasião do início do pastejo, 55 dias após o plantio da pastagem, não apresentou diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos que receberam aplicação de nitrogênio (FIGURA 6). Por outro lado, o tratamento sem a aplicação do N mostrou produção inferior aos demais ($P < 0,05$).

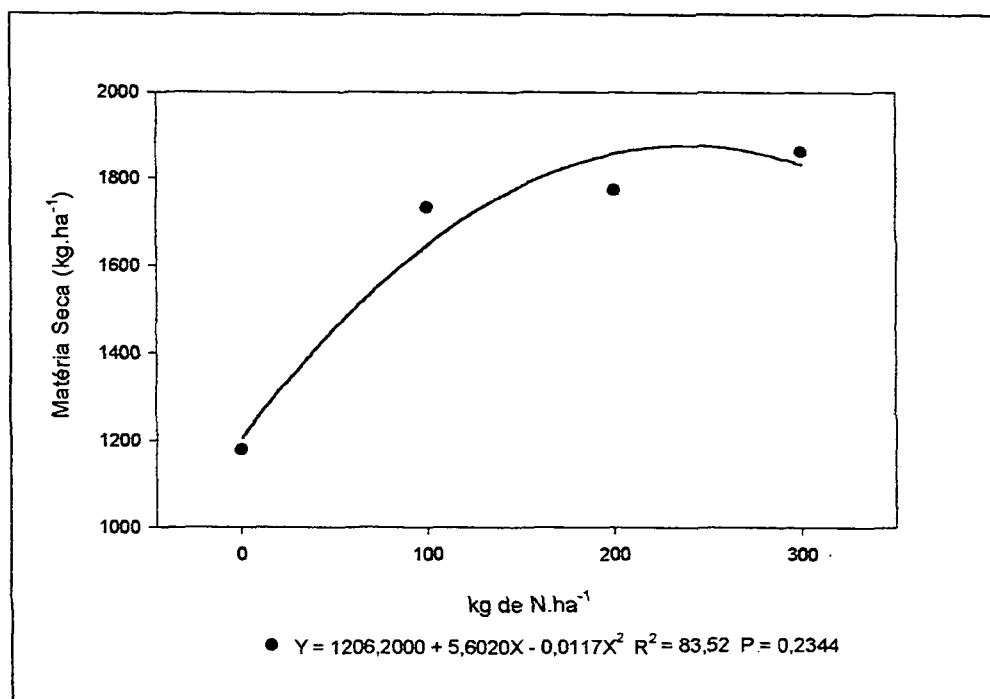


FIGURA 6 – Massa de forragem inicial frente às doses de N aplicadas, Guarapuava, PR, 2000

As produções médias iniciais de MS foram de 1.178 kg; 1.734 kg; 1.774 kg e 1.862 kg.ha⁻¹, respectivamente, para os tratamentos com 0, 100 kg, 200 kg e 300 kg.ha⁻¹ de N. Estes resultados são inferiores aos obtidos por Roso *et al.* (1999) e Restle *et al.* (1999), os quais trabalharam com mistura de aveia preta e azevém adubada com 54 kg.ha⁻¹ de N e avaliada aos 72 dias após o plantio. Saliente-se que, no presente trabalho, a dose de N empregada até a primeira avaliação foi a metade da dose total, ou seja, 0, 50 kg, 100 kg e 150 kg.ha⁻¹. Nesta situação a produção de MS foi de 11,13 kg; 5,96 kg e 4,56 kg por unidade de N aplicada, o que está de acordo com os valores de 5 kg a 10 kg de MS para condições sem deficiência de N no solo apontados por Kemp *et al.* (1999).

Em relação ao tratamento sem N, as produções iniciais de MS aumentaram em 47,2%; 50,6% e 58,1% para as doses de 50 kg, 100 kg e 150 kg.ha⁻¹, respectivamente.

4.1.1.3 Acúmulo Diário de Matéria Seca

Para os 132 dias do período experimental, o acúmulo médio diário de MS em kg.ha⁻¹ sofreu aumentos lineares com as doses crescentes de N empregadas (FIGURA 7), demonstrando o elevado potencial de resposta ao elemento pelas espécies utilizadas, o que

está de acordo com Humphreys (1997). O acúmulo de matéria seca, resultante da fixação de carbono durante processo fotossintético, se dá através da resposta fisiológica da planta ao N, expressa pela taxa de aparecimento de folhas, pela expansão foliar e pela duração da folha (Gastal *et al.* 1992; Lemaire e Chapman, 1996; Lemaire e Gastal, 1997). Desta forma, com o aumento das doses de N aplicado na pastagem, a resposta fisiológica foi mais evidenciada, permitindo o estabelecimento de maior índice de área foliar (IAF), o qual proporcionou maior taxa fotossintética, traduzindo-se em maior acúmulo de MS e maior produção de biomassa.

Os acúmulos médios diários foram de 24,2 kg; 36,1 kg; 42,2 kg e 50,1 kg.ha⁻¹ para os tratamentos com 0, 100 kg, 200 kg e 300 kg.ha⁻¹, respectivamente. A utilização de N nas doses de 100 kg, 200 kg e 300 kg resultou, respectivamente, em acúmulos médios diários 49,5%; 74,7% e 108,9% superiores à sua não utilização.

Os resultados obtidos em todos os tratamentos são inferiores aos observados por Lesama (1997), Roso *et al.* (1999), semelhante aos obtidos por Assmann (2002) e superiores aos apresentados por Coelho Filho e Quadros (1995) para as mesmas espécies forrageiras.

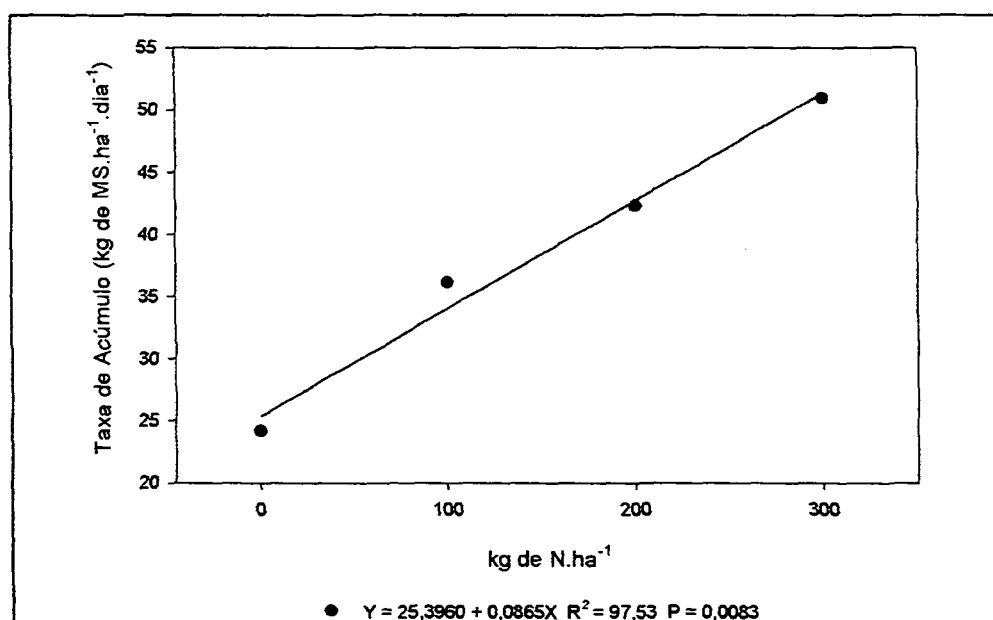


FIGURA 7 – Acúmulo médio diário de matéria seca para os 132 dias experimentais em resposta aos tratamentos com doses de N. Guarapuava, PR, 2000

No transcurso de todo o período experimental, as taxas de acúmulo sofreram variações de acordo com as condições meteorológicas ocorridas e de acordo com o ciclo vegetativo das espécies utilizadas (FIGURA 8). Em todos os períodos avaliados o N influenciou significativamente as taxas de acúmulo médio diário de MS ($P < 0,05$).

No primeiro e segundo períodos (20/07 a 14/09), nos quais a aveia foi a espécie dominante, o acúmulo médio diário variou de 15,3 a 35,7 kg.ha.⁻¹. Estes resultados são inferiores aos obtidos por Lupatini *et al.* (1998) e Roso *et al.* (1999). As baixas taxas de acúmulo observadas nestes períodos podem ter resultado pelas baixas temperaturas ocorridas nos mesmos, em razão das geadas de forte intensidade nos meses de julho e agosto (TABELA 3). É provável que estas baixas temperaturas tenham provocado uma severa redução no crescimento das plantas uma vez que, de acordo com McKenzie *et al.* (1999), para as condições em que seus estudos foram realizados, em temperaturas de 5° a 10° C o crescimento das espécies C₃ cessa.

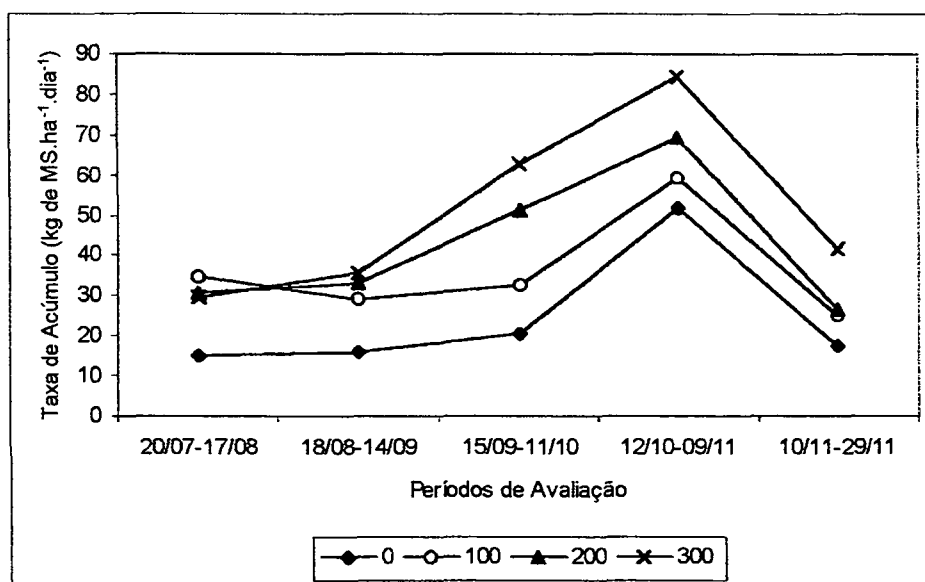


FIGURA 8 - Acúmulo médio diário de matéria seca para os 5 períodos intermediários de avaliação, frente às doses de nitrogênio, Guarapuava, PR, 2000

Associado às baixas temperaturas, deve-se considerar que, até o final do 2° período de avaliação, as doses de N utilizadas representaram apenas a metade do total estabelecido, o que pode ter concorrido para as menores taxas de acúmulo observadas.

Durante o terceiro e quarto períodos (14/09 a 09/11), coincidindo com a elevação da temperatura, a contribuição do azevém na mistura passou a se tornar mais expressiva (ANEXO 5). Nestes períodos, as taxas de acúmulo de MS passaram a aumentar em razão tanto da elevação da temperatura do solo que, conforme apontado por Kemp *et al.* (1999), deve ser superior a 7° C para uma melhor resposta ao N aplicado, como pela maior presença de azevém na mistura, o qual é altamente responsivo ao N (Humphreys, 1997). Desta forma, como pode ser observado nas FIGURA 8, as taxas de acúmulo responderam linearmente às doses de N aplicadas. As taxas de acúmulo médio diário variaram de 20,39 kg.ha⁻¹ para o tratamento sem N no terceiro período a 84,68 kg.ha⁻¹ para a dose de 300

kg.ha⁻¹ no quarto período.

No quarto período (11/10 a 09/11) houve um expressivo aumento no acúmulo de MS para todos os tratamentos avaliados, o que pode ser explicado pelas temperaturas mais altas e pela existência de níveis apropriados de N no solo.

Comparativamente ao acúmulo de MS obtido no 1º e 2º períodos, no 3º e 4º os acúmulos foram muito superiores, chegando a representar 339% a mais para o tratamento sem N. Estas respostas coincidem com a segunda aplicação de nitrogênio, a qual foi realizada apenas em final de agosto devido às baixas precipitações ocorridas naquele mês (FIGURA 3). Porém, o expressivo aumento no acúmulo diário de MS para o tratamento sem N não pode ser imputado à presença do elemento. Como pode ser observado no ANEXO 7, o resíduo médio obtido para este tratamento durante os dois primeiros períodos foi muito baixo, o que deve ter proporcionado um baixo IAF, comprometendo severamente a atividade fotossintética das plantas e resultando em acúmulos extremamente baixos (Mazzanti e Lemaire, 1994; Lemaire e Chapman, 1996; Briske, 1995). Com a recuperação da área foliar no 4º período, promovida pela redução da carga animal, conforme pode ser observado pelo maior resíduo, a atividade fotossintética voltou a normalizar-se, produzindo acúmulos maiores de MS e provocando este expressivo diferencial.

Verifica-se que os elevados acúmulos de MS ocorreram até o final do mês de outubro ou início de novembro, quando se iniciou o estágio reprodutivo do azevém. Isto demonstra existir uma elevada manutenção do N aplicado dentro do sistema, dada pelo processo de reciclagem produzido pelo pastejo, o que também pode ser observado pelos acúmulos obtidos no 5º período, principalmente para a dose de 300 kg.

Embora o pastejo possa aumentar os riscos de perda de N por lixiviação e volatilização (Scholefield *et al.*, 1991; Pain, 2000; Loiseau *et al.*, 2001), as taxas de acúmulo observadas demonstram que as perdas devem ter sido reduzidas. Provavelmente, em razão do potencial de rebrota e de crescimento das espécies utilizadas, principalmente o azevém, ocorreu um rápido aproveitamento do N disponível no solo, o mantendo imobilizado na parte aérea, até a ocorrência de uma nova desfolha. Isto certamente permitiu uma adequada reciclagem deste nutriente, o que está de acordo com Floate (1981), Archer e Smeins (1991), Lemaire (1999).

4.1.1.4 Produção Total de Matéria Seca

A produção total de MS é o resultado do somatório da produção inicial e dos acúmulos diários durante todo o período experimental. Logo, a produção total de MS comportou-se de maneira semelhante ao acúmulo diário de MS, apresentando respostas lineares às doses de N aplicadas (FIGURA 9). As produções médias totais de MS observadas foram de 4.467 kg; 6.648 kg; 7.515 kg e 8.701 kg.ha⁻¹ para os tratamentos de 0, 100 kg, 200 kg e 300 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente.

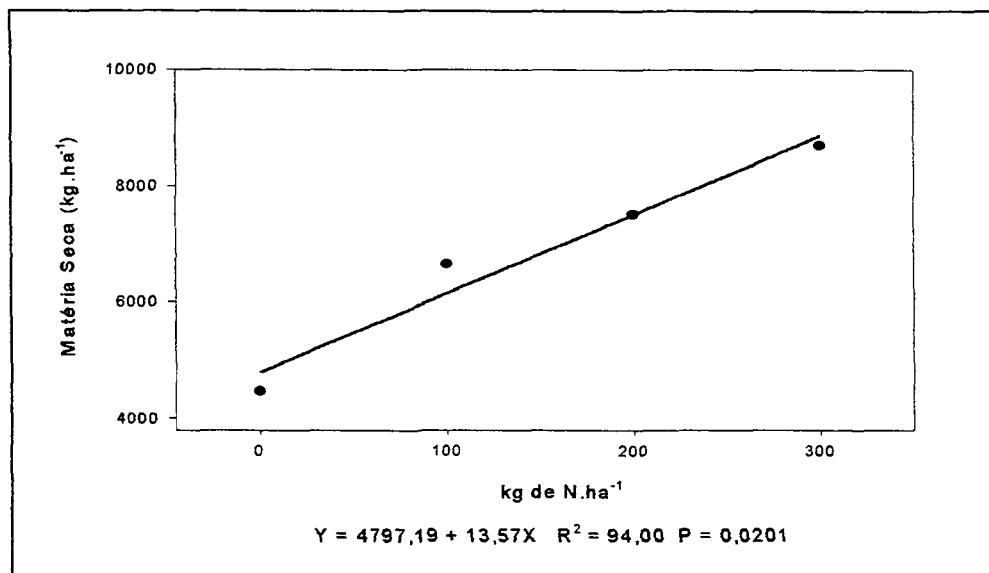


FIGURA 9 – Massa de forragem total frente às doses de N aplicadas, Guarapuava, PR, 2000

Os resultados observados para as doses de 200 kg e 300 kg de N foram superiores aos obtidos por Restle *et al.* (2000) aplicando 200 kg.ha⁻¹ de N. Em todas as doses utilizadas as produções foram superiores às observadas por Coelho Filho e Quadros (1995) aplicando 15 kg.ha⁻¹ de N, semelhantes às alcançadas por Canto *et al.* (1998) e inferiores às obtidas por Roso *et al.* (1999), aplicando doses de 185 kg.ha⁻¹ de N, e Lupatini *et al.* (1998) com aplicação de 0, 150 kg e 300 kg.ha⁻¹.

Conforme pode ser observado na TABELA 3, nos meses de julho e agosto ocorreram geadas de alta intensidade. Estas provocaram temperaturas muito baixas, as quais impediram o crescimento das forragens, como pode ser notado pelas baixas taxas de acúmulo de MS observadas entre 20/07 a 14/09 (ANEXO 6). Estas ocorrências podem ter comprometido a produção de MS pela aveia, espécie dominante nestes períodos, conduzindo a uma menor produtividade da pastagem como um todo. Desta forma, as produções para os tratamentos com 200 e 300 kg.ha⁻¹ de N não alcançaram patamares em

torno de 10 toneladas de MS.ha⁻¹, conforme foi obtido por outros autores para as mesmas espécies forrageiras e com doses de N semelhantes (Lupatini *et al.*, 1998; Roso *et al.*, 1999, Restle *et al.*, 1999; Schils *et al.*, 1999).

Com respeito ao efeito do N aplicado, foram observadas produções 49%, 68% e 95% superiores ao tratamento sem N, respectivamente, para as doses de 100 kg, 200 kg e 300 kg.ha⁻¹. Este aumento na produção de MS demonstra boa eficiência de utilização do N pela aveia e pelo azevém, o que representou produções de 21,81 kg; 15,24 kg e 14,11 kg.ha⁻¹ de MS por kg de N aplicado, respectivamente, para os tratamentos com 100 kg, 200 kg e 300 kg.ha⁻¹.

Estas eficiências de utilização do N aplicado, na produção de MS, para as doses de 200 kg e 300 kg, são inferiores ao observado por Lupatini *et al.* (1998) para misturas de azevém e aveia. São também inferiores às obtidas por Dias *et al.* (1998) para pastagens tropicais e por Frame e Boyd (1987) para pastagem de azevém perene. Os menores valores obtidos podem ser explicados possivelmente pela ocorrência de 17 geadas severas entre os meses de maio a setembro (Tabela 3).

À medida que as doses de N aumentavam, a eficiência de utilização diminuía na forma dos lucros decrescentes, onde, para cada kg adicional de N, a grandeza da resposta sofria uma redução correspondente. Esta observação está de acordo com Haynes e Williams (1993), Armstrong *et al.* (1998) e contrasta com os resultados obtidos por Frame e Boyd (1987), os quais observaram aumento na eficiência de utilização do N aplicado para doses de 120 kg a 360 kg.ha⁻¹ em pastagem de azevém. Estes resultados divergentes podem ocorrer por razões de ordem meteorológica e pela época de aplicação do elemento, bem como pelos níveis de N previamente existentes no solo. Kemp *et al.* (1999) argumentam que, em condições meteorológicas normais, quando existem níveis elevados de N no solo, a eficiência de utilização do N varia de 5 kg a 10 kg de MS por kg aplicado, enquanto que quando os níveis no solo são baixos essa eficiência aumenta para 21kg a 25 kg de MS.

