

TANIA REGINA SCHNEIDER

**RENDIMENTO DE MILHO PARA SILAGEM CULTIVADO EM  
SUCESSÃO À PASTAGEM CONSORCIADA DE INVERNO NO  
SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

Dissertação 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 a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Amadeu Bona Filho

CURITIBA  
2008

Schneider, Tania Regina

Rendimento de milho para silagem cultivado em sucessão à pastagem consorciada de inverno no sistema de integração lavoura-pecuária / Tania Regina Schneider.— Curitiba, 2008.

88 f.

Orientador: Amadeu Bona Filho.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

1. Milho - Rendimento. 2. Milho – Adubos e fertilizantes. 3. Fertilizantes nitrogenados. 4. Silagem. I. Título.

CDU 633.15

CDD 633.15

## DEDICATÓRIA

Ao meu pai *in memoriam*, à minha mãe  
e aos meus irmãos, Luiz, Sérgio e Mara.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar a Deus, pela ajuda na disposição e bom ânimo para levar a bom termo este trabalho.

Ao professor Amadeu Bona Filho pela orientação e aos professores Aníbal de Moraes e Henrique Soares Köehler, pela co-orientação dispensada.

À direção do Colégio Agrícola Senador Carlos Gomes de Oliveira pelo incentivo à capacitação.

Aos colegas professores e servidores do Colégio Agrícola Senador Carlos Gomes de Oliveira que colaboraram, de uma forma ou de outra, para a realização do trabalho e, especialmente, aos alunos, sem os quais certamente não seria possível a execução do mesmo.

À Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC) que prontamente colaborou realizando as análises de solo sem custo.

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

TANIA REGINA SCHNEIDER, filha de Verno Schneider e Eda Elda Kath Schneider, nasceu em São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul, em 24 de abril de 1959.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas, em julho de 1981. A partir de setembro do mesmo ano começou a trabalhar no Colégio Agrícola Senador Carlos Gomes de Oliveira, pertencente à Universidade Federal de Santa Catarina, em Araquari, Santa Catarina. Desde então, vem atuando como professora no ensino técnico em agropecuária, na área de produção vegetal.

Ingressou no curso de Mestrado em Agronomia, Área de Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná, Linha de Pesquisa Sistemas Integrados, concluindo o mesmo em 2008.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	x
LISTA DE QUADROS .....	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>3</b>
2.1 CENÁRIO DA ATIVIDADE PECUÁRIA NO BRASIL .....	3
2.2 A PASTAGEM NO SISTEMA ILP E A CICLAGEM DE NUTRIENTES .....	6
2.3 A IMPORTÂNCIA DO NITROGÊNIO NA PASTAGEM .....	9
2.4 CONSORCIAÇÃO DE ESPÉCIES VEGETAIS .....	11
2.4.1 Vantagens da consorciação sobre a produção vegetal .....	12
2.4.2 Vantagens do uso de leguminosas para a produção animal em cultivos puros ou em consórcio .....	13
2.4.3 Pastagem com consorciação de aveia, azevém e ervilhaca .....	15
2.5 MILHO ( <i>Zea mays</i> L.) E SEU POTENCIAL PARA SILAGEM .....	16
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>20</b>
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO .....	20
3.2 CARACTERIZAÇÃO EDAFOCLIMÁTICA .....	20
3.3 HISTÓRICO DE UTILIZAÇÃO .....	21
3.4 PRIMEIRA FASE – INVERNO .....	22
3.4.1 Delineamento experimental e tratamentos .....	22
3.4.2 Estabelecimento e adubações da pastagem .....	23
3.4.3 Manejo dos animais na área .....	25
3.4.4 Avaliação do experimento .....	26
3.4.4.1 Determinação da disponibilidade de massa seca da pastagem.....	26
3.4.4.2 Produção de matéria seca .....	26
3.4.4.3 Taxa de acúmulo da forragem .....	27
3.4.4.4 Coleta de solo e análises químicas .....	27
3.4.4.5 Manejo da fitomassa residual .....	28
3.4.4.6 Análise estatística .....	28
3.5 SEGUNDA FASE – PRIMAVERA .....	29
3.5.1 Delineamento experimental e tratamentos .....	29
3.5.2 Estabelecimento e condução da cultura do milho .....	33
3.5.3 Colheita para silagem .....	33
3.5.4 Avaliação do experimento .....	34
3.5.4.1 Número de plantas .....	34
3.5.4.2 Altura da planta .....	34
3.5.4.3 Altura da espiga .....	34
3.5.4.4 Número total e peso das espigas .....	34
3.5.4.5 Peso da matéria verde das plantas .....	35
3.5.4.6 Coleta de amostras para determinação da matéria seca .....	35
3.5.4.7 Análise estatística .....	35
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
4.1 PRIMEIRA FASE – PASTAGEM DE INVERNO .....	36

4.1.1 Produção de matéria seca .....	36
4.1.2 Taxa de acúmulo de matéria seca .....	37
4.1.3 Fitomassa residual da pastagem consorciada .....	38
4.1.4 Análises do solo .....	39
4.1.4.1 Reação do solo .....	39
4.1.4.2 Cátions de caráter básico, soma de bases e saturação de bases .....	43
4.1.4.3 Matéria orgânica .....	45
4.1.4.4 Capacidade de Troca Catiônica (CTC) .....	45
4.1.4.5 Fósforo .....	45
4.2 SEGUNDA FASE – CULTURA DO MILHO .....	50
4.2.1 Número de plantas .....	50
4.2.2 Altura das plantas e altura da espiga .....	50
4.2.3 Matéria verde somente plantas, matéria verde total e matéria seca .....	53
4.2.4 Peso das espigas .....	58
4.2.5 Número de espigas.ha <sup>-1</sup> .....	59
4.2.6 Peso médio das espigas .....	59
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>65</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>77</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	Balanço hídrico mensal durante o período experimental. Fonte: Posto Meteorológico do Colégio Agrícola Senador Carlos Gomes de Oliveira.....	21
FIGURA 2 –	Croqui da área experimental da pastagem de inverno, consorciada com aveia ( <i>Avena strigosa</i> S.), azevém anual ( <i>Lolium multiflorum</i> ) e ervilhaca ( <i>Vicia sativa</i> ), submetida aos fatores pastejo (CP) e ausência de pastejo (SP) e níveis de nitrogênio (N0 = 0 kg.ha <sup>-1</sup> N, N1 = 100 kg.ha <sup>-1</sup> N, N2 = 200 kg.ha <sup>-1</sup> N e N3 = 300 kg.ha <sup>-1</sup> N), bem como suas interações.....	24
FIGURA 3 –	Croqui da área experimental da fase de primavera/verão – cultura do milho em parcelas sub-sub-divididas com quatro níveis de nitrogênio (N0 = 0 kg.ha <sup>-1</sup> N, N1 = 100 kg.ha <sup>-1</sup> N, N2 = 200 kg.ha <sup>-1</sup> N e N3 = 300 kg.ha <sup>-1</sup> N) sobre as sub-parcelas da pastagem consorciada de inverno, submetidas aos fatores A (CP – com pastejo e SP - ausência de pastejo) e B, níveis de nitrogênio (quatro níveis de nitrogênio: N0 = 0 kg.ha <sup>-1</sup> N, N1 = 100 kg.ha <sup>-1</sup> N, N2 = 200 kg.ha <sup>-1</sup> N e N3 = 300 kg.ha <sup>-1</sup> N). .....	32
FIGURA 4 –	Fitomassa residual (kg.ha <sup>-1</sup> MS) existente nas parcelas após a aplicação dos diferentes tratamentos na pastagem e antes da dessecação (kg.ha <sup>-1</sup> MS) .....	39
FIGURA 5 –	Efeito dos níveis de nitrogênio sobre a matéria orgânica do solo após os tratamentos aplicados à pastagem de inverno.....	41
FIGURA 6 –	Movimentação do potássio no perfil do solo na pastagem de inverno submetida aos tratamentos pastejo e ausência de pastejo, com quatro níveis de adubação nitrogenada (0, 100, 200 e 300 kg.ha <sup>-1</sup> N).....	42
FIGURA 7 –	Altura da planta de milho em função dos níveis de nitrogênio aplicados à cultura do milho, após pastagem consorciada de inverno, submetida aos tratamentos pastejo (presença e ausência) e quatro níveis de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha <sup>-1</sup> N).....	52
FIGURA 8 –	Altura da planta de milho em função dos níveis de nitrogênio aplicados à cultura do milho, após pastagem consorciada de inverno, submetida aos tratamentos pastejo (presença e ausência) e quatro níveis de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha <sup>-1</sup> N).....	52
FIGURA 9 –	Produtividade de matéria verde somente das plantas de milho, sem as espigas, em função dos níveis de nitrogênio aplicados à cultura do milho, após pastagem consorciada de inverno, submetida aos tratamentos pastejo (presença e ausência) e quatro níveis de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha <sup>-1</sup> N).....	54
FIGURA 10 –	Produtividade de matéria verde total de milho, em função dos níveis de nitrogênio aplicados à cultura do milho, após pastagem consorciada de inverno, submetida aos tratamentos pastejo (presença e ausência) e quatro níveis de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha <sup>-1</sup> N).....	55
FIGURA 11 –	Produtividade de matéria seca de milho em função dos níveis de nitrogênio aplicados à cultura do milho, após pastagem consorciada de inverno, submetida aos tratamentos pastejo (presença e ausência) e	

	quatro níveis de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha <sup>-1</sup> N).....	55
FIGURA 12 –	Produtividade de espigas de milho em função dos níveis de nitrogênio aplicados à cultura do milho, após pastagem consorciada de inverno, submetida aos tratamentos pastejo (presença e ausência) e quatro níveis de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha <sup>-1</sup> N).....	59

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	Histórico e utilização da área experimental no período 2005-08.....	21
TABELA 2 –	Tratamentos aplicados à pastagem resultantes da combinação da presença e ausência do pastejo (Fator A) com os quatro níveis da adubação nitrogenada na pastagem (Fator B) .....	23
TABELA 3 –	Épocas de aplicação e doses de nitrogênio e potássio em cobertura aplicadas nas sub-parcelas da pastagem em experimento com consórcio de aveia e azevém.....	25
TABELA 4 –	Tratamentos aplicados ao solo resultantes da combinação da presença e ausência do pastejo (Fator A), com os quatro níveis da adubação nitrogenada na pastagem (Fator B) e/ou com as quatro profundidades de amostragem (Fator C).....	30
TABELA 5 –	Tratamentos aplicados à cultura do milho em sucessão à pastagem consorciada de inverno, resultantes da combinação da presença e ausência do pastejo (Fator A), com os quatro níveis da adubação nitrogenada na pastagem (Fator B) e quatro níveis de adubação no milho (Fator C).....	31
TABELA 6 –	Época de aplicação e doses de nitrogênio e potássio em cobertura aplicadas nas sub-sub-parcelas de milho em experimento com milho, realizadas em 26 de novembro e 4 de dezembro.	33
TABELA 7 –	Taxas de acúmulo de matéria seca observadas na pastagem de inverno submetida à presença e ausência de pastejo e a quatro níveis de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha <sup>-1</sup> N) .....	37
TABELA 8 –	Fitomassa residual média das parcelas submetidas ao pastejo e ausência de pastejo .....	38
TABELA 9 –	Resumo da análise de variância das variáveis cálcio, magnésio, sódio, potássio, soma de bases e saturação de bases resultantes da amostragem de solo dos diferentes tratamentos aplicados à pastagem de inverno .....	46
TABELA 10 –	Resumo da análise de variância das variáveis CTC e matéria orgânica resultantes da amostragem de solo dos diferentes tratamentos aplicados à pastagem de inverno .....	46
TABELA 11 –	Resultados da comparação das médias das variáveis pH, Índice SMP, H + Al (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ), cálcio (Ca; cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ), magnésio (Mg; cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ), sódio (Na; cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ), soma de bases (SB; cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ), capacidade de troca de cátions (CTC; cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) e saturação de bases (V; %) quando submetidas aos dois níveis do fator A (presença e ausência de pastejo).....	46
TABELA 12 –	Resultados da comparação das médias das variáveis pH, Índice SMP, H + Al (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ), cálcio (Ca; cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ), magnésio (Mg; cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ), soma de bases (SB; cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) e saturação de bases (V; %) quando submetidas a quatro níveis do fator B (0, 100, 200 e 300 kg.ha <sup>-1</sup> N) .....	47
TABELA 13 –	Resultados da comparação das médias das variáveis pH, Índice SMP, H + Al (cmol <sub>c</sub> L), cálcio (Ca; cmol <sub>c</sub> L), magnésio (Mg; cmol <sub>c</sub> L), sódio (Na; cmol <sub>c</sub> L), soma de bases (SB; cmol <sub>c</sub> L) e saturação de	

	bases (V; %) quando submetidas a dois níveis do fator A (presença e ausência de pastejo) e a quatro níveis do fator B (0, 100, 200 e 300 kg.ha <sup>-1</sup> N) .....	47
TABELA 14 –	Resultados da comparação das médias da variável pH quando submetida a dois níveis do fator A (presença e ausência de pastejo) e a quatro níveis do fator C (profundidades de amostragem: 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15 e 15 – 20 cm) . .....	47
TABELA 15 –	Resultados da comparação das médias das variáveis pH, Índice SMP, H + Al (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ), cálcio (Ca; cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ), magnésio (Mg; cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ), sódio (Na; cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ); soma de bases (SB; cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) e saturação de bases (V; %) quando submetidas a quatro níveis do fator B (0, 100, 200 e 300 kg.ha <sup>-1</sup> N) e a quatro níveis do fator C (profundidades de amostragem: 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15 e 15 – 20 cm).....	48
TABELA 16 –	Médias das variáveis potássio (mg dm <sup>3</sup> ), matéria orgânica (%) e CTC (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) quando submetidos aos dois níveis do fator A (presença e ausência de pastejo).....	48
TABELA 17 –	Médias das variáveis potássio (mg dm <sup>3</sup> ), matéria orgânica (%) e CTC (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) quando submetidos a quatro níveis do fator B (0, 100, 200 e 300 kg.ha <sup>-1</sup> N) .....	49
TABELA 18 –	Médias das variáveis potássio (mg dm <sup>3</sup> ), matéria orgânica (%) e CTC (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) quando submetidos a dois níveis do fator A (presença e ausência de pastejo) e a quatro níveis do fator B (0, 100, 200 e 300 kg.ha <sup>-1</sup> N).....	49
TABELA 19 –	Médias das variáveis potássio (mg dm <sup>3</sup> ), matéria orgânica (%) e CTC (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) quando submetidos a dois níveis do fator A (presença e ausência de pastejo) e a quatro níveis do fator C (profundidades de amostragem: 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15 e 15 – 20 cm).....	49
TABELA 20 –	Médias das variáveis potássio (mg dm <sup>3</sup> ), matéria orgânica (%) e CTC (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) quando submetidos a quatro níveis do fator B (0, 100, 200 e 300 kg.ha <sup>-1</sup> N) e a quatro níveis do fator C (profundidades de amostragem: 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15 e 15 – 20 cm).....	50
TABELA 21 –	Resultados da comparação de médias da variável altura da espiga (m) quando submetidas aos quatro níveis de nitrogênio na pastagem e a quatro níveis de nitrogênio no milho.....	53
TABELA 22 –	Equações, níveis de probabilidade (P) e coeficientes de determinação para a variável altura da espiga (m) resultantes do efeito do tratamento níveis de nitrogênio na pastagem em diferentes níveis de nitrogênio no milho.....	53
TABELA 23 –	Resultados médios e níveis de probabilidade das variáveis altura da planta, altura da espiga, matéria verde somente planta (MVp), peso das espigas (PE), matéria verde total (MVt), matéria seca (MS), número de espigas.ha <sup>-1</sup> e peso médio das espigas quando submetidas a presença e ausência de pastejo.	60
TABELA 24 –	Resultados médios e níveis de probabilidade das variáveis altura da planta, altura da espiga, matéria verde somente planta (MVp), peso das espigas (PE), matéria verde total (MVt), matéria seca (MS), número de espigas.ha <sup>-1</sup> e peso médio das espigas, quando submetidas a quatro níveis de nitrogênio na pastagem (0, 100, 200 e 300 kg. ha <sup>-1</sup> N) .	60
TABELA 25 –	Resultados médios e níveis de probabilidade das variáveis altura da planta, altura da espiga, matéria verde somente planta (MVp), peso das espigas (PE), matéria verde total (MVt), matéria seca (MS), número de espigas.ha <sup>-1</sup> e peso médio das espigas, quando	

	submetidas a quatro níveis de nitrogênio no milho (0, 100, 200 e 300 kg. ha <sup>-1</sup> N).	61
TABELA 26 –	Resultados médios e níveis de probabilidade das variáveis altura da planta, altura da espiga, matéria verde somente planta (MVp), peso das espigas (PE), matéria verde total (MVt), matéria seca (MS), número de espigas.ha <sup>-1</sup> e peso médio das espigas, quando submetidas à interação pastejo (CP) e ausência de pastejo (SP) e a quatro níveis de nitrogênio na pastagem (P0: 0 kg ha <sup>-1</sup> N, P100: 100 kg ha <sup>-1</sup> N, MP200 200 kg ha <sup>-1</sup> N e P300 300 kg ha <sup>-1</sup> N).	61
TABELA 27 –	Resultados médios e níveis de probabilidade das variáveis altura da planta, altura da espiga, matéria verde somente planta (MVp), peso das espigas (PE), matéria verde total (MVt), matéria seca (MS), número de espigas.ha <sup>-1</sup> e peso médio das espigas, quando submetidas à interação pastejo (CP) e ausência de pastejo (SP) e a quatro níveis de nitrogênio no milho (M0: 0 kg ha <sup>-1</sup> N, M100: 100 kg ha <sup>-1</sup> N, M200 200 kg ha <sup>-1</sup> N e M300 300 kg ha <sup>-1</sup> N).	62
TABELA 28 –	Resultados médios e níveis de probabilidade das variáveis altura da planta, altura da espiga, matéria verde somente planta (MVp), peso das espigas (PE), matéria verde total (MVt), matéria seca (MS), número de espigas.ha <sup>-1</sup> e peso médio das espigas, quando submetidas à interação de quatro níveis de nitrogênio na pastagem (P0: 0 kg ha <sup>-1</sup> N, P100: 100 kg ha <sup>-1</sup> N, P200: 200 kg ha <sup>-1</sup> N e P300 300 kg ha <sup>-1</sup> N) e a quatro níveis de nitrogênio no milho (M0: 0 kg ha <sup>-1</sup> N, M100: 100 kg ha <sup>-1</sup> N, M200 200 kg ha <sup>-1</sup> N e M300 300 kg ha <sup>-1</sup> N).	63
TABELA 29 –	Resultados médios e níveis de probabilidade das variáveis altura da planta, altura da espiga, matéria verde somente planta (MVp), peso das espigas (PE), matéria verde total (MVt), matéria seca (MS), número de espigas.ha <sup>-1</sup> e peso médio das espigas, quando submetidas à interação do pastejo (CP: com pastejo e SP: sem pastejo), nitrogênio na pastagem (P0: 0 kg ha <sup>-1</sup> N, P100: 100 kg ha <sup>-1</sup> N, P200 200 kg ha <sup>-1</sup> N e P300 300 kg ha <sup>-1</sup> N) e nitrogênio no milho (M0: 0 kg ha <sup>-1</sup> N, M100: 100 kg ha <sup>-1</sup> N, M200 200 kg ha <sup>-1</sup> N e M300 300 kg ha <sup>-1</sup> N).	64

**LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 – Resultados da análise de solo da área experimental antes da implantação do experimento.....	22
---	----

## RESUMO

O trabalho foi conduzido no Colégio Agrícola Senador Carlos Gomes de Oliveira, pertencente à UFSC, em Araquari-SC, com o objetivo de determinar o rendimento do milho para silagem da planta inteira, submetido a quatro níveis de adubação nitrogenada, produzido em sucessão à pastagem consorciada de inverno, em duas situações de pastejo, também submetida a quatro níveis de adubação nitrogenada. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com três repetições. Na fase de inverno foram aplicadas presença e ausência de pastejo nas parcelas e, nas sub-parcelas, quatro níveis de N (0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N) na pastagem, que consistiu das espécies anuais: aveia (*Avena strigosa* S.); azevém (*Lolium multiflorum* L.) e ervilhaca (*Vicia sativa* L.). Foram avaliadas taxa de acúmulo de matéria seca (TA), produção de matéria seca (PMS) e fitomassa residual (FR). A TA e PMS não apresentaram resposta significativa para pastejo e níveis de N. A FR das parcelas pastejadas não apresentou significância para os fatores, porém a utilização de 100 kg.ha<sup>-1</sup> N proporcionou melhores produtividades dos parâmetros avaliados no milho. As parcelas não pastejadas mostraram resposta quadrática para nitrogênio. Considerando o desenvolvimento inicial mais lento das parcelas pastejadas sem N, a aplicação de 100 kg.ha<sup>-1</sup> pode antecipar o primeiro pastejo. Entre as duas fases foi realizada amostragem estratificada do solo (0-5; 5-10; 10-15 e 15-20 cm), para avaliar o impacto dos diferentes tratamentos sobre o solo. A adubação nitrogenada promoveu impacto negativo em algumas propriedades químicas do solo, sendo que nas parcelas pastejadas o mesmo foi menor. Na fase de primavera foi cultivado milho (*Zea mays*) para silagem em parcelas sub-sub-divididas, utilizando quatro níveis de adubação nitrogenada sobre cada sub-parcela da fase da pastagem. Os resultados obtidos para as características agronômicas avaliadas mostraram diferença significativa apenas para níveis de nitrogênio no milho, com resposta quadrática para altura da planta e da espiga, produtividade de matéria verde, peso das espigas e de matéria seca. No entanto, observou-se maior PMS nas parcelas pastejadas, sendo possível obtenção de milho para silagem com ausência de adubação nitrogenada, quando for utilizado 100 kg.ha<sup>-1</sup> N no inverno. Nas parcelas sem pastejo o milho para silagem pode ser obtido com ausência de adubação nitrogenada no inverno, mas com 200 kg.ha<sup>-1</sup> N no milho.

Palavras-chave: integração lavoura-pecuária, nitrogênio, pastejo, *Zea mays*.