A análise destes aspectos é importante para a tomada de decisão quanto a quantidade de N que deva ser aplicada em pastagens de estação fria dentro do sistema de integração lavoura x pecuária. Ao considerar-se a eficiência da aplicação do N apenas no resultado da produção da pastagem e animal, certamente haverá um limite máximo econômico de aplicação, em função da gradativa redução desta eficiência. Por outro lado, na visualização do sistema de integração lavoura x pecuária como um todo, deve-se considerar que, pelo processo de reciclagem, grande parte do N aplicado na pastagem pode permanecer no sistema, ficando disponível para a cultura. Assim, o limite máximo econômico de aplicação para a pastagem pode não resultar em maior rentabilidade para o

sistema, dada a necessidade de sua aplicação para a cultura sucessora, com seus conseqüentes custos.

Vários autores afirmam que a prática do pastejo favorece a disponibilização e a melhor utilização pela cultura sucessora do N previamente aplicado (Heenan e Chan, 1992; Angus *et al.*, 1998; Heenan *et al.*, 1998; Unkovich *et al.*, 1998), embora as perdas por lixiviação e volatilização possam ser aumentadas (Fraser *et al.*, 1994; Misselbrook *et al.*, 1996; Luo *et al.*, 2000). Entretanto, doses elevadas de N aplicadas na pastagem podem chegar a provocar a saturação da planta pelo elemento, o que não resultaria em maior absorção e a conseqüente imobilização deste na parte aérea, e poderia provocar o aumento das perdas por lixiviação e volatilização. Portanto, permanece a necessidade de estudos para melhor avaliar-se a dinâmica do N dentro do sistema de integração lavoura x pecuária em diferentes tipos de solos e climas, utilizando-se maior amplitude de doses a serem testadas, sob diferentes formas e épocas de aplicação.

4.1.1.5 Oferta Média Diária de Matéria Seca e Altura da Pastagem

A massa média diária de MS presente em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ aumentou com as doses de N (FIGURA 10 e ANEXO 8), acompanhando as taxas de acúmulo de MS, enquanto que a oferta de MS em $\text{kg}\cdot 100\text{kg}^{-1}$ de peso vivo não sofreu alterações significativas (FIGURA 11), o que era esperado, uma vez que foram praticados ajustes da carga animal, de modo a manter uma oferta relativamente constante.

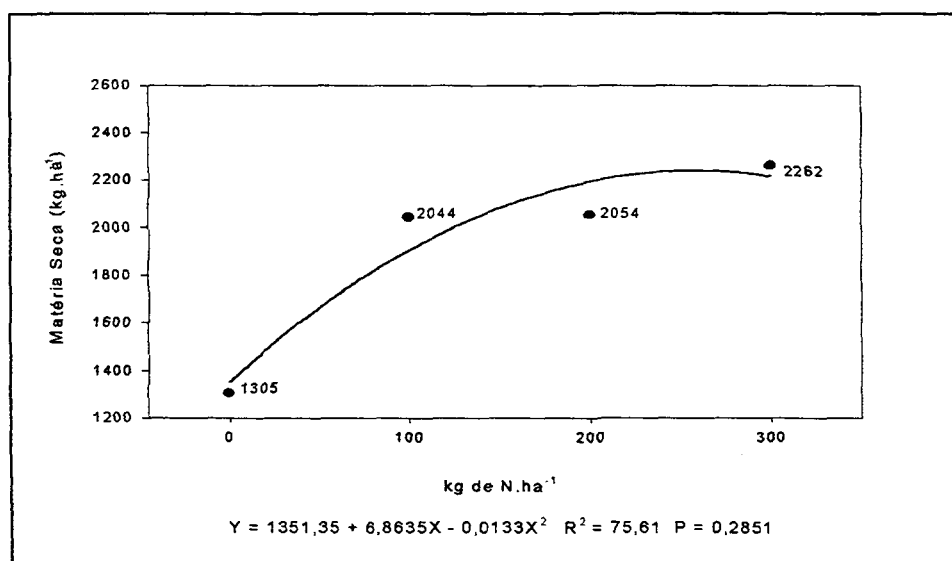


FIGURA 10 - Massa média de matéria seca de forragem presente para as doses de nitrogênio na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

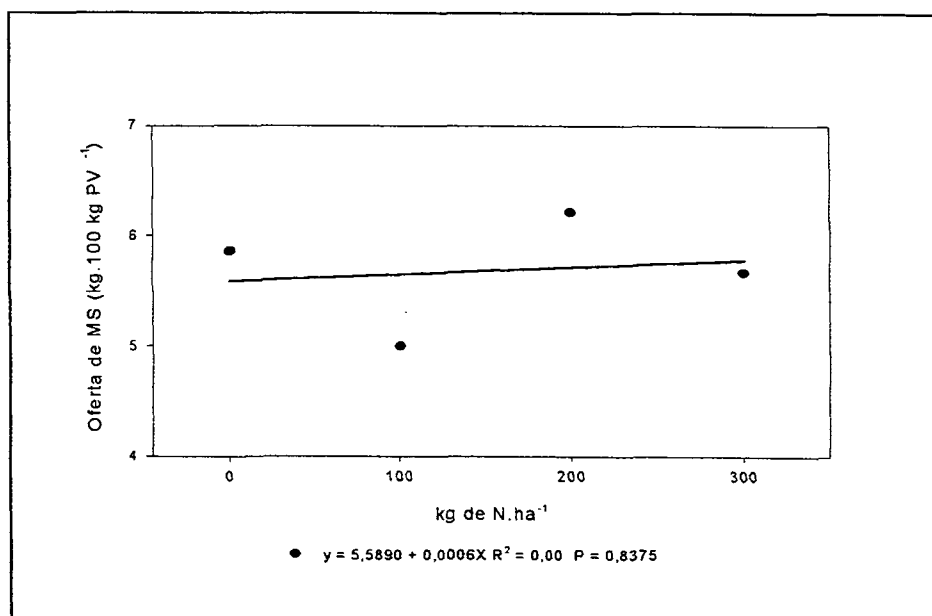


FIGURA 11 – Oferta média de matéria seca em kg.100 kg⁻¹ de peso vivo para as doses de nitrogênio na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

Exceto para o tratamento sem N, que no 2º e 3º períodos apresentaram valores abaixo do desejado (FIGURA 12 e ANEXO 9), a oferta média de MS manteve-se dentro dos níveis mínimos para não limitar o consumo e prejudicar o desempenho animal (Humphreys, 1997; Mayne *et al.*, 2000), conforme pode ser observado pelos ganhos de peso obtidos. Porém, no 4º período a oferta de MS para o tratamento sem N foi significativamente superior aos demais ($P < 0,05$), demonstrando um problema de ajuste de carga animal. Nos dois períodos anteriores, em razão da baixa oferta, dada pelo reduzido acúmulo diário, manteve-se apenas os animais testers nas áreas correspondentes ao referido tratamento sendo que, para o período seguinte, houve atraso na disponibilização dos animais reguladores para serem introduzidos nos piquetes.

A massa média diária de MS presente, em kg.ha⁻¹, para os tratamentos com N foi semelhante, enquanto que para o tratamento sem N foi inferior ao observado por Quadros e Maraschin (1987). Já a oferta média de MS em kg.100 kg⁻¹ de peso vivo, que reflete o ajuste da carga animal empregado em lotação contínua, foi semelhante àquela utilizada por Quadros e Maraschin (1987) e inferior às utilizadas por Restle *et al.* (1993), Coelho Filho e Quadros (1995), Restle *et al.* (1999) e Restle *et al.* (2000).

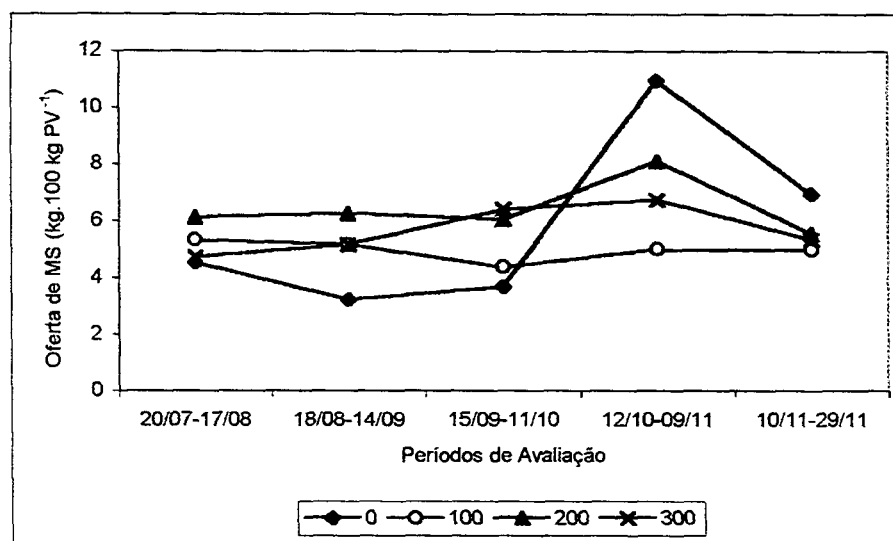


FIGURA 12 - Oferta média de matéria seca em kg.100 kg⁻¹ de peso vivo, por período, para as doses de nitrogênio na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

Quanto à altura média da pastagem, esta variou de 7,6 cm a 10,9 cm (FIGURA 13), as quais situaram-se dentro dos limites entre 7,5 a 10 cm preconizados por Mayne *et al.* (2000) para que não ocorra redução do consumo de MS, em razão da menor massa do bocado.

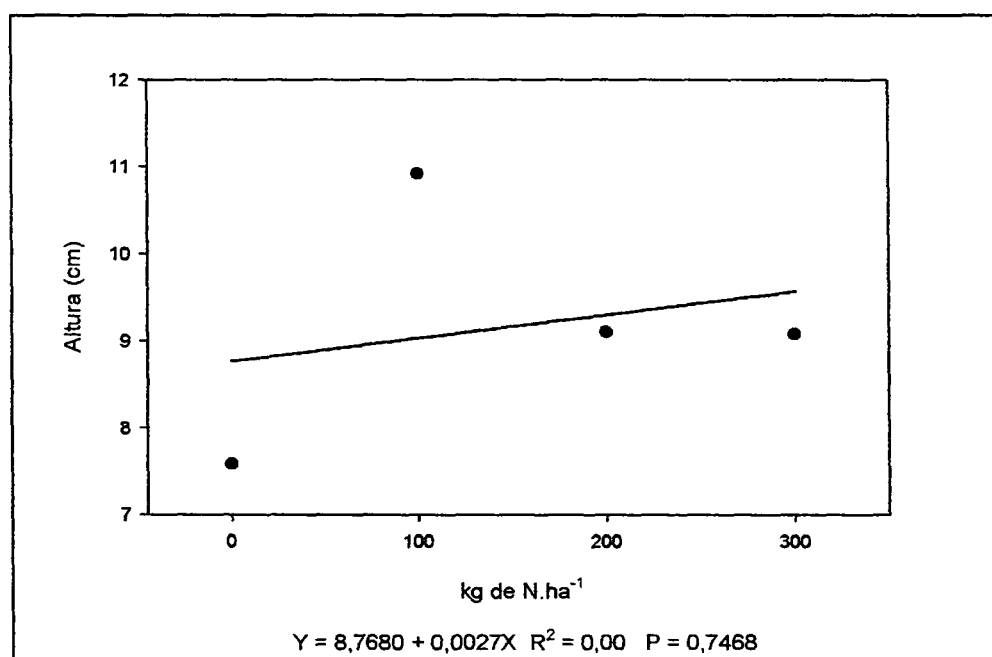


FIGURA 13 - Altura média da pastagem para as doses de nitrogênio aplicadas, Guarapuava, PR, 2000

Houve variações dentro dos tratamentos entre os períodos experimentais que, exceto para o tratamento sem N no 3º, 4º e 5º períodos, onde as alturas variaram de 4,4 a 6,1 cm (FIGURA 14 e ANEXO 10), não devem ter comprometido o consumo de MS. Para o tratamento sem N, aparentemente, o consumo de MS não foi severamente deprimido, como pode ser observado pelos ganhos de peso obtidos, exceto para o 3º período, onde a oferta de MS foi muito baixa (FIGURA 12). Estas alturas observadas são semelhantes às aquelas trabalhadas por Orr *et al.* (1990), Wright *et al.* (1996) e superiores às utilizadas por Johnson e Morrison (1997) com pastagem de azevém.

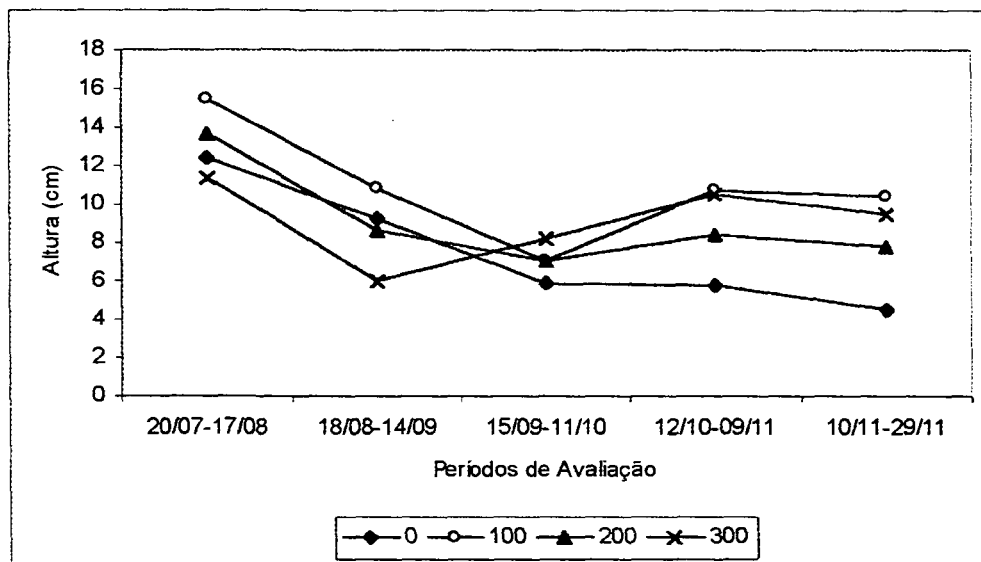


FIGURA 14 – Altura média da pastagem, por período, para as doses de nitrogênio aplicadas, Guarapuava, PR, 2000

4.2 PRODUTIVIDADE ANIMAL

4.2.1 Ganho de Peso Médio Diário

O trevo branco, em todas as doses de nitrogênio estudadas, apresentou tendência de produzir GMD superior (FIGURA 15). A menor resposta para a presença de trevo em relação à sua ausência foi observada na dose de 200 kg.ha⁻¹ de N, sendo explicada pela baixa participação desta fabacea na mistura forrageira (FIGURA 5 e ANEXO 5). Em todas as doses de N estudadas, o GMD apresentou tendência de superioridade para a presença de trevo, correspondendo a 7,0%; 6,8%; 1,7% e 10,5%, respectivamente, para as doses zero, 100 kg, 200 kg e 300 kg. N

No 1º e 2º períodos de avaliação as diferenças observadas entre a presença e

ausência de trevo não foram significativas e apresentaram pequenas variações dentro das doses de N, uma vez que a sua contribuição na MS deveria ter sido pequena. Por outro lado, nos períodos de avaliação 3, 4 e 5 o GMD apresentou grandes variações para a presença de trevo (ANEXO 11). Porém, diferenças significativas ($P < 0,05$) foram observadas apenas dentro da dose de $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ no período 3 e dentro da dose zero no período 5. Esta última justifica-se pela expressiva participação (26%) da fabacea na MS disponível (ANEXO 5), o que deve ter contribuído para a melhoria da qualidade da dieta dos animais, além de maior consumo de MS (Quadros e Maraschin, 1987; Cruz *et al.*, 1991; Humphreys, 1997; Louault *et al.*, 1997). Por outro lado, para o tratamento com $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a participação do trevo foi praticamente insignificante devendo, portanto, outros fatores terem concorrido para o GMD significativamente superior

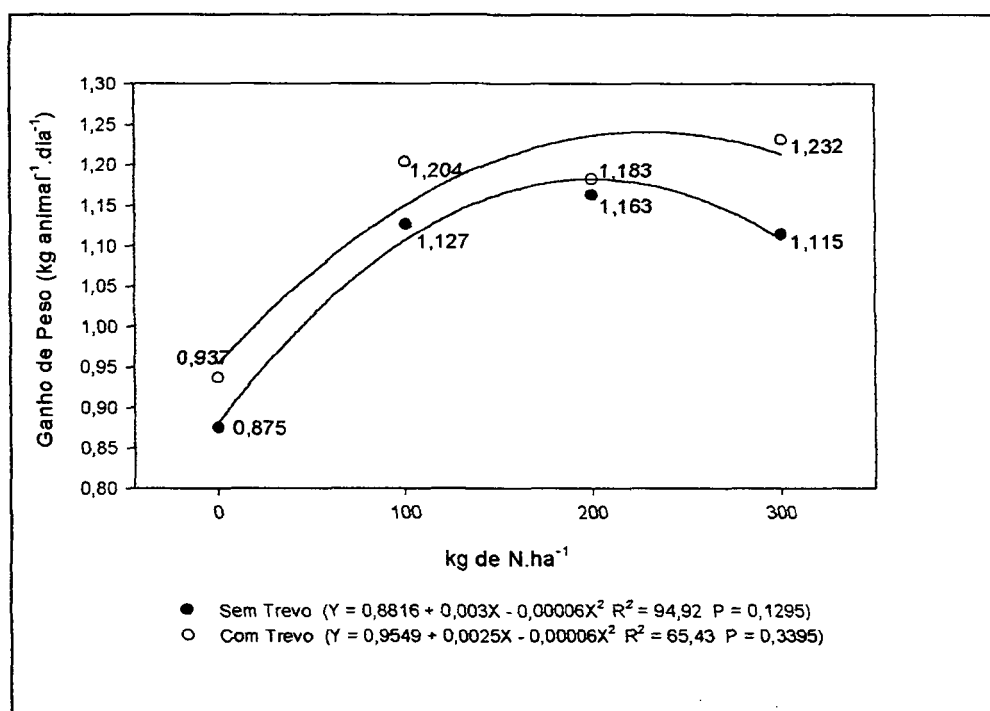


FIGURA 15 – Ganho médio diário na presença e ausência de trevo branco para as doses de nitrogênio aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

Embora, para o período experimental total de 132 dias, o trevo branco não tenha influenciado significativamente nos ganhos observados, com base nos resultados obtidos pode-se inferir que, realmente, esta fabacea, quando associada a poaceas de estação fria, apresenta grande capacidade de melhorar a qualidade da pastagem, proporcionando maior aporte de nutrientes para os animais e conduzindo a maior resposta produtiva em termos de ganho médio diário.

Assim, sua presença, acima de proporções de 15% a 25% da MS produzida,

conforme observado para o tratamento sem N e com 300 kg.ha⁻¹, não deve ser descartada dentro do sistema de integração lavoura x pecuária. Além de proporcionar maiores ganhos de peso (Quadros e Maraschin, 1987; Cruz *et al.*, 1991; Humphreys, 1997; Johnson e Morrison, 1997), a vantagem da sua presença no sistema, durante a fase de produção animal, é permitir a manutenção de maior proporção de solo coberto (FIGURA 5), contribuindo para reduzir os riscos de erosão e compactação, e manter as propriedades físicas e químicas do solo em condições adequadas para o desenvolvimento da cultura subsequente. Entretanto, a proporção de trevo branco em misturas forrageiras apresenta grandes oscilações ao longo do tempo, em razão dos níveis de N disponíveis no solo (Parsons e Chapman, 2000; Loiseau *et al.*, 2000), o que pode provocar flutuações na sua contribuição entre um ano e outro.