## ABSTRACT

The work was carried out at the Agricultural School Senator Carlos Gomes de Oliveira, which belongs to the Federal University of Santa Catarina, in Araquari, Santa Catarina, Brazil, with the aim of evaluating the corn yield for silage made of full plant. The experiment consisted in two phases. In the first one an intercropped winter pasture was established with oat (*Avena strigosa* S.), ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) and common vetch (*Vicia sativa* L.). The experimental design was a randomized block for factor A, with factor B and a split plot on A, with three replications. Factor A was represented by grazing and no grazing situations and factor B represented by four nitrogen levels (0, 100, 200 and 300 kg.ha<sup>-1</sup> N). Assessments on rate of accumulation (RA), dry matter yield (DMY) and residual biomass (RB) were done. The RA and DMY didn't present significant response neither to grazing nor to N levels. The RB of grazing plots showed no significant response to factors, but using the level of 100 kg.ha<sup>-1</sup> N presents the best yield in parameters evaluating on corn. The RB of no grazing plots presented quadratic response to nitrogen. Whereas the slower initial development of grazing plots without N, an application of 100 kg.ha<sup>-1</sup> of N, can anticipate the first grazing. Among the two-stage stratified soil sampling was conducted (0-5, 5-10, 10-15 and 15-20 cm) to assess the impact of different treatments. Nitrogen fertilization promoted negative impact on some chemical properties of soil, which were less intense on grazing plots. In spring season corn for silage was cultivated as Factor C on a split plot on A and B factors. Split plots consisted of four nitrogen levels on corn (0, 100, 200 and 300 kg.ha<sup>-1</sup> N). The results of the agronomic characteristics evaluated showed statistical difference only to nitrogen levels in maize with quadratic response for height of plant and spike, green matter, spike weight and dry matter yield. However, showed higher DMY in grazing plots and can be achieved without the application of nitrogen in maize, but when the pastorage is fertilized with 100 kg.ha<sup>-1</sup> of N. In no grazing areas the corn silage can be obtained without the application of nitrogen in winter, but with 200 kg.ha<sup>-1</sup> of N in maize.

Key-words: crop-livestock systems, nitrogen, *Zea mays*.

## 1 INTRODUÇÃO

A exploração agrícola caracterizou-se durante muitos anos pelo uso de práticas intensivas de manejo, com impactos negativos severos no meio ambiente, como a quebra da biodiversidade, contaminação da água, efeito estufa, degradação de áreas agrícolas, redução no retorno econômico e até mesmo, com inviabilização de extensas áreas agrícolas.

A utilização do sistema plantio direto (SPD), a partir de 1970, no Brasil, vem contribuindo para reduzir a degradação das áreas agrícolas. No entanto, de acordo com dados da Federação de Plantio Direto (2005/06), este manejo é adotado em 25,5 milhões hectares da área cultivada com grãos, contra 46 milhões de hectares da área total, no mesmo período (IBGE, 2007).

Ainda que seja utilizado o SPD, outros problemas ainda se fazem presentes, como falta de rotação de culturas, alta dependência de insumos externos, entressafra sem retorno econômico para o produtor e quantidade deficiente de palhada.

Já a produção animal, em sua maioria, desenvolvida a pasto, é considerada a forma mais sustentável de produção. Porém, esta atividade também passa por percalços, por ser conduzida extensivamente, sem os devidos cuidados com a pastagem, relacionados à fertilidade do solo e taxa inadequada de lotação, comprometendo a cobertura vegetal e ainda, a ocorrência da sazonalidade na oferta de forragem.

Entre as diversas estratégias apontadas pelos pesquisadores preocupados em restabelecer a biodiversidade, considerada um pilar da sustentabilidade, encontra-se a integração da produção agrícola com a produção animal, a chamada Integração Lavoura-Pecuária (ILP). Esta estratégia permite um sinergismo entre os segmentos de produção, pela recuperação e/ou manutenção da capacidade produtiva do solo, melhor aproveitamento da energia radiante, com conseqüências positivas na produtividade e melhores retornos econômicos.

Todavia, mesmo com o uso desta prática, poderão persistir impactos ambientais decorrentes do processo produtivo e a busca por manejos que minimizem o uso de insumos externos deve pautar as decisões na adoção dos mesmos. Neste sentido, especial atenção deve ser dada ao uso eficiente do nitrogênio (N), evitando excessos para minimizar

eventuais perdas para o lençol freático ou atmosfera. Delineia-se assim, mais um problema a ser contornado, além daqueles apontados para a produção vegetal e animal.

Uma prática que pode minimizar os efeitos decorrentes da carência ou excesso de N sobre a produção vegetal e animal consiste na introdução de leguminosas no sistema.

Considerando a necessidade de produzir suplementação para a época de escassez de forragens ou complementação de dietas, a utilização de leguminosas pode contribuir para a ampliação do período de oferta de pasto; bem como beneficiar um eventual cultivo de milho para produção de silagem, pelo nitrogênio proveniente da fixação biológica (FBN).

A introdução de leguminosa pode proporcionar benefícios consideráveis para a pastagem, melhorando o seu valor nutricional e para o milho, pelo efeito residual exercido sobre as culturas em sucessão. O milho é uma cultura com grande demanda de nitrogênio, podendo assim, ser beneficiado pelo nitrogênio residual tanto dos excrementos animais, contribuindo para minimizar a ocorrência de perdas por lixiviação, como pelo nitrogênio residual da leguminosa da pastagem.

As informações relatadas permitem inferir que o ajuste da adubação é um aspecto que deve ser adequado conforme o sistema de produção. Neste sentido, o presente trabalho busca investigar a influência do pastejo, épocas e níveis de aplicação do fertilizante nitrogenado na pastagem consorciada de inverno e na cultura do milho para silagem no verão.

O objetivo geral do presente trabalho foi avaliar o rendimento do milho para silagem da planta inteira, submetido a quatro níveis de nitrogênio, produzido em sucessão à pastagem consorciada de inverno (aveia, azevém, ervilhaca), na presença e ausência de pastejo, também submetida a quatro níveis de nitrogênio.

Os objetivos específicos foram:

- a) Avaliar a produção de matéria seca, taxa de acúmulo e fitomassa residual da pastagem consorciada de inverno (aveia, azevém, ervilhaca), na presença e ausência de pastejo, submetida a quatro níveis de nitrogênio.
- b) Avaliar os níveis da adubação nitrogenada e presença e ausência do pastejo no inverno sobre algumas propriedades químicas do solo.
- c) Avaliar o efeito dos níveis da adubação nitrogenada no sistema, na presença e ausência de pastejo, envolvendo épocas diferenciadas de aplicação (inverno/verão) na produção da pastagem e na produtividade da cultura do milho para silagem.

A hipótese da presente pesquisa é que se o nitrogênio quando aplicado na pastagem de inverno é ciclado e mantido, então a cultura sucessora de milho para silagem poderá apresentar altos rendimentos sem o uso de nitrogênio na mesma.

## 2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

### 2.1 CENÁRIO DA ATIVIDADE PECUÁRIA NO BRASIL

De acordo com estimativa da Confederação Nacional de Agricultura e Pecuária do Brasil, o rebanho bovino brasileiro chegará a 207 milhões de cabeças, em 2008, o que significa um crescimento de 1,22% em relação a 2007 (ROCHA, 2007).

Segundo resultados preliminares do Censo 2006, a área utilizada com pastagens no Brasil, ocupa 172 milhões de hectares, o que representa uma redução de 3% com relação à área existente por ocasião do último censo, em 1996. Este fato denota uma intensificação da atividade pecuária, considerando o incremento anual que o plantel vem apresentando (IBGE, 2007).

A bovinocultura no Brasil possui dificuldades externas que escapam ao poder de decisão dos produtores, como também internas à propriedade, as quais são manejáveis e formam o arcabouço de gestão dos produtores (MELLO, 2000).

CAMARGO (1997) atribui as causas das dificuldades à utilização de solos para pastagens com baixa fertilidade, exauridos pela erosão. SANTOS (2003) e BALDIEIRO NETO *et al.* (2006) apontam a degradação como o maior problema das pastagens brasileiras, sendo que raramente encontramos uma propriedade que não tenha uma área em processo de degradação ou já degradada.

A mentalidade ainda predominante nos meios produtivos de que plantas forrageiras são rústicas, não sendo exigentes em adubação e manejo é um dos maiores entraves para a intensificação da produção animal a pasto (OLIVEIRA, 2002).

KIRCHER (2005) considera ainda, como desafios para a pecuária leiteira a ausência do escalonamento de produção de forragens, a falta de reservas estratégicas de alimentos volumosos, o manejo inadequado dos pastos perenes, etc.

AGUIAR (2001) coloca que a produção de leite a pasto é o sistema de maior sustentabilidade técnica, econômica e social. Enquanto LEAVER e WEISSBACH (1993) comentam que os sistemas confinados promovem um grande impacto sobre o ambiente e são de alto custo.

Para a solução dos problemas abordados, são necessárias estratégias que permitam reverter o quadro de degradação das pastagens, melhorar a qualidade e quantidade de matéria seca produzida e minimizar o problema da estacionalidade na produção de forragens.

O impacto negativo da agricultura moderna é que a mesma simplificou a estrutura do ambiente sobre extensas áreas, substituindo a diversidade da natureza por um pequeno número de plantas cultivadas e animais domésticos (ALTIERI, 1999). De acordo com TANAKA *et al.* (2002) e LIEBIG *et al.* (2007), esta agricultura praticada de forma intensiva reduz a capacidade produtiva do solo e sua sustentabilidade.

MATOS (2007) comenta que a tendência de intensificação da produção por animal e por área não é provável que continue, principalmente em países da Comunidade Econômica Européia, onde tal intensificação tem sido suportada por pesados subsídios. Os altos custos dos sistemas de produção subsidiados e da exportação de excedentes não são sustentáveis a médios e longos prazos. A deposição desordenada de esterco tem causado sérios danos ao meio ambiente (DASSIE, 1999), levando às reformas das políticas ambientais nos países desenvolvidos na América do Norte e na Europa, visando reduzir o processo de intensificação dos sistemas de produção de ruminantes. MATOS (2007) informa ainda que essa intensificação tem sido questionada também pela intensiva utilização de insumos externos (energia elétrica, combustíveis, fertilizantes, pesticidas, máquinas, equipamentos e, principalmente, grãos) que precisam ser importados.

EHLERS (1999) já considerava o incentivo à diversificação um dos componentes comuns às mais diversas tendências na transição para a agricultura sustentável, devendo integrar produção animal e vegetal.

Neste sentido, HANSON *et al.* (2003) informam que o retorno da agricultura moderna para sistemas manejados de forma integrada, pode otimizar o resultado da produção, economia e conservação de recursos e ainda, permitir a utilização dos componentes produtivos (culturas, seqüência de culturas, rebanhos, etc.) que resultarão em grande produção com redução de investimentos.

A utilização conjunta dos componentes produtivos explora os complementos e sinergismos, resultantes das várias combinações de culturas, árvores e animais, tais como a policultura, sistemas agroflorestais e a integração lavoura-pecuária (ILP) (ALTIERI, 1999). EVANGELISTA e LIMA (2008) corroboram com estas informações ao afirmarem que as consorciações, a arborização e a ILP são tendências que estão sendo retornadas para a exploração de pastagens, sendo consideradas soluções para a obtenção da sustentabilidade do processo produtivo em agropecuária.

A complexidade da agricultura atual força o produtor a equilibrar metas considerando produção, economia, sociedade e meio ambiente. Neste sentido, TANAKA *et al.* (2002) e HANSON *et al.* (2003) afirmam que a Integração Lavoura Pecuária (ILP) pode ajudar a reverter alguns dos impactos ambientais e problemas de sustentabilidade da atualidade.

A integração lavoura e pecuária tanto dentro da propriedade, como entre propriedades, pode melhorar a utilização e reciclagem de nitrogênio e, também, ajudar a reverter a degradação da qualidade do solo, desde a perda de matéria orgânica até a acumulação excessiva de nutrientes na exploração pecuária (BASSANINO *et al.*, 2007).

De acordo com KLUTHCOUSKI e YOKOYAMA (2003) a ILP é uma das alternativas para atingir as premissas básicas para a sustentabilidade agropecuária, recuperação de áreas degradadas por lavoura ou pecuária, preservação ambiental e aumento da competitividade.

Segundo RUSSELLE *et al.* (2007), apesar da ILP ser empregada durante milênios em todo o mundo, produtores na América do Norte têm apresentado renovado interesse em reintegrar a lavoura-pecuária, a partir do século passado, buscando as mesmas premissas que as demais regiões do mundo.

No Brasil, o interesse crescente pela ILP, deve-se à baixa rentabilidade da exploração de cereais de inverno e à ausência de alternativas. A maior parte das áreas é destinada somente para o plantio de espécies protetoras, com pastejos ocasionais, sem fertilização e manejo adequados. Então, o plantio de espécies forrageiras de inverno, nas áreas de lavoura, e sua utilização na alimentação de ruminantes resulta em diversas vantagens, entre as quais: disponibilidade de pastagens com maior quantidade e qualidade, melhor distribuição da produção durante o ano, aproveitamento de resíduos agrícolas na produção animal, aumento da produtividade agrícola, pela melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; emprego mais racional da mão-de-obra, insumos, máquinas e implementos, maior rentabilidade na propriedade e redução de riscos (MORAES *et al.*, 2007).

As vantagens mencionadas para o sistema corroboram com a informação de HANSON *et al.* (2003) e LIEBIG *et al.* (2007) quando comentam que a construção de um sinergismo entre os componentes de sistemas integrados ao ambiente, ocorre na medida em que os mesmos beneficiam as duas atividades: lavoura e pecuária.

## 2.2 A PASTAGEM NO SISTEMA ILP E A CICLAGEM DE NUTRIENTES

De acordo com MARASCHIN (1991) na região Sul do Brasil, cada vez mais acentua-se a necessidade de compreensão do complexo ecossistema da produção leiteira em pastagens, incorporado a um processo agrícola de uso do solo, formando um sistema integrado de produção.

Entre os componentes do sistema produtivo da pastagem estão o solo, a planta e os animais, os quais se encontram em constante interação. É necessário o conhecimento destes componentes para que o sistema seja sustentável.

BEETZ (2002) informa que o manejo adequado de pastagens pode efetivamente incrementar a fertilidade do solo pelo entendimento das funções das plantas e animais vivendo no solo. A autora faz referência aos organismos do solo, desde insetos visíveis e minhocas até formas microscópicas (fungos e bactérias), como também ao papel desempenhado pelas plantas forrageiras e animais em pastejo, na ciclagem de nutrientes no sistema. O trabalho conjunto destes organismos produz solos com boa qualidade e, conseqüentemente, pastagens de boa qualidade.

MONTEIRO e WERNER (1989) reiteram estas informações ao colocarem que o conjunto de macro e micronutrientes sofre uma ciclagem dentro do sistema da pastagem, quer pelo retorno através de excreções animais, quer pela contribuição via forrageiras não consumidas. O conhecimento dos componentes envolvidos nesta ciclagem, que abrange três compartimentos, assim designados pelos autores: solo, planta e animal é de fundamental importância para um bom manejo da pastagem.

No que se refere ao solo, o mesmo é considerado um sistema aberto em que os elementos são constantemente removidos da fase sólida e acumulados na planta, como também percorrendo o caminho contrário (MALAVOLTA *et al.*, 1989). Neste percurso, os elementos minerais sofrem diversas interferências, seja pela ação dos organismos do solo, exportação dos produtos vegetais, consumo pelos animais, retorno pelos restos vegetais e excrementos animais.

Os organismos que vivem no solo vão desde formas microscópicas (fungos e bactérias), insetos, minhocas e outros que assumem papel imprescindível na mineralização e fechamento dos ciclos biogeoquímicos (BEETZ, 2002).

A contribuição das plantas forrageiras ocorre através daquela porção não consumida pelos animais, que representa uma fonte de retorno de nutrientes para o sistema, pelas associações com microrganismos do solo, desde fungos micorrízicos até as bactérias fixadoras de nitrogênio (MONTEIRO e WERNER, 1989). As leguminosas que fixam

nitrogênio através da fixação biológica (FBN), disponibilizarão este nutriente para o solo, outras plantas ou animais, ocorrendo tanto pela morte das plantas, senescência e destacamento dos nódulos radiculares, queda de folhas na superfície e pelo consumo pelos animais. Outras espécies, com sistema radicular profundo, podem ciclar nutrientes de níveis profundos para a superfície do solo, disponibilizando-os para as plantas que não poderiam alcançá-los (BEETZ, 2002).

A ciclagem da biomassa por meio de animais ruminantes dentro das fezes e urina que fertiliza o solo tem sido um importante fator nos processos de ciclagem de nutrientes, tanto para a pecuária, como para a produção de grãos (POWELL *et al.*, 1998). Geralmente a urina contém a maior parte de nitrogênio e potássio desperdiçado e as fezes contêm a maior parte do fósforo que o animal não usa (BEETZ, 2002). De acordo com WILKINSON e LOWREY (1973) o conteúdo de nutrientes na urina é de 1,10% N, 0,004% P e 0,96% K e, nas fezes, é de 0,38% N, 0,08% P e 0,18% K.

O pastejo de animais tem um importante papel na dinâmica de nutrientes do solo (AREVALO *et al.*, 1998; YATES *et al.*, 2000), afetando a quantidade e qualidade da liteira, bem como a ciclagem de nutrientes como resultado do retorno de nutrientes através da urina e excreções (AREVALO *et al.*, 1998).

ASSMANN *et al.* (2002) informam que a utilização de nutrientes da pastagem ingeridos pelo animal é baixa, em média 65% do total dos três macronutrientes primários (nitrogênio, fósforo e potássio) é eliminado via urina e fezes e BRAZ *et al.* (2002) reiteram esta informação colocando que 93,28% do N consumido na pastagem é retornado ao solo pelas fezes.

Segundo COYNE *et al.* (1977) a ingestão e excreção do nitrogênio da forragem pelos herbívoros, afetam a disponibilidade, distribuição e formas químicas deste elemento no ecossistema.

VALLIS *et al.* (1982) constataram uma hidrólise rápida do amônio da uréia urinária, 80% em duas horas e a acumulação de nitrato também foi rápida após o segundo dia. POWELL *et al.* (1998) encontraram elevação do pH, principalmente durante a primeira semana após a aplicação da urina e o decréscimo nos níveis de amônio no solo foram acompanhados por grande incremento nos níveis de nitrato.

De acordo com DIAS *et al.* (1996) e ALVAREZ *et al.* (1996) a uréia quando aplicada ao solo sofre ataque da enzima urease que promove a hidrólise da mesma para carbonato de amônio e na seqüência, em outra reação de hidrólise, gera amônio. Este amônio pode ser absorvido pela planta ou ser nitrificado, pela sua oxidação, com liberação de íons H<sup>+</sup> para o solo, contribuindo assim no aumento da acidez (COYNE *et al.*, 1977).

Esta dinâmica provoca alterações em outras propriedades químicas e físico-químicas do solo, como a CTC, a qual, de acordo com RIBEIRO *et al.* (1996) e BOHNEN (2000) é influenciada pelo pH, natureza dos cátions trocáveis, concentração da solução e natureza da fase sólida.

SCHIMELL *et al.* (1986) simulando uma taxa de deposição de N pela urina, aplicou uréia para observar as perdas de nitrogênio pela volatilização de urina de gado, constataram rápida hidrólise da uréia e hidrólise completa em 4 a 7 dias.

Os efeitos da urina sobre as propriedades químicas do solo e o impacto de fezes e urina na produção de culturas foi estudado por POWELL *et al.* (1998) que, conduzindo um trabalho na Nigéria, no Oeste da África, observaram que a produção de milho (*Pennisetum glaucum* L.) foi 53% maior na primeira safra, em parcelas nas quais o gado ficava à noite, do que quando aplicado o esterco manualmente. Os autores constataram também, que este efeito residual durou por um período de dois a três anos após a deposição pelos animais.

No entanto, para que estes nutrientes sejam aproveitados na produção vegetal, é necessário que se assegure uma boa cobertura vegetal, bem como a manutenção da matéria orgânica (ASSMANN *et al.*, 2002), tendo em vista que a disponibilidade de nutrientes no ecossistema limita a reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos em pastejo (BRAZ *et al.*, 2002).

Diversos trabalhos têm sido conduzidos comparando sistemas em variadas intensidades de pastejo e não pastejados. Observa-se que, apesar de terem sido conduzidos em diversos tipos de clima, solo e cobertura de solo, onde não houve a preocupação com a utilização de manejo adequado, houve um decréscimo nas propriedades físicas e químicas do solo.

HIERNAUX *et al.* (1999) estudaram os efeitos do pastejo pelos animais sobre propriedades físicas e químicas do solo, durante 9 anos em Sadoré, Nigéria, em condições de alta intensidade de pastejo e não controlado, em comparação com uma área não pastejada durante 15 anos. Concluíram que houve compactação e decréscimo no pH e nitrogênio total, após 4 anos de pastejo, comparado ao controle.

ZHONG *et al.* (2004) trabalharam com dois diferentes padrões de pastejo, pesado e moderado para determinar o efeito da intensidade sobre a heterogeneidade espacial das propriedades do solo em Inner Mongólia, China, observaram concentrações significativamente menores para carbono orgânico e N total em regime sob alta densidade.

BOHLEN e GATHUMBI (2007) conduziram um experimento para entendimento da ciclagem do N, que é crítico em áreas agrícolas sujeitas a períodos de encharcamento, em manejo intensivo em pastagens melhoradas e manejo menos intenso em pastagens semi

nativas. As taxas de ciclagem de N estiveram correlacionadas com  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$ , que por sua vez também apresentaram correlação com conteúdo de C no solo. Os autores observaram que o manejo mais intensivo de pastagens melhoradas esteve associado com declínio de C orgânico e menor taxa de nitrificação e desnitrificação.

LEONARD *et al.* (2006) estudaram a produção da pastagem em relação às variáveis do manejo e propriedades do solo e encontraram correlação positiva com pH, pastejo recente, conteúdo de magnésio e cálcio disponíveis, adições de N, P e K e profundidade do solo, indicando que adições de fertilizantes, quer mineral ou orgânica, embora pequenas, levam a um incremento na produção da pastagem.

CAMPING *et al.* (2002), em experimento conduzido na Califórnia, observaram que não existem evidências de efeitos detrimenais para a sustentabilidade a longo prazo da qualidade do solo e status de nutrientes pelo pastejo de baixa a moderada intensidade.

No que tange ao efeito residual da atividade de pastejo, LANG (2004) observou efeito significativo do N residual da pastagem de inverno sobre produtividade de milho e informa que no sistema ILP a contribuição do N residual permite alcançar altas produtividades, sem haver necessidade de adubar com N a cultura do milho. No entanto as produções da cultura de verão apresentaram resposta crescente para o aumento das doses de N nas áreas sem pastejo e sem N no inverno. ASSMANN (2001) também concluiu que áreas pastejadas que receberam N no inverno apresentaram maior produtividade de grãos de milho do que aquelas não pastejadas.

### 2.3 A IMPORTÂNCIA DO NITROGÊNIO NA PASTAGEM

Pastagens naturais ou cultivadas, não adubadas, em solos com baixa fertilidade permitem uma baixa carga animal, resultando em baixa produção de leite ou carne. A utilização de pastagens melhoradas e o uso de fertilizantes aumentam a taxa de lotação, produção de leite. $\text{ha}^{-1}$  e produção.vaca $^{-1}$  (TRUJILLO, 1991).

Segundo MARASCHIN (1991) as pastagens cultivadas, bem adubadas e manejadas, representam uma forma não poluidora e eficiente de uso do solo para a produção do produto animal. Neste contexto, o nitrogênio tem sido indicado como o elemento mais importante em termos de quantidade necessária para maximizar a produção (FLOSS, 1988) e permite alta produtividade das pastagens quando não for limitante (ASSMANN, 2002). De acordo com BOIN (1986) o fornecimento deste elemento apresenta grande resposta no aumento do peso da matéria seca, havendo uma relação linear positiva às doses de

nitrogênio aplicadas, variando, porém com a espécie forrageira, frequência de cortes e com as condições climáticas (BOIN, 1986)

O nitrogênio sendo um dos nutrientes mais exigido pelas plantas forrageiras é um componente de aminoácidos, purinas, pirimidinas, pigmentos, nucleotídeos, proteínas, tanto na planta, como no animal (MALAVOLTA, 1986).

Este elemento pode ser fornecido tanto pela fixação simbiótica entre as bactérias *Rhizobium* e leguminosas, como pelos fertilizantes nitrogenados. Ambas apresentam dificuldades. A utilização de leguminosas abrange dificuldades biológicas, enquanto que o uso de adubos químicos é influenciado por causas econômicas (CORSI, 1994).

A vantagem da adubação nitrogenada é favorecer um crescimento mais rápido das plantas forrageiras, possibilitando maior frequência de cortes em material de maior digestibilidade, pelo aumento na produção de matéria seca. Esta, por sua vez, possibilita maior capacidade de carga da pastagem e maior produção de carne ou leite por hectare (CORSI, 1975).

No entanto, existem ao nível mundial, ações para regular perdas de nitrogênio para o ambiente, com políticas que visam a redução no uso de fertilizantes nitrogenados. Na Europa, as concentrações de nitrato têm atingido níveis críticos em águas subterrâneas, principalmente em áreas vulneráveis à lixiviação destes. Para obter alta eficiência no uso de nitrogênio na propriedade, o decréscimo na utilização de fertilizantes minerais nitrogenados é uma meta a se atingir (GIERUS, 2007).

Algumas práticas que podem aumentar a utilização da eficiência do nitrogênio são a integração da lavoura com a pecuária, incluindo o uso de forragens leguminosas (GIERUS, 2007; RUSSELE *et al.*; 2007).

A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) atmosférico é possível através de alguns procariontes, que podem ser encontrados vivendo livremente no solo ou associados, em simbiose com as plantas. Estes microrganismos possuem a codificação genética para a síntese da nitrogenase, enzima responsável pela redução do N<sub>2</sub> atmosférico, com a participação de Fe, Mg, Mo e energia biológica (ATP). O tipo mais comum de simbiose é entre membros da família Leguminosae (Fabaceae) e bactérias do solo chamadas coletivamente de rizóbios, que incluem representantes do gênero *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Sinorhizobium* e *Photrhizobium*, (SIQUEIRA e FRANCO, 1988; EPSTEIN e BLONN, 2006).

BOGDAN (1977) informa que, em pastagens consorciadas, a qualidade da forragem é melhorada devido ao alto conteúdo de proteínas das leguminosas, compensando o baixo conteúdo das gramíneas.

A partir destas informações infere-se que a participação das leguminosas em consórcio com gramíneas em uma pastagem, pode resultar em menor requerimento de insumos e maior lucratividade das atividades agrícolas (SIQUEIRA e FRANCO, 1988). Reiterando esta informação, QUADROS e MARASCHIN (1987) comentam que superioridade sobre as misturas em termos de ganho por área só tem sido alcançada quando as doses de fertilizantes nitrogenados são superiores a 85,5 kg; 150 kg ou em alguns casos a 300 kg.ha<sup>-1</sup>.

#### 2.4 CONSORCIAÇÃO DE ESPÉCIES VEGETAIS

A consorciação de espécies vegetais é uma alternativa que permite aliar as características desejáveis das espécies, devido a fixação de N em forrageiras leguminosas desde pequenas quantidades, como em *Pueraria phaseoloides* (30-99 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> N) até grandes quantidades, como *Leucaena leucocephala* (500-600 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> N), conforme informa SIQUEIRA e FRANCO (1988).

Isto explica porque os sistemas de consorciação mais comuns envolvem uma espécie monocotiledônea e outra leguminosa. Este sistema de manejo agrônômico comumente praticado produz resultados satisfatórios em algumas situações, quando produtividades maiores são obtidas por unidade de área, se comparadas com a monocultura (MAGALHÃES, 1989).

No que tange à produção forrageira o cultivo consorciado de gramíneas e leguminosas produtivas é uma alternativa de grande valor para contribuir na solução do problema de disponibilidade de forragem nas estações frias do ano, no Sul do Brasil. Estes consórcios podem, principalmente, manter níveis adequados de ganho animal, já que as leguminosas atuam melhorando a qualidade da dieta animal e a distribuição estacional da qualidade da forragem produzida (QUADROS e MARASCHIN, 1987).

O interesse pela consorciação de plantas de cobertura de solo no outono-inverno tem aumentado, devido à expansão do plantio direto no sul do Brasil, principalmente como fonte de nitrogênio ao milho em sucessão, quando espécies como ervilhaca e nabo forrageiro têm sido incluídas no sistema, com objetivo de diminuir o uso de fertilizantes nitrogenados minerais (GIACOMINI *et al.*, 2004).

#### 2.4.1 Vantagens da consorciação na produção vegetal

Em vários sistemas de produção, as leguminosas são capazes de melhorar a produção das culturas através da sustentabilidade da fertilidade do solo (ASSEFA e LEDIN, 2001); proporcionar maior absorção de água e nutrientes, aumentar supressão de invasoras (MÜLLER *et al.*, 2002; BANIK *et al.*, 2006); promover a conservação do solo (ANIL *et al.*, 1998;); constituir-se em opção para rotação de culturas com cereais, contribuindo no controle de doenças; conferir efeito residual de nitrogênio para a cultura subsequente (HEINRICHS e FANCELLI, 1999; PAPASTYLIANOU, 2004; GIACOMINI *et al.*; 2004).

A transferência do nitrogênio das leguminosas ocorre pelo retorno através de excreções animais e contribuição via forrageiras não consumidas, envolvendo liberação pela parte aérea, queda ou exsudação das folhas, como também pela parte subterrânea das plantas leguminosas (HAKALA e JAUHAINEN, 2007) e ocorre em épocas diferentes entre as mesmas. O trevo subterrâneo, por exemplo, não libera nitrogênio até a senescência e retorno de raízes, folhas e tecidos dos nódulos; já a leucena libera este elemento gradualmente durante todo o período (SIMPSON, 1965).

Segundo GIACOMINI *et al.* (2004) resultados relativos ao fornecimento de N mostram que a ervilhaca, tanto em cultivos solteiros como consorciados à aveia, pode atender parcialmente à demanda de N do milho. Outros trabalhos relatam o efeito positivo da ervilhaca sobre produtividade de grãos, o que é atribuído ao N adicionado ao solo pela leguminosa via fixação biológica de nitrogênio (FBN) e à facilidade com que esse N é liberado dos resíduos culturais durante a sua decomposição (AITA *et al.*, 2001; HEINRICH *et al.*, 2001).

PAPASTYLIANOU (2004) estudando o potencial da ervilhaca na disponibilização de nitrogênio para a cultura seguinte encontrou resultados que mostraram que o primeiro cultivo de cevada após ervilhaca proporcionou máxima produção sem nenhuma aplicação de fertilizante nitrogenado. Ainda de acordo com este autor, o efeito residual do nitrogênio da ervilhaca, embora menor, estende-se até a segunda cultura, necessitando fertilização adicional para máxima produção.

GOMES *et al.* (1997) trabalharam durante dois anos com milho após gramíneas, leguminosas, brassicaceae, consórcios e sistema convencional. No primeiro ano (1995/96), em que ainda não havia o tratamento plantio convencional, foi obtido rendimento 46% superior à menor média (cevada), quando foi utilizado o consórcio ervilhaca + azevém. No segundo ano (1996/97) milho após as gramíneas, brássica, consórcios e sistema

convencional ervilhaca + azevém não diferiram, mas apresentaram rendimento 65% superior à cevada.

No entanto, de acordo com SILVA *et al.* (2007) podem acontecer respostas à aplicação de fertilizante nitrogenado em consórcio onde existe a participação de uma leguminosa. Os autores trabalharam com milho em sucessão à aveia preta, ervilhaca e nabo forrageiro, em cultivos solteiros e consórcios da gramínea e leguminosa ou brassicacea. Aplicando 180 kg.ha<sup>-1</sup> N em cobertura, no consórcio da aveia + ervilhaca, observaram maior rendimento de grãos de milho em relação aos demais sistemas e concluíram que esta leguminosa, como cultura antecessora é altamente benéfica, mesmo com altos níveis de N.

#### 2.4.2 Vantagens do uso de leguminosas para a produção animal em cultivos puros ou em consórcio

As consorciações de gramíneas e leguminosas proporcionam diversas vantagens à produção animal, tais como melhor distribuição estacional e qualidade da forragem (FONTANELI e FREIRE JÚNIOR, 1991; SLEUGH *et al.*, 2000; MALHI *et al.*, 2002), com incremento na Ingestão Diária de Matéria Seca, Proteína Bruta e FDN (SLEUGH *et al.*, 2000; ASSEFA e LEDIN, 2001),

Em um estudo conduzido por MÜLLER *et al.* (2002), que incluiu número variado de espécies forrageiras de diferentes famílias (gramíneas, leguminosas e compostas) foi observado que nos tratamentos que incluíram a combinação das três espécies, a produção foi 54% maior que nos tratamentos com apenas gramíneas e leguminosas, sugerindo que a produção não é aumentada pelo número de espécies, mas pela inclusão de uma espécie altamente produtiva, no caso a chicória.

Comumente é mais utilizado consórcio entre gramíneas e leguminosas, com o objetivo de associar as características desejáveis de ambas. No caso das gramíneas, a qualidade da forragem geralmente é menor do que o requerido para alcançar níveis de produção satisfatórios, para muitas categorias de rebanhos (LITHOURGIDIS *et al.*, 2006). Já as leguminosas em cultivo solteiro têm menor potencial de produção de matéria seca, embora melhorem a qualidade das pastagens, pelo incremento da disponibilidade de alimento altamente nutritivo (ASSEFA e LEDIN, 2001).

Quando consorciadas com cereais as leguminosas são ainda beneficiadas pelo suporte estrutural proporcionado pelos mesmos, para o crescimento de espécies trepadoras, como a ervilhaca, aumentando interceptação da luz e facilitando colheita mecânica para

silagem (LITHOURGIDIS *et al.*, 2006). A partir desta informação infere-se que melhora a estrutura para pastejo com acessibilidade à ervilhaca, pois a altura do dossel é uma característica importante sobre o acesso à forragem pelo animal, onde pastagens muito baixas podem restringir o consumo pela dificuldade de apreensão principalmente para os bovinos, devido ao hábito de pastejo (CARVALHO *et al.*, 2007).

Apesar dos consórcios promoverem um melhor equilíbrio entre nutrientes e alta produção de forragens, são mais difíceis de manejar do que quando as espécies são cultivadas isoladamente, devido às diferenças em características agrônômicas tais como requerimento de fertilizantes, adaptação a tipos de solo e tempo de colheita, diferenças em dias para maturação (ASSEFA e LEDIN, 2001).

SLEUGH *et al.* (2000) concluíram que a inclusão de leguminosas nos consórcios aumenta a produção acumulada e, de acordo com as espécies que integram os consórcios, ocorre diferença na distribuição de produção na estação de crescimento, Digestibilidade *In Vitro* da Matéria Seca, Proteína Bruta e Fibra em Detergente Neutro (FDN).

De acordo com trabalho conduzido por MOOSO e WEDIN (1990) a mistura de alfafa e gramíneas oferece pouca vantagem na produção sobre alfafa em monocultura quando cortada para feno.

FONTANELLI e FREIRE JR. (1991) trabalharam com misturas das gramíneas aveia (AV) e azevém (AZ) com diversas leguminosas: ervilhaca (ER) e os trevos subterrâneo (TS), vermelho (TV), vesiculoso (TE) e branco (TB). Observaram que as consorciações AV + AZ + TB, AV + AZ + TV e AV + AZ + ER apresentaram os melhores rendimentos de matéria seca e que as duas primeiras misturas apresentaram melhor distribuição ao longo do período. Outro aspecto importante levantado pelos autores é relacionado à escolha das consorciações de acordo com a necessidade de liberação de área para cultivo na primavera. Nesse sentido as leguminosas anuais de ciclo curto (ervilhaca e trevo-subterrâneo) foram as mais adequadas para comporem os consórcios. Informam ainda, que em sistema ILP, que vise forrageamento no final do verão e outono, os trevos vermelho, vesiculoso e branco são mais indicados para as misturas, porque não podem expressar sua máxima contribuição quando se entra com culturas de lavoura de verão, apesar de melhorarem a qualidade da forragem.

### 2.4.3 Pastagem com consorciação de aveia, azevém e ervilhaca

A ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) é uma leguminosa anual de inverno, com hábito de crescimento trepador, constitui-se em uma forrageira de ciclo anual, de clima temperado a subtropical, sensível à deficiência hídrica e ao calor (CALEGARI *et al.*, 1992). Possui altos níveis de proteína e é usualmente cultivada em mistura com cereais de pequenos grãos para feno ou produção de forragem (LITHOURGIDIS *et al.*, 2006). Estas misturas aumentam as condições de crescimento e colheita de forragem (ANIL *et al.*, 1998).

Em trabalho conduzido por ASSEFA e LEDIN (2001) foi observado que a ervilhaca comum apresentou melhores parâmetros nutricionais, mas menor produção de matéria seca. ha<sup>-1</sup>. Esta leguminosa apresentou a maior Digestibilidade *In Vitro* da Matéria Orgânica na Matéria Seca (DIVMO) e o seu conteúdo de proteína bruta foi de 18,9%, que é similar a uma boa forragem de alfafa, possibilitando com isto a sua utilização como suplemento para fibra para vacas leiteiras e ainda, apresentou menor conteúdo em FDN.

A mistura da ervilhaca com gramíneas apresenta maior produção de matéria seca do que em cultivo solteiro e, ainda melhora o nível nutricional de pastagens de gramíneas, comparativamente ao seu cultivo sem consorciação. Neste sentido, CABALLERO *et al.* (1995) comentam que o cereal mais indicado para mistura com ervilhaca é a aveia.

A aveia (*Avena sativa* L) é uma gramínea de inverno de ampla adaptação, desde os estados do sul até aos situados mais ao norte do país. É rústica, pouco exigente em fertilidade do solo (CALEGARI *et al.*, 1992; OLIVEIRA, 2002), possui alta capacidade de rendimento de forragem e resistência à doenças e pisoteio (FLOSS, 1988)

Além das vantagens citadas para a produção animal, estas espécies proporcionam também efeitos benéficos para o solo. OLIVEIRA (2002) comenta que, nos sistemas de integração lavoura-pecuária, o sistema radicular abundante e profundo da aveia, pode contribuir para o desadensamento dos solos argilosos, causado pelo pastejo e, nos solos arenosos, promove a reciclagem de nutrientes evitando a poluição do lençol freático.

AITA *et al.* (2001) afirmam que a aveia pode ser uma alternativa interessante para aquelas situações em que haja necessidade de adição de fitomassa e carbono ao solo.

Apresenta ainda, boa compatibilidade para consorciação com a maioria dos cereais, como também com o azevém, além de diversas leguminosas. Considerando sua precocidade (QUADROS e MARASCHIN, 1987) e havendo necessidade de estender o período de utilização da pastagem, é sugerida a mistura com o azevém, para que a característica de produção mais tardia deste proporcione o objetivo almejado (SANTOS *et al.*, 2002).

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam) é uma gramínea de clima subtropical-temperado, rústica, e agressiva. Além do cultivo exclusivo, pode ser consorciado com outras gramíneas (aveia, centeio) e com leguminosas (serradela, trevos, alfafa, ervilhaca, cornichão). Normalmente, em comparação com a aveia, apresenta um crescimento inicial um pouco lento, mas em compensação, seu pastejo é mais prolongado (CALEGARI *et al.*, 1992), podendo chegar a cinco meses. Possui ressemeadura natural contribuindo para que seja a espécie mais difundida no Sul do Brasil (SANTOS *et al.*, 2002).

CABALLERO *et al.* (1995) relatam que em mistura de ervilhaca com aveia, a produção de forragem obtida foi 34% maior do que ervilhaca sozinha, mas 57% menor do que monocultura de aveia. O decréscimo observado da contribuição da ervilhaca para MS das misturas pode ser atribuído à competição entre duas espécies quando consorciadas (CABALLERO *et al.*, 1995; ANIL *et al.*, 1998; ASSEFA e LEDIN, 2001).

Para culturas forrageiras é importante a obtenção de maiores produções por área, maior qualidade nutricional ou ambas combinadas. LITHOURGIDIS *et al.* (2006) observaram maiores valores de Proteína Bruta (PB).ha<sup>-1</sup> para a mistura de ervilhaca-aveia, seguida pela monocultura de ervilhaca. Apesar da mistura apresentar menor conteúdo de PB (g.kg<sup>-1</sup>), a maior produção de forragem desta com relação à monocultura de ervilhaca, resultou em maior produção de PB.ha<sup>-1</sup>.

## 2.5 MILHO (*Zea mays* L.) E SEU POTENCIAL PARA SILAGEM

O milho é um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo, em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

No Brasil, a cultura do milho ocupa o segundo lugar em área plantada e volume de produção de grãos. A produção estimada de milho para a safra 2007/2008 é de 40 milhões de toneladas e de 18,4 milhões de toneladas, para a primeira e segunda safras, respectivamente (IBGE, 2008).

As produtividades médias de milho obtidas no Brasil, previstas para a safra 2007/08 são de 4.050 kg.ha<sup>-1</sup>, 3.566 kg.ha<sup>-1</sup> e 3.886 kg.ha<sup>-1</sup>, na primeira safra, segunda safra e milho total, respectivamente (MAPA, 2008). Produtividades estas consideradas muito baixas, tendo em vista o elevado potencial de rendimento da espécie. Em áreas experimentais, em Eldorado-RS e Lages-SC, foram atingidos rendimentos de 15,5 e 18 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente (SANGOI *et al.*, 2003).

Entre as diversas utilizações do milho podem ser citadas: da parte comercializada, alimentação de suínos, aves, outros animais e sementes; da parte retida na propriedade, arraçamento de suínos, aves, animais de transporte, gado leiteiro e consumo humano (ALMEIDA, 1993).

Quanto à utilização de silagem, FANCELLI e DOURADO NETO (2000) comentam que é a forma mais adequada para a conservação de alimentos produzidos na estação favorável ao desenvolvimento das principais espécies vegetais empregadas na alimentação animal. Esta estratégia permite dispor de alimento volumoso para os rebanhos durante o período de estacionalidade de produção das plantas forrageiras (NUSSIO, 1993; FANCELLI e DOURADO NETO, 2000; CRUZ e PEREIRA FILHO, 2001; MUCK e SHINNERS, 2001).

A utilização da silagem vem assumindo importância crescente no Brasil, para suprir as necessidades dos animais no período de escassez de forragens durante a estação fria no Sul do Brasil (MITTELMANN *et al.*, 2005) e no período seco, na região Sudeste e Centro-Oeste (Oliveira *et al.*, 2003, 2006 e 2007). É utilizada como suplementação nestes períodos, como em sistemas de criação intensivos (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000; FANCELLI, 2003).

O milho tem sido considerado opção de destaque para a produção de silagem (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000; CRUZ E PEREIRA FILHO, 2001) devido à grande produtividade de matéria seca e ao bom valor nutritivo (VILLELA, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2006), além de pequena capacidade tampão e níveis adequados de carboidratos solúveis para fermentação (CEZARINO, 2006).

Todavia, de acordo com FANCELLI e DOURADO NETO (2000) apenas uma pequena fração de produtores faz uso da prática de silagem de milho de forma satisfatória. Os produtores argumentam que é uma prática difícil e com elevado custo de produção (NUSSIO, 1993; FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). Segundo NUSSIO (1993) a concepção dos mesmos é extrativista, estabelecem culturas com cultivares resistentes à acidez do solo; utilizam níveis de fertilizantes e corretivos insatisfatórios, sendo uma prática comum utilizar recomendações muito baixas ou até mesmo o uso da fertilidade natural do solo; utilizam espaçamentos inadequados, semeadoras desreguladas para a distribuição de sementes e adubos, resultando em baixa produtividade por área.

Para ilustrar a questão da baixa produtividade da cultura para ensilagem, CAMARGO (1997) relata que, quando a EMBRAPA de São Carlos, SP, intensificou o processo de produção de leite a pasto, a partir de setembro de 1992, a produção de silagem de milho saltou de 15 a 20 toneladas de matéria original.ha<sup>-1</sup> para 40 a 45 t de matéria original.ha<sup>-1</sup>, considerado por ele, na época, ainda aquém do desejado.

Em se tratando da utilização do milho para a finalidade em questão, deve-se considerar que é uma das culturas mais exigentes em fertilizantes especialmente os nitrogenados, principalmente quando é colhido para silagem, onde toda a parte aérea é removida da área. O suprimento inadequado de nitrogênio é considerado um dos principais fatores limitantes ao seu rendimento (NUSSIO, 1993; FRANÇA e COELHO, 2001; NEUMANN *et al.*, 2005).

De acordo com MUZZILLI *et al.* (1991) o nitrogênio é responsável pelo desenvolvimento vegetativo e pelo verde intenso das folhas. Este elemento está associado ao crescimento vegetativo das plantas, participa da fotossíntese, aumenta a porcentagem total de proteínas; o peso da espiga e a porcentagem de óleo (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). A deficiência provoca a elevação na relação carboidratos solúveis/proteínas, diminuição na quantidade de clorofila e alterações nos cloroplastos. Dada a diversidade de compostos nitrogenados na planta e a variedade de funções que desempenham, a falta do elemento provoca numerosas alterações no metabolismo, desarranjando a vida da planta (MALAVOLTA, 1986).