Analisando-se a FIGURA 15 e considerando-se o comportamento do GMD em relação às doses de N aplicadas, pode-se notar que houve uma resposta superior para as doses de 100 kg, 200 kg e 300 kg.ha⁻¹ de N em relação à sua não aplicação. Estes resultados confirmam a expectativa de que a adubação nitrogenada, comparativamente à sua não aplicação, melhora a qualidade das forragens por aumentar o teor de proteína bruta das mesmas (Lemaire e Gastal, 1997; Lupatini *et al.*, 1998), resultando em maior digestibilidade da MS consumida (Van Soest, 1982), além de proporcionar maior massa de forragem e promover maior consumo de matéria seca.

Quanto à resposta para as doses de N aplicado, não houve diferença significativa entre os tratamentos com 100 kg, 200 kg e 300 kg.ha⁻¹ ($P > 0,05$), evidenciando que os níveis de N no solo poderiam estar relativamente altos o que, já para a dose de 100 kg.ha⁻¹, faria com que as plantas atingissem seu limite máximo de concentração de N nos tecidos das folhas mais jovens que, de acordo com Lemaire e Gastal (1997) fica em torno de 4,8%, representando teores de proteína bruta próximos dos 30%. Deve-se, ainda, admitir que níveis excessivamente altos de proteína bruta na dieta dos animais determinam maior necessidade energética para metabolizar o N excedente, a qual não poderia ser proporcionada pelo consumo exclusivo da MS da forragem, limitando os ganhos possíveis de serem obtidos (NRC, 1994). Porém, mesmo não havendo respostas em maiores ganhos de peso, doses mais elevadas de N poderiam permitir maior produtividade animal por unidade de área em virtude da maior produção de MS, o que permitiria suportar maior carga animal.

Observando-se os períodos de avaliação (FIGURA 16) verifica-se que o GMD foi reduzido apenas no último período (10/11 a 29/11), quando as forrageiras estavam em pleno estágio reprodutivo e com qualidade alimentar reduzida. De acordo com Van Soest (1982) e

Lemaire e Gastal (1997), à medida que a planta amadurece, o teor de N nos seus tecidos diminui, aumentando a concentração de carboidratos estruturais, diminuindo o consumo e a digestibilidade da MS e, conseqüentemente, o aporte de nutrientes para o animal sustentar alto ganho de peso.

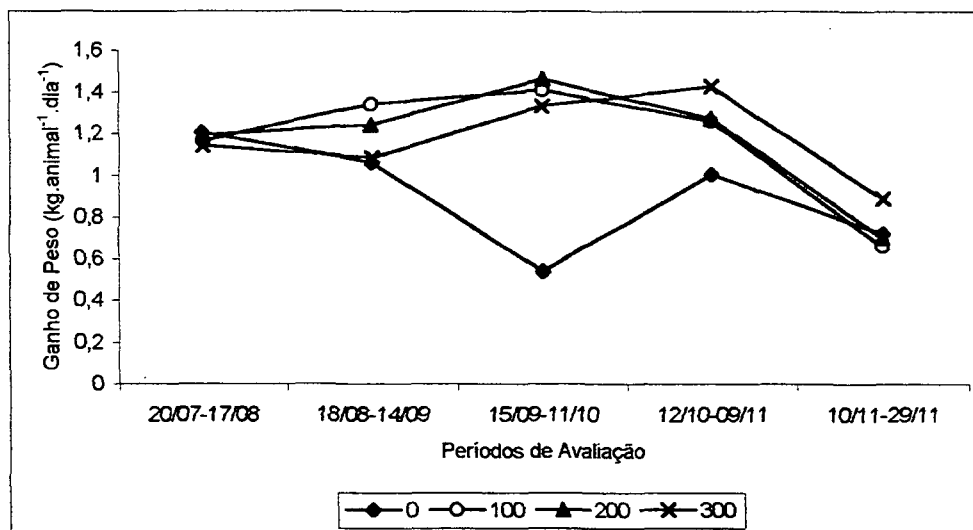


FIGURA 16 – Ganho de peso médio diário, por período, para as doses de nitrogênio aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

Nos 4 períodos anteriores os GMD obtidos foram elevados para todos os tratamentos, exceto para aquele observado no 3º período para o tratamento sem N. Este menor GMD provavelmente possa ser explicado muito mais pela baixa oferta de MS e pela baixa altura da pastagem, provocadas por problemas de ajuste da carga animal, do que pela redução do valor nutritivo da forragem em decorrência de uma possível deficiência de N, o que pode ser comprovado pela recuperação dos ganhos no 4º e 5º períodos.

A oferta de MS cumpre importante papel no ganho de peso animal por determinar o consumo da forragem e a própria qualidade da forragem consumida. Em ofertas mais altas, a oportunidade do animal praticar a seleção das partes mais nutritivas da planta aumenta, assim como aumenta o consumo de MS. Em baixas ofertas, o consumo de MS é reduzido e, também, o ganho de peso. Moraes (1991), trabalhando com 4 ofertas diferentes em pastagem de azevém com trevo branco, observou ganhos de peso da ordem de 0,130 kg; 0,500 kg e 0,740 kg.animal⁻¹.dia⁻¹ para ofertas de 3,5 kg; 7,0 kg e 10,5 kg.100 kg⁻¹ de peso vivo. Para o 3º período e tratamento sem N, a oferta média de MS foi de 3,68 kg.100 kg⁻¹ de peso vivo, o que deve ter conduzido aos menores ganhos. Porém, ao observar-se o GMD obtido no 2º período para o mesmo tratamento, nota-se que o mesmo foi superior e a oferta inferior ao observado no 3º período. Isto demonstra que, além da oferta de MS, a estrutura da pastagem interfere em alto grau com o consumo da mesma, por determinar o

da pastagem interfere em alto grau com o consumo da mesma, por determinar o comportamento ingestivo dos animais (Parsons *et al.*, 1994; Hazard *et al.*, 1998; Rook, 2000; Laws *et al.*, 2000). Assim, no 2º período (17/08 a 14/09), a estrutura da pastagem deve ter se apresentado em melhor condição para permitir maior consumo de MS com melhor qualidade, apesar de oferta relativamente mais baixa.

Os ganhos médios diários obtidos para os tratamentos com 100 kg, 200 kg e 300 kg.ha⁻¹ de N foram superiores aos observados por Quadros e Maraschin (1987), Coelho Filho e Quadros (1995), Lesama (1997), Restle *et al.*, (1999), Restle *et al.*, (2000) e semelhantes aos obtidos por Lustosa (1998), todos na região sul do Brasil, os quais utilizaram doses de N que variaram de zero a 200 kg.ha⁻¹ obtendo, respectivamente, ganhos de 0,87 kg; 0,714 kg; 0,955 kg; 0,685 kg; 0,680 kg e 1,18 kg.animal⁻¹.

Para a atividade de terminação de bovinos de corte em sistema de integração lavoura x pecuária, o ganho de peso médio diário (GMD) é de fundamental importância por determinar o tempo em que, de acordo com o peso inicial, os animais deverão permanecer em pastejo para alcançar o peso de abate, tempo este que, por sua vez, poderá interferir com a época de plantio das culturas. Além disso, o ganho possível de ser alcançado com misturas forrageiras de estação fria poderá orientar o produtor a definir o peso mínimo inicial dos animais, de modo que alcancem o peso de abate entre 450 a 480 kg até uma época estabelecida para a liberação da área para o plantio da cultura de verão.

O ganho médio diário é dado pelo potencial genético do animal, pela quantidade da MS ingerida e pela composição química e digestibilidade da mesma (Maraschin, 1986; Blaser, 1990). Os resultados obtidos demonstram que os animais utilizados eram de elevado potencial genético para ganho de peso, assim como a mistura forrageira utilizada era de alta qualidade, o que é uma característica das espécies de estação fria (Quadros e Maraschin, 1997; Restle *et al.*, 1999; Roso *et al.*, 1999).

O resultado obtido no presente trabalho, apresentando média geral em torno de 1.100 g.animal.dia⁻¹, demonstra que as espécies forrageiras utilizadas são capazes de garantir tanto a atividade de cria como a de recria e engorda com alto desempenho animal, sem a necessidade de recorrer-se ao uso de alimentos concentrados. A utilização de alimentos concentrados se resumiria apenas em complementações estratégicas nos períodos em que, principalmente por razões de ordem meteorológica, a pastagem não pudesse apresentar uma produção compatível com a quantidade de MS requerida pelos animais disponíveis na propriedade.

4.2.2 Carga Animal

A carga animal praticada ($\text{kg de peso vivo.ha}^{-1}$) aumentou em resposta às doses de N utilizadas (FIGURA 17 e ANEXO 12). Como era de se esperar, em razão do aumento da taxa de acúmulo de MS com o aumento dos níveis de N, houve maior capacidade suporte da pastagem, permitindo aumentar o número de animais por unidade de área.

É exatamente no aumento desta capacidade de suporte que se observa o real efeito da aplicação do N nas pastagens, já que as respostas em GMD não apresentaram grandeza correspondente, conforme era a expectativa. Os resultados finais demonstram não haver diferença significativa entre os tratamentos com aplicação de N, a despeito de maior acúmulo de MS e maior produção total de forragem, evidenciando problemas de ajuste da carga animal, dado por razões anteriormente descritas. Desta forma, em razão da possibilidade de se obter maior acúmulo de MS, supõe-se que doses maiores de N realmente podem determinar maior suporte de carga animal.

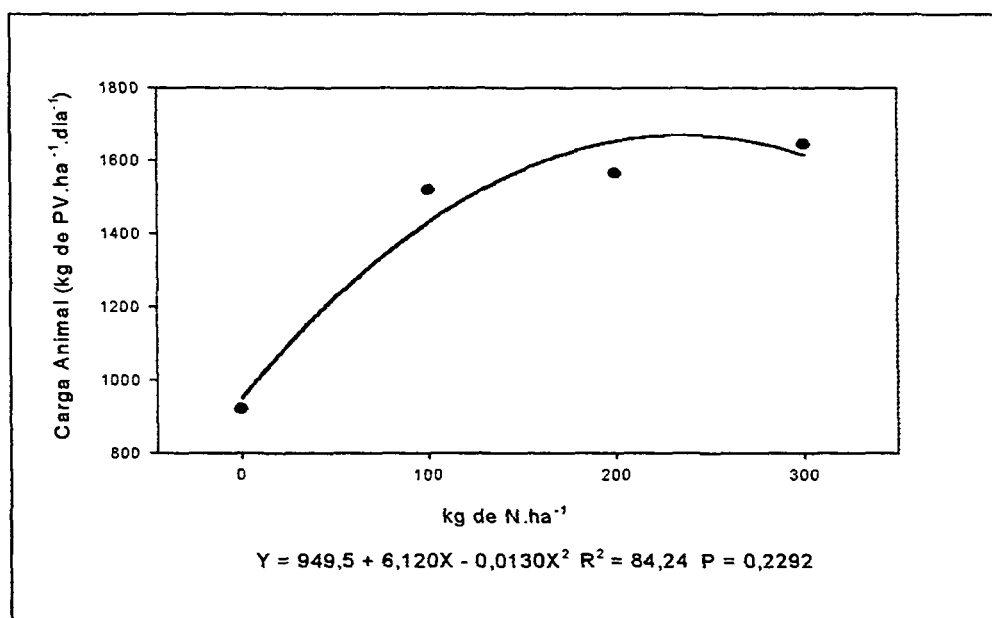


FIGURA 17 - Carga animal média ($\text{kg PV.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) para as doses de nitrogênio aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

As lotações observadas (ANEXO 13) para os tratamentos com aplicação de N, com carga média de 1.577 kg.ha^{-1} (ANEXO 12), foram superiores àquelas obtidas por Coelho Filho e Quadros (1995), Johnson e Morrison (1997), Restle *et al.* (2000) e semelhantes às obtidas por Moraes (1991), Lesama (1997), Restle *et al.* (1999). Os resultados observados para o tratamento sem N, com carga média de 920 kg.ha^{-1} , foram semelhantes aos obtidos por Restle *et al.* (2000) trabalhando com mistura de azevém e aveia recebendo 200 kg.ha^{-1}

por Restle *et al.* (2000) trabalhando com mistura de azevém e aveia recebendo $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N.

Observando-se os períodos intermediários de avaliação (FIGURA 18 e ANEXO 12), nota-se que a carga animal acompanhou as doses de N empregadas de modo crescente apenas no 4º período, comportando-se de maneira semelhante às taxas de acúmulo de matéria seca observadas (FIGURA 8 e ANEXO 6). Nos demais, a carga animal oscilou diferentemente das taxas de acúmulo observadas para as doses de nitrogênio aplicadas, demonstrando os problemas de ajuste anteriormente mencionados.

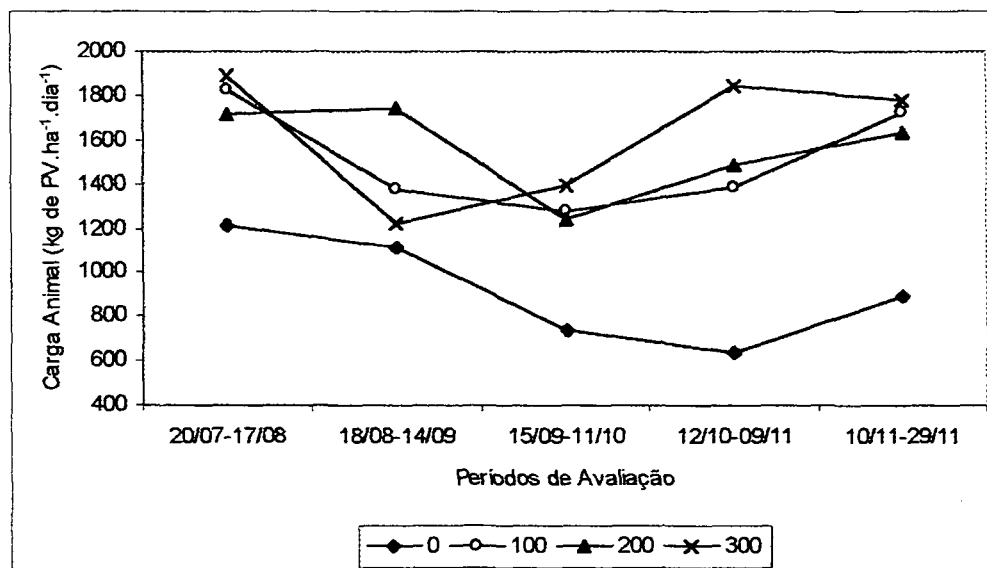


FIGURA 18 - Carga animal média ($\text{kg PV} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$), por período, para as doses de nitrogênio aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

4.2.3 Ganho de Peso Vivo por Hectare

A produtividade animal, expressa pelo ganho de peso vivo em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (GPha), aumentou com o aumento das doses de N na pastagem (FIGURA 19), acompanhando a maior produção de forragem. O GPha total foi de 350 kg; 683 kg; 685 kg e 691 kg para os tratamentos com zero, 100 kg, 200 kg e 300 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N, respectivamente.

Uma vez que a produção de forragem foi superior em 48%, 68% e 95% para os tratamentos com 100 kg, 200 kg e 300 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N e, sendo os GMD semelhantes para estes tratamentos, esperava-se respostas de magnitudes semelhantes para o GPha, dadas pela maior capacidade de suporte da pastagem. Porém, em razão de problemas com a carga animal, isto não aconteceu, o que não impede que se possa inferir que os ganhos observados poderiam ter sido maiores para os tratamentos com 200 kg e 300 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N.

Em relação à não aplicação de N, as doses de 100 kg, 200 kg e 300 kg.ha⁻¹ apresentaram GPha 96,6%; 96,8% e 98,6% superiores, o que não reflete a maior produtividade de MS da pastagem para os dois últimos tratamentos.

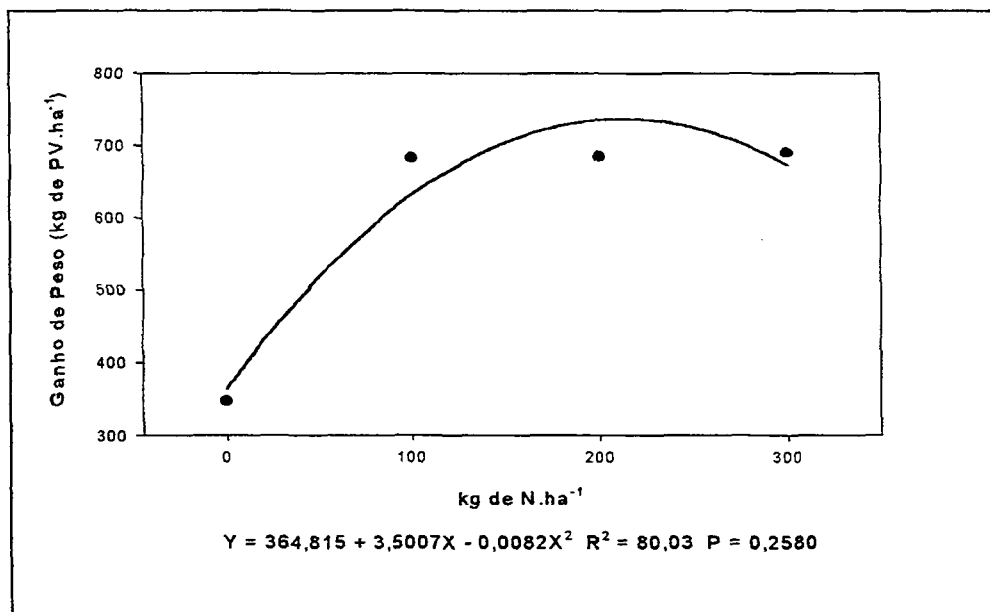


FIGURA 19 - Ganho de peso médio por hectare (kg.ha⁻¹) para as doses de nitrogênio aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

Analisando-se os períodos intermediários de avaliação (FIGURA 20), observa-se que o GPha acompanhou a variação da carga animal (FIGURA 18). O 2º período (18/08 a 14/09) foi o que apresentou os maiores contrastes para o tratamento com 300 kg.ha⁻¹ de N. Neste, houve a necessidade de se reduzir a carga animal pois, no primeiro período (20/07 a 17/08), ela foi a mais alta de todas, em razão da maior massa seca presente. Devido a isto, e à baixa taxa de acúmulo de MS promovida pelas baixas temperaturas nos dois primeiros períodos, o que manteve uma baixa altura da pastagem, a carga animal para este tratamento teve que ser drasticamente reduzida, o que conduziu a um GPha abaixo do esperado (99,7 kg). Esta mesma situação foi observada para o tratamento sem a aplicação de N no 3º e 4º períodos, nos quais os ganhos por unidade de área foram muito baixos.

Estes dois contrastes certamente conduziram a um ganho por hectare subestimado para ambos tratamentos. Se estes contrastes não tivessem ocorrido, os ganhos facilmente ultrapassariam os 400 kg.ha⁻¹ para o tratamento sem N e 700kg.ha⁻¹ para o tratamento com 300 kg.ha⁻¹.

Os resultados obtidos no presente trabalho são inferiores aos obtidos por Orr *et al.* (1990) com mistura de azevém e trevo branco adubada com 420 kg.ha⁻¹ de N. Nas condições da região sul do Brasil, em pastagens de estação fria, os resultados se

assemelham aos obtidos por Quadros e Maraschin (1987), Moraes (1991), Lesama (1997), Lustosa (1998), Restle *et al.* (1999) e são superiores aos obtidos por Coelho Filho e Quadros (1995) e Restle *et al.* (2000). Por outro lado, o GPha para a dose de 300 kg.ha⁻¹ de N foi inferior aos 865 kg.ha⁻¹ observado por Restle *et al.* (1993) para a mesma dose.

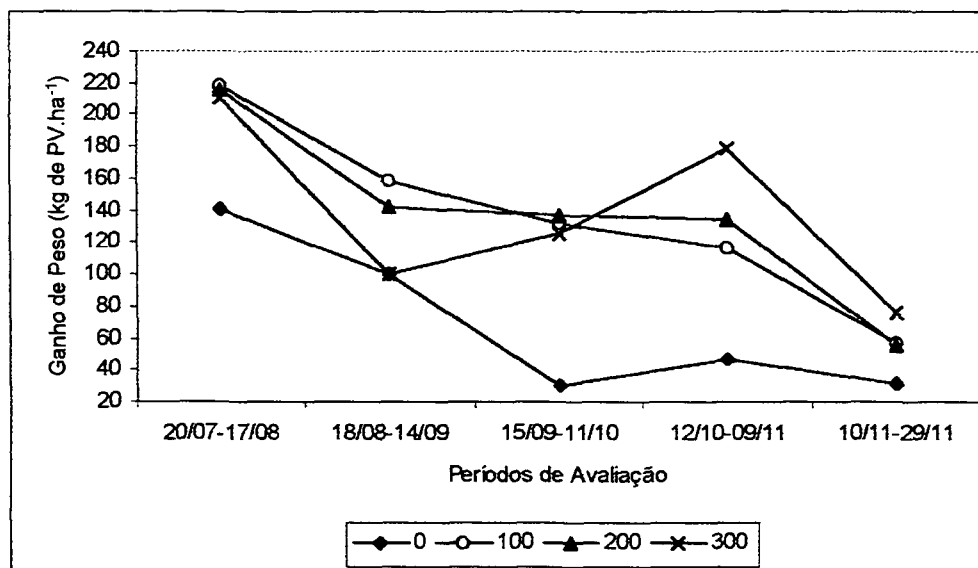


FIGURA 20 - Ganho de peso médio por ha por período de avaliação para as doses de nitrogênio aplicadas, Guarapuava, PR, 2000

As respostas obtidas pelos diversos autores citados apresentam variações que, entre diversos fatores, podem ser creditadas às diferenças de tempo de utilização das pastagens e às diferenças de doses de N aplicadas. Desta forma, de modo geral, pode afirmar-se que o potencial para ganho de peso em pastagens de estação fria é alto e que, dependendo da adubação nitrogenada empregada, ultrapassa com facilidade 600 kg.ha⁻¹ de peso vivo.

Pela análise dos resultados observa-se que a eficiência de transformação do N em kg.ha⁻¹ de peso vivo foi de 3,35 kg; 1,69 kg e 1,14 kg por Kg de N aplicado na pastagem, para as doses de 100 kg, 200 kg e 300 kg, seguindo a forma das respostas decrescentes. Estas observações são importantes para nortear a utilização de fertilizantes nitrogenados em pastagens hibernais dentro do sistema de integração lavoura x pecuária, sendo que, com maior número de resultados obtidos por diferentes experimentos, poderia se estabelecer uma curva de resposta ao N para diferentes regiões. Ao considerar-se o custo do kg de N e o preço de mercado do kg de peso vivo animal, pode-se definir a melhor dose de aplicação para maior resultado econômico.

Embora a taxa de desaparecimento da MS, dada pela diferença entre a MS produzida e o resíduo restante na pastagem, não expresse o real consumo pelos animais, uma vez que o superestima, ela se constitui em uma importante ferramenta para a

estimativa da eficiência de transformação desta em produto animal, ou seja, da conversão alimentar aparente (kg de MS consumida por kg de ganho de peso). A conversão alimentar é o resultado da qualidade da dieta ingerida e do potencial genético do animal em transformá-la em produto.

A eficiência de transformação da MS em kg de ganho de peso vivo encontra-se na TABELA 6. Nota-se que a eficiência média de todos os tratamentos ficou em torno de 11 kg de MS por kg de peso vivo ganho o que, considerando-se que nem toda a matéria seca desaparecida tenha sido consumida, pode-se entender como muito boa. As eficiências observadas são melhores que as obtidas por Restle *et al.* (1999), Restle *et al.* (2000) e semelhantes às obtidas por Moraes (1991) e Lesama (1997) para as mesmas misturas forrageiras.

TABELA 6 – Eficiência de utilização da MS da forragem produzida em ganho de peso vivo por hectare para as doses de N aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

N Kg.ha ⁻¹	Prod. MS	Resíduo	Consumo MS Kg.ha ⁻¹	Ganho de Peso	Eficiência Kg MS.kg ganho ⁻¹
0	4.466,77	362,2	4.104,57	347,9	11,8
100	6.647,70	283,6	6.364,10	683,3	9,3
200	7.515,38	291,5	7.223,85	684,9	10,5
300	8.700,85	411,4	8.289,75	691,0	12,0

4.3 EXPERIMENTO II – CULTURA DE VERÃO

4.3.1 Rendimento em Grãos

4.3.1.1 Efeito da Presença do Trevo Branco e do Pastejo

Os rendimentos, em todas as doses de N utilizadas, não foram influenciados ($P > 0,05$) pela presença de trevo branco na pastagem e pela prática do pastejo (FIGURAS 21 e 22).

A presença de trevo branco na pastagem, nas percentagens obtidas, não apresentou contribuição para o resultado em rendimento do feijoeiro. Conforme pode ser observado pela FIGURA 5, a participação do trevo na produção de MS da pastagem, exceto para os tratamentos sem N e com 300 kg.ha⁻¹, foi muito baixa. Mesmo para estes tratamentos, com participação de 26% e 16%, respectivamente, a população do trevo não foi grande o suficiente para adicionar quantidades expressivas de N para a cultura sucessora, a ponto de alterar os rendimentos pois, de acordo com Boller e Nosberger (1987), para que haja uma

elevada fixação biológica de N (acima de $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), é necessário que o trevo represente uma proporção superior a 50% da MS produzida na pastagem, o que não ocorreu no presente caso.

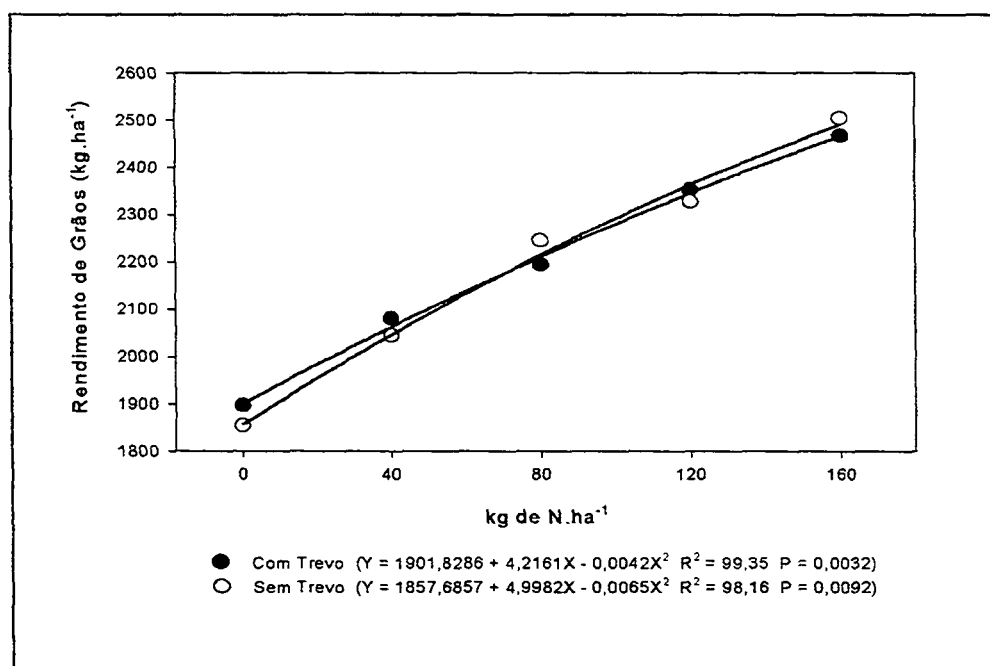


FIGURA 21 – Rendimento em grãos do feijoeiro ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) na presença e ausência de trevo branco na pastagem frente às doses de aplicação de nitrogênio na cultura, Guarapuava, PR, 2001

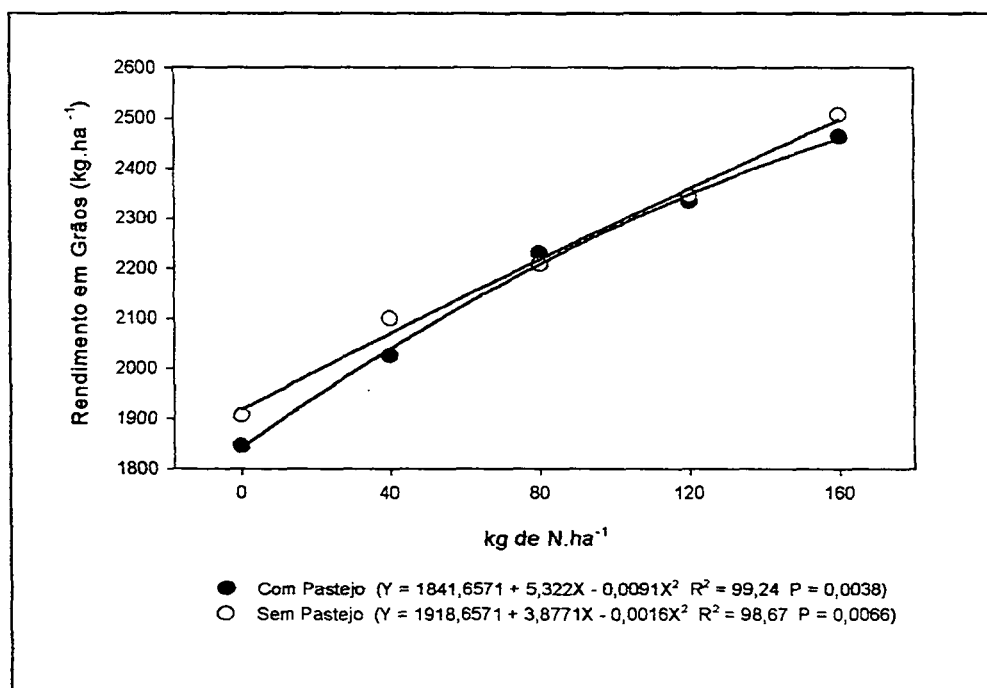


FIGURA 22 – Rendimento em grãos do feijoeiro ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) na presença e ausência de pastejo frente às doses de aplicação de nitrogênio na cultura, Guarapuava, PR, 2001

Resultado semelhante foi obtido por Assmann (2001) com a cultura do milho sucedendo a pastagem. Naquele caso a contribuição máxima do trevo ficou em 5,7% da produção total de MS onde, realmente, não era de se esperar influência na oferta de N para a cultura sucessora.

Estes resultados demonstram que, ao esperar-se uma efetiva contribuição do N fixado biologicamente para a cultura sucessora, o trevo branco deve participar com valores pelo menos acima de 30% na produção de matéria seca da pastagem, confirmando as observações de Boller e Nösberger (1987).

Como já citado anteriormente, há uma certa dificuldade de manter-se populações elevadas de trevo branco por anos sucessivos em misturas forrageiras sob pastejo, em razão da mobilização e imobilização do N fixado biologicamente que é transferido para as poaceas (Ledgard *et al.*, 1990; Wilman e Fisher, 1996; Loiseau *et al.*, 2000; Parsons e Chapman, 2000). Além disso, o N mineral, quando aplicado em doses elevadas, prejudica o desenvolvimento do trevo, favorecendo o das poaceas (Cruz *et al.*, 1991; Humphreys, 1997; Schils *et al.*, 1999; Parsons e Chapman, 2000) embora, no presente trabalho, isto não tenha sido observado para a aplicação de 300 kg.ha⁻¹ de N na pastagem.

Outro aspecto importante quanto à contribuição do trevo branco na integração lavoura x pecuária é a época de plantio da cultura sucessora. Quando o plantio deve ser antecipado para meados de setembro/outubro, como é o caso do milho, a aplicação de herbicidas provoca a paralisação parcial do crescimento do trevo na época de sua maior produtividade. Ao mesmo tempo, com o aumento do IAF da cultura, ocorre uma maior competição pela luz, prejudicando ainda mais a expressão do trevo já estressado (Fisher e Wilman, 1995). Desta forma, a ressemeadura natural da fabacea pode ser reduzida e, por consequência, ser diminuída a sua contribuição no ano seguinte. Tal situação poderia ser superada com o plantio da fabacea na implantação da pastagem de inverno após a colheita do milho. Porém, se o objetivo for o de proporcionar uma alta fixação biológica com vistas a reduzir a utilização do N mineral no sistema, este procedimento poderia não produzir a eficácia esperada, uma vez que a fixação biológica é menor no primeiro ano do que nos anos subseqüentes (Boller e Nösberger, 1987).

Estas considerações permitem inferir que, nos anos em que a cultura utilizada for o milho, a população de trevo branco será inferior na pastagem do ano seguinte. Neste caso, para a obtenção de alta produção de forragem, seria necessária a utilização de maior quantidade de N mineral o que, por sua vez, deveria prejudicar o desenvolvimento do trevo existente. Por outro lado, o inverso é verdadeiro quando a época de plantio da cultura sucessora puder ser postergada para meados de novembro/dezembro, como é o caso do

feijoeiro ou da soja, uma vez que o tempo de vegetação do trevo é prolongado, permitindo uma maior ressemeadura natural.

No que diz respeito ao efeito do pastejo, o mesmo não influenciou negativamente ($P > 0,05$) o rendimento do feijoeiro (FIGURA 22), demonstrando que a presença de animais não compromete fisicamente o solo a ponto de reduzir significativamente a produtividade da cultura sucessora (Angus *et al.*, 1998; Heenan *et al.*, 1998; Webb e Sylvester-Bradley, 1994; Moraes e Lustosa, 1997).

Esta constatação também foi feita por Assmann (2001) avaliando a produtividade do milho cultivado após um período de pastejo de 93 dias na pastagem de inverno, no mesmo tipo de solo. Uhde *et al.* (1997) também não observaram efeitos negativos do pastejo em áreas de cobertura de inverno para a cultura de verão.

A influência da presença de animais quanto à compactação do solo está condicionada ao manejo empregado nas pastagens. Ao trabalhar-se com carga animal excessiva, além da capacidade de suporte da pastagem, promove-se uma baixa na área foliar residual, a qual compromete a atividade fotossintética e a alocação de fotossintatos para a raiz, diminuindo o seu crescimento (Lemaire e Chapman, 1996; Frankow-Lindberg, 1997). No presente trabalho, as doses de N aplicadas e a carga animal praticada devem ter permitido um bom desenvolvimento das raízes das forrageiras, fazendo com que as mesmas atuassem como um “arado biológico”, não permitindo com que a compactação do solo chegasse a ponto de prejudicar o desenvolvimento e o crescimento das plantas do feijoeiro, o que está de acordo com Moraes e Lustosa (1997).

4.3.1.2 Efeito das Doses de Nitrogênio na Pastagem e na Cultura

O rendimento de grãos sofreu influência positiva das doses crescentes de N aplicados tanto na pastagem como na cultura do feijoeiro, sendo que a resposta para as doses empregadas no feijoeiro foi quadrática sobre todas as doses empregadas na pastagem (FIGURA 23).

Resultados semelhantes, embora com resposta linear, foram observados por Amane *et al.* (1999), Barbosa Filho e Silva (2000) utilizando doses até $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N, mas sem utilização prévia de pastagem com aplicação de N. Já Piaskowski (1999), utilizando o plantio direto em área cultivada com a cultura do trigo ou aveia no inverno, não observou diferença significativa para o rendimento do feijoeiro entre doses de N que variaram de 20 kg a $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ quando o cultivo de inverno foi o trigo. Por outro lado, quando o cultivo foi de aveia,

foi observada resposta quadrática para as doses de N

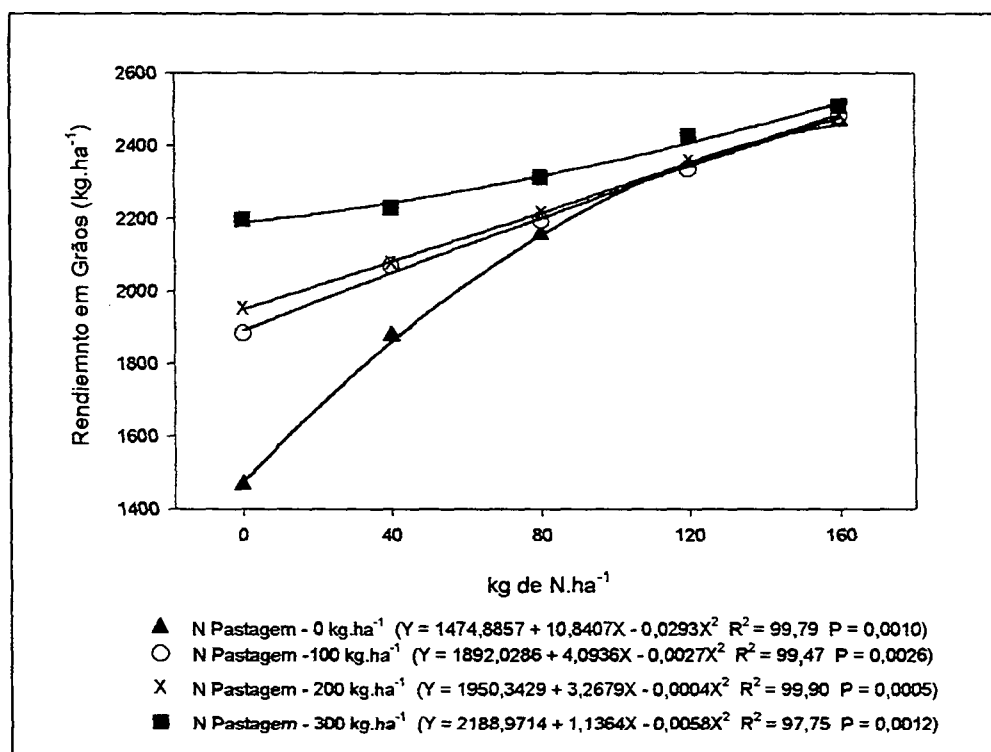


FIGURA 23 – Rendimento em grãos, (kg.ha⁻¹) para as doses de nitrogênio aplicadas na cultura e na pastagem, Guarapuava, PR, 2001

O rendimento de grãos variou de 1467 kg.ha⁻¹, para a ausência de aplicação de N tanto na pastagem como no feijoeiro, a 2510 kg para as doses de 300 kg.ha⁻¹ de N na pastagem e 160 kg.ha⁻¹ no feijoeiro (ANEXO 15). Este aumento na produção de grãos, em resposta à fertilização nitrogenada, também foi observado por Thies *et al.* (1995), Ambrozano *et al.* (1996), Amane *et al.* (1999), Piaskowski (1999), Barbosa Filho e Silva (2000), demonstrando que o feijoeiro apresenta boa capacidade de resposta ao N aplicado. Entretanto, esta capacidade está condicionada às condições meteorológicas que possam ocorrer, ao nível de N previamente existente no solo, ao tipo de solo, às condições fitossanitárias e à própria fixação biológica de N (Piaskowski, 1999).