O milho é uma das culturas em que o nitrogênio proporciona as maiores respostas em produtividade (SOUZA *et al.*, 2001). No entanto, esta resposta está associada ao histórico da área, sistema de cultivo, manejo e fertilidade do solo, intensidade e distribuição de chuvas, híbridos utilizados, luminosidade e práticas culturais, como por exemplo, o controle de plantas daninhas, entre outras (FRANÇA e COELHO, 2001).

PAIVA (1992) estudando o efeito de níveis de nitrogênio, espaçamento e densidade no rendimento forrageiro e qualidade da silagem de milho, encontrou diferença para rendimento forrageiro e qualidade da silagem, em função do espaçamento, sendo maior o rendimento de espigas, matéria seca e proteína bruta, para 50 cm entre linhas; observou alteração na qualidade da forragem, para o maior nível de N utilizado ( $132,9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ ), resultando em aumento na porcentagem de proteína bruta, na matéria seca da forragem e silagem e maior rendimento forrageiro.

BORTOLINI *et al.* (2002) e FANCELLI (2003), realizaram trabalhos para verificar a eficiência de sistemas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em semeadura direta após aveia preta, quanto ao acúmulo de nitrogênio e a produção de massa seca por planta de milho. Observaram que em sistema de aplicação total no momento da dessecação da aveia as plantas acumularam menos nitrogênio, apresentaram menor produção de matéria seca e menor produção de grãos. $\text{ha}^{-1}$ .

LANG (2004), trabalhando com a inclusão ou não de pastejo, bem como adubação nitrogenada da pastagem no inverno, encontrou resposta de produtividade crescente em áreas sem pastejo e sem adubação nitrogenada no inverno.

A espécie antecessora e sistema de plantio também influenciam a resposta à aplicação de N na cultura do milho. Diversos autores (CALEGARI *et al.*, 1992; GOMES *et al.*, 1997; FIORIN, 1999; AITA *et al.*, 2001; OLIVEIRA, 2002) constataram resposta crescente ao nitrogênio após espécies não leguminosas (gramíneas e crucíferas).

AMADO *et al.* (2003) mostram que a adubação nitrogenada na aveia antecedendo o milho reduz a relação C/N, promovendo incremento linear no rendimento de grãos de milho.

Assim, a consorciação de espécies de diferentes famílias beneficiam a cultura comercial, pelas características inerentes à cada uma delas, como o tempo de permanência dos resíduos na superfície e disponibilidade de N no sistema, respectivamente (SILVA *et al.*, 2007).

No que tange à obtenção de material para silagem NEUMANN *et al.* (2005) avaliaram o efeito de níveis de adubação nitrogenada em cobertura sobre os rendimentos e componentes da produção de forragem da planta de milho para silagem, encontrando resposta linear até 135 kg.ha<sup>-1</sup> N. Já CESARINO (2006) observou que existe diferença entre os híbridos nas respostas à adubação e fonte nitrogenada, na produtividade de matéria seca do milho para silagem.

### **3 METODODOLOGIA**

#### **3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO**

O trabalho experimental foi conduzido no Colégio Agrícola Senador Carlos Gomes de Oliveira, em Araquari – SC, pertencente à Universidade Federal de Santa Catarina.

A instituição está localizada às margens da BR 280, Km 27, distante 25 km de Joinville e 25 Km de São Francisco do Sul, situada entre as coordenadas 26°23'56" de latitude Sul e 48°44'30" de longitude Oeste, com altitude média de 4 metros.

#### **3.2 CARACTERIZAÇÃO EDAFOCLIMÁTICA**

O clima do local do experimento classifica-se, segundo KOEPPEN, no tipo Cfa. De acordo com os dados registrados pelo Posto Meteorológico da instituição, no período de 1996-2005, a precipitação média anual foi de 1.847,6 mm; a temperatura média anual foi de 20,7°C; a temperatura média do mês mais quente foi de 25°C (janeiro) e a temperatura média do mês mais frio foi de 15,6°C (julho); a média das máximas, 31,5°C e a média das mínimas, 11,5°C. O balanço hídrico referente ao período de realização do experimento encontra-se na Figura 1.

O solo da área experimental caracteriza-se como um Espodossolo (PRADO, 2001).

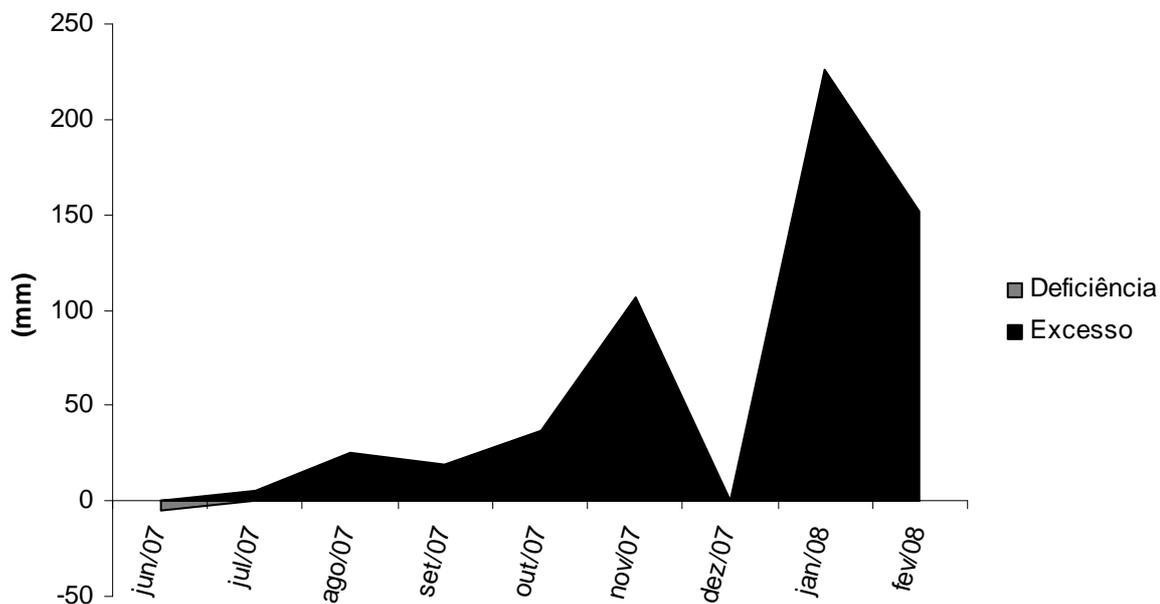


FIGURA 1 – Balanço hídrico mensal durante o período experimental.  
 Fonte: Posto Meteorológico do Colégio Agrícola Sen. Carlos Gomes de Oliveira.

### 3.3 HISTÓRICO DE UTILIZAÇÃO

A área do experimento era utilizada com pastagem nativa até o ano de 2004. A partir de 2005, foi iniciado o sistema plantio direto, no sistema integração lavoura-pecuária. Na oportunidade, o solo teve a acidez corrigida. A partir deste ano a seqüência utilizada é apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 – Histórico de utilização da área experimental no período 2005-08.

Verão/2005	Milho para silagem
Outono-inverno/2005	Aveia
Verão/2006	Mucuna
Outono-inverno/2006	Aveia + ervilhaca
Verão/2007	Milho
Outono-inverno/2007	Consórcio aveia + azevém + ervilhaca (experimento)
Verão/2008	Milho (experimento)

No Quadro 1 são apresentados os resultados da análise do solo antes da implantação do experimento, cuja amostragem foi realizada até 10 cm de profundidade.

QUADRO 1 – Resultados da análise de solo da área experimental antes da implantação do experimento

Determinação	Resultado	Interpretação
Textura (% argila)	13,00	Classe 4
pH	6,30	Alto
Índice SMP	6,60	
Fósforo ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	> 50,00	Muito Alto
Potássio ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	68	Alto
Mat. Orgânica % (m/v)	5,60	Alto
Alumínio ( $\text{cmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	0,00	
Cálcio ( $\text{cmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	7,00	Alto
Magnésio ( $\text{cmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	2,20	Alto
Sódio ( $\text{cmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	0,087	
H + Al ( $\text{cmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	2,19	
Soma Bases – S ( $\text{cmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	9,46	Alta
CTC ( $\text{cmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	11,65	Alta
Saturação Bases (%)	81,20	Alta

Fonte: Laudo de análise de solo emitido pelo laboratório da CIDASC-Florianópolis.

Obs: Interpretação conforme recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, SBCS – Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 2004.

Para as determinações pH, CaCl<sub>2</sub>, S, CTC, V, cfê. Boletim Técnico n.31 – Emater/Paraná

Considerando-se que o objetivo do experimento foi avaliar a influência de níveis de nitrogênio e utilização de pastejo em uma pastagem consorciada de inverno, sobre o rendimento de milho para silagem, o mesmo foi conduzido em duas fases. Na primeira fase conduziu-se a pastagem de inverno, no período de maio a outubro/2007 e na segunda fase, no período de outubro/2007 a fevereiro/2008, a cultura do milho.

### 3.4 Primeira fase – inverno

#### 3.4.1. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, onde foram testados oito tratamentos com três repetições. Os tratamentos, apresentados na Tabela 2 representam a combinação dos dois níveis do fator A (com pastejo - CP e sem pastejo - SP), aplicado às parcelas, e dos quatro níveis do fator B (níveis de nitrogênio: 0, 100, 200 e 300  $\text{kg.ha}^{-1}$  – N0, N1, N2 e N3) aplicados às sub-parcelas.

A área experimental ocupada foi de 7.500 m<sup>2</sup>, onde foram delimitados os blocos de 2.500 m<sup>2</sup>. As parcelas, representadas pelo fator com pastejo (CP), mediram 50 x 40 m, totalizando 2.000 m<sup>2</sup> e sem pastejo (SP), mediram 50 x 10 m, totalizando 500 m<sup>2</sup>. As sub-parcelas representadas pelos tratamentos com níveis de nitrogênio mediram 40 x 12,5 m nas parcelas CP e 10 x 12,5 m nas parcelas SP, com um total de 500 m<sup>2</sup> e 125 m<sup>2</sup>, respectivamente (Figura 2).

TABELA 2 - Tratamentos aplicados à pastagem resultantes da combinação da presença e ausência do pastejo (Fator A) com os quatro níveis da adubação nitrogenada na pastagem (Fator B).

Tratamentos	Fator A Pastejo	Fator B Níveis nitrogênio na pastagem
CPN0	1	1
CPN1	1	2
CPN2	1	3
CPN3	1	4
SPN0	2	1
SPN1	2	2
SPN2	2	3
SPN3	2	4

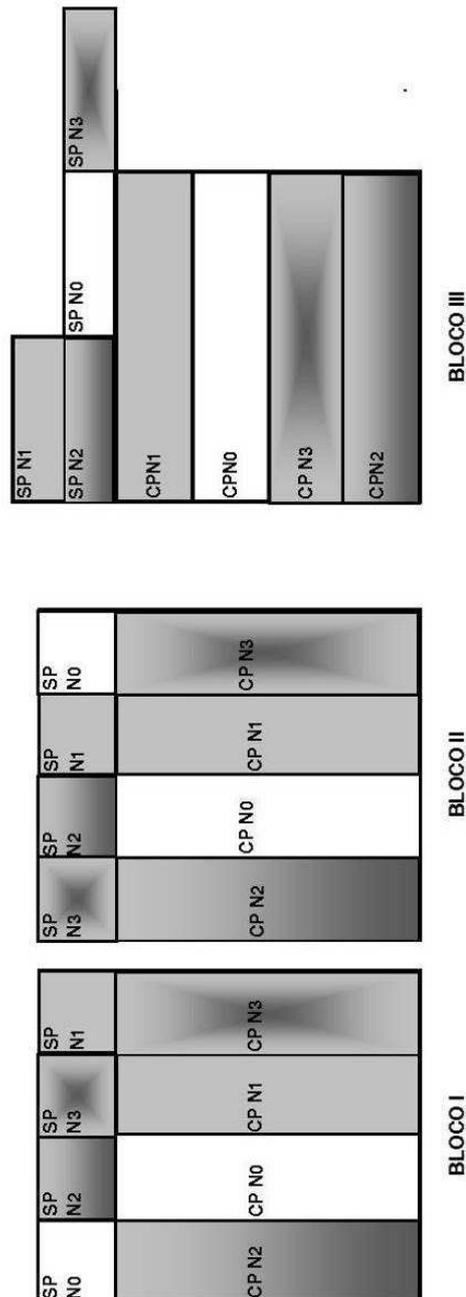
CP – com pastejo; SP – sem pastejo; N0 – 0 kg.ha<sup>-1</sup> N; N1 – 100 kg.ha<sup>-1</sup> N; N2 – 200 kg.ha<sup>-1</sup> N; N3 – 300 kg.ha<sup>-1</sup> N.

#### 3.4.2 Estabelecimento e adubações da pastagem

Em 30 de maio de 2007 foi realizada a implantação da pastagem. A semeadura foi feita a lanço, utilizando-se um distribuidor de fertilizantes e sementes, e posteriormente foi feita uma leve gradagem para incorporação das sementes.

A pastagem consistiu em um consórcio de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), cultivar comum; azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.), tendo sido utilizados 70 kg, 25 kg e 50 kg de sementes de cada espécie, respectivamente. As sementes da ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) foram inoculadas com *Rhizobium* específico, pelo método com revestimento das sementes.

FIGURA 2 – Croqui da área experimental da pastagem de inverno, consorciada com aveia (*Avena strigosa* S.), azevém anual (*Lolium multiflorum*) e ervilhaca (*Vicia sativa*), submetida aos fatores pastejo (CP) e ausência de pastejo (SP) e níveis de nitrogênio (N0 = 0 kg.ha<sup>-1</sup> N, N1 = 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, N2 = 200 kg.ha<sup>-1</sup> N e N3 = 300 kg.ha<sup>-1</sup> N), bem como suas interações.



A adubação utilizada seguiu a recomendação da SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (2004). Foram aplicados  $30 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  por ocasião da semeadura, em área total, utilizando-se como fonte de fósforo o superfosfato simples. As doses de nitrogênio e potássio referentes ao plantio foram aplicadas após a emergência das plantas, em 10/06/2007, para evitar salinidade junto às sementes. Nas sub-parcelas que deveriam receber nitrogênio, foram aplicados  $20 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$ , na forma de uréia. Quanto ao potássio foram aplicados  $20 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ , como cloreto de potássio, equivalendo a 30% da dose necessária. Nas adubações de cobertura de nitrogênio e potássio, também foram utilizados uréia e cloreto de potássio como fontes (Tabela 3).

TABELA 3 - Épocas de aplicação e doses de nitrogênio e potássio em cobertura aplicadas nas sub-parcelas da pastagem em experimento com consórcio de aveia e azevém.

Época/estádio	N0	N1	N2	N3
No perfilhamento	$0 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N} +$ $40 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$	$20 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N} +$ $40 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$	$45 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N} +$ $40 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$	$70 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N} +$ $40 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$
			$\text{kg.ha}^{-1} \text{ N}$	
Após 1º pastejo	0	20	45	70
Após 2º pastejo	0	20	45	70
Após 3º pastejo	0	20	45	70

### 3.4.3 Manejo dos animais na área

O método de pastejo empregado foi o rotacionado em faixas, também denominado racionado, adotando a disponibilidade de massa de forragem de  $1.000$  a  $1.500 \text{ kg.ha}^{-1}$  de matéria seca (SANTOS *et al.*, 2002). A altura da pastagem estipulada para a cessação do pastejo nas parcelas foi de 10 cm.

O grupo de animais utilizado foi o mesmo para todas as parcelas, tendo em vista que o desenho experimental, assim como os demais manejos diários, inviabilizaram a separação do mesmo. A alimentação dos animais consistia no fornecimento de ração e silagem de milho no cocho e pastejos após a ordenha da manhã, como também no período da tarde. O número médio de animais em pastejo foi de 30 vacas leiteiras, sendo 18 em lactação e 12 vacas secas. As vacas em lactação recebiam 1 kg ração para cada 3 litros de leite produzidos,  $25 \text{ kg.dia}^{-1}$  silagem e o pasto, não só da área experimental. As vacas secas recebiam  $1,5 \text{ kg.dia}^{-1}$  ração, a mesma quantidade de silagem e acesso às pastagens que as vacas em produção. À noite, os mesmos eram mantidos em pasto nativo. Os animais eram colocados para pastejo diariamente na área experimental por um período de 5 horas.

O primeiro pastejo ocorreu nos dias 02 e 03/08/2007, exceto nas parcelas sem adubação nitrogenada, porque não havia disponibilidade de matéria seca suficiente para colocação dos animais. Nestas, o pastejo ocorreu somente uma semana após as primeiras parcelas.

Nos dias 05 e 06/09/2007, ocorreu o segundo pastejo, 34 dias após o primeiro, para os tratamentos com 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N e 27 dias após, para as parcelas com zero de nitrogênio. Esta diferença de 7 dias é devida ao fato de que o pastejo nestas parcelas ocorreram somente uma semana após os demais tratamentos.

O terceiro pastejo ocorreu nos dias 03 e 04/10/2007, 28 dias após o segundo.

#### 3.4.4 Avaliação do experimento

##### 3.4.4.1 Determinação da disponibilidade de massa seca (MS) da pastagem

A massa seca foi avaliada lançando um aro (feito com ferro de construção), com uma área de 0,15 m<sup>2</sup>, de forma aleatória, por caminhamento em zigue-zague.

Foram retiradas cinco amostras por sub-parcela. Os valores referentes à disponibilidade de forragem.ha<sup>-1</sup> foram feitos pela média das cinco amostras, realizadas no dia anterior à entrada dos animais.

O material englobado pelo aro foi cortado a uma altura de 10 cm, posteriormente foi pesado e determinada a média, obtendo-se assim, o peso da matéria verde.

Estas amostras foram secas em estufa a 65°C, por 72 horas, para determinação da matéria seca (MS). A MS seca foi pesada e convertida em kg.ha<sup>-1</sup>.

##### 3.4.4.2 Produção de matéria seca

O acúmulo de massa seca (MS) foi mensurado por método não destrutivo, utilizando o equipamento denominado prato ascendente (MANNETJE, 2000), com área igual a 0,1024 m<sup>2</sup>. Para calibração foram cortadas cinco amostras rente ao solo, em todas as sub-parcelas. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada, a 65°C, por 72 horas, para determinação da matéria seca. A MS seca foi pesada e convertida em kg.ha<sup>-1</sup>.

Após o corte para calibração do instrumento, foram tomadas as leituras, antes e após o pastejo, da altura do prato ascendente em 20 e 10 pontos na primeira amostragem;

30 e 15 pontos, na segunda amostragem; 35 e 20 pontos na terceira amostragem e 45 e 30 pontos na quarta amostragem nas parcelas com pastejo e sem pastejo, respectivamente, por caminhar em zigue-zague. A quarta amostragem foi feita antes do manejo da fitomassa residual para a implantação da cultura do milho.

O cálculo do acúmulo de massa seca nas parcelas pastejadas, para todo o período experimental, foi feito pelo somatório da disponibilidade inicial e a produção parcial de cada uma das avaliações. A disponibilidade inicial foi representada pela matéria seca presente nas parcelas antes do primeiro pastejo.

$$T_{AMS} = D_i + \sum [D_{AP} - D_{AD}]_n$$

Onde:

$T_{AMS}$  = Acúmulo da matéria seca

$D_i$  = Disponibilidade inicial de matéria seca

$D_{AP}$  = Matéria seca antes do pastejo

$D_{AD}$  = Matéria seca após pastejo anterior

$n$  = número de pastejos

#### 3.4.4.3 Taxa de acúmulo de matéria seca

As amostras retiradas antes dos animais retornarem às parcelas após o período de descanso serviram para estimar a taxa de acúmulo da matéria seca, nas parcelas pastejadas, calculada conforme detalhado a seguir.

$$T_{AD} = [D_{AP} - D_{DP}]/n$$

Onde:

$T_{AD}$  = Taxa de acúmulo diário

$D_{AP}$  = Disponibilidade antes do pastejo

$D_{DP}$  = Disponibilidade após pastejo (resíduo)

$n$  = número de dias do período de descanso

#### 3.4.4.4 Coleta de solo e análises químicas

Após o último pastejo e antes do manejo da fitomassa residual, foram coletadas amostras de solo, de forma estratificada, em quatro profundidades, a cada 5 cm dentro do perfil.

Foram retiradas 5 amostras simples por tratamento na pastagem, resultando em 15 amostras simples para formar as amostra compostas, que foram enviadas para análise dos parâmetros de rotina, no laboratório da CIDASC, Florianópolis, SC.

A amostragem do solo consistiu de apenas uma repetição devido ao elevado número de amostras que resultariam para as três repetições, implicando em elevado custo de análises. Esta metodologia baseou-se no exposto por ZIMMERMANN (2004), que explica esta possibilidade em situações de pequena quantidade de material para amostragem, onerosidade de mão-de-obra ou alto custo de análise, perdendo-se no entanto, a interação de ordem maior.

Desta forma, foram analisadas as influências dos fatores A (presença e ausência de pastejo), B (níveis de nitrogênio na pastagem) e C (profundidades de amostragem) e suas interações duplas sobre o solo, conforme é ilustrado na Tabela 4.

#### 3.4.4.5 Manejo da fitomassa residual

A dessecação da fitomassa residual foi realizada 15 dias após o último pastejo, utilizando o princípio ativo glyphosate, na dosagem de  $1,2 \text{ kg.ha}^{-1}$  de ingrediente ativo.

#### 3.4.4.6 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância após terem sua homogeneidade avaliada pelo teste de Bartlett. Constatada a homogeneidade das variâncias, as médias dos tratamentos foram testadas por meio do teste F. Os tratamentos que apresentaram resultados significantes tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os programas computacionais utilizados foram o M-STATC e Excel.

### 3.5 SEGUNDA FASE – PRIMAVERA

#### 3.5.1 Delineamento experimental e tratamentos

Na fase de primavera, para o milho, foi utilizado o mesmo delineamento experimental da pastagem, mas cada sub-parcela foi subdividida em quatro sub-sub-parcelas, resultando em 32 tratamentos com três repetições. Os tratamentos apresentados na Tabela 5 representam a combinação dos dois níveis do fator A (com pastejo - CP e sem pastejo - SP), aplicados às parcelas; dos quatro níveis do fator B, aplicados às sub-parcelas (níveis de nitrogênio na pastagem: 0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> – N0, N1, N2 e N3) e dos quatro níveis do fator C aplicados às sub-sub-parcelas (níveis de nitrogênio no milho: 0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> – N0, N1, N2 e N3).