Pela análise da FIGURA 23 verifica-se que houve uma grande contribuição do N residual da pastagem para a cultura. Isto demonstra que, se houveram perdas de N por lixiviação e volatilização, provocadas pela presença do pastejo (Ledgard, 1991; Haynes e Willians, 1993; Misselbrook *et al.*, 1996; Luo *et al.*, 2000), estas não foram suficientemente grandes para comprometer severamente a sua disponibilidade para a cultura sucessora. Esta constatação pode ser confirmada pela produção obtida nas doses de 100, 200, e 300 kg.ha⁻¹ de N na pastagem dentro do tratamento sem aplicação de N no feijoeiro.

Comparando-se os rendimentos obtidos para a ausência de aplicação de N no feijoeiro frente às doses utilizadas na pastagem (FIGURA 23), verifica-se que as doses de 100 kg, 200 kg e 300 kg.ha⁻¹ na pastagem promoveram aumentos no rendimento, respectivamente, de 28%, 33% e 50%, evidenciando a contribuição do N residual da pastagem dado pela sua reciclagem (Angus *et al.*, 1998; Heenan *et al.*, 1998; Fontanelli *et al.*, 1998; Santos *et al.*, 2000). Ao relacionar-se a produtividade adicional obtida com as doses de N empregadas na pastagem, observa-se que a eficiência de utilização do N foi de 4,17 kg; 2,43 kg e 2,43 kg de grãos por kg de N aplicado na pastagem, respectivamente, para as doses de 100 kg, 200 kg e 300 kg.

Ainda, confirmando a boa contribuição do N residual oriundo da pastagem, pode-se verificar que a intensidade de resposta ao N aplicado na cultura, até a dose de 120 kg.ha⁻¹, foi muito superior para o tratamento sem N na pastagem do que para os demais. Nas doses de 100 kg, 200 kg e 300 kg.ha⁻¹ na pastagem, a intensidade de resposta ao N empregado na cultura foi muito semelhante, embora produtividades relativamente superiores tenham sido observadas para a dose de 300 kg. Neste particular, os resultados estão em concordância com aqueles observados por Assmann (2001) para a cultura do milho.

Observando-se a FIGURA 23, nota-se que houve uma certa saturação da planta pelo N, em razão da menor magnitude de resposta no rendimento para o aumento das doses aplicadas. Para a combinação de zero de N na pastagem com 160 kg no feijoeiro, foi observado rendimento 68% superior ao obtido na combinação de ausência de fertilização nitrogenada tanto na pastagem como na cultura. Esta superioridade média foi sendo reduzida para as doses de N na pastagem, sendo 31,8%, 27,2% e 14,2% para as doses de 100 kg, 200 kg e 300 kg.ha⁻¹, respectivamente.

Quando se analisa o potencial de produção de grãos pela quantidade de N aplicado na pastagem, nota-se que o rendimento obtido para a combinação de 300 kg.ha⁻¹ na pastagem com zero no feijoeiro foi muito semelhante aos rendimentos obtidos para as doses de 0 a 200 kg.ha⁻¹ na pastagem com 80 kg.ha⁻¹ no feijoeiro. Porém, isto não significa que a utilização do N, em maiores doses na pastagem, seja mais eficiente em termos de produtividade dentro do sistema de integração lavoura x pecuária, sem que se avalie conjuntamente a resposta da produção animal e da cultura em questão.

Estas constatações se revestem de grande importância para a racionalização da aplicação do N em sistemas de integração lavoura x pecuária, onde se busca a adubação nitrogenada do sistema como um todo, através da exploração do processo de reciclagem, e não a adubação isolada da pastagem e da cultura. Esta adubação do sistema como um todo pode se traduzir em economia tanto na quantidade de fertilizantes nitrogenados

empregados, como no número de operações necessárias para a sua aplicação.

Os rendimentos médios observados para os diferentes tratamentos são semelhantes aos observados por Ambrosano *et al.* (1996), Daros (1997), Amane *et al.* (1999), Arf *et al.* (1999), Piaskowski (1999); superiores aos observados por Vieira *et al.* (1996), Paes *et al.* (1999) e inferiores aos obtidos por Amane *et al.* (1994), Calvache *et al.* (1997), Thies *et al.* (1995). Exceto Thies *et al.* (1995), que chegou a utilizar doses de N de até 750 kg.ha⁻¹, os demais autores trabalharam com doses de, no máximo, 120 kg.ha⁻¹.

O rendimento médio obtido para a ausência de aplicação de N na pastagem e na cultura (1467 kg.ha⁻¹), bem superior ao rendimento médio de 900 kg.ha⁻¹ obtido no estado do Paraná (Piaskowski 1999), demonstra que o nível de N previamente existente no solo era relativamente alto, nível este que deve ter sido conferido pelos vários anos de exploração da integração lavoura x pecuária na área trabalhada. Porém, o rendimento para as demais doses utilizadas, principalmente para as doses acima de 80 kg.ha⁻¹, ficou abaixo do esperado, tendo em vista o rendimento obtido para doses inferiores a 160 kg por vários autores.

4.3.2 Componentes do Rendimento e Índice de Colheita Aparente

O rendimento obtido para as diferentes doses de N empregadas é o resultado da resposta dos componentes do rendimento aos tratamentos utilizados. Entre os componentes avaliados, número médio de vagens por planta, número médio de grãos por vagem e massa média de 100 grãos, as doses de N apresentaram efeito significativo somente sobre o número de vagens por planta (FIGURA 24 e ANEXO 16). Para o número médio de grãos por vagem e massa de 100 grãos, as doses de N não apresentaram efeitos significativos ($P>0,05$) (TABELA 7), de modo que as variações no rendimento final foram dependentes, principalmente, das diferenças entre o número médio de vagens por planta obtidas para os tratamentos empregados.

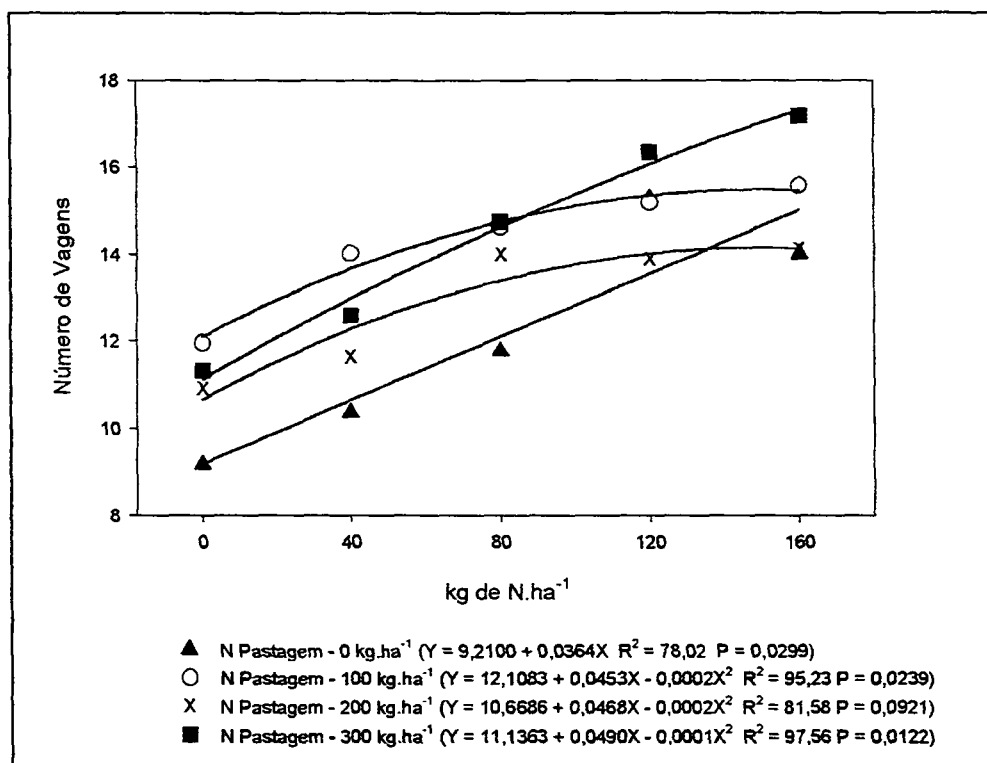


FIGURA 24 – Número médio de vagens por planta para as doses de nitrogênio aplicadas na cultura e na pastagem, Guarapuava, PR, 2001

O número médio de vagens por planta obtido no presente trabalho foi inferior ao observado por Daros (1977), Piaskowski (1999), Calvache *et al.* (1977) e superior aos dados obtidos por Arf *et al.* (1999). Para a mesma variedade utilizada, Daros (1997) observou número médio de 20,66 vagens por planta, enquanto que Piaskowski (1999) observou variações de 17 a 25,3 para doses de N que variaram de 20 kg a 100 kg.ha⁻¹. Todos estes valores foram bem superiores aos números médios de 9,18 a 17,18 vagens por planta encontrado no presente experimento.

De modo semelhante aos resultados observados por Piaskowski (1999), trabalhando com a variedade FT Nobre, o número médio de grãos por vagem não foi influenciado pelas doses de N empregadas. O número médio observado no presente trabalho variou de 4,28 a 4,59 grãos por vagem, sendo muito semelhante aos valores de 4,21 a 4,56 obtidos por Piaskowski (1999), porém inferior ao número médio de 4,9 grãos por vagem observados por Daros (1997).

TABELA 7 – Número médio de grãos por vagem, massa de 100 grãos e índice de colheita aparente (ICA) para as doses de nitrogênio na pastagem e na cultura do feijoeiro, Guarapuava, PR, 2001

N Pastagem	N Feijoeiro	Grãos por vagem Massa	100 grãos Unidade	ICA %
kg.ha ⁻¹				
0	0	4,28	16,55	50,72
	40	4,38	16,68	50,68
	80	4,51	16,75	50,86
	120	4,42	16,80	50,70
	160	4,47	17,51	50,47
100	0	4,33	17,13	50,17
	40	4,33	16,80	51,63
	80	4,52	16,54	50,51
	120	4,52	17,21	50,70
	160	4,40	16,94	50,99
200	0	4,59	16,96	51,13
	40	4,54	16,82	50,82
	80	4,55	17,09	50,63
	120	4,50	17,46	51,07
	160	4,53	17,38	50,99
300	0	4,38	16,81	51,55
	40	4,39	16,98	50,70
	80	4,49	17,14	51,44
	120	4,38	17,17	51,36
	160	4,37	17,00	51,92
	CV (%)	5,86	3,73	2,33

Quanto a massa média de 100 sementes, esperava-se um aumento com as doses crescentes de N, uma vez que, de acordo com Thies *et al* (1995), doses maiores de fertilização nitrogenada provocam aumento no período de enchimento de grãos, resultando em maior massa. Porém, tal fato não foi observado em razão da colheita ter sido praticada no mesmo dia para todos os tratamentos. Foi observado que, para os tratamentos com maiores doses de N no feijoeiro e na pastagem, as plantas ainda se encontravam verdes no momento da colheita, com características do estágio R8 para R9, ou seja, fase final de enchimento dos grãos e início da maturação. Assim sendo, poderia ter-se aguardado mais alguns dias para a realização da colheita, resultando em provável aumento na massa de 100 grãos e maior produtividade para aqueles tratamentos com maiores doses de N.

Da mesma forma, o índice de colheita aparente também não sofreu influência das doses de N, o que era esperado. Se, por um lado o N permite alcançar maiores rendimentos em grãos, por outro estimula o crescimento da planta, resultando em maior produção total de MS, conforme observado por Piaskowski (1999), e mantendo o índice de colheita aparente sem grandes alterações.

5 CONCLUSÕES

Diante das condições experimentais e pelos resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir que:

A adubação nitrogenada, com doses até 300 kg.ha⁻¹ de N, proporciona alta produtividade em matéria seca nas misturas forrageiras de inverno, garantindo elevada carga animal por unidade de área;

O trevo branco, quando em misturas forrageiras de inverno, suporta doses de nitrogênio até 300 kg.ha⁻¹ sem apresentar comprometimento severo quanto à sua sobrevivência e produção;

A presença de trevo branco em misturas forrageiras de inverno proporciona maior ganho de peso individual;

Na integração lavoura x pecuária, ocorre boa contribuição do nitrogênio residual da pastagem para a cultura do feijoeiro, proporcionando alta produtividade;

A presença de animais, em pastejo com lotação contínua, na pastagem de inverno, não interfere negativamente no rendimento de grãos da cultura do feijoeiro;

A utilização da cultura do feijoeiro no sistema de integração lavoura x pecuária permite um período de pastejo superior a 4 meses;

A aplicação de 300 kg.ha⁻¹ de nitrogênio na pastagem, sem sua aplicação no feijoeiro, permite a obtenção de rendimento em grãos superior a 2000 kg.ha⁻¹, além de ganhos de peso vivo acima de 690 kg.ha⁻¹;

A dose de nitrogênio aplicada no feijoeiro que produz os melhores rendimentos, independente da dose aplicada na pastagem situa-se entre 80 e 120 kg.ha⁻¹;

A melhor combinação de aplicação de nitrogênio, para obter-se elevado rendimento animal e vegetal, encontra-se em 100 kg.ha⁻¹ na pastagem com 80 a 120 kg.ha⁻¹ na cultura do feijoeiro.

No sistema de integração lavoura x pecuária, é viável a aplicação de altas doses de nitrogênio exclusivamente na pastagem, não requerendo, portanto, sua aplicação na cultura sucessora.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem fazer algumas considerações importantes a respeito do sistema de integração lavoura x pecuária e, ao mesmo tempo, suscitar novos questionamentos.

6.1 A FERTILIZAÇÃO NITROGENADA DO SISTEMA

Confirmando o que a literatura disponível apresenta, observou-se os efeitos positivos da aplicação de doses elevadas de nitrogênio na produção da pastagem de inverno e no desempenho animal, bem como a existência de boa quantidade de N residual aplicado na pastagem para a cultura sucessora, o que poderia suprimir a sua aplicação para a obtenção de produtividades relativamente altas de grãos. Estas duas confirmações conduzem ao entendimento de que é possível racionalizar a fertilização nitrogenada, praticando-a em uma única etapa na cultura que mais responde à sua aplicação, ou seja, na pastagem. A partir de então, pelos sucessivos consumos e rebrotas desta, o nutriente seria reciclado por diversas vezes, mantendo-se disponível para a cultura sucessora. Esta prática poderia produzir dois benefícios.

O primeiro seria a obtenção de alta produção de matéria seca de qualidade pela pastagem, permitindo altos ganhos de peso que, associados à capacidade de suporte superior, conduziria a maiores produtividades de carne e, por conseqüência, a maiores rendas por unidade de área.

O segundo, seria a dispensa da operação de aplicação do N para a cultura, o que poderia representar redução do seu custo de produção, dada pela economia do custo operacional e de aquisição do fertilizante no momento em que os preços são mais elevados.

Porém, para certificar-se destes benefícios, ainda resta conhecer a percentagem possível de perdas deste nutriente aplicado na pastagem, tanto durante a sua utilização com os animais, como no lapso de tempo transcorrido entre a retirada dos animais da área e o desenvolvimento da cultura sucessora até que esta possa utilizar eficientemente este N. Este conhecimento permitiria a realização de uma análise de sensibilidade

econômica para, dentro de um cenário otimista e pessimista envolvendo a produção animal e de grãos, orientar se a aplicação do fertilizante deveria ser feita somente na pastagem ou se dividida entre a pastagem e o cultivo de verão, de acordo com a cultura a ser utilizada.

Considerando-se que culturas como a do milho e do feijoeiro requerem a fertilização nitrogenada, a sua inclusão dentro do sistema permite que estas se beneficiem do N residual reciclado durante a fase de pastejo. Por outro lado, a soja, por apresentar alta capacidade de fixação biológica do N, não se beneficiaria da mesma forma. Ao contrário, durante o seu cultivo, poderia deixar importante contribuição em N fixado biologicamente o qual, poderia beneficiar a pastagem seguinte e reduzir a necessidade de fertilização para uma determinada produção de matéria seca. Neste caso, surge o questionamento de, em sendo a soja a cultura a ser introduzida após o pastejo, qual o manejo da fertilização nitrogenada que deveria ser empregado tanto antes como após a cultura? Este deveria ser praticado de modo que não se aplicasse, desnecessariamente, grandes quantidades do elemento, com os consequentes riscos de aumento dos custos de produção e de contaminação ambiental ou provocar a inibição simbiótica.

Estas considerações remetem à necessidade de aprofundar-se nos estudos da dinâmica do nutriente dentro do sistema, sob a utilização das várias culturas e por períodos de tempo mais longos.

6.2 O TREVO BRANCO

Dentro do sistema, o trevo branco deveria cumprir com dois papéis importantes. O primeiro seria o de enriquecer a qualidade da dieta dos animais, promovendo maior ganho de peso. O segundo seria o de proporcionar, através da fixação biológica, uma boa quantidade de N que beneficiaria o crescimento da pastagem e, após sua reciclagem, o rendimento das culturas seguintes, permitindo uma expressiva economia no uso de fertilizantes nitrogenados.

Os resultados obtidos no presente trabalho não confirmaram estas hipóteses na sua totalidade, revelando apenas tendências. Porém, isto não descarta a possibilidade de sua utilização no sistema. Ao contrário, mostra a necessidade de melhor estudar-se o comportamento desta leguminosa em diferentes rotações de culturas e conjuntamente com o fluxo de N dentro do sistema, uma vez que este elemento pode prejudicar o seu crescimento e a fixação biológica. À luz da literatura existente, pode-se afirmar que o

trevo branco apresenta contribuições variáveis de ano para ano, dependendo da cultura utilizada e do manejo empregado na fertilização nitrogenada. No momento em que os níveis de N no sistema tomam-se elevados, o que normalmente acontece após sucessivos anos de integração lavoura x pecuária, ocorre a diminuição da população do trevo branco e, conseqüentemente, aumenta a necessidade de utilização de fertilizantes nitrogenados na pastagem para dar suporte às altas produções esperadas, contribuindo para o mais rápido desaparecimento desta forrageira.

Entretanto, em razão do alto custo dos fertilizantes nitrogenados e dos riscos de contaminação ambiental pela sua utilização em grandes quantidades, deve-se insistir nos estudos voltados à relação trevo x doses de N, com vistas a manter boa contribuição desta leguminosa na pastagem. As evidências apresentadas pelos resultados na dose de 300 kg.ha⁻¹ de N na pastagem, onde a população de trevo manteve-se relativamente alta, sugere que, em determinadas situações, pode-se conciliar alta participação do trevo com altas doses de N. Resta saber se, neste caso, haveria qualquer tipo de benefício adicional para a produtividade animal e da cultura sucessora, o que não ocorreu no presente caso.

Estas considerações mostram que o manejo do nitrogênio no sistema de integração lavoura x pecuária é aspecto de suma importância e que ainda merece estudos mais aprofundados.