Os blocos mediram 2.500 m<sup>2</sup>; as parcelas, representadas pelo fator com pastejo (CP), 2.000 m<sup>2</sup> e sem pastejo (SP), 500 m<sup>2</sup>. As sub-parcelas representadas pelos quatro níveis de nitrogênio na pastagem mediram 500 m<sup>2</sup>, nas parcelas CP e 125 m<sup>2</sup> nas parcelas SP; as sub-sub-parcelas representadas pelos quatro níveis de nitrogênio no milho mediram 125 m<sup>2</sup> nas parcelas CP e 31,25 m<sup>2</sup> nas parcelas SP, conforme croqui constante na Figura 3.

TABELA 4 – Tratamentos aplicados ao solo resultantes da combinação da presença e ausência do pastejo (Fator A), com os quatro níveis da adubação nitrogenada na pastagem (Fator B) e/ou com as quatro profundidades de amostragem (Fator C).

Tratamentos	Fator A Pastejo	Fator B Níveis nitrogênio na pastagem	Fator C Profundidade de amostragem
CPN0	1	1	
CPN1	1	2	
CPN2	1	3	
CPN3	1	4	
SPN0	2	1	
SPN1	2	2	
SPN2	2	3	
SPN3	2	4	
CPP1	1		1
CPP2	1		2
CPP3	1		3
CPP4	1		4
SPP1	2		1
SPP2	2		2
SPP3	2		3
SPP4	2		4
N0P1		1	1
N0P2		1	2
N0P3		1	3
N0P4		1	4
N1P1		2	1
N1P2		2	2
N1P3		2	3
N1P4		2	4
N2P1		3	1
N2P2		3	2
N2P3		3	3
N2P4		3	4
N3P1		4	1
N3P2		4	2
N3P3		4	3
N3P4		4	4

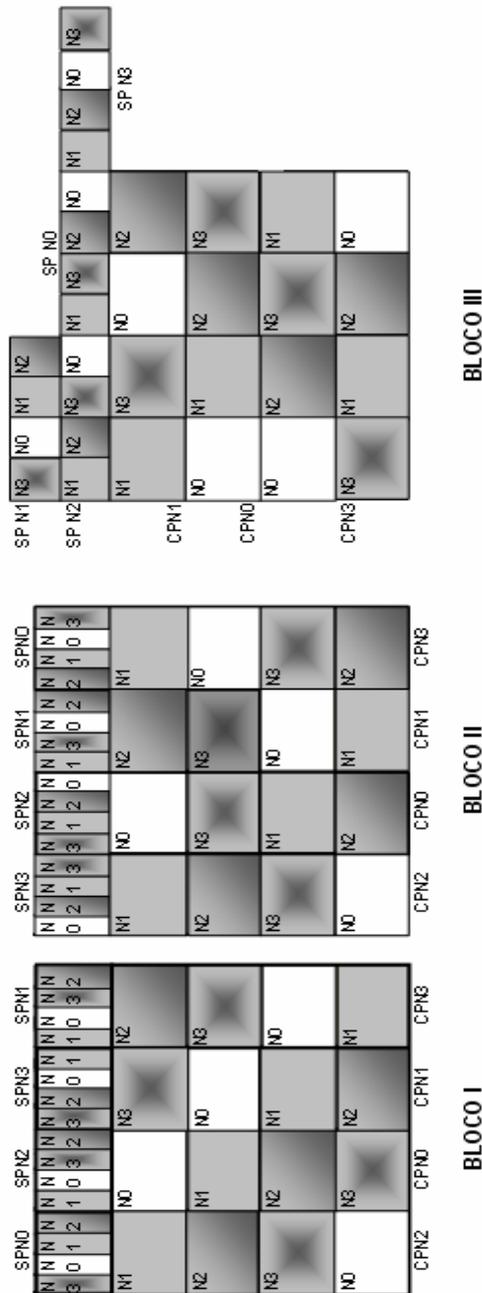
CP – com pastejo; SP – sem pastejo; N0 – 0 kg.ha<sup>-1</sup> N; N1 – 100 kg.ha<sup>-1</sup>.N; N2 – 200 kg.ha<sup>-1</sup>.N; N3 – 300 kg.ha<sup>-1</sup> N; P1 – 0 - 5 cm; P2 – 5 - 10 cm; P3 – 10 - 15 cm e P4 – 15 - 20 cm.

TABELA 5 - Tratamentos aplicados à cultura do milho em sucessão à pastagem consorciada de inverno, resultantes da combinação da presença e ausência do pastejo (Fator A), com os quatro níveis da adubação nitrogenada na pastagem (Fator B) e quatro níveis de adubação no milho (Fator C).

Tratamentos	Fator A Pastejo	Fator B Níveis nitrogênio na pastagem	Fator C Níveis nitrogênio no milho
CPN0N0	1	1	1
CPN0N1	1	1	2
CPN0N2	1	1	3
CPN0N3	1	1	4
CPN1N0	1	2	1
CPN1N1	1	2	2
CPN1N2	1	2	3
CPN1N3	1	2	4
CPN2N0	1	3	1
CPN2N1	1	3	2
CPN2N2	1	3	3
CPN2N3	1	3	4
CPN3N0	1	4	1
CPN3N1	1	4	2
CPN3N2	1	4	3
CPN3N3	1	4	4
SPN0N0	2	1	1
SPN0N1	2	1	2
SPN0N2	2	1	3
SPN0N3	2	1	4
SPN1N0	2	2	1
SPN1N1	2	2	2
SPN1N2	2	2	3
SPN1N3	2	2	4
SPN2N0	2	3	1
SPN2N1	2	3	2
SPN2N2	2	3	3
SPN2N3	2	3	4
SPN3N0	2	4	1
SPN3N1	2	4	2
SPN3N2	2	4	3
SPN3N3	2	4	4

CP – com pastejo; SP – sem pastejo; o primeiro N representa o nível de N na pastagem: 0 = 0 kg.ha<sup>-1</sup> N; 1 = 100 kg.ha<sup>-1</sup> N; 2 = 200 kg.ha<sup>-1</sup> N; 3 = 300 kg.ha<sup>-1</sup> N; o segundo N representa o nível de N no milho: 0 = 0 kg.ha<sup>-1</sup> N; 1 = 100 kg.ha<sup>-1</sup> N; 2 = 200 kg.ha<sup>-1</sup> N; 3 = 300 kg.ha<sup>-1</sup> N.

FIGURA 3 – Croqui da área experimental da fase de primavera/verão – cultura do milho em parcelas sub-sub-divididas com quatro níveis de nitrogênio (N0 = 0 kg.ha<sup>-1</sup> N, N1 = 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, N2 = 200 kg.ha<sup>-1</sup> N e N3 = 300 kg.ha<sup>-1</sup> N) sobre as sub-parcelas da pastagem consorciada de inverno, submetidas aos fatores A (CP – com pastejo e SP - ausência de pastejo) e B, níveis de nitrogênio (quatro níveis de nitrogênio: N0 = 0 kg.ha<sup>-1</sup> N, N1 = 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, N2 = 200 kg.ha<sup>-1</sup> N e N3 = 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).



### 3.5.2 Estabelecimento e condução da cultura do milho

Em 1º de novembro de 2007 foi realizada a implantação da cultura no sistema plantio direto. A cultivar utilizada foi Agroeste AS 32, espaçamento de 0,80 m e população de 50.000 plantas.ha<sup>-1</sup>.

A adubação fosfatada e potássica utilizada na semeadura seguiu a recomendação da SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (2004) para milho silagem, consistindo em 30 kg.ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50 kg.ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (do total de 160 kg.ha<sup>-1</sup> recomendados). Foi preparada uma mistura utilizando superfosfato simples e cloreto de potássio como fontes. Não foi utilizado nitrogênio na base, o qual foi aplicado após a emergência das plantas nas parcelas que deveriam receber o mesmo, com o objetivo de facilitar a semeadura mecanizada.

A aplicação do herbicida pós-emergente ocorreu em 17/11/2007, utilizando o princípio ativo nicosulfuron, numa concentração de 60 g ingrediente ativo.ha<sup>-1</sup>.

As adubações de cobertura de nitrogênio e potássio foram realizadas em 26/11/2007 e 04/12/2007, utilizando uréia e cloreto de potássio como fontes e distribuídas conforme discriminado na Tabela 6.

TABELA 6 – Época de aplicação e doses de nitrogênio e potássio em cobertura aplicadas nas sub-sub-parcelas de milho em experimento com milho, realizadas em 26 de novembro e 4 de dezembro.

Sub-parcelas	Doses Totais			Adubação de base			Adubações Cobertura		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N <sup>(1)</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	3-4 folhas		6-7 folhas
	kg.ha <sup>-1</sup>								
N <sub>0</sub>	0	30	160	0	30	50	---	110	---
N <sub>1</sub>	100	30	160	30	30	50	35	110	35
N <sub>2</sub>	200	30	160	30	30	50	85	110	85
N <sub>3</sub>	300	30	160	30	30	50	135	110	135

<sup>(1)</sup> Foi aplicado após a emergência das plantas.

### 3.5.3 Colheita para silagem

A amostragem dos tratamentos ocorreu entre os dias 06 e 12 de fevereiro de 2008, quando os grãos de milho encontravam-se com a linha do leite em 1/3 do grão, para determinação das características agronômicas almeçadas.

Cada sub-sub-parcela das parcelas pastejadas apresentava 12 linhas de milho com 12,5 m de comprimento. Para a amostragem foi ignorado 0,5 m no início e no final das duas linhas centrais, perfazendo assim, uma área útil de 18,4 m<sup>2</sup>.

As sub-sub-parcelas sem pastejo apresentavam também 12 linhas de milho, mas com 3,1 m de comprimento. O procedimento da amostragem foi o mesmo. A área útil, por ser menor, teve os resultados posteriormente convertidos para a área de amostragem das sub-sub-parcelas das parcelas pastejadas.

Todas as plantas circunscritas na área útil foram cortadas rente ao solo para as determinações descritas a seguir.

#### 3.5.4 Avaliação do experimento

##### 3.5.4.1 Número de plantas

Após o corte das plantas da área útil determinada, foi contado o número de plantas constantes na mesma.

##### 3.5.4.2 Altura da planta

Para esta determinação foram selecionadas cinco plantas que refletissem a condição média das plantas coletadas na área útil e tomada a medida da base até a inserção da folha superior.

##### 3.5.4.3 Altura da espiga

Nas mesmas plantas e na mesma oportunidade em que foi determinada a altura da planta, foi medida a altura da espiga superior.

##### 3.5.4.4 Número total e peso das espigas

Foram destacadas todas as espigas, de todas as plantas da área útil de amostragem de cada sub-sub-parcela e determinado o número das mesmas. Após, as mesmas foram pesadas para determinação do peso das espigas.

#### 3.5.4.5 Peso da matéria verde das plantas

Foi obtido através da pesagem de todo o material verde da área útil, exceto espigas, para cada sub-sub-parcela.

#### 3.5.4.6 Coleta de amostras para determinação da matéria seca

Após as determinações anteriores, o material verde foi misturado com as espigas e triturado em um picador de forragens, reduzindo à partículas a um tamanho aproximado de 2 cm. Do material picado foram tomadas duas amostras contendo 200 g e secas em estufa de ventilação forçada, a 65°C, por 72 horas, para determinação da matéria seca.

#### 3.5.4.7 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância após terem sua homogeneidade avaliada pelo teste de Bartlett. Constatada a homogeneidade das variâncias, as médias dos tratamentos foram testadas por meio do teste F. Os tratamentos que apresentaram resultados significantes tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os programas computacionais utilizados foram o M-STATC e Excel.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PRIMEIRA FASE – PASTAGEM DE INVERNO

#### 4.1.1 Produção de matéria seca

Os resultados originais obtidos para a variável produção de matéria seca encontram-se no Apêndice 1 e as análises de variância podem ser encontradas no Apêndice 2. As variáveis analisadas apresentaram homogeneidade nas variâncias dos tratamentos, não requerendo transformação dos dados.

Não foi observado efeito dos fatores presença e ausência de pastejo, bem como níveis de nitrogênio na pastagem de inverno sobre a produção de matéria seca ( $P > 0,05$ ). Considerando que as respostas às aplicações de nitrogênio nas culturas dependem do teor de matéria orgânica no solo, manejo do solo, cultura anterior, correção de acidez, disponibilidade hídrica, etc. a ausência de resposta pode ser devida ao elevado teor de matéria orgânica do solo, como também à presença da leguminosa no consórcio. No que se refere ao pastejo é importante salientar a ocorrência de transferência de fertilidade de um tratamento para outro, tendo em vista que o grupo de animais utilizado era comum para todos os tratamentos indistintamente, o que pode explicar a ausência de resposta nos tratamentos com pastejo. Desta forma, não foi possível observar o efeito da interação pastejo com os níveis de nitrogênio aplicados à pastagem sobre a produção de matéria seca.

Foram encontradas as seguintes produções de matéria seca: nas parcelas pastejadas 5.887, 5.492, 6.706 e 6.062  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  MS para os tratamentos com aplicação de 0, 100, 200 e 300  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N, respectivamente e, nas parcelas não pastejadas, 5.756, 6.601, 5.378 e 6.752  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  MS para os tratamentos com 0, 100, 200 e 300  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N, respectivamente.

Resultados diferentes do presente trabalho foram encontrados por ASSMANN (2002), com aveia (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*) e trevo branco (*Trifolium repens*) relatando influência significativa do fator níveis de nitrogênio sobre a produção total de matéria seca.

No entanto, as produtividades observadas situam-se em valores semelhantes aos obtidos por outros autores, como FONTANELLI e FREIRE JR. (1991) que, para consórcio entre as mesmas espécies obtiveram 6.851 kg.ha<sup>-1</sup> MS. HEINRICHS e FANCELLI (1999) trabalhando com aveia + ervilhaca encontraram 5.192 kg.ha<sup>-1</sup> MS.

#### 4.1.2 Taxa de acúmulo de matéria seca

Os resultados originais obtidos para taxa de acúmulo de matéria seca encontram-se no Apêndice 3 e as análises de variância podem ser encontradas no Apêndice 4. As variáveis analisadas apresentaram homogeneidade nas variâncias dos tratamentos, não requerendo transformação dos dados.

Não foi observado efeito dos fatores presença e ausência de pastejo, bem como níveis de nitrogênio na pastagem de inverno sobre a taxa de acúmulo de matéria seca ( $P > 0,05$ ). No entanto, a adição de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio proporcionou acúmulo de 57% a mais de matéria seca em relação ao tratamento que não recebeu nitrogênio no primeiro período (Tabela 7), o qual não permitiu a entrada dos animais para pastejo na mesma data que os tratamentos que receberam fertilização nitrogenada. Foram necessários mais sete dias de crescimento para que a pastagem alcançasse a disponibilidade mínima estabelecida, de 1.000 kg.ha<sup>-1</sup> MS.

Considerando-se que no primeiro período o pastejo não havia sido iniciado, não houve o confundimento da atividade de pastejo indistintamente pelo mesmo grupo de animais, provocando transferência de fertilidade, permitindo assim, inferir que os resultados obtidos são decorrentes do nível de nitrogênio aplicado, embora não significativo.

TABELA 7 – Taxas de acúmulo de matéria seca observadas na pastagem de inverno submetida à presença e ausência de pastejo e a quatro níveis de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N)

Nitrogênio (kg.ha <sup>-1</sup> )	1º período	2º período	3º período	Média
	kg.ha <sup>-1</sup> .dia			
0	14,04	55,39	123,2	64,22
100	22,08	62,21	73,29	53,53
200	21,67	58,46	122,09	67,41
300	17,55	68,23	96,07	60,61

Os resultados não significativos para taxa de acúmulo de matéria seca observados neste trabalho não estão de acordo com aqueles observados por ASSMANN (2002) que encontrou resposta linear aos níveis de adubação nitrogenada utilizados.

#### 4.1.3 Fitomassa residual da pastagem consorciada

Os resultados originais obtidos para a fitomassa residual encontram-se no Apêndice 5 e as análises de variância podem ser encontradas no Apêndice 6. As variáveis analisadas apresentaram homogeneidade nas variâncias dos tratamentos, não requerendo transformação dos dados.

Foi observado efeito dos fatores pastejo ( $P < 0,05$ ) e níveis de nitrogênio na pastagem ( $P < 0,01$ ), no entanto não ocorreu efeito da interação entre os fatores estudados ( $P > 0,05$ ).

As parcelas pastejadas apresentaram uma menor quantidade de fitomassa residual tendo em vista a remoção pelos animais durante os pastejos ocorridos durante o período experimental. Já a fitomassa residual das parcelas não pastejadas corresponde à produção total ocorrida durante todos o período experimental (Tabela 8).

TABELA 8 – Fitomassa residual média das parcelas submetidas ao pastejo e ausência de pastejo.

Com pastejo	Sem pastejo
kg.ha <sup>-1</sup> MS	
2.165 b	5.997 a

Coefficiente de Variação = 27,31

No que se refere às respostas aos níveis de nitrogênio aplicados na pastagem, observou-se tendência quadrática (Figura 4), com uma maior fitomassa residual no tratamento com 300 kg.ha<sup>-1</sup> de N e o menor valor no tratamento que não recebeu nitrogênio. Os resultados obtidos foram 2.665, 4.515, 3.840 e 5.304 kg.ha<sup>-1</sup> MS residual, para os tratamentos com 0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N, respectivamente.

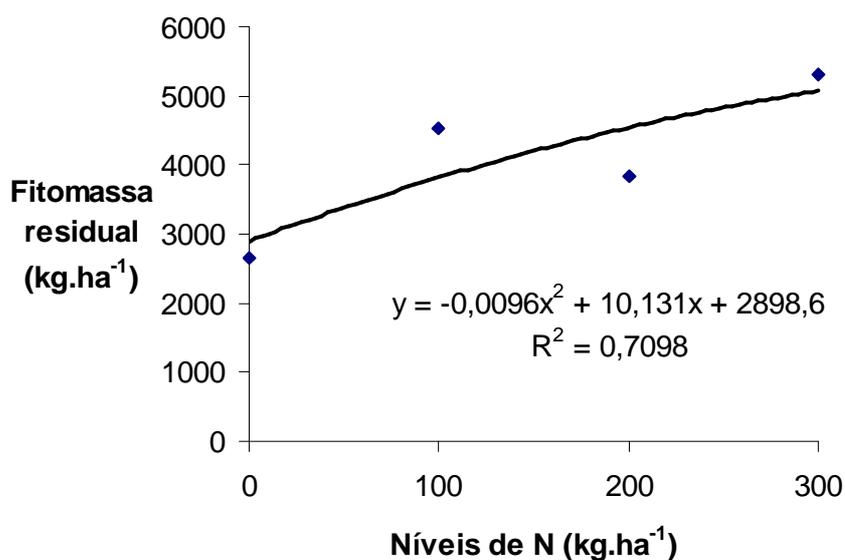


FIGURA 4 - Fitomassa residual (kg.ha<sup>-1</sup> MS) existente nas parcelas após a aplicação dos diferentes tratamentos na pastagem e antes da dessecação (kg.ha<sup>-1</sup> MS).

Estes resultados estão de acordo com LANG (2004), que também encontrou maior fitomassa residual nos tratamentos não pastejados em relação aos pastejados, entretanto com valores superiores aos do presente trabalho.

Também estão de acordo com ASSMANN (2001) que constatou influência das doses de nitrogênio aplicadas sobre a pastagem após a retirada dos animais.

#### 4.1.4 Análises do solo

Os resultados das análises de solo dos tratamentos encontram-se no Apêndice 9.

##### 4.1.4.1 Reação do solo

Foi observado efeito significativo dos tratamentos pastejo, níveis de nitrogênio na pastagem, interação pastejo e níveis de nitrogênio na pastagem, profundidade e níveis de nitrogênio e profundidade ( $P < 0,01$ ) para as variáveis pH, SMP e H+Al. As mesmas variáveis não sofreram influência do tratamento pastejo e profundidade, e ainda, o SMP e H + Al não sofreram influência da profundidade ( $P > 0,05$ ), conforme Tabela 9.

No que se refere à influência do pastejo sobre as variáveis relacionadas à reação do solo constatam-se diferenças nos valores de pH, SMP e H+Al entre os tratamentos CP e SP, com valores superiores em 0,2 unidade, 0,1 unidade e 0,6  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ , para as três variáveis, respectivamente, nas parcelas pastejadas (Tabela 11).

Estes resultados diferem daqueles encontrados por YATES *et al.* (2000), que observaram menor pH em áreas com pastejo intensivo o qual, segundo os autores, pode ser uma consequência da reduzida adição de materiais orgânicos para decomposição e ciclagem de nutrientes, o que não aconteceu no presente trabalho.

POWELL *et al.* (1998) encontraram elevação do pH em áreas pastejadas somente durante a primeira semana após a aplicação da uréia, resultados estes discordantes do presente trabalho.

Os diferentes níveis de nitrogênio aplicados à pastagem provocaram uma variação de 0,35 unidade entre o maior e o menor valor nos tratamentos ausência de nitrogênio e 300  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , respectivamente. A variação para SMP foi um pouco menor, com 0,2 unidade entre o menor e maior valor, já para H+Al a diferença foi de 0,85  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ , entre os mesmos tratamentos (Tabela 12).

Estes resultados confirmam a correlação entre acidez e níveis de adubação nitrogenada, devido ao potencial de liberação de íons  $\text{H}^+$  para o solo pelas fontes nitrogenadas, durante a oxidação do amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) para nitrato, conforme exposto por COYNE *et al.* (1977), ALVAREZ *et al.* (1996) e DIAS *et al.* (1996) e tendo em vista que os maiores valores de pH e SMP, como também menores de H+Al ocorreram no tratamento que não recebeu adubação nitrogenada e os menores valores de pH e SMP, bem como aumento na concentração de H + Al ocorreram nos tratamentos que receberam 300  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N.

Na interação pastejo e nitrogênio os resultados apontam, a despeito da transferência de fertilidade provocada pelo pastejo por um grupo comum de animais, pH superior para o tratamento CPN0 em relação aqueles que receberam adubação nitrogenada. No entanto, a redução ocorrida nos tratamentos com o aumento do nível fertilização nitrogenada não foi tão expressiva ao ponto de provocar alterações expressivas para SMP e H + Al. Nas parcelas pastejadas o tratamento que apresentou pH superior também foi aquele com ausência de nitrogênio e o menor, com 300  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N, sendo que o SMP também foi menor neste nível de nitrogênio e H + Al foram maiores (Tabela 13).

Considerando o conceito da influência da matéria orgânica na resistência à mudança de pH do solo, a Figura 5 corrobora com esta explicação, em conjunto com os dados constantes na Tabela 12, onde constata-se maior diferença no teor de matéria orgânica no

nível de adubação com  $300 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$  entre as parcelas pastejadas e não pastejadas, nas parcelas CP encontrou-se maior valor de pH, como também maior presença de matéria orgânica do que nas parcelas SP.