6.3 O PASTEJO NO SISTEMA

As evidências experimentais revelam que o pastejo não interfere negativamente com as condições do solo a ponto de prejudicar a produtividade de grãos. Ao contrário, o pastejo cumpre importante papel na reciclagem do nitrogênio, além de proporcionar oportunidade de renda adicional dada pelo produto animal. Contudo, os benefícios que podem ser obtidos para a cultura sucessora dependem do adequado manejo empregado nas pastagens, de forma a não comprometer o desenvolvimento radicular das mesmas. A grande maioria dos trabalhos desenvolvidos empregaram o método de pastejo contínuo, utilizando-se de ajustes de carga animal conforme a disponibilidade de forragem. Neste sistema de pastejo, os efeitos da compactação do solo não são tão evidenciados, desde que se pratique o adequado ajuste da carga animal. Porém, para a sua prática, é necessário que o produtor disponha de áreas adicionais para manter os animais que devam ser retirados da pastagem no momento do ajuste da carga, o que exige o

adequado planejamento do número de animais a serem utilizados em relação à área disponível. É por esta razão que os produtores, de modo geral, preferem utilizar o pastejo rotacionado. Neste, a concentração de animais por unidade de área é grande, podendo provocar maior compactação do solo, apesar dos períodos curtos de ocupação dos piquetes. Por outro lado, no pastejo rotacionado os dejetos animais são melhor distribuídos na área, evitando as manchas de fertilidade provocadas pela maior concentração dos mesmos em determinados locais quando em sistema contínuo. Isto poderia ser um benefício apresentado pelo pastejo rotacionado, o qual deveria ser melhor avaliado em contraste com a possibilidade de maior compactação do solo, na resposta produtiva da cultura sucessora.

6.4 A CULTURA SUCESSORA E A EXPLORAÇÃO ANIMAL

A integração lavoura x pecuária está fundamentada na utilização do milho e da soja, culturas mais tradicionalmente utilizadas em sistema de plantio direto. Ambas as culturas limitam o tempo de utilização da pastagem e, por consequência, o retorno em produto animal. Esta particularidade é muito importante para a atividade de terminação de bovinos, pois determina o peso inicial com que os animais deverão entrar em pastejo, considerando-se o peso médio de abate de 450 kg e o ganho de peso individual possível de ser obtido, o que implica em um adequado planejamento de aquisição e comercialização dos animais, principalmente nas propriedades de maior vocação agrícola

Pelos resultados obtidos em diferentes experimentos, pode-se esperar ganhos de peso individuais da ordem de $1,0 \text{ kg.dia}^{-1}$, desde que os animais utilizados tenham potencial genético para tanto. Se, na rotação com estas duas culturas, estima-se o período médio de ocupação das pastagens de 90 a 120 dias, os animais deveriam apresentar peso mínimo de 360 e 320 kg, respectivamente, para serem terminados dentro do prazo necessário para a realização do plantio. Porém, dependendo do tipo de animal utilizado e das condições de mercado, o tempo de permanência em pastejo deve ser estendido para conferir o grau de acabamento necessário de carcaça. Neste caso, a análise de sensibilidade econômica também seria de grande importância, visto que, analisando-se as diferenças de produtividade tanto animal como de grãos frente às situações de mercado, permitiria auxiliar a tomada de decisão em retardar ou não o plantio de determinada cultura. Assim, com o objetivo de produzir as informações necessárias para a análise econômica do sistema, estudos sobre as consequências de

diferentes épocas de plantio sobre o rendimento de grãos deveriam ser realizados dentro do mesmo.

No caso do feijoeiro, este demonstrou ser uma cultura promissora para o sistema, uma vez que apresentou altos rendimentos e, também, permitiu o prolongamento do período de ocupação da pastagem. Logo, o feijoeiro é mais uma alternativa importante para estender o período de pastejo tanto no ano de sua implantação, como no ano seguinte, após a sua colheita, por permitir a antecipação do plantio da pastagem, em razão de ser uma cultura de ciclo curto. Com a antecipação do plantio da pastagem de inverno para final de março ou início de abril, haveria a possibilidade de estender-se o período de pastejo de cerca de 90 dias, para aproximadamente 120 dias, quando a cultura seguinte fosse o milho.

Diante do exposto, pode-se observar que a integração lavoura x pecuária é um sistema de alta complexidade e que exige um planejamento minucioso, envolvendo os animais, as culturas e o manejo a ser empregado, para alcançar os resultados esperados, tanto em termos de produtividade como de rentabilidade total.

REFERÊNCIAS

AMANE, M.I.V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A.A.; ARAÚJO, G.A.A. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenada e molíbdica. *Revista Ceres*, v. 41, p. 202-216, 1994.

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

AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; AMBROSANO, G.M.B.; BUSILANI, E.A.; BORTOLETTO, N.; MARTINS, A.L.M.; PEREIRA, J.C.; DE SORDI, G. Efeito do nitrogênio no cultivo de feijão irrigado no inverno. *Scientia Agricola*, v. 53, p. 338-342, 1996.

ANDRADE, M.J.B.; ALVARENGA, P.E.; CARVALHO, J.G.; DA SILVA, R.; NAVES, R.L. Influência do nitrogênio, rizóbio e molibdênio sobre o crescimento, nodulação radicular e teores de nutrientes no feijoeiro. *Revista Ceres*, v. 45, p. 65-79, 1998.

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

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

ARAÚJO, R.S.; HENSON, R.A. Fixação biológica de nitrogênio. In: *Cultura do Feijoeiro – Fatores que afetam a Produtividade*. POTAFÓS – Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Cap. 2, p. 213-228, 589p. 1988.

ARCHER, S.; SMEINS, F. E. Ecosystem-level processes. In Heitschmidt, R.K.; Stuth, J. W. (Ed.) **Grazing management: An ecological perspective**. Portland: Timber Press, 1991. p. 109-139.

ARF, O.; DA SILVA, L.S.; BUZETTI, S.; ALVES, M.C.; DE SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F.; HERNANDEZ, F.B.T. Efeito da rotação de culturas, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.11, p. 2029-2036, 1999.

ARMSTRONG, R.D.; PROBERT, M.E.; McCOSKER, K.; MILLAR, G. Fluxes of nitrogen derived from plant residues and fertiliser on a cracking clay in a semi-arid environment. *Aust. J. of Agric. Res.*, Victoria, 49:437-449, 1998.

ASSMMAN, A.L. **Adubação nitrogenada de forrageiras de estação fria em presença e ausência de trevo branco, na produção animal em área de integração lavoura - pecuária**. Curitiba, 2002. 122p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2002.

- ASSMMAN, T.S. **Rendimento de milho em áreas de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio.** Curitiba, 2001. 80p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2001.
- BAETHGEN, W.E. Dinamica del nitrógeno en sistemas de rotación cultivos-pasturas. *Rev. INIA Inv. Agr.*, v.1, n.1, p.3-25, 1992.
- BARBOSA FILHO, M.P.; DA SILVA, O.F. Adubação e calagem para o feijoeiro irrigado em solo de cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.* V. 35, p. 1317-1324, 2000.
- BARRETO, I.L.; VINCENZI, M.L.; NABINGER, C. Melhoramento e renovação de pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Pastagens fundamentos da exploração racional.** Piracicaba: FEALQ, 1986. Cap. 15, p. 295-309.
- BARTHAM, G.T.; GRANT, S.A.; ELSTON, D.A. The effects of sward height and nitrogen fertilizer application on sward composition, white clover growth and the stock carrying capacity of an upland perennial ryegrass/white clover sward grazed by sheep for four years. *Grass and Forage Science*, v.47, p. 326-341, 1992.
- BAUER, A.; COLE, C.V; BLACK, A.L. Soil property comparisons in virgin grassland between grazed and nongrazed management systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, 51:176-182, 1987.
- BLASER, R.E. Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação de plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forragens. In: **Pastagens.** Piracicaba: FEALQ, 1990 p. 157-205.
- BOLLER, B.C.; NÖSBERGER, J. Symbiotically fixed nitrogen from field – grown white and red clover mixed with ryegrasses at low levels of 15-N-fertilization. *Plant and Soil*, v.104, p.219-226, 1987.
- BRISKE, D.D. Strategies of plant survival in grazed systems: A functional interpretation. In: HODGSON, J. ; ILLIUS, A. W. (eds). **The ecology and management of grazing systems.** Wallingford: CAB INTERNATIONAL, 1996. p. 37-67.
- BRISKE, D.D.; RICHARDS, J.H. Plant responses to defoliation: a physiologic, mophologic and demographic evaluation. In: Bedunah, D.J., Sosebee, R.E. (eds.) **Wildland plants: physiological ecology and developmental morphology.** p.635-710. 1995.
- BROADBENT, F.E.; NAKASHIMA, T.; CHANG, G.Y. Estimation of nitrogen fixation by isotope dilution in field and greenhouse experiments. *Agronomy Journal*, Madison, 74:625-628, 1982.
- CALVACHE, A.M.; REICHARD, K.; MALAVOLTA, E.; BACCHI, O.O.S. Efeito da deficiência hídrica e da adubação nitrogenada na produtividade e na eficiência do uso da água em uma cultura de feijão. *Sci. Agric.*, v. 54, p. 232-240, 1997.
- CAMPBELL, A.G. Grazed pasture parameters. I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cow. *Journal of agricultural Science*, Cambridge, v.67, n.2,p.199-210, 1966.

CANTARUTTI, R.B.; BODDEY, R.M. Transferência de nitrogênio das leguminosas para as gramíneas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. Anais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 431-445.

CANTO, M.W.; MOOJEN, E.L.; CARVALHO, P.C.F.; SILVA, J.H.S. Produção de forragem em uma pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam) + trevo branco (*Trifolium repens* L.) submetida a diferentes níveis de resíduos de matéria seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.2, p. 231-237, 1998.

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

CARRAN, R.A.; BALL, P.R.; THEOBALD, P.W.; COLLINS, M.E.G. Soil nitrogen balances in urine-affected areas under two moisture regimes in Southland. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. 10: 377-381, 1982.

CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: JOBIN, C.C; SANTOS, G.T.; CECATO, U. (Ed.) **Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais**, 1997, p.85-111.

CHESTNUTT, D.M.B. Effect of sward surface height on the performance of ewes and lambs continuously grazed on grass/clover and nitrogen-fertilized grass swards. *Grass and Forage Science*, v.47, p.70-80, 1992.

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

COELHO FILHO, R.C.; QUADROS, F.L.F. Produção animal em misturas forrageiras de estação fria semeadas em uma pastagem natural. *Ciência Rural*, v. 25, n.2, p.289-283, 1995.

CRUZ, P.; SINOQUET, H.; GASTAL, F.; MOULIA, B.; GRANCHER, C.; LEMAIRE, G. Efecto del nitrógeno y de la presencia de trébol blanco sobre festuca alta. *Turrialba*, v.41, n. 4, p. 475-481, 1991.

CURLL, M.L.; WILKINS, R.J.; SNAYDON, R.W.; SHANMUGALINGAN, V.S. The effects of stocking rate and nitrogen fertilizer on a perennial ryegrass-white clover sward. 1. Sward and sheep performance. *Grass and Forage Science*, v.40, p.129-140, 1985.

DAROS, E. **Comportamento do feijoeiro submetido a estresses por sombreamento e desfolhamento**. Curitiba, 1997. 157 p. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

DEBARBA, L.; AMADO, T.J.C. Desenvolvimento de sistemas de produção de milho no sul do Brasil com características de sustentabilidade. *Revista de Ciência do Solo*, Campinas, v.32, p.473-480, 1997.

DECAU, M.L.; DELABY, L.; ROCHE, B. AzoPât: une description quantifiée des flux annuels d'azote en prairie pâturée par les vaches laitières. II- Les flux du système sol-plante. *Fourrages*. Versailles, v.151, p.313-330, 1997

DEREGIBUS, V.A.; SANCHES, R.A.; CASAL, J.J. Effects of light quality on tiller production in *Lolium spp.* **Plant Physiology**, v.72, p.900-912, 1983.

DIAS, P.F.; ROCHA, G.P.; OLIVEIRA, A.I.G.; PINTO, J.C.; ROCHA FILHO, R.R.; SOUTO, S.M. Produtividade e qualidade de gramíneas forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada no final do período das águas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.7, p.1191-1197, 1998.

DOUGLAS, J.T.; CRAWFORD, C.E. Soil compactation effects on utilization of nitrogen from livestock slurry applied to grassland. **Grass and Forage Science**, v.53, p.31-40, 1998.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado Paraná**. Curitiba: SUDESUL/IAPAR. 1984. 2v. (Boletim Técnico, 27).

ELGERSMA, A.; HASSINK, J. Effects of white clover (*Trifolium repens* L.) on plant and soil nitrogen and soil organic matter in mixtures with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). **Plant and Soil**, The Hague, 197:177-186, 1998.

ELTZ, F.L.F.; PEIXOTO, R.T.G.; JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo bruno álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 13, p.259-267, 1989.

EUCLIDES, V.P.B. **Algumas considerações sobre manejo de pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1994, 31p. (Documentos, 57).

FISHER, A.; WILMAN, D. Effect of interval between harvests and spring applied fertilizer N on the growth of white clover in a mixed sward. **Grass and Forage Science**. V.50, n.2, p. 192-171, 1995.

FLOATE, M.J.S. Effects of grazing by large herbivores on nitrogen cycling in agricultural ecosystems. In: **Terrestrial Nitrogen Cycles** Eds. Clark, F.E. e Rosswall, T. **Ecological Bulletin** (Stockholm) No. 33:585-601. 1981.

FONSECA JÚNIOR, N.S.; CIRINO, V.M.; OLIARI, L. Cultivares. In: **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro no Paraná**. IAPAR. Informe de Pesquisa, n.128, p.38-42, 58p. 1998.

FONTANELLI, R.S.; SANTOS, H.P.; REIS, E.M.; AMBROSI, I. Efeito da rotação de culturas com pastagens anuais de inverno no rendimento de trigo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 33, n. 10, p. 1581-1586, 1998.

FRAME, J. The effect of strategic fertilizer nitrogen and date of primary harvest on the productivity of a perennial ryegrass/white clover sward. **Grass and Forage Science**, v.42, p.32-42, 1987.

FRAME, J.; BOYD, A.G. The effect of strategic use of fertilizer nitrogen in spring and/or autumn on the productivity of perennial ryegrass/white clover sward. **Grass and Forage Science**, v.42, p. 429-438, 1987.

FRANCIS, C.A. Biological efficiencies in multiple-cropping systems. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.42, p. 1-43, 1989.

- FRANKOW-LINDBERG, B.E. Assimilate partitioning in three white clover cultivars in the autumn, and the effect of defoliation. **Annals of Botany**, v. 79, p. 83-87, 1997.
- FRASER, P.M.; CAMERON, K.C.; SHERLOCK, R.R. Lysimeter study of the fate of nitrogen in animal urine returns to irrigated pasture. **European Journal of Soil Science**, v. 45, p.439-447, 1994.
- GASTAL, F.; BÉLANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, v.70,p.437-442, 1992.
- GRABLE, A.R. Soil aeration and plant growth. **Advances in Agronomy**, New York, v. 18, p.57-106, 1966.
- HARRIS, G.H.; HESTERMAN, O.B. Quantifying the nitrogen contribution from alfalfa to soil and two succeeding crops using nitrogen-15. **Agronomy Journal**, Madison, 82:129-134, 1990.
- HARRIS, G.H.; HESTERMAN, O.B.; PAUL, E.A.; PETERS, S.E.; JANKE, R.R. Fate of legume and fertiliser nitrogen-15 in a long-term cropping systems experiment. **Agronomy Journal**, Madison, 86:910-915, 1994.
- HAYNES, R. J.; WILLIAMS, P. H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, New York, 49:119-199, 1993.
- HAZARD, L.; MORAES, A.; BETIN, M.; TRAINEAU, R.; EMILE, J. Perennial ryegrass cultivar effects on intake of grazing sheep and feed value. **Annals Zootechnie**, v. 47, p. 117-125, 1998.
- HEENAN, D.P.; CHAN, K.Y. The long-term effects of rotation, tillage and stubble management on soil mineral nitrogen supply to wheat. **Aust. J. Soil Res.** Victoria, 30(6): 977-988, 1992.
- HEENAN, D.P.; McGHIE, W.J.; COLLINS,D. Impact of lupins, grazed or ungrazed subterranean clover, stubble retention, and lime on soil nitrogen supply and wheat nitrogen uptake, grain yields, and grain protein. **Aust. J. Agric. Res.**, Victoria, v.49, p.487-494, 1998.
- HØGH-JENSEN, H.; SCHJOERRING, J.K. Interactions between white clover and ryegrass contrasting nitrogen availability: N₂ fixation, N fertilizer recovery, N transfer and water use efficiency. **Plant and Soil**, The Hague, 197:187-199, 1997.
- HÖGLIND, M.; FRANKOW- LINBERG, B. Growing point dynamics and spring growth of white clover in a mixed sward and the effects of nitrogen application. **Grass and Forage Science**, v. 53, p. 338-345, 1998.
- HOGLUND J.H.; BROCK, J.L. **Nitrogen fixation in managed grasslands**. In: Sanaydon, R. W. (ed.) **Managed Grasslands: Analytical Studies**. Amsterdam: Elsevier, 187-196. 1987.
- HOPKINS, A. Introduction. In: HOPKINS, A. (Ed.) **Grass: its production and utilization**. Cambridge: Blackwell Science, 2000. p.247-286.
- HUMPHREYS, L. R. **The evolving science of grassland improvement**. Cambridge:L.R. Humphreys, 1997. 261p.

IMSAND, J.; TOURAINE, B. N demand and regulation of nitrate uptake. **Plant Physiology**, v.105, p. 3-7, 1994.

JARVIS, S.C.; HATCH, D.J.; ROBERTS, D.H. The effects of grassland management on nitrogen losses from grazed swards through ammonia volatilization; the relationship to excretal N returns from cattle. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v.112, n.2, p.205-216, 1989.

JOHNSON, R.H.; MORRISON, J. Effects of spring fertilizer nitrogen and sward height on production from perennial ryegrass/white clover swards grazed by beef cattle. **Grass and Forage Science**, v. 52, p. 322-324, 1997.

KEMP, P.D.; CONDRON, L.M.; MATTHEW, C. Pastures and soil fertility. In: WHITE, J. e HODGSON, J. (Ed.) **New Zealand pasture and crop science**. Oxford, 1999, p.67-82.

KUMAR, K.; GOH, K.M. Biological nitrogen fixation, accumulation of soil nitrogen and balance for white clover (*Trifolium repens* L.) and field pea (*Pisum sativum* L.) grown for seed. **Field Crops Research**, v.68, p. 49-59, 2000.

LADD, J.N.; AMATO, M. The fate of nitrogen from legume and fertiliser sources in soils successively cropped with wheat under field conditions. **Soil Biology and Biochemistry**, 18:417-425, 1986.

LIDLAW, A. S.; WITHERS, J. A. Changes in contribution of white clover to canopy structure in perennial ryegrass/white clover swards in response to N fertilizer. **Grass and Forage Science**. v. 53 p. 287-291, 1998.

LAWS, J.A.; PAIN, B.F.; JARVIS, S.C.; SCHOLEFIELD, D. Comparison of grassland systems for beef cattle using self-contained farmlets: effects of contrasting nitrogen inputs and management strategies on nitrogen budgets, and herbage and animal production. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.80, p.243-254, 2000.

LEDGARD, S.F. Transfer of fixed nitrogen from white clover to associated grasses in swards grazed by dairy cows, stimated using 15 N methods. **Plant and Soil**, v.131, p. 215-223, 1991.

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

LEE, R.B.; PURVES, J.V.; RATCLIFFE, R.G.; SAKER, L.R. Nitrogen assimilation and the control of ammonium and nitrate absorption by maize roots. **Journal of Experimental Botany**, v.43, p.1385-1396, 1992.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: The ecology and management of grazing systems. CAB INTERNATIONAL. HODGSON, J. e ILLIUS, A.W. (Ed.). Cap. 1, p.3-36, 1996.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F. N uptake and distribution in plant canopies. In: Diagnosis of the nitrogen status in crops. G. LEMAIER (Ed.) Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1997. Cap. 1, p. 3-43.