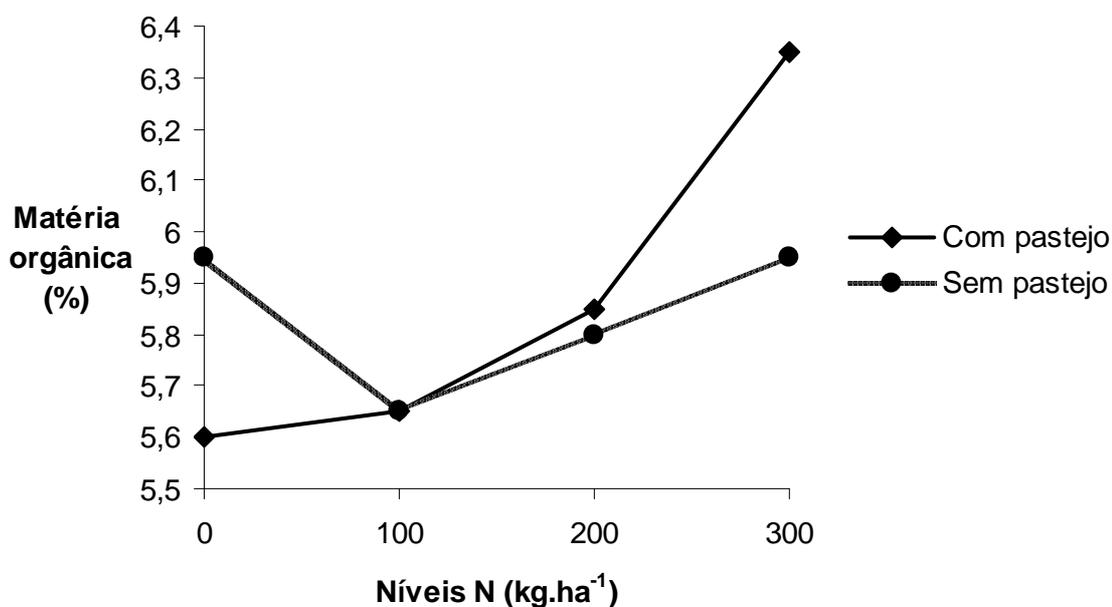


Figura 5 - Efeito dos níveis de nitrogênio sobre a matéria orgânica do solo após os tratamentos aplicados à pastagem de inverno.

No que se refere à profundidade os resultados evidenciam um incremento do pH com o aumento da profundidade, com valores superiores no estrato 15 – 20 cm. A fácil lixiviação das bases em solos arenosos, como é o caso do presente trabalho (13% argila) explica a alteração ocorrida (Tabela 14).

LANG (2004), trabalhando com solo argiloso, encontrou valores opostos a estes, com redução do pH e saturação de bases e incremento de alumínio, à medida que se aprofundou a amostragem dos estratos do perfil.

A redução do pH nos primeiros centímetros do solo está associada à lixiviação do  $\text{NO}_3^-$ . Este ânion apresenta grande coeficiente de difusão nos solos, conferindo alta mobilidade para o mesmo (RIBEIRO *et al.*, 1996). BOHNEN *et al.* (2000) explicam que, havendo percolação do ânion nitrato no perfil, ocorre necessariamente o arraste de um cátion acompanhante ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ), para manter a eletroneutralidade da solução do solo, permanecendo nas camadas mais superficiais do solo os íons  $\text{H}^+$ , acidificando mais o meio. No caso do presente trabalho, desenvolvido sobre solo arenoso, que favorece

lixiviação, o íon arrastado foi o potássio, embora não tenha havido diferença estatisticamente significativa para o mesmo (Figura 6).

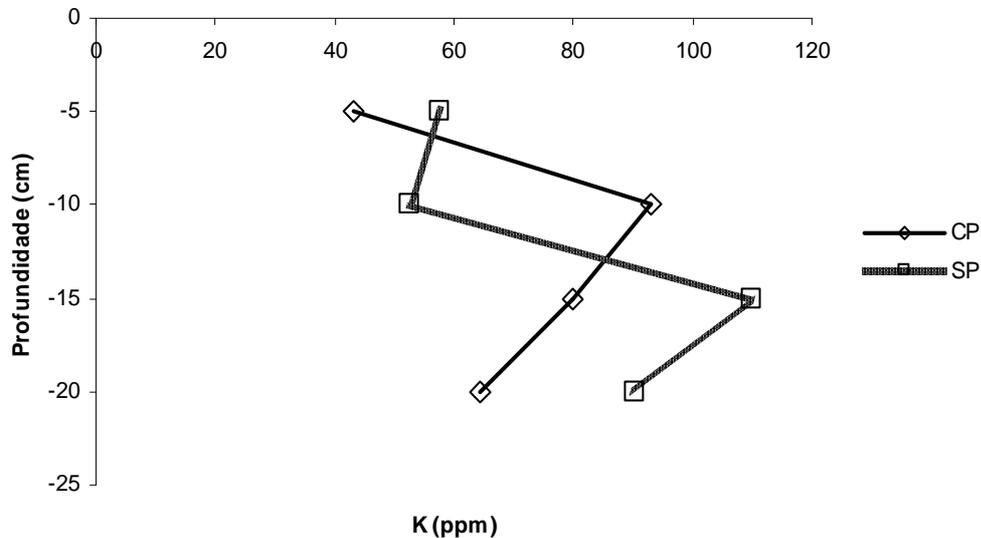


FIGURA 6 – Movimentação do potássio no perfil do solo na pastagem de inverno submetida aos tratamentos pastejo e ausência de pastejo, com quatro níveis de adubação nitrogenada (0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

Quanto a interação dos tratamentos profundidade e nível da adubação nitrogenada, observou-se para o pH, dentro das mesmas profundidades, um menor valor para o tratamento que recebeu 300 kg.ha<sup>-1</sup> N. Quando se considera o mesmo nível de nitrogênio nos diferentes estratos, não se constata alteração do pH até a maior profundidade de amostragem quando não foi utilizada fertilização nitrogenada. Utilizando 100 e 200 kg.ha<sup>-1</sup> N observam-se valores de pH maiores no estrato 15 a 20 cm, indicando lixiviação de bases. Já para o tratamento 300 kg.ha<sup>-1</sup> N a lixiviação de bases foi maior, provocando elevação do pH nos estratos 10 a 15 cm e 15 a 20 cm. Com relação às outras variáveis relacionadas à acidez, o SMP comportou-se de maneira similar com menor valor nos estratos 0 a 5 cm para 300 kg.ha<sup>-1</sup> N e, no estrato 5 a 10 cm para 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N. O mesmo nível de adubação nas diferentes profundidades apresentou diferenças para SMP também no nível 300 kg.ha<sup>-1</sup> N com menor valor no estrato 0 a 5 cm e maior, no estrato 15 a 20 cm. O H + Al apresentaram-se de maneira exatamente oposta ao SMP, com maior valor nos estratos 0 a 5 cm para 300 kg.ha<sup>-1</sup> N e, no estrato 5 a 10 cm para 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N. O mesmo nível de adubação nas diferentes profundidades apresentou diferenças para H + Al também no nível 300 kg.ha<sup>-1</sup> N com maior valor no estrato 0 a 5 cm e menor, no estrato 15 a 20 cm (Tabela 15).

#### 4.1.4.2 Cátions de caráter básico, soma de bases e saturação de bases

Na Tabela 9 encontra-se o resumo da análise de variância para estas variáveis.

Considerando a diferença ocorrida entre a amostragem efetuada antes da implantação do experimento (Quadro 1) e a amostragem após o término do período de pastejo (Apêndice 9), na profundidade de 10 cm, constata-se uma redução de 2 a 3,1  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$  para o cálcio, 0,2 a 0,9  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$  para magnésio e acréscimo de 0,152  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$  para sódio nas parcelas pastejadas e, nas parcelas não pastejadas observam-se redução de 2,4 a 3,7  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$  para cálcio, variação entre - 0,2 a + 1,1  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$  para magnésio e acréscimo de 0,148  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$  para sódio.

As reduções de alguns elementos químicos podem ocorrer por estarem ciclando, nas parcelas pastejadas e, nas não pastejadas, por estarem contidos na forragem. Observa-se na Tabela 11 o efeito do pastejo sobre os cátions cálcio e magnésio, que apresentam valores maiores nas parcelas pastejadas, o que indica que os mesmos podem estar imobilizados no tecido vegetal nas parcelas não pastejadas. No que tange ao sódio, o mesmo é constituinte da urina animal, razão pela qual apresenta nível mais elevado nas parcelas pastejadas.

Estes resultados discordam daqueles observados por AREVALO *et al.* (1998) nos primeiros trinta meses do experimento que, trabalhando com sistema silvopastoril constataram incremento de Ca e Mg. No entanto, estão de acordo com o decréscimo após este período, que foi atribuída à acumulação dos mesmos na pastagem, frutos da palmeira e exportação pelos animais, já que o trabalho foi conduzido no sistema silvopastoril. O Mg trocável foi maior no sistema não pastejado do que no sistema pastejado, diferentemente do presente trabalho e o Ca foi maior no sistema pastejado, de acordo com os resultados aqui obtidos.

Constatou-se também efeito do tratamento níveis de nitrogênio sobre os cátions cálcio e magnésio, que apresentaram redução da concentração com o incremento das doses de nitrogênio (Tabela 12). Considerando-se que as maiores quantidades de fitomassa residual de matéria seca ocorreram nas parcelas não pastejadas com 200 e 300  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{N}$ , infere-se que as quantidades imobilizadas destes cátions na forragem foram maiores nestes tratamentos do que nos demais.

O efeito ocorrido na interação pastejo e nitrogênio para cálcio e magnésio corrobora com a dedução da ciclagem dos elementos químicos quando a pastagem sofre a interferência do pastejo e a imobilização no tecido vegetal, quando não é removida, tendo em vista que as parcelas pastejadas apresentaram maiores concentrações destes cátions

do que aquelas não pastejadas. A ocorrência de menores valores de cálcio e magnésio, nos maiores níveis de nitrogênio nas parcelas não pastejadas, deve-se ao motivo já discorrido para a influência dos níveis de nitrogênio. A ausência de diferença entre as médias observadas nas parcelas pastejadas pode ser devida à transferência de fertilidade pelos animais em pastejo (Tabela 13).

Não foi observado efeito do tratamento nitrogênio sobre o sódio, porém houve efeito do pastejo e da interação entre pastejo e nitrogênio. Constata-se maior presença de sódio nas parcelas pastejadas do que naquelas com ausência de pastejo (Tabela 11). Na interação entre pastejo e nitrogênio as parcelas pastejadas apresentaram maior nível de sódio para todos os níveis de nitrogênio, sem diferença estatística entre as médias. Nas parcelas não pastejadas o tratamento que recebeu  $200 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$  apresentou a menor concentração de sódio (Tabela 13).

Os resultados observados por YATES *et al.* (2000) corroboram com estes resultados, pois encontraram sódio trocável significativamente maior em pastejo intensivo do que em raramente e não pastejados, atribuído ao pastejo dos animais na área, com defecação e urinação nas sobras vegetais.

Entre os cátions de caráter básico somente o sódio sofreu efeito do tratamento profundidade e nitrogênio, observando-se no estrato 10 a 15 cm, entre os quatro níveis de adubação nitrogenada, menor valor para o tratamento com  $200 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$ . Considerando um mesmo nível de nitrogênio, somente  $300 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$  apresentou menor valor no estrato 0 – 5 cm, apresentado um valor maior no estrato 10 – 15 cm, indicando lixiviação deste elemento (Tabela 15).

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a variável potássio ( $P > 0,05$ ), no entanto observou-se maior nível deste elemento nas parcelas não pastejadas em relação às pastejadas, conforme Tabela 15. Quanto à influência dos tratamentos níveis de nitrogênio e pastejo x níveis de nitrogênio observa-se, sem diferença significativa, um maior nível no tratamento com  $200 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$  (Tabelas 17 e 18). No que se refere à influência do pastejo dentro das profundidades avaliadas observa-se, também sem diferença significativa, uma grande lixiviação deste elemento conforme já mencionado, sendo que nas parcelas pastejadas a maior parte da acumulação ocorreu na profundidade de 5 a 10 cm e, nas parcelas não pastejadas em 10 a 15 cm (Tabela 19) e mais expressivamente no nível de  $200 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$  (Tabela 20).

A variável soma de bases, sendo resultado da soma dos cátions de caráter básico (cálcio, magnésio, potássio e sódio), apresentou os mesmos resultados quanto ao efeito dos tratamentos aplicados para os mesmos, com exceção do sódio que sofreu influência do

tratamento profundidade e nitrogênio. Já a variável saturação de bases, sendo resultado da soma de bases em relação à capacidade de troca catiônica do solo, apresenta, conseqüentemente os mesmos resultados com relação aos efeitos dos tratamentos, com exceção do sódio (Tabela 11).

#### 4.1.4.3 Matéria orgânica

Não foi observado efeito dos tratamentos aplicados sobre a variável matéria orgânica, conforme resumo da análise de variância constante na Tabela 10 ( $P > 0,05$ ). Os resultados obtidos evidenciam valores muito semelhantes para as parcelas com pastejo e sem pastejo (Tabela 16). Com relação aos níveis de adubação nitrogenada verificou-se um percentual levemente superior para  $300 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$  (Tabela 18), tanto nas parcelas pastejadas, como não pastejadas (Tabela 18). Nas interações pastejo e profundidade, como também nitrogênio e profundidade observa-se uma menor concentração de matéria orgânica no estrato de 5 a 10 cm, sugerindo que o mesmo sofreu as maiores perdas para os estratos inferiores, já que estes voltaram a apresentar aumento no percentual de matéria orgânica (Tabelas 19 e 20).

#### 4.1.4.4 Capacidade de Troca Catiônica (CTC)

Foi observada significância somente para o tratamento pastejo sobre esta variável ( $P < 0,01$ ) (Tabela 10) com maior valor observado nas parcelas pastejadas (Tabela 11).

A CTC do solo apresenta, de acordo com RIBEIRO *et al.* (1996) correlação positiva com o pH do solo. Considerando a deposição da urina animal sobre as parcelas pastejadas e a conseqüente liberação de hidroxilas durante a hidrólise da uréia urinária, infere-se que este fato proporcionou a maior CTC nas parcelas pastejadas.

#### 4.1.4.5 Fósforo

O elemento fósforo manteve-se dentro do mesmo nível no período entre a análise do solo efetuada antes da implantação do experimento (Quadro 1) até a análise realizada após o término do mesmo (Apêndice 9), não havendo efeito de nenhum tratamento.

YATES et al. (2000) encontraram maior disponibilidade de fósforo em áreas pastejadas intensivamente do que não pastejadas, resultados estes diferentes do presente trabalho.

TABELA 9 – Resumo da análise de variância das variáveis cálcio, magnésio, sódio, potássio, soma de bases e saturação de bases resultantes da amostragem de solo dos diferentes tratamentos aplicados à pastagem de inverno.

Tratamento	Ca	Mg	Na	K	SB	V%
Pastejo	<0,01	<0,01	<0,01	0,654	<0,05	<0,01
Nitrogênio	<0,01	<0,01	0,395	0,489	<0,01	<0,01
Pastejo x Nitrogênio	<0,05	<0,05	<0,01	0,619	<0,01	<0,01
Profundidade	0,112	0,319	0,603	0,345	0,176	0,922
Profundidade x Nitrogênio	0,516	0,814	<0,01	0,992	0,488	1,00
Profundidade x Pastejo	0,597	0,862	0,41	0,437	0,704	0,584

TABELA 10 – Resumo da análise de variância das variáveis CTC e matéria orgânica resultantes da amostragem de solo dos diferentes tratamentos aplicados à pastagem de inverno.

Tratamento	CTC	Matéria Orgânica
Pastejo	<0,05	0,953
Nitrogênio	0,093	0,846
Pastejo x Nitrogênio	0,463	0,934
Profundidade	0,145	0,265
Profundidade x Nitrogênio	0,523	0,997
Profundidade x Pastejo	0,504	0,852

TABELA 11 – Resultados da comparação das médias das variáveis pH, Índice SMP, H + Al ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), cálcio (Ca;  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), magnésio (Mg;  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), sódio (Na;  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), soma de bases (SB;  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), capacidade de troca de cátions (CTC;  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ) e saturação de bases (V; %) quando submetidas aos dois níveis do fator A (presença e ausência de pastejo).

Pastejo	Variáveis dependentes								
	pH	SMP	H+Al	Ca	Mg	Na	SB	CTC	V
						$\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$			%
Com	6,2 a	6,3 a	3,0 b	4,7 a	1,8 a	0,06	6,8 a	9,8 a	69,3a
Sem	6,0 b	6,2 b	3,6 a	3,9 b	1,5 b	0,05	5,7 b	9,3 b	61,5b

Coeficientes de Variação: pH = 3,87%, SMP = 1,26%, H + Al = 16,85%, Ca = 12,05%, Mg = 14,65%, Na = 15,73%; CTC = 3,3%; SB = 12,02%, V% = 6,4%.

TABELA 12 – Resultados da comparação das médias das variáveis pH, Índice SMP, H + Al ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), cálcio (Ca;  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), magnésio (Mg;  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), soma de bases (SB;  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ) e saturação de bases (V; %) quando submetidas a quatro níveis do fator B (0, 100, 200 e 300  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{N}$ ).

Nitrogênio $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	Variáveis dependentes						
	pH	SMP	H+Al	Ca	Mg	SB	V %
0	6,23 a	6,33 a	3,02 b	4,61 a	1,84 a	6,67 a	68,8 a
100	6,15 ab	6,34 a	2,99 b	4,36 ab	1,75 ab	6,36 a	68,2 a
200	6,14 b	6,24 ab	2,35 b	4,41 ab	1,57 ab	6,28 ab	65,0 ab
300	5,88 c	6,13 b	3,87 a	3,96 b	1,51 b	5,69 b	59,5 b

Coeficientes de Variação: pH = 3,87%, SMP = 1,26%, H + Al = 16,85%, Ca = 12,05%, Mg = 14,65%, SB = 12,02%, V% = 6,4%. As letras comparam as médias nas colunas. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

TABELA 13 – Resultados da comparação das médias das variáveis pH, Índice SMP, H + Al ( $\text{cmol}_c \text{L}$ ), cálcio (Ca;  $\text{cmol}_c \text{L}$ ), magnésio (Mg;  $\text{cmol}_c \text{L}$ ), sódio (Na;  $\text{cmol}_c \text{L}$ ), soma de bases (SB;  $\text{cmol}_c \text{L}$ ) e saturação de bases (V; %) quando submetidas a dois níveis do fator A (presença e ausência de pastejo) e a quatro níveis do fator B (0, 100, 200 e 300  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{N}$ ).

Pastejo	N	Variáveis dependentes							
		pH	SMP	H+Al	Ca	Mg	Na	SB	V %
Com	0	6,9 a	6,35 a	2,9 a	4,9 a	1,9 a	0,058 a	6,9 a	70,3 a
	100	6,1 b	6,35 a	2,9 a	4,6 a	1,8 a	0,063 a	6,7 a	69,5 a
	200	6,1 b	6,32 a	3,0 a	4,9 a	1,7 a	0,064 a	6,9 a	69,7 a
	300	6,2 b	6,28 a	3,2 a	4,5 a	1,8 a	0,054 a	6,6 a	67,5 a
Sem	0	6,3 a	6,30 a	3,1 bc	4,3 a	1,8 a	0,053ab	6,4 a	67,3 a
	100	6,1 b	6,33 a	3,0 c	4,1 a	1,6 a	0,050ab	6,0 a	66,8 a
	200	6,1 b	6,15ab	3,7 b	3,9 ab	1,4 ab	0,037 b	5,6 ab	60,4ab
	300	5,5 c	5,98 b	4,5 a	3,4 b	1,2 b	0,057 a	4,8 b	51,4 B

Coeficientes de Variação: pH = 3,87%, SMP = 1,26%, H + Al = 16,85%, Ca = 12,05%, Mg = 14,65%, Na = 15,73%, SB = 12,02%, V% = 6,4%. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

TABELA 14 – Resultados da comparação das médias da variável pH quando submetida a dois níveis do fator A (presença e ausência de pastejo) e a quatro níveis do fator C (profundidades de amostragem: 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15 e 15 – 20 cm).

Pastejo	0 – 5 cm	5 – 10 cm	10 – 15 cm	15 – 20 cm
Com	6,1 c	6,2 bc	6,2 ab	6,3 a
Sem	5,9 b	6,0 b	6,1 a	6,2 a

Coeficientes de Variação = 3,87%. As letras comparam as médias nas linhas. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

TABELA 15 – Resultados da comparação das médias das variáveis pH, Índice SMP, H + Al ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), cálcio (Ca;  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), magnésio (Mg;  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), sódio (Na;  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ); soma de bases (SB;  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ) e saturação de bases (V; %) quando submetidas a quatro níveis do fator B (0, 100, 200 e 300  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{N}$ ) e a quatro níveis do fator C (profundidades de amostragem: 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15 e 15 – 20 cm).

N	Profundidades			
	0 – 5 cm	5 – 10 cm	10 – 15 cm	15 – 20 cm
pH				
0	6,15 A a	6,25 A a	6,25 A a	6,25 A a
100	6,05 A b	6,05 B b	6,20 A ab	6,30 A a
200	6,00 A b	6,10 AB b	6,15 AB ab	6,30 A a
300	5,65 B b	5,80 C b	6,00 B a	6,05 Ba
Índice SMP				
0	6,40 A a	6,40 A a	6,25 A a	6,25 A a
100	6,35 A a	6,30 AB a	6,35 A a	6,35 A a
200	6,25 A a	6,15 B a	6,30 A a	6,25 A a
300	5,95 B b	6,15 B ab	6,15 A ab	6,25 A a
H + Al ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ )				
0	2,75 B a	2,75 B a	3,28 A a	3,28 A a
100	2,92 B a	3,11 AB a	2,92 A a	2,92 A a
200	3,28 B a	3,72 A a	3,09 A a	2,92 A a
300	4,69 A a	3,72 A ab	3,72 A ab	3,32 A b
Sódio ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ )				
0	0,061 A a	0,043 A a	0,054 AB a	0,065 A a
100	0,061 A a	0,063 A a	0,052 AB a	0,050 A a
200	0,054 A a	0,048 A a	0,047 B a	0,052 A a
300	0,046 A b	0,052 A ab	0,072 A a	0,052 A ab

Letras maiúsculas comparam a mesma profundidade entre os diferentes níveis de N.

Letras minúsculas comparam a variável nível de N com as profundidades.

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo Teste de Tukey ao nível de 5%. Coeficientes de Variação: pH = 3,87%, SMP = 1,26%, H + Al = 16,85%, Na = 15,73%.

TABELA 16 – Médias das variáveis potássio ( $\text{mg dm}^3$ ), matéria orgânica (%) e CTC ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ) quando submetidos aos dois níveis do fator A (presença e ausência de pastejo).

Pastejo	Variáveis dependentes		
	Potássio ( $\text{mg dm}^3$ )	Matéria Orgânica (%)	CTC ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ )
Com	70,1	5,86	9,8
Sem	77,6	5,84	9,3

Coeficientes de Variação: K = 25,6%; Mat. Orgânica = 4,16%; CTC = 3,3%.

TABELA 17 – Médias das variáveis potássio ( $\text{mg dm}^3$ ), matéria orgânica (%) e CTC ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ) quando submetidos a quatro níveis do fator B (0, 100, 200 e 300  $\text{kg.ha}^{-1}$  N).

Nitrogênio	Variáveis dependentes		
	Potássio ( $\text{mg dm}^3$ )	Matéria Orgânica (%)	CTC ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ )
0	62,5	5,8	9,7
100	75,0	5,7	9,3
200	95,0	5,8	9,6
300	62,9	6,2	9,7

Coeficientes de Variação: K = 25,6%; Mat. Orgânica = 4,16%; CTC = 3,3%.

TABELA 18 – Médias das variáveis potássio ( $\text{mg dm}^3$ ), matéria orgânica (%) e CTC ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ) quando submetidos a dois níveis do fator A (presença e ausência de pastejo) e a quatro níveis do fator B (0, 100, 200 e 300  $\text{kg.ha}^{-1}$  N).

Pastejo	N	Variáveis dependentes		
		Potássio ( $\text{mg dm}^3$ )	Matéria Orgânica (%)	CTC ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ )
Com	0	41,5	5,6	9,9
	100	72,5	5,7	9,6
	200	93,3	5,9	10,0
	300	73,0	6,4	9,8
Sem	0	83,5	6,0	9,5
	100	77,5	5,7	9,1
	200	96,8	5,8	9,3
	300	52,8	6,0	9,3

Coeficientes de Variação: K = 25,6%; Mat. Orgânica = 4,16%; CTC = 3,3%.

TABELA 19 – Médias das variáveis potássio ( $\text{mg dm}^3$ ), matéria orgânica (%) e CTC ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ) quando submetidos a dois níveis do fator A (presença e ausência de pastejo) e a quatro níveis do fator C (profundidades de amostragem: 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15 e 15 – 20 cm).

Pastejo	0 – 5 cm	5 – 10 cm	10 – 15 cm	15 – 20 cm
	Potássio ( $\text{mg dm}^3$ )			
Com	43,3	93,0	79,8	64,3
Sem	57,5	52,8	110,0	90,3
Pastejo	Matéria Orgânica (%)			
	Com	6,6	5,2	5,9
Sem	6,0	5,2	6,4	5,8
Pastejo	CTC ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ )			
	Com	10,3	9,6	9,8
Sem	9,6	9,5	9,0	9,0

Coeficientes de Variação: K = 25,6%; Mat. Orgânica = 4,16%; CTC = 3,3%.

TABELA 20 – Médias das variáveis potássio ( $\text{mg dm}^3$ ), matéria orgânica (%) e CTC ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ) quando submetidos a quatro níveis do fator B (0, 100, 200 e  $300 \text{ kg.ha}^{-1}$  N) e a quatro níveis do fator C (profundidades de amostragem: 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15 e 15 – 20 cm).

N	Profundidades			
	0 – 5 cm	5 – 10 cm	10 – 15 cm	15 – 20 cm
	Potássio ( $\text{mg dm}^3$ )			
0	50,0	61,0	80,0	59,0
100	60,0	79,0	94,0	67,0
200	47,5	101,5	129,5	101,5
300	44,0	50,0	76,0	81,5
	Matéria Orgânica (%)			
0	6,4	5,2	6,2	5,3
100	6,2	5,0	5,9	5,6
200	5,8	5,0	6,5	6,0
300	6,8	5,4	6,2	6,3
	CTC ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ )			
0	9,8	9,8	9,6	9,6
100	9,5	9,7	9,2	8,9
200	9,8	9,5	9,7	9,6
300	10,7	9,3	9,3	8,9

Coeficientes de Variação: K = 25,6%; Mat. Orgânica = 4,16%; CTC = 3,3%.

## 4.2 SEGUNDA FASE – CULTURA DO MILHO

Os resultados obtidos para as variáveis analisadas encontram-se no Apêndice 10. As variáveis analisadas apresentaram homogeneidade nas variâncias dos tratamentos, não requerendo transformação dos dados.

### 4.2.1 Número de plantas

Os resultados referentes à análise de variância para esta variável são apresentados no Apêndice 11. Não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ).

### 4.2.2 Altura das plantas e altura da espiga

Os resultados referentes à análise de variância para estas variáveis são apresentados no Apêndice 11.

Para a variável altura das plantas foi observado efeito significativo somente para o tratamento nitrogênio no milho ( $P < 0,01$ ), com resposta quadrática para a adição de fertilizante nitrogenado (Figura 7).

A menor altura observada para a adição de nitrogênio no milho ocorreu no tratamento com ausência de nitrogênio e a diferença entre a menor e maior altura, 2,23 e 2,39 m foi de 16 cm (Tabela 25).

Apesar de não significativo constatou-se uma maior altura das plantas nas parcelas pastejadas, com variação de 21 cm entre as alturas das plantas, enquanto que nas parcelas não pastejadas a variação foi de 18 cm (Tabela 23). Considerando-se que esta variável é influenciada pela disponibilidade de nitrogênio no solo, infere-se que havia uma maior quantidade deste elemento quando o pastejo esteve presente.

Quanto aos efeitos dos fatores estudados e suas interações sobre a altura da espiga, também constatou-se efeito significativo para o tratamento nitrogênio no milho ( $P < 0,01$ ) e para a interação nitrogênio na pastagem e nitrogênio no milho ( $P < 0,05$ ), ambos com resposta quadrática para a adição do fertilizante nitrogenado (Figuras 8 e 9, respectivamente).

A significância observada para a variável altura da espiga, aponta valores menores para ausência de fertilização nitrogenada no milho, tanto considerando este fator individualmente, como na interação dupla nitrogênio na pastagem e nitrogênio no milho (Tabelas 21 e 22).

Considerando que maiores alturas das plantas, bem como das espigas favorecem o acamamento das plantas, são interessantes níveis de fertilizações que não incrementem excessivamente estes parâmetros. Constatou-se 0,28 m de diferença entre a menor e a maior altura da espiga (200 kg.ha<sup>-1</sup> N na pastagem com 0 kg.ha<sup>-1</sup> N no milho e 200 kg.ha<sup>-1</sup> N na pastagem com 300 kg.ha<sup>-1</sup> N no milho, respectivamente) (Tabela 28).

SOUZA *et al.* (2001), em sistema convencional, também observaram alturas menores para planta e espiga, quando o nitrogênio esteve ausente em comparação com o nível de 150 kg.ha<sup>-1</sup> N, onde foram observadas alturas médias de planta de 1,95 m para a testemunha e, nos tratamentos com nitrogênio, entre 2,01 m e 2,33 m e, para altura de espiga, 0,98 m na testemunha e 1,06 a 1,17 m, com N. Estes valores são inferiores aos observados no presente trabalho, devido à diferença entre sistemas de manejo de solo.

VILELLA (2001) em um experimento que avaliou cultivares de milho para silagem, em que foi utilizado 180 kg.ha<sup>-1</sup> N, observou alturas médias de 2,20 e 1,21 m, para planta e espiga, respectivamente, Os resultados do presente trabalho foram superiores aos mesmos,

com médias de 2,35 e 1,36 m para os dois parâmetros, com base nos valores constantes na Tabela 25.

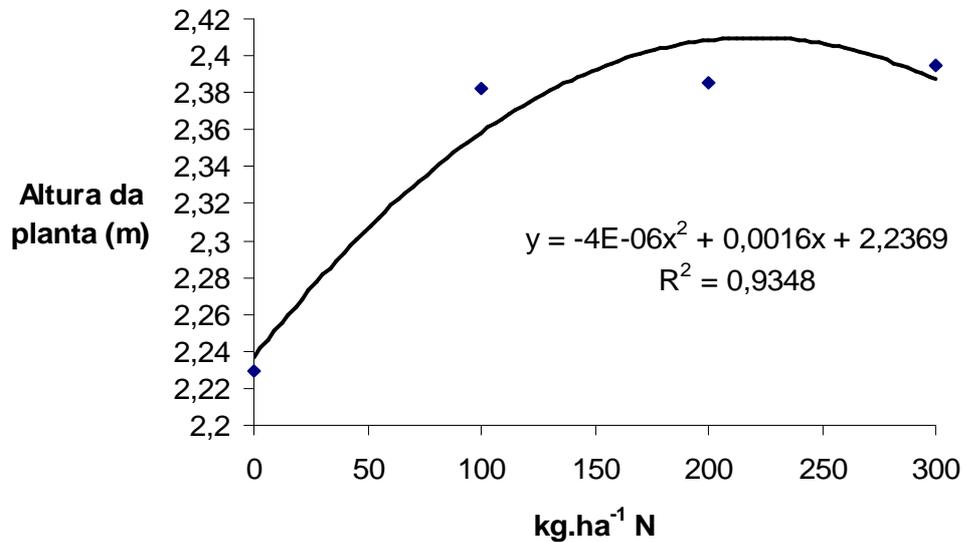


FIGURA 7 – Altura da planta de milho em função dos níveis de nitrogênio aplicados à cultura do milho, após pastagem consorciada de inverno, submetida aos tratamentos pastejo (presença e ausência) e quatro níveis de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

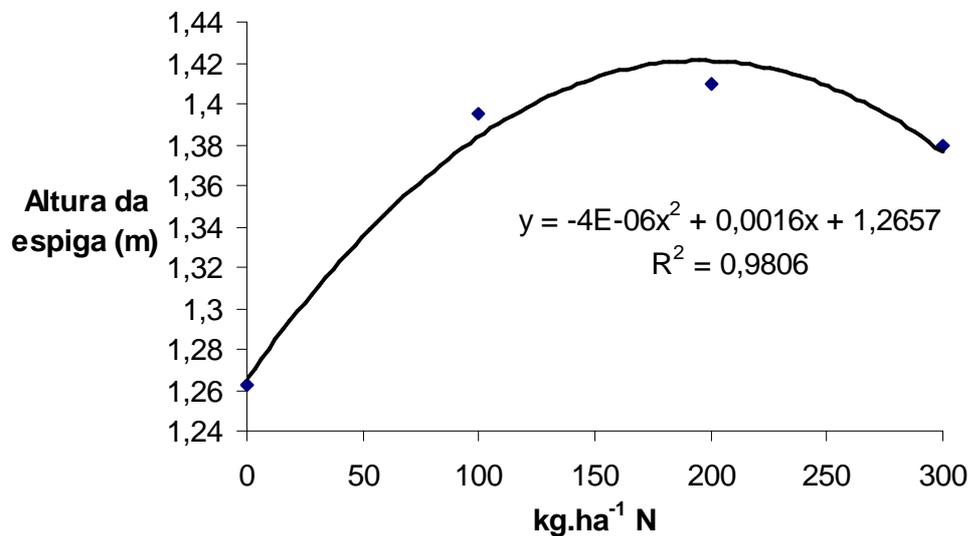


FIGURA 8 – Altura da espiga do milho em função dos níveis de nitrogênio aplicados à cultura do milho, após pastagem consorciada de inverno, submetida aos tratamentos pastejo (presença e ausência) e quatro níveis de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

TABELA 21 – Resultados da comparação de médias da variável altura da espiga (m) quando submetidas aos quatro níveis de nitrogênio na pastagem e a quatro níveis de nitrogênio no milho.

N pastagem (kg.ha <sup>-1</sup> N)	N milho (kg.ha <sup>-1</sup> N)			
	0	100	200	300
0	1,337 a	1,333 a	1,415 a	1,305 a
100	1,277 b	1,458 a	1,383 ab	1,323 ab
200	1,192 b	1,390 a	1,390 a	1,475 a
300	1,242 b	1,397 a	1,450 a	1,417 a

As letras comparam as médias nas linhas. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo Teste de Tukey ao nível de 5%. Coeficiente de variação: 7,22%

TABELA 22 – Equações, níveis de probabilidade (P) e coeficientes de determinação para a variável altura da espiga (m) resultantes do efeito do tratamento níveis de nitrogênio na pastagem em diferentes níveis de nitrogênio no milho.

N pastagem (kg.ha <sup>-1</sup> )	Equações	R <sup>2</sup>	P
0	$y = -3E-06x^2 + 0,0008x + 1,3231$	0,4218	<0,05
100	$y = -6E-06x^2 + 0,0019x + 1,2906$	0,8003	<0,05
200	$y = -3E-06x^2 + 0,0017x + 1,2062$	0,9074	<0,05
300	$y = -5E-06x^2 + 0,002x + 1,2428$	0,9995	<0,05

#### 4.2.3 Matéria verde somente plantas, matéria verde total e matéria seca

Os resultados referentes à análise de variância para as variáveis matéria verde somente plantas (MVp) e matéria verde total (MVt) são apresentados no Apêndice 12 e para a variável matéria seca (MS), no Apêndice 13.

Foi observado efeito significativo para estas variáveis no tratamento níveis de nitrogênio no milho ( $P < 0,01$ ), com resposta quadrática para a adição de fertilizante nitrogenado (Figuras 9, 10 e 11).

As variáveis MVp, MVt e MS apresentaram resultados superiores para níveis de 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N no milho (Tabela 25). Estes resultados diferem daqueles encontrados por NEUMANN *et al.* (2005), principalmente na produtividade de MS. Os autores estudaram os rendimentos e componentes de produção de milho para silagem, em sucessão à aveia + azevém e níveis de adubação nitrogenada em cobertura e encontraram resposta linear aos parâmetros analisados. Os maiores rendimentos de MVt, MS e menor número de folhas secas obtidos foram com 163 kg.ha<sup>-1</sup> N (28 kg.ha<sup>-1</sup> N no plantio e 135 kg ha<sup>-1</sup> N em cobertura). No presente trabalho com este nível de fertilização nitrogenada seria possível

obter 50,9 t.ha<sup>-1</sup> de MVt e 12,7 t.ha<sup>-1</sup> MS, contra 53 t.ha<sup>-1</sup> e 22 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, alcançados por Neumann *et al.*

As equações resultantes da análise de regressão, constantes nas Figuras 10 e 11, mostram acréscimos da ordem de 76 kg MVt e 18 kg MS, para cada kg de N adicionado na cultura do milho, incrementos estes inferiores aos obtidos por NEUMANN *et al.* (2005), que foram de 112 e 59 kg para MVt e MS, respectivamente. Os dois trabalhos diferem pelo sistema de produção, em que neste, foi utilizada a integração com a pecuária e ainda, com uso de leguminosa na pastagem e o do autor citado, apenas em sistema plantio direto e após um consórcio de gramíneas. Isto denota o efeito residual da atividade de pastejo, bem como da utilização da ervilhaca, utilizados no presente trabalho.

VILELA (2001) encontrou produtividade média de 34,9 t.ha<sup>-1</sup> de MVt, com 180 kg.ha<sup>-1</sup> N, resultado este inferior ao deste trabalho, que para este nível de N seria possível obter 52 t. ha<sup>-1</sup> MVt.

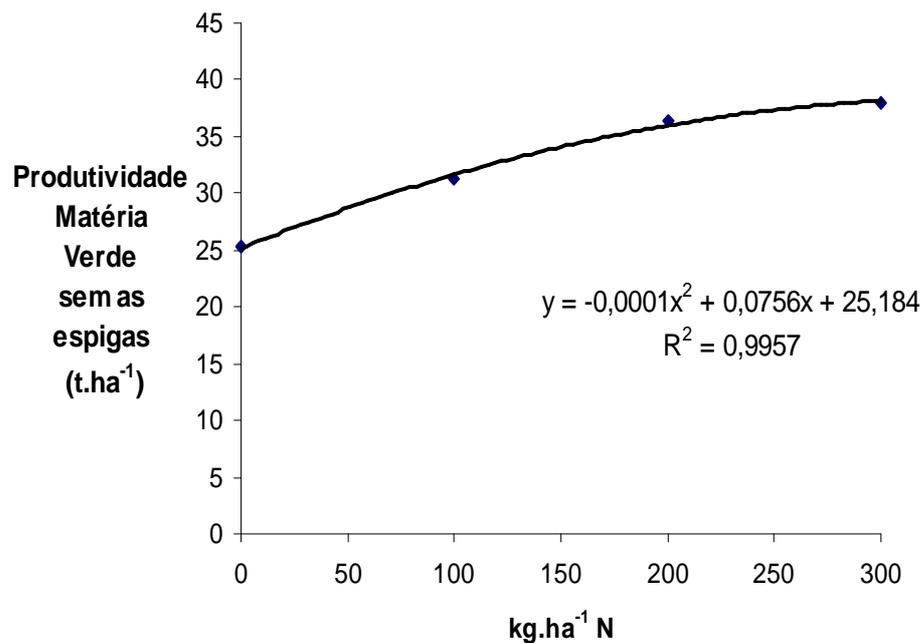


FIGURA 9 – Produtividade de matéria verde de milho somente das plantas, sem as espigas, em função dos níveis de nitrogênio aplicados à cultura do milho, após pastagem consorciada de inverno, submetida aos tratamentos pastejo (presença e ausência) e quatro níveis de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

Com relação à produtividade de MS. As menores produtividades obtidas ocorreram quando não foi utilizado nitrogênio no milho. (Figura 11).

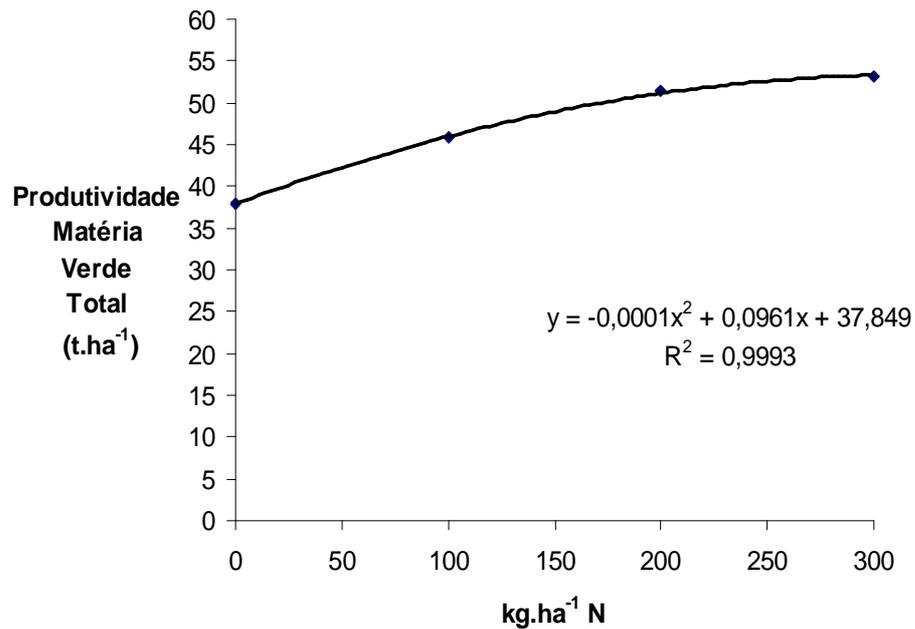


FIGURA 10 – Produtividade de matéria verde total de milho, em função dos níveis de nitrogênio aplicados à cultura do milho, após pastagem consorciada de inverno, submetida aos tratamentos pastejo (presença e ausência) e quatro níveis de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

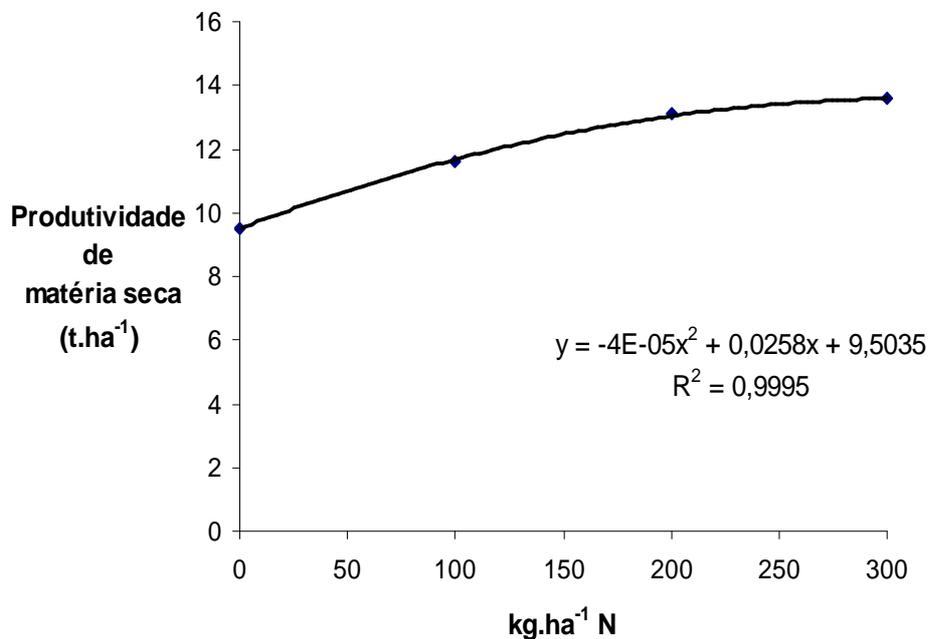


FIGURA 11 – Produtividade de matéria seca de milho em função dos níveis de nitrogênio aplicados à cultura do milho, após pastagem consorciada de inverno, submetida aos tratamentos pastejo (presença e ausência) e quatro níveis de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

As produtividades de MVp, como MVt, apresentaram produções superiores nas parcelas pastejadas em  $3 \text{ t.ha}^{-1}$  em relação às não pastejadas, denotando a presença de uma maior disponibilidade de nitrogênio no sistema decorrente da presença dos excrementos dos animais. No entanto, a MS produzida foi maior nas parcelas não pastejadas, pelo mesmo motivo apontado para a maior produtividade de matéria verde (Tabela 23).