- LEMAIRE, G. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: Simpósio Internacional "Grassland Ecophysiology and Ecology". **Proceedings**. Curitiba – Brasil, p.165-186. 1999.
- LESAMA, M.L. **Produção animal em gramíneas de estação fria com fertilização nitrogendada ou associadas com leguminosa, com ou sem fertilização nitrogenada**. Santa Maria, 1997. 129p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Manejo e Utilização de Pastagens), Universidade Federal de Santa Maria (RS), 1997.
- LOISEAU, P.; CARRÈRE, P.; LAFARGE, M.; DELPY, R.; DUBLANCHET, J. Effect of soil-N on nitrate leaching under pure grass, pure clover and mixed grass/clover swards. **European Journal of Agronomy**, v.14, p. 113-121, 2001.
- LONG, F.N.J.; GRACEY, H.I. Effect of fertilizer nitrogen source and cattle slurry on herbage production and nitrogen utilization. **Grass and Forage Science**, v.45, p.431-442, 1990.
- LOUAULT, F.; CARRÈRE, P.; SOUSSANA, J.F. Efficiencies of ryegrass and white clover herbage utilization in mixtures continuously grazed by sheep. **Grass and Forage Science**, v.52, p.388-400, 1997.
- LUO, J.; TILLMAN, R.W.; BALL, P.R. Nitrogen loss through denitrification in a soil under pasture in New Zealand. **Soil Biology e Biochemistry**, v.32, p.497-509, 2000.
- LUPATINI, G.C.; RESTLE, J.; CERETA,M.; MOOJEN, E.L.; BARTZ, H.R. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.33, n.11, p. 1939-1943, 1998.
- LUSTOSA, S.B.C. **Efeito do pastejo nas propriedades químicas do solo e no rendimento de soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno no sistema plantio direto**. Curitiba, 1998. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 1998.
- MAAK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Estado do Paraná. 1968. 350p.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRES, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and Forage Science**, v.49,p.352-359, 1994.
- MARASCHIN, G.E. Sistemas de pastejo 1. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 8., Piracicaba, 1986. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1986. p.261-290.
- MARRIOTT, C.A.; SMITH, M.A.; BAIRD, M.A. The effect of sheep urine on clover performance in a grazed upland sward. **Journal of Agriculture Science, Cambridge**. v.109, p.177-185, 1987.
- MATCHES, A.G. Plant response to grazing: a review. **Journal of Productive Agriculture**, v.5, n.1, p.1-7, 1992.
- MAYNE, C.S.; WRIGHT, I.A.; FISHER, G.E.J. Grassland management under grazing and animal response. In: HOPKINS, A. (Ed.) **Grass its production and utilization**. Cambridge: Blackwell Science, 2000. p.247-286.

MCNEILL, A.M., ZHU, C.; FILLERY, I.R.P. A new approach to quantifying the N benefit from pasture legumes to succeeding wheat. **Australian Journal of Agriculture Research**. V. 49, p. 427-236, 1998.

McKENZIE, B.A.; HAMPTON, J.G.; WHITE, J.G.H.; HARRINGTON, K.C. Annual crop production principles. In. WHITE, J. e HODGSON, J. (Ed.) **New Zealand Pasture and Crop Science**. Oxford University Press. p.199-212, 1999.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. St. Lucia: Academic Press, 1990, 483p.

MISSELBROOK, T.H.; LAWS, J.A.; PAIN, B.F. Surface application and shallow injection of cattle slurry on grassland: nitrogen losses, herbage yields and nitrogen recoveries. **Grass and Forage Science**, v. 51, p. 270-277, 1996.

MOOJEN, E. L.; RESTLE, J. ; LUPATINI, G. C.; MORAES, A. G. Produção animal em pastagem de milheto sob diferentes níveis de nitrogênio. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.34, n.11, p. 2145-2149, 1999.

MORAES, A. de. Produtividade animal e dinâmica de uma pastagem de pangola (*Digitaria decumbens* Stent), azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e trevo branco (*Trifolium repens* L.), submetida a diferentes pressões de pastejo. Porto Alegre, 1991. 200p. Tese (Doutorado em Agronomia - Zootecnia), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1991.

MORAES, A de; MARASCHIN, G.E.; NABINGER, C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 1, Brasília, 1995. **Anais**. Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.147-200.

MORAES, A.; LUSTOSA, S.B.C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 2., 1997, Maringá. **Anais**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.129-149.

MORAES, J.F.V. Calagem e Adubação. In: **Cultura do Feijoeiro – Fatores que Afetam a Produtividade**. POTAFÓS Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Cap.3, p. 261-302, 589 p. 1988.

MOTT, G.O.; LUCAS, H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: **International Grassland Congress**. 6, 1952, Pennsylvania. **Proceedings...** Pennsylvania: State College Press, p. 1380-1385, 1952.

MOTT, G.O.; MOORE, J.E. Evaluating forage production. In: HEATH, M.E.; BARNES, R.F, METCALFE, D.S. (4^ª ed.). **Forages; the Science of Grassland Agriculture**. Iowa State University, Ames, Iowa, 1985. p.422-429.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of beef cattle**. NATIONAL ACADEMY PRESS, Washington, DC. 1996. 242p.

NGUYEN, M.L.; HAYNES, R.J.; GOH, K.M. Nutrient budgets and status in three pairs of conventional and alternative mixed cropping farms in Canterbury, New Zealand. **Agriculture Ecosystems e Environment**, v.52, p.149-162, 1995.

ODHIAMBO, J.J.O.; BOMKE, A.A. Grass and legume cover crop effects on dry matter and nitrogen accumulation. **Agronomy Journal**, v.93, p.299-307, 2001.

ORR, R.J.; PARSONS, A.J.; PENNING, P.D.; TREACHER, T.T. Sward composition, animal performance and the potential production of grass/white clover swards continuously stocked with sheep. **Grass and Forage Science**, v. 45, p. 325-336, 1990.

PAES, J.M.V.; CARDOSO, A.A.; DA SILVA, A.A.; BRITO, C.H. Capina e adubação nitrogenada em cobertura realizada em diferentes estádios de desenvolvimento do feijoeiro. Cultivo de inverno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, p. 239-245, 1999.

PAIN, B.F. Control and utilization of livestock manures. In: HOPKINS, A. (Ed.) **Grass: its production and utilization**. Cambridge: Blackwell Science, 2000. p.343-360.

PARRA, M.S. Calagem e Adubação. In: Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro no Paraná. IAPAR. Informe de Pesquisa, n.128, p.12-21, 58p. 1998.

PARSONS, A.J.; THORNLEY, J.H.M.; NEWMAN, J.; PENNING, P.D. A mechanistic model of some physical determinants of intake rate and diet selection in a two-species temperate grassland sward. **Functional Ecology**, v. 8, p.187-204, 1994.

PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R.; HARVEY, A. Use a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermitent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermitent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**, v.43, p.49-59, 1988.

PARSONS, A.J.; CHAPMAN, D.F. The principles of pasture growth and utilization. In: HOPKINS, A. (Ed.) **Grass: its production and utilization**. Cambridge: Blackwell Science, 2000. p.31-79.

PEOPLES, M.B.; GAULT, R. R.; SCAMMELL, G.J.; DEAR, B.S.; VIRGONA, J.; SANDRAL, G.A.; PAUL, J.; WOLFE, E.C.; ANGUS, J.F. Effect of pasture management on the contributions of fixed nitrogen to the N economy of ley-farming systems. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.49, p. 450-471, 1998.

PEREIRA, E.B.; CARDOSO, A.A.; VIEIRA, C.; LOURES, E.G. Efeitos do composto orgânico sobre a cultura do feijão. **Revista Ceres**, v. 35, p. 182-198, 1988.

PIASKOWSKI, S.R. Adubação nitrogenada em cobertura para a cultura do feijoeiro em sistema de plantio direto na palha. Curitiba. 1999. 37p. (Tese de Mestrado – Produção Vegetal), Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná. 1999.

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

PÖTKER, D.; ROMAN, E.S. Efeito de resíduos de culturas e do pousio de inverno sobre a resposta do milho a nitrogênio. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 29, n. 5, p. 763-770, 1994.

PÖTKER, D. Recentes avanços no manejo químico do solo para a cultura do milho. In: SANDINI, I.E.; FANCELLI, A.L. (Ed.). **Milho: Estratégias de Manejo para a Região Sul**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2000. p.63-88.

PUCKRIDGE, D.W.; FRENCH, R.J. The annual legume pasture in cereal-ley farming systems of Southern Australia: a review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, 9(3):229-267, 1983.

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

RANGELEY, A. The utilization of N fertilizer, applied to perennial ryegrass/white clover pasture growing on a humus iron podzol in N.E. Scotland. **Grass and Forage Science**, v.43, p.363-369, 1988.

RESTLE, J.; LUPATINI, G.C.; VALENTE, A.V. Avaliação da mistura de aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. 1. Produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro. **Anais... Soc. Bras. Zootec.**, 1993. 612p. p.71.

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

RESTLE, J.; ROSO, C.; SOARES, A.B.; LUPATINI, G. C.; ALVES FILHO, D.C.; BONDANI, I.L. Produtividade animal e retorno econômico em pastagem de aveia preta mais azevém adubada com fontes de nitrogênio em cobertura. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.2, p.357-364, 2000.

RICHARDS, J.H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17 Palmerston North. Proceedings, 1993. P.85-94.

ROBERTSON, F.A.; MYERS, R.J.K.; SAFFIGNA, P.G. Dynamics of carbon and nitrogen in a long-term cropping system and permanent pasture system. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.45, p.211-221, 1994.

ROOK, A.J. Principles of foraging and grazing behaviour. In: HOPKINS, A. (Ed.) **Grass: its production and utilization**. Cambridge: Blackwell Science, 2000. p.229-241.

ROLIN, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente Excel™ para os cálculos de balanços hídricos normal, seqüencial de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1, p.133-137, 1998.

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

RUSCHEL, A.P.; JOSÉ, P.B.; MATSUI, E.; VICTORIA, R.L.; SAITO, S.M.T. Field evaluation of N₂ fixation and N-utilization by *Phaseolus* bean varieties determined by ¹⁵N isotope dilution. **Plant and Soil**, v. 65, p. 397-407, 1982.

SAITO, S.M.T.; RUSCHEL, A.P. Capacidade competitiva e de sobrevivência no solo de uma estirpe de *Rhizobium phaseoli* usada como inoculante. **Ciência e Cultura**, v. 32, p. 888-892, 1980.

- SANFORD, P.; PATE, J.S.; UNKOVICH, N.J.; THOMPSON, A.N. Nitrogen fixation in grazing and ungrazed subterranean clover pasture in south-west Australia assessed by the ^{15}N natural abundance technique. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.46, p.1427-1443, 1995.
- SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; IGNACZAK, J.C.; ZOLDAN, S.M. Conversão e balanço energético de sistemas de produção de grãos com pastagens sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 35, n. 4, p. 743-752, 2000.
- SANTOS, H. P.; PEREIRA, L. R. Rotação de Cultura em Guarapuava. XIV Efeitos de sistemas de sucessão de culturas de inverno sobre algumas características agrônômicas do milho, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. V, 29, n. 11, p. 1691-1699. 1994.
- SCHILS, R.L.M.; VELLINGA, Th. V.; KRAAK, T. Dry-matter yield and herbage quality of a perennial ryegrass/white clover sward in a rotational grazing and cutting system. **Grass and Forage Science**, n.54, p.19-29, 1999.
- SCHOLEFIELD, D.; LOCKYER, D.R.; WHITEHEAD, D.C.; TYSON, K.C. A model to predict transformations and losses of nitrogen in UK pastures grazed by beef cattle. **Plant and Soil**, v. 132, p. 165-177, 1991.
- SHIEL, R.S.; EL TILIB, A. M. A.; YOUNGER, A. The influence of fertilizer nitrogen, white clover content and environmental factors on the nitrate content of perennial ryegrass and ryegrass/white clover swards. **Grass and Forage Science**, n.54, p.267-274, 1999.
- SINGH, R.S.; RAGHUBANSHI, A.S.; SINGH, J.S. Nitrogen mineralization in dry tropical savanna: Effects of burning and grazing. **Soil Biol. Biochemistry**, 23:269-273. 1991.
- SOUSSANA, J. S.; VERTES, F.; ARREGUI, M. C. The regulation of clover shoot growing point densities and morphology during short-term clover decline in mixed swards. **European Journal of Agronomy**. V. 4, p. 205-215, 1995.
- TA, T.C.; FARIS, M.A. Effects of alfalfa proportions and clipping frequencies on timothy-alfalfa mixtures. **Agronomy Journal**, v.79, p. 820-824, 1987.
- THIES, J.E.; SINGLETON, P.W.; BOHLOOL, B. B. Phenology, growth and yield of field-grown soybean and bush bean as a function of varying modes of nutrition. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 27, p. 575-583, 1995.
- THOMAS, R.; LOGAN, K.; IRONSIDE, A.; BOLTON, G. The effects of grazing with and without excretal returns on the accumulation of nitrogen by ryegrass in a continuously grazed upland sward. **Grass and Forage Science**, v.45, p.65-75, 1990.
- THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, V. 29, n. 9, p. 1389-1396, Set, 1994.
- THOMPSON, R.B.; FILLERY, I.R.P. Transformation in soil and turnover to wheat of nitrogen from components of grazed pasture in the south of Western Australia. **Aust. J. of Agric. Res.**, Victoria, 48(7):1033-1047, 1997.

THORNTON, B.; MILLARD, P. Nitrogen uptake by grasses: changes induced by competing neighbour plants differing in frequency of defoliation. **Grass and Forage Science**, v.51, p.242-249, 1997.

TOTHILL, J.C.; HARGREAVES, J.N.C.; JONES, R.M. Botanal: a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. I. Field sampling. CSIRO: Division of Tropical Crops and Pastures, **Tropical Agronomy**, (Technical memorandum, 8), 1978.

UHDE, L.T.; COGO, N.P. TREIN, C.R.; LEVIEN, R. Comportamento da sucessão Trevo/milho, em área com e sem pastejo intensivo, sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Bras. Ciência do Solo**. Campinas, v.20, p.493-501, 1996.

UNKOVICH, M.; SANFORD, P.; PATE, J.; HYDER, M. Effects of grazing on plant and soil nitrogen relations of pasture-crop rotations. **Aust. J. of Agric. Res.**, Victoria, 49:475-485, 1998.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Corvallis: O e B Books, 1983. 373p.

VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A.A.; BERGER, P.G. Cultura associada de feijão e milho. XII – Aduações nitrogenada e molibídica. **Revista Ceres**, v. 43, p. 785-791, 1996.

VIERA - VARGAS, M. S.; SOUTO, C.M.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Quantification of the contribution of N₂ fixation to tropical forage legumes and transfer to associated grass. **Soil Biol. Biochem**. V.27, p. 1193-1200, 1995.

VIPOND, J.E.; SWIFT, G.; McCLELLAND, T.H.; FITASIMONS, J.; MILNE, J.A.; HUNTER, E.A. A comparison of diploid and tetraploid perennial ryegrass and tetraploid ryegrass/white clover swards under continuous sheep stocking at controlled sward heights. 2. Animal production. **Grass and Forage Science**, v.48, p. 290-300, 1993.

VYN, T. J.; FABER, J. G.; JANOVICEK, K. J.; BEAUCHAMP, E.G. Cover crop effects nitrogen availability to corn following wheat. **Agronomy Journal**, v.92, p.915-924, 2000.

XU, Z.H., MYERS, R.J.K., SAFFIGNA, P.G. E CHAPMAN, A.L. Nitrogen cycling in leucaena (*Leucaena leucocephala*) alley cropping in semi-arid tropics. II. Response of maize growth to addition of nitrogen fertiliser and plant residues. **Plant and Soil**, The Hague, 148:73-82, 1993.

WEBB, J.; SYLVESTER - BRADLEY, R. Effects of fertilizer nitrogen on soil nitrogen availability after a grazed grass ley and on the response of the following cereal crops to fertilizer nitrogen. **Journal of Agricultural Science**. Cambridge 122, 445-457. 1994.

WEEDA, W.C. The effect of cattle dung patches on pasture growth, botanical composition and pasture utilisation. **New Zealand Journal of Agriculture Research**, Wellington, 10:150-159, 1977.

WESTERMANN, D.T.; KOLAR, J.J. Symbiotic N₂ (C₂H₂) fixation by bean. **Crop Science**, v.18, p. 986-990, 1978.

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

WILMAN, D. E FISHER, A. Effects of interval between harvests and application of fertilizer in spring on the growth of perennial ryegrass in a grass/white clover sward. **Grass and Forage Science**, v. 51, p. 52-57, 1996.

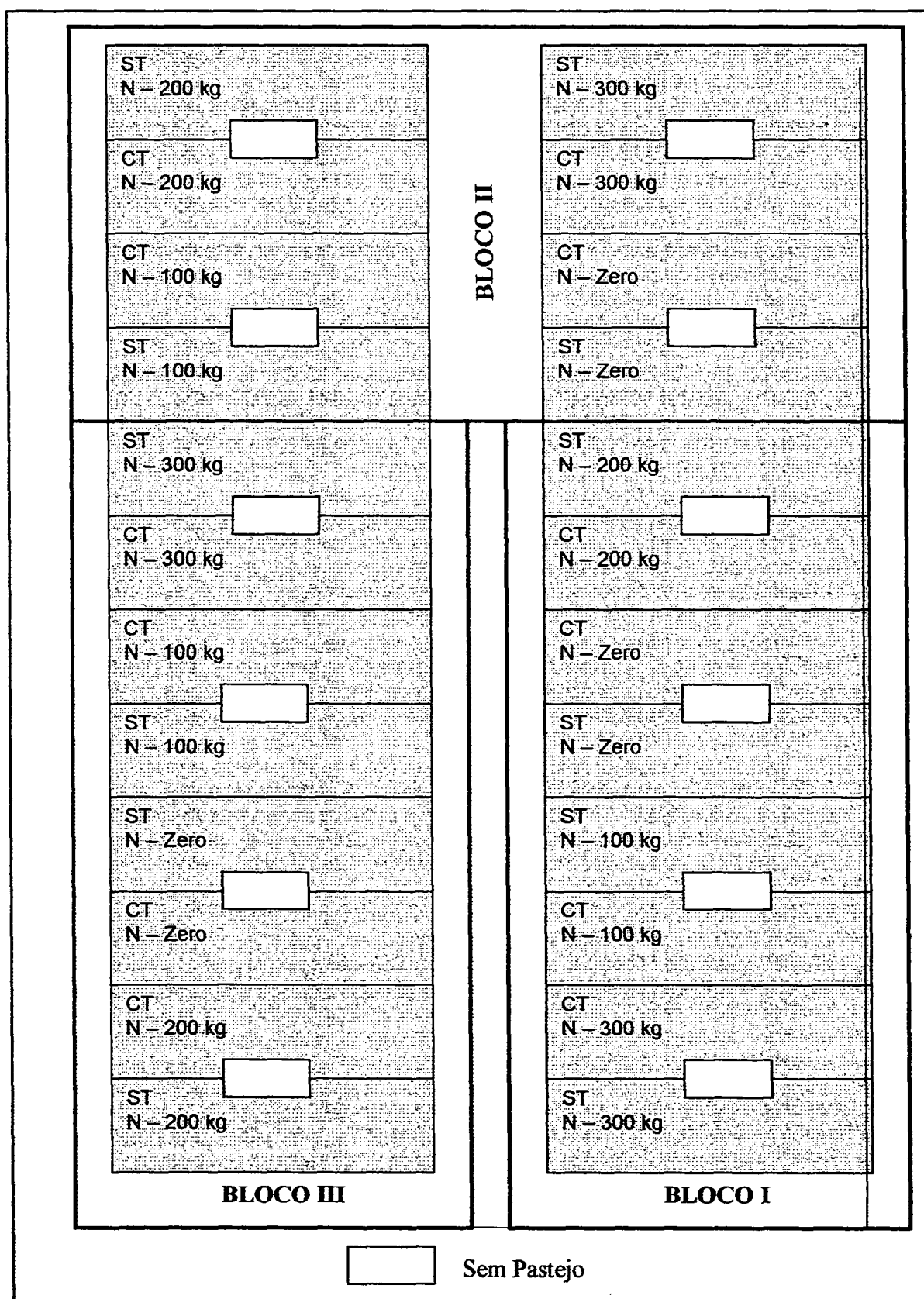
WITTWER, S.H. The shape of things to come. In: CARLSON, PS.(Ed). **The biology of crop productivity**. New York:Academic Press, 1980. 471p. [capítulo 11 p. 413-459].