Com relação aos resultados obtidos para o efeito na interação dupla pastejo e níveis de nitrogênio no milho, apesar de não significativos para a produtividade de MVt, mostram acréscimos de 29% quando se adicionou  $100 \text{ kg.ha}^{-1}$  N no milho, comparado com o tratamento sem nitrogênio e de 43% de incremento, comparando ausência e  $200 \text{ kg.ha}^{-1}$  N no milho, nas parcelas sem pastejo. Nas parcelas pastejadas, pelo confundimento havido pela transferência de fertilidade pelo grupo de animais utilizado de forma comum para todas as parcelas, dificulta atribuir as diferenças ocorridas a um ou outro tratamento. Apesar disto, observam-se respostas bem menores no incremento da produtividade (Tabela 27).

A produtividade de MS não sofreu efeito do pastejo associado com níveis de nitrogênio na pastagem (Tabela 26). Já na interação pastejo e nitrogênio no milho observa-se uma produtividade que variou entre 10 e  $13 \text{ t.ha}^{-1}$  MS nas parcelas pastejadas, enquanto que nas parcelas não pastejadas esta variação ficou entre 8,9 e  $14,5 \text{ t.ha}^{-1}$  MS (Tabela 27). Houve um expressivo incremento na produtividade das parcelas sem pastejo com a adição de nitrogênio no milho, 44% de 0 para  $100 \text{ kg.ha}^{-1}$  N no milho, 48% de 0 para  $200 \text{ kg.ha}^{-1}$  N no milho e de 63% de 0 para  $300 \text{ kg.ha}^{-1}$  N no milho.

De forma geral, os resultados obtidos pelo efeitos da interação dupla níveis de nitrogênio na pastagem x níveis de nitrogênio no milho indicam que a aplicação de nitrogênio na pastagem não contribuiu no incremento da produção de MVp, MVt e MS, sem diferenças expressivas quanto ao incremento da fertilização nitrogenada na pastagem dentro de cada nível utilizado no milho. No entanto, constata-se que a contribuição mais expressiva no incremento das produtividades foram aplicações nitrogenadas na cultura do milho. A maior produtividade obtida foi com ausência de adubação nitrogenada na pastagem e níveis de 200 e  $300 \text{ kg.ha}^{-1}$  N no milho, com  $15,6 \text{ t.ha}^{-1}$  MS (Tabela 28). PAIVA (1992) também observou aumento na matéria seca da forragem para níveis mais elevados de nitrogênio no milho.

Quando se considera a interação entre os três fatores estudados: pastejo, nitrogênio na pastagem e nitrogênio no milho, os resultados obtidos apontam maiores valores de produtividades para os parâmetros MV, MVt e PE, nas parcelas com pastejo, mas menores para MS, em relação às parcelas não pastejadas (Tabela 23), apesar de não significativos

estatisticamente. Estes, podem ser explicados novamente pela menor disponibilidade de nitrogênio nas parcelas não pastejadas, tendo em vista que o excesso de nitrogênio aumenta a umidade da forragem, reduzindo assim, o seu conteúdo de matéria seca (BOIN, 1986). Observa-se ainda que com ausência de adubação nitrogenada na pastagem e no milho foram obtidas produtividades maiores nas parcelas pastejadas em relação às não pastejadas, em 26,2% para MVp; 35% para MVt; 8% para PE e 35% para MS (Tabela 23).

Estas constatações permitem inferir que a menor quantidade de fitomassa residual presente nas parcelas pastejadas não influenciou negativamente as produtividades, apontando também para a importância da qualidade da fitomassa residual, uma vez que as parcelas não pastejadas que contaram com maior quantidade de fitomassa residual entre todos os tratamentos, com exceção daquele não adubado com nitrogênio, apresentaram menores produtividades para as características avaliadas (Tabela 29).

Os resultados indicam que com a aplicação de  $100 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$  no inverno foi possível obter produtividades de  $48 \text{ t.ha}^{-1}$  de MVt e  $12 \text{ t.ha}^{-1}$  MS sem nitrogênio no milho, nas parcelas pastejadas, sem levar em consideração a transferência de fertilidade pelos animais em pastejo. Já nas parcelas sem pastejo houve incremento de 19,7% e 33% na produtividade de MVt e MS, respectivamente, de 0 para  $100 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$  no milho e de 61% e 54%, de MVt e MS, respectivamente, de 0 para  $200 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$  no milho, quando não foi utilizado nitrogênio no inverno. As produtividades obtidas nas parcelas pastejadas variaram entre 32,3 e 59,5  $\text{t.ha}^{-1}$  de MVt e nas parcelas não pastejadas, entre 28,9 e 61,3  $\text{t.ha}^{-1}$  MVt (Tabela 29).

No que tange à influência da fitomassa residual nas parcelas pastejadas, observa-se que as menores produtividades obtidas para as variáveis MV, MVt, PE e MS encontram-se no tratamento que recebeu  $200 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$  na pastagem. Este tratamento apresentou a menor quantidade de fitomassa residual entre as parcelas pastejadas, o que pode estar relacionado ao reduzido período para recuperação da fitomassa entre o último pastejo e a implantação da cultura do milho.

Na interação tripla, pastejo, nitrogênio na pastagem e nitrogênio no milho, observam-se valores de produtividade entre 7,6 a 15,4  $\text{t.ha}^{-1}$  MS nas parcelas pastejadas e, nas parcelas não pastejadas, de 7,8 a 17,1  $\text{t.ha}^{-1}$  MS, sendo que este último, sem aplicação nitrogenada na pastagem e  $200 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$  no milho (Tabela 29).

Os valores de produtividade de MS obtidos situam-se entre as médias observadas em diversos experimentos desenvolvidos em diferentes regiões brasileiras, cujos resultados são extremamente variáveis já que, de acordo com os autores, os genótipos utilizados sofrem efeito de local e interação entre local e híbrido.

OLIVEIRA *et al.* (2003) em experimento realizado para avaliar o potencial de produção de vinte e dois híbridos em seis locais diferentes da Região Sudeste do Brasil observaram variação na produção de MS de 8,5 a 18,8 t.ha<sup>-1</sup> MS,

MITTELMANN *et al.* (2005) conduziram ensaio de vinte e um híbridos em sete locais na Região Sul do Brasil e obtiveram médias dos híbridos de 11,27 a 14,83 t.ha<sup>-1</sup> MS. As médias dos locais situaram-se entre 8,69 a 19,22 t.ha<sup>-1</sup>.

CESARINO (2006) trabalhou com fertilização química e orgânica aplicadas em dois híbridos diferentes. Observou produção média de 9,13 e 10,8 t.ha<sup>-1</sup> MS para as testemunhas; 14,5 e 15,32 t.ha<sup>-1</sup> MS com fertilização química e 12,05 e 15,39 t.ha<sup>-1</sup> MS para a fertilização orgânica. Estes resultados indicam que até mesmo as respostas dos híbridos à adição de fertilizantes é bastante variável.

OLIVEIRA *et al.* (2006) avaliaram o comportamento produtivo de híbridos de milho recomendados para a região do Brasil-Central e a média de produtividade observada foi de 13,06 t.ha<sup>-1</sup> MS.

Em outro trabalho conduzido por OLIVEIRA *et al.* (2007) para verificar o comportamento produtivo de nove híbridos em três locais do estado de Goiás foi encontrada produtividade média de 12,7 t.ha<sup>-1</sup> MS.

#### 4.2.4 Peso das espigas

Os resultados referentes à análise de variância para peso das espigas são apresentados no Apêndice 12.

Foi observado efeito significativo para o fator níveis de nitrogênio no milho ( $P < 0,01$ ), com resposta quadrática para a adição de fertilizante nitrogenado (Figura 12).

O tratamento com menor produtividade no parâmetro peso de espigas.ha<sup>-1</sup> em relação à resposta à adubação nitrogenada no milho foi aquele com ausência de fertilização. A diferença entre o maior e o menor valor obtido foi de 2 t.ha<sup>-1</sup> de espigas (Tabela 25).

O ponto de máxima obtenção para peso de espigas aqui observado foi com 251,2 kg.ha<sup>-1</sup> N no milho. PAIVA (1992) também observou efeito quadrático para níveis de N, no entanto o peso máximo de espigas alcançado foi com 126,41 kg.ha<sup>-1</sup> N. Estes resultados também estão de acordo com o exposto por FANCELLI e DOURADO NETO (2000) que informam que o nitrogênio aumenta o peso da espiga.

No entanto, analisando a porcentagem da participação das espigas na MVt observam-se valores de 34,6; 31,7; 29,0 e 28,5%, para 0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N, respectivamente, denotando uma redução na participação da espiga, com o aumento dos

níveis nitrogenados. PAPASTYLIANOU (2004) também observou efeito de redução no tamanho e peso dos grãos de cevada, com o uso de fertilizante nitrogenado quando o cultivo da mesma foi efetuado após ervilhaca.

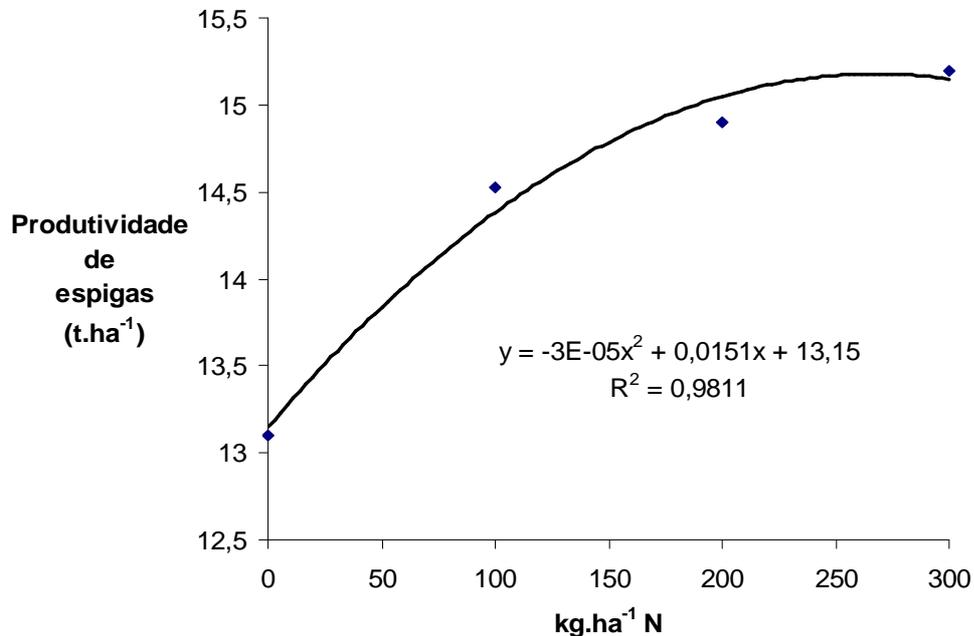


FIGURA 12 – Produtividade de espigas de milho em função dos níveis de nitrogênio aplicados à cultura do milho, após pastagem consorciada de inverno, submetida aos tratamentos pastejo (presença e ausência) e quatro níveis de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

#### 4.2.5 Número de espigas.ha<sup>-1</sup>

Os resultados referentes à análise de variância para número de espigas.ha<sup>-1</sup> são apresentados no Apêndice 13.

Não foi observado efeito dos fatores estudados e suas interações ( $P > 0,05$ ). Entretanto, constatou-se um incremento de aproximadamente 4.000 espigas.ha<sup>-1</sup> entre o tratamento que não recebeu adubação nitrogenada no milho e aquele com 200 kg.ha<sup>-1</sup> N (Tabela 25).

#### 4.2.6 Peso médio das espigas

Os resultados referentes à análise de variância para peso médio das espigas são apresentados no Apêndice 13 e, aqueles referentes aos valores obtidos nos diversos

tratamentos aos quais foi submetido, encontram-se nas Tabelas 23 a 29. Não foi observado efeito dos fatores estudados e suas interações ( $P>0,05$ ).

Tabela 23 – Resultados médios e níveis de probabilidade das variáveis altura da planta, altura da espiga, matéria verde somente planta (MVp), peso das espigas (PE), matéria verde total (MVt), matéria seca (MS), número de espigas.ha<sup>-1</sup> e peso médio das espigas quando submetidas a presença e ausência de pastejo.

Pastejo	Altura (m)		Produtividade (t.ha <sup>-1</sup> )				Espigas	
	Planta	Espiga	MVp	PE	MVt	MS	n°.ha <sup>-1</sup>	Peso médio (g)
Com	2,37	1,38	34,43	14,45	48,90	11,69	53.388	274
Sem	2,33	1,34	31,02	14,39	45,22	12,22	53.012	276
Média	2,35	1,36	32,73	14,42	47,06	11,96	53.200	275
P	0,236 <sup>ns</sup>	0,246 <sup>ns</sup>	0,136 <sup>ns</sup>	0,946 <sup>ns</sup>	0,208 <sup>ns</sup>	0,603 <sup>ns</sup>	0,880 <sup>ns</sup>	0,863 <sup>ns</sup>

Tabela 24 – Resultados médios e níveis de probabilidade das variáveis altura da planta, altura da espiga, matéria verde somente planta (MVp), peso das espigas (PE), matéria verde total (MVt), matéria seca (MS), número de espigas.ha<sup>-1</sup> e peso médio das espigas, quando submetidas a quatro níveis de nitrogênio na pastagem (0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N) .

N (kg.ha <sup>-1</sup> )	Altura (m)		Produtividade (t.ha <sup>-1</sup> )				Espigas	
	Planta	Espiga	MVp	PE	MVt	MS	n°.ha <sup>-1</sup>	Peso médio (g)
0	2,35	1,35	35,79	14,82	50,11	13,06	56.600	264
100	2,33	1,36	32,00	14,20	45,20	11,80	54.234	267
200	2,34	1,36	29,00	12,81	41,80	10,51	47.621	270
300	2,36	1,38	34,25	15,90	50,14	12,45	54.345	299
Média	2,35	1,36	32,76	14,43	48,81	11,96	53.200	275
CV(%)	5,16	7,22	18,21	14,79	17,62	20,17	18,89	14,77
P	0,910 <sup>ns</sup>	0,936 <sup>ns</sup>	0,169 <sup>ns</sup>	0,257 <sup>ns</sup>	0,156 <sup>ns</sup>	0,327 <sup>ns</sup>	0,100 <sup>ns</sup>	0,238 <sup>ns</sup>

Tabela 25 – Resultados médios e níveis de probabilidade das variáveis altura da planta, altura da espiga, matéria verde somente planta (MVp), peso das espigas (PE), matéria verde total (MVt), matéria seca (MS), número de espigas.ha<sup>-1</sup> e peso médio das espigas, quando submetidas a quatro níveis de nitrogênio no milho (0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

N (kg.ha <sup>-1</sup> )	Altura (m)		Produtividade (t.ha <sup>-1</sup> )				Espigas	
	Planta	Espiga	MVp	PE	MVt	MS	n <sup>o</sup> .ha <sup>-1</sup>	Peso médio (g)
0	2,23 b	1,26 b	25,33 c	13,10 b	37,92 c	9,52 c	51.274	259
100	2,38 a	1,39 a	31,23 b	14,53ab	45,76 b	11,63 b	52.905	276
200	2,38 a	1,41 a	36,44 a	14,90 a	51,34ab	13,10ab	55.004	281
300	2,39 a	1,38 a	38,03 a	15,20 a	53,23a	13,57 a	53.617	284
Média	2,35	1,36	32,26	14,43	47,06	11,96	53.200	275
CV(%)	5,16	7,22	18,21	14,79	17,62	20,17	18,89	14,77
P	0,00**	0,00**	0,00**	0,007**	0,00**	0,00**	0,636 <sup>ns</sup>	0,147 <sup>ns</sup>

As letras comparam as médias nas colunas. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

Altura da planta:  $y = -4E-06x^2 + 0,0016x + 2,2369$   $R^2 = 0,9348$

Altura da espiga:  $y = -4E-06x^2 + 0,0016x + 1,2657$   $R^2 = 0,9806$

Matéria Verde plantas:  $y = -0,0001x^2 + 0,0756x + 25,184$   $R^2 = 0,9957$

Peso Espigas:  $y = -3E-05x^2 + 0,0151x + 13,15$   $R^2 = 0,9811$

Matéria Verde total:  $y = -0,0001x^2 + 0,0961x + 37,849$   $R^2 = 0,9993$

Matéria Seca:  $y = -4E-05x^2 + 0,0258x + 9,5035$   $R^2 = 0,9995$

Tabela 26 – Resultados médios e níveis de probabilidade das variáveis altura da planta, altura da espiga, matéria verde somente planta (MVp), peso das espigas (PE), matéria verde total (MVt), matéria seca (MS), número de espigas.ha<sup>-1</sup> e peso médio das espigas, quando submetidas à interação pastejo (CP) e ausência de pastejo (SP) e a quatro níveis de nitrogênio na pastagem (P0: 0 kg.ha<sup>-1</sup> N, P100: 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, MP200 200 kg.ha<sup>-1</sup> N e P300 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

Tratamento	Altura (m)		Produtividade (t.ha <sup>-1</sup> )				Espigas	
	Planta	Espiga	MVp	PE	MVt	MS	n <sup>o</sup> .ha <sup>-1</sup>	Peso médio (g)
CPP0	2,31	1,34	36.98	15.65	52.63	12.84	55.529	283
CPP100	2,37	1,40	37.97	14.17	52.15	12.53	56.779	258
CPP200	2,37	1,39	27.13	11.37	38.50	9.05	44.826	258
CPP300	2,41	1,39	35.66	16.68	52.33	12.36	56.417	297
SPP0	2,39	1,36	34.60	13.92	47.59	13.29	56.670	245
SPP100	2,30	1,32	26.04	14.22	40.26	11.08	51.689	276
SPP200	2,31	1,33	30.84	14.25	45.09	11.97	50.418	283
SPP300	2,32	1,36	32.83	15.12	47.96	12.54	52.273	301
Média	2,35	1,36	32,76	14,43	47,06	11,95	53,075	275
CV(%)	5,16	7,22	18,21	14,79	17,62	20,17	18,89	14,77
P	0,240 <sup>ns</sup>	0,718 <sup>ns</sup>	0,121 <sup>ns</sup>	0,418 <sup>ns</sup>	0,179 <sup>ns</sup>	0,488 <sup>ns</sup>	0,383 <sup>ns</sup>	0,353 <sup>ns</sup>

Tabela 27 – Resultados médios e níveis de probabilidade das variáveis altura da planta, altura da espiga, matéria verde somente planta (MVp), peso das espigas (PE), matéria verde total (MVt), matéria seca (MS), número de espigas.ha<sup>-1</sup> e peso médio das espigas, quando submetidas à interação pastejo (CP) e ausência de pastejo (SP) e a quatro níveis de nitrogênio no milho (M0: 0 kg ha<sup>-1</sup> N, M100: 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, M200 200 kg.ha<sup>-1</sup> N e M300 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

Tratamento	Altura (m)		Produtividade (t.ha <sup>-1</sup> )				Espigas	
	Planta	Espiga <sup>(1)</sup>	MVp	PE	MVt	MS	n°.ha <sup>-1</sup>	Peso médio (g)
CPM0	2,24	1,24	27,82	13,44	41,27	10,12	50.402	269
CPM100	2,39	1,43	32,55	14,27	46,82	11,06	53.000	269
CPM200	2,45	1,46	38,24	15,03	53,26	12,97	55.271	280
CPM300	2,39	1,39	39,13	15,13	54,26	12,62	53.210	283
SPM0	2,22	1,28	22,83	12,75	34,58	8,93	52.147	249
SPM100	2,37	1,36	29,91	14,78	44,70	12,20	52.809	283
SPM200	2,32	1,36	34,64	14,78	49,41	13,22	53.070	287
SPM300	2,40	1,37	36,93	15,27	52,20	14,52	54.025	285
Média	2,35	1,36	32,76	14,43	47,06	11,97	52.992	276
CV(%)	5,16	7,22	18,21	14,79	17,62	20,17	18,89	14,77
P	0,246 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,856 <sup>ns</sup>	0,787 <sup>ns</sup>	0,746 <sup>ns</sup>	0,157 <sup>ns</sup>	0,783 <sup>ns</sup>	0,451 <sup>ns</sup>

Tabela 28 – Resultados médios e níveis de probabilidade das variáveis altura da planta, altura da espiga, matéria verde somente planta (MVp), peso das espigas (PE), matéria verde total (MVt), matéria seca (MS), número de espigas.ha<sup>-1</sup> e peso médio das espigas, quando submetidas à interação de quatro níveis de nitrogênio na pastagem (P0: 0 kg ha<sup>-1</sup> N, P100: 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, P200: 200 kg ha<sup>-1</sup>.N e P300 300 kg.ha<sup>-1</sup> N) e a quatro níveis de nitrogênio no milho (M0: 0 kg.ha<sup>-1</sup> N, M100: 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, M200 200 kg.ha<sup>-1</sup> N e M300 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

Tratamento	Altura (m)		Produtividade (t.ha <sup>-1</sup> )				Espigas	
	Planta	Espiga <sup>(1)</sup>	MVp	PE	MVt	MS	n°.ha <sup>-1</sup>	Peso médio (g)
P0M0	2,36	1,337 a	28,48	13,18	39,67	9,79	51.964	259
P0M100	2,36	1,333 a	29,20	14,75	43,85	11,21	55.463	266
P0M200	2,39	1,415 a	42,10	15,83	57,92	15,83	60.809	264
P0M300	2,35	1,305 a	43,37	15,52	58,89	15,66	58.163	267
P100M0	2,24	1,277 b	24,93	13,73	38,67	9,91	54.766	248
P100M100	2,43	1,458 a	31,18	13,85	45,03	11,88	49.744	275
P100M200	2,36	1,383ab	35,36	13,73	49,09	12,50	58.610	247
P100M300	2,30	1,323ab	36,56	15,47	52,03	12,89	50.482	307
P200M0	2,17	1,192 b	22,91	10,94	33,85	8,48	44.922	247
P200M100	2,37	1,390 a	28,00	13,57	41,58	9,51	51.970	265
P200M200	2,37	1,390 a	31,60	14,49	46,09	11,16	48.472	299
P200M300	2,46	1,475 a	33,44	12,22	45,66	12,90	45.123	270
P300M0	2,19	1,242 b	24,97	14,53	39,51	9,92	53.466	280
P300M100	2,37	1,397 a	36,54	15,93	52,47	13,92	54.441	299
P300M200	2,43	1,450 a	36,70	15,55	52,25	13,10	48.791	325
P300M300	2,47	1,417 a	38,77	17,59	56,35	12,84	60.701	291
Média	2,35	1,361	32,76	14,43	47,06	11,97	52.993	276
CV(%)	5,16	7,22	18,21	14,79	17,62	20,17	18,89	14,77
P	0,214 <sup>ns</sup>	0,0123*	0,329 <sup>ns</sup>	0,329 <sup>ns</sup>	0,663 <sup>ns</sup>	0,169 <sup>ns