WRIGHT, I.A.; MAXWELL, T.J.; RUSSEL, A.J.F.; HUNTER, E.A.; SIBBALD, A.R.; HETHERINGTON, R.A.; WHYTE, T.K. The effect of grazed sward and stocking rate on animal performance and output from beef cow systems. **Grass and Forage Science**, v.51, p.199-208, 1996.

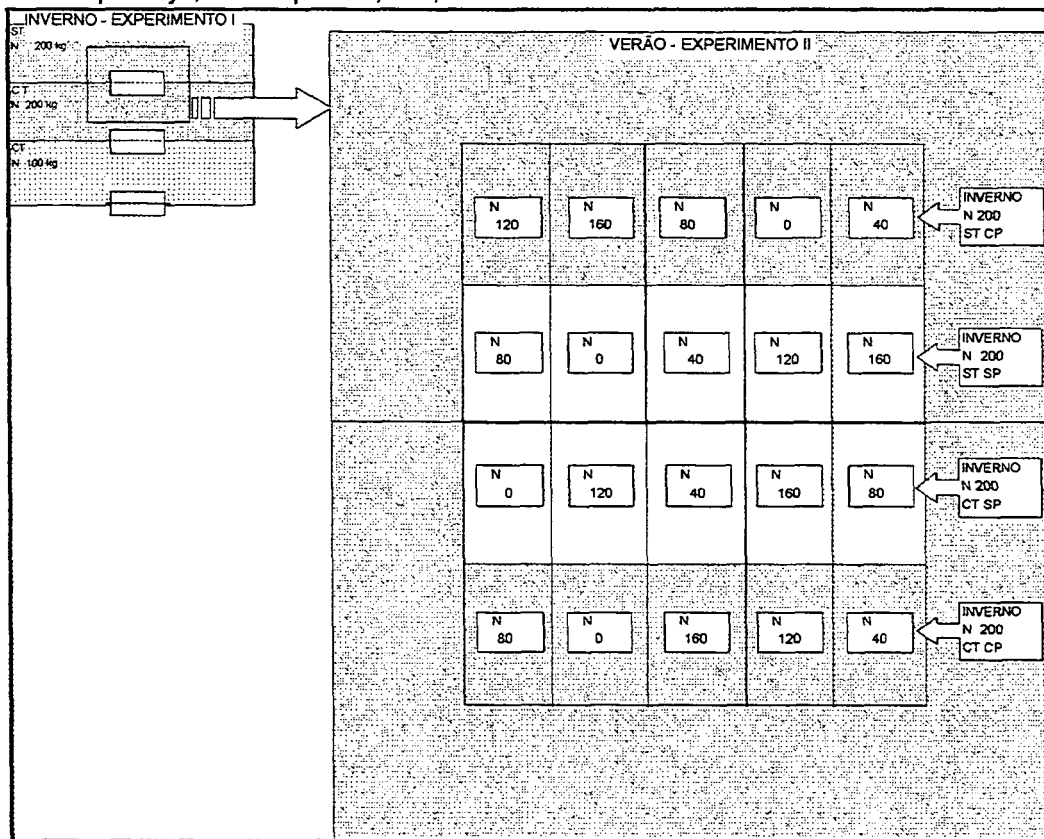
YAMADA, T. Adubação Nitrogenada do Milho: Quanto, Como e Quando Aplicar? In: **POTAFOS - Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo** (Ed.) **Informações Agrônomicas**, n.74, 1996.

ANEXOS

ANEXO 1 – Croqui da área experimental da pastagem de inverno – Experimento I.
ST – sem trevo branco, CT – com trevo branco, Guarapuava, PR, 2000



ANEXO 2 – Croqui da área experimental da cultura do feijoeiro – Experimento II. ST - sem trevo branco, CT - com trevo branco; SP – sem pastejo, CP – com pastejo, Guarapuava, PR, 2000



ANEXO 3 – Características químicas do solo da área experimental em camadas de 0 a 5 e 5 a 10 cm, Guarapuava, PR, 2000

N no Pasto	Prof. Cm	pH CaCl ₂	Al ³⁺	H+Al	Ca ⁺² +Mg ⁺² Cmol _c ⁽⁺⁾ /dm ³	Ca ⁺²	K ⁺	T	P mg/dm ³	C g/dm ³	V %
0	0-5	5,07	0	6,60	9,72	6,90	0,65	17,0	37,9	37,4	61,1
	5-10	5,05	0	6,97	7,22	4,6	0,43	14,6	27,2	28,2	52,6
100	0-5	5,12	0	7,13	9,58	6,35	0,59	17,3	28,6	30,5	58,6
	5-10	5,15	0	7,05	7,40	4,97	0,37	14,8	17,1	29,3	52,5
200	0-5	4,95	0,1	7,67	8,08	5,50	0,47	16,2	25,0	33,4	52,5
	5-10	4,80	0,3	8,12	6,50	4,33	0,39	15,0	15,7	29,4	46,0
300	0-5	5,07	0	7,73	7,37	4,95	0,47	15,6	40,3	36,3	50,3
	5-10	5,05	0	7,93	6,68	4,60	0,42	15,0	29,9	29,9	47,3

ANEXO 4 - Tratamentos resultantes da combinação de 4 doses de nitrogênio na pastagem (A), ausência e presença de trevo branco (B), presença e ausência de pastejo (C) e doses de nitrogênio no feijoeiro (D), Guaparua, PR, 2001

Tratamentos	N na pastagem	Trevo Branco	Pastejo	N no feijoeiro
A1B1C1D1	zero	sem	com	zero
A1B1C1D2	zero	sem	com	40
A1B1C1D3	zero	sem	com	80
A1B1C1D4	zero	sem	com	120
A1B1C1D5	zero	sem	com	160
A1B1C2D1	zero	sem	sem	zero
A1B1C2D2	zero	sem	sem	40
A1B1C2D3	zero	sem	sem	80
A1B1C2D4	zero	sem	sem	120
A1B1C2D5	zero	sem	sem	160
A1B2C1D1	zero	com	com	zero
A1B2C1D2	zero	com	com	40
A1B2C1D3	zero	com	com	80
A1B2C1D4	zero	com	com	120
A1B2C1D5	zero	com	com	160
A1B2C2D1	zero	com	sem	zero
A1B2C2D2	zero	com	sem	40
A1B2C2D3	zero	com	sem	80
A1B2C2D4	zero	com	sem	120
A1B2C2D5	zero	com	sem	160
A2B1C1D1	100	sem	com	zero
A2B1C1D2	100	sem	com	40
A2B1C1D3	100	sem	com	80
A2B1C1D4	100	sem	com	120
A2B1C1D5	100	sem	com	160
A2B1C2D1	100	sem	sem	zero
A2B1C2D2	100	sem	sem	40
A2B1C2D3	100	sem	sem	80
A2B1C2D4	100	sem	sem	120
A2B1C2D5	100	sem	sem	160
A2B2C1D1	100	com	com	zero
A2B2C1D2	100	com	com	40
A2B2C1D3	100	com	com	80
A2B2C1D4	100	com	com	120
A2B2C1D5	100	com	com	160

A2B2C2D1	100	com	sem	zero
A2B2C2D2	100	com	sem	40
A2B2C2D3	100	com	sem	80
A2B2C2D4	100	com	sem	120
A2B2C2D5	100	com	sem	160
A3B1C1D1	200	sem	com	zero
A3B1C1D2	200	sem	com	40
A3B1C1D3	200	sem	com	80
A3B1C1D4	200	sem	com	120
A3B1C1D5	200	sem	com	160
A3B1C2D1	200	sem	sem	zero
A3B1C2D2	200	sem	sem	40
A3B1C2D3	200	sem	sem	80
A3B1C2D4	200	sem	sem	120
A3B1C2D5	200	sem	sem	160
A3B2C1D1	200	com	com	zero
A3B2C1D2	200	com	com	40
A3B2C1D3	200	com	com	80
A3B2C1D4	200	com	com	120
A3B2C1D5	200	com	com	160
A3B2C2D1	200	com	sem	zero
A3B2C2D2	200	com	sem	40
A3B2C2D3	200	com	sem	80
A3B2C2D4	200	com	sem	120
A3B2C2D5	200	com	sem	160
A4B1C1D1	300	sem	com	zero
A4B1C1D2	300	sem	com	40
A4B1C1D3	300	sem	com	80
A4B1C1D4	300	sem	com	120
A4B1C1D5	300	sem	com	160
A4B1C2D1	300	sem	sem	zero
A4B1C2D2	300	sem	sem	40
A4B1C2D3	300	sem	sem	80
A4B1C2D4	300	sem	sem	120
A4B1C2D5	300	sem	sem	160
A4B2C1D1	300	com	com	zero
A4B2C1D2	300	com	com	40
A4B2C1D3	300	com	com	80
A4B2C1D4	300	com	com	120
A4B2C1D5	300	com	com	160
A4B2C2D1	300	com	sem	zero
A4B2C2D2	300	com	sem	40
A4B2C2D3	300	com	sem	80
A4B2C2D4	300	com	sem	120
A4B2C2D5	300	com	sem	160

ANEXO 5 – Composição botânica em percentagem de participação da MS total produzida e percentagem de solo descoberto para as doses de N aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

N kg.ha ⁻¹	Trevo Branco	Médias das Datas									
		Aveia		Azevém		Trevo		Outras		Solo desc.	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0	Sem	21	3	77	92	2	3	0	0	68	45
	Com	15	2	75	71	10	26	0	1	60	37
100	Sem	26	5	73	93	1	1	0	1	52	36
	Com	11	5	85	89	4	5	0	1	46	33
200	Sem	2	5	97	92	0	1	1	2	46	33
	Com	4	5	95	92	1	0	0	3	37	32
300	Sem	16	6	78	75	0	3	4	16	44	29
	Com	6	3	86	77	8	16	0	4	40	26

1 – 20 de setembro de 2000

2 – 09 de novembro de 2000

ANEXO 6 – Taxa média diária de acúmulo de matéria seca para as doses de N da pastagem, Guarapuava, PR, 2000

N kg.ha ⁻¹	Médias dos Períodos (kg.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)					
	1º	2º	3º	4º	5º	Média
0	15,30 b	16,04 b	20,39 c	51,93 b	17,62 c	24,16 d
100	34,46 a	29,21 ab	32,79 bc	59,30 b	24,89 bc	36,13 c
200	30,83 ab	32,94 ab	51,48 ab	69,33 ab	26,51 b	42,22 b
300	29,70 ab	35,65 a	62,98 a	84,68 a	41,76 a	50,95 a
CV (%)	31,60	18,10	12,50	16,80	30,44	10,00

CV = Coeficiente de variação

Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

ANEXO 7 - Resíduo médio de matéria seca observado por período para as doses de N aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

N kg.ha ⁻¹	Médias dos Períodos (kg.ha ⁻¹)					Média
	1º	2º	3º	4º	5º *	
0	569,82	224,77	480,19	762,66	362,2	479,93
100	1160,68	657,82	606,6	1096,17	283,6	706,97
200	797,17	468,44	845,65	788,1	291,53	638,17
300	650,25	424,45	959,25	791,15	411,4	647,30

* Resíduo final após 132 dias de pastejo.

ANEXO 8 - Massa média de matéria seca presente por hectare por período, frente às doses de N aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

Tratamento	Médias dos Períodos (kg.ha ⁻¹)					Média
	1º	2º	3º	4º	5º	
	kg.ha ⁻¹					
0	1637 b	1024 b	762 b	1934 c	1168 b	1305 b
100	2764 a	1978 a	1543 ab	2267 bc	1669 ab	2044 a
200	2699 a	1719 a	1669 a	2787 ab	1397 ab	2054 a
300	2753 a	1648 a	2125 a	3330 a	1752 a	2321 a
CV (%)	12,20	24,10	24,30	11,74	20,38	10,30

CV = Coeficiente de variação

Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

ANEXO 9 - Oferta média de matéria seca por período, frente às doses de N aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

N kg.ha ⁻¹	Médias dos Períodos (kg.100 kg PV ⁻¹)					Média
	1º	2º	3º	4º	5º	
	kg.100 kg PV ⁻¹					
0	4,53 a	3,21 a	3,68 a	10,96 a	6,94 a	5,86 a
100	5,32 a	5,15 a	4,38 a	5,00 b	4,98 a	5,00 a
200	6,11 a	5,25 a	6,04 a	8,08 ab	5,55 a	6,21 a
300	4,71 a	5,15 a	6,39 a	6,71 ab	5,34 a	5,67 a
CV (%)	14,90	23,00	4,18	38,75	48,38	20,90

CV = Coeficiente de variação

Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

ANEXO 10 - Altura média da pastagem por período, frente às doses de N aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

N kg.ha ⁻¹	Médias dos Períodos (cm)					Média
	1º	2º	3º	4º	5º	
	Cm					
0	12,45 a	9,27 ab	5,86 a	5,74 a	4,55 a	7,60 a
100	15,50 a	10,87 a	7,08 a	10,78 a	10,37 ^a	10,90 a
200	13,65 a	8,58 ab	7,10 a	8,43 a	7,74 a	9,10 a
300	11,32 a	5,97 b	8,19 a	10,52 a	9,45 a	9,10 a
CV (%)	10,32	20,20	38,10	25,24	20,90	18,60

CV = Coeficiente de variação

Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

ANEXO 11 - Ganho de peso médio diário por período de avaliação para a doses de N aplicadas na pastagem, com e sem trevo branco, Guarapuava, PR, 2000

Trat	Trevo Branco	Médias dos Períodos (kg.animal ⁻¹ .dia ⁻¹)					Média
		1	2	3	4	5	
0	Sem	A 1,209 a	B 0,967 a	B 0,426 a	B 1,148 a	A 0,625 b	B 0,875 b
	Com	A 1,196 a	B 1,150 a	B 0,655 a	B 0,865 a	A 0,817 a	B 0,937 b
100	Sem	A 1,203 a	A 1,358 a	A 1,289 a	AB 1,173 a	A 0,611 a	A 1,127 a
	Com	A 1,123 a	A 1,318 a	A 1,529 a	AB 1,346 a	A 0,706 a	A 1,204 a
200	Sem	A 1,210 a	AB 1,213 a	A 1,277 b	AB 1,380 a	A 0,733 a	A 1,163 a
	Com	A 1,172 a	AB 1,268 a	A 1,644 a	AB 1,160 a	A 0,669 a	A 1,183 a
300	Sem	A 1,140 a	B 1,067 a	A 1,306 a	A 1,234 a	A 0,827 a	A 1,115 a
	Com	A 1,140 a	B 1,094 a	A 1,358 a	A 1,616 a	A 0,954 a	A 1,232 a
CV (%)		1,00	7,90	10,80	16,10	9,30	4,36

CV = Coeficiente de variação

* Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem significativamente entre as doses de N na pastagem pelo teste de Tukey (P>0,05).

** Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra minúscula, não diferem significativamente para a presença e ausência de trevo branco dentro das doses de N na pastagem pelo teste de Tukey (P>0,05).

ANEXO 12 – Carga animal observada para as doses de N aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

N kg.ha ⁻¹	Médias dos Períodos (kg PV.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)					Média	
	1º	2º	3º	4º	5º		
0	1215 a	1116 a	734 b	639 b	891 b	920 b	
100	1823 a	1377 a	1274 a	1391 a	1728 a	1520 a	
200	1719 a	1746 a	1238 a	1485 a	1638 ab	1565 a	
300	1980 a	1220 a	1400 a	1841 a	1782 a	1645 a	
CV (%)		18,20	12,10	30,2	29,20	26,70	14,20

CV = Coeficiente de variação

Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

ANEXO 13 – Taxa de lotação média observada para as doses de N aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

N kg.ha ⁻¹	Médias dos Períodos (kg PV.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)					Média	
	1º	2º	3º	4º	5º		
0	2,71 a	2,48 a	1,63 b	1,42 b	1,98 b	2,04 b	
100	4,05 a	3,06 a	2,83 a	3,1 a	3,84 a	3,38 a	
200	3,83 a	3,88 a	2,75 a	3,3 a	3,65 ab	3,48 a	
300	4,4 a	2,71 a	3,11 a	4,09 a	3,97 a	3,66 a	
CV (%)		18,2	12,1	30,2	29,2	26,7	14,20

CV = Coeficiente de variação

Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

ANEXO 14 - Ganho de peso por hectare, por período e total para as doses de N aplicadas na pastagem, Guarapuava, PR, 2000

N kg.ha ⁻¹	Médias dos Períodos (kg.ha ⁻¹)					Total
	1º	2º	3º	4º	5º	
0	140,4 a	99,7 b	29,7 b	46,1 c	32,0 b	347,9 b
100	218,7 a	158,8 a	131,8 a	116,9 b	57,1 ab	683,3 a
200	215,8 a	141,7 a	137,0 a	134,7 ab	55,7 ab	684,9 a
300	211,1 a	99,7 b	125,3 a	178,8 a	76,1 a	691,0 a
CV (%)	18,30	12,30	33,20	34,60	35,30	17,20

CV = Coeficiente de variação

Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

ANEXO 15 – Rendimento em grãos (kg.ha⁻¹) da cultura do feijoeiro frente às doses de N aplicadas na pastagem e na cultura, Guarapuava, PR, 2000

N na pastagem Kg.ha ⁻¹	N no feijoeiro kg.ha ⁻¹				
	0	40	80	120	160
0	*C 1467 d**	B 1877 c	A 2156 b	A 2337 ab	A 2468 a
100	B 1884 d	AB 2070 cd	A 2195 bc	A 2336 ab	A 2484 a
200	B 1953 b	AB 2078 b	A 2215 ab	A 2358 a	A 2484 a
300	A 2197b	A 2229 b	A 2313 ab	A 2429 ab	A 2510 a

CV (%) = 11,4

*Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem significativamente entre as doses de N na pastagem para as mesmas doses de N no feijoeiro, pelo teste de Tukey (P>0,05).

**Médias na mesma linha, seguidas da mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre as doses de N no feijoeiro para as mesmas doses de N na pastagem, pelo teste de Tukey (P>0,05).

ANEXO 16 – Número médio de vagens por planta frente às doses de nitrogênio aplicadas na pastagem e na cultura do feijoeiro, Guarapuava, 2001

N na pastagem Kg.ha ⁻¹	N no feijoeiro kg.ha ⁻¹				
	0	40	80	120	160
0	*B 9,18 c**	C 10,37 bc	B 11,77 b	AB 15,28 a	C 14,00 a
100	A 11,96 b	A 14,02 a	A 14,63 a	AB 15,20 a	B 15,58 a
200	A 10,90 b	BC 11,63 b	A 14,00 a	B 13,90 a	BC 14,11 a
300	A 11,32 c	B 12,59 c	A 14,75 b	A 16,35 a	A 17,18 a

CV (%) = 9,88

*Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem significativamente entre as doses de N na pastagem para as mesmas doses de N no feijoeiro, pelo teste de Tukey (P>0,05).

**Médias na mesma linha, seguidas da mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre as doses de N no feijoeiro para as mesmas doses de N na pastagem, pelo teste de Tukey (P>0,05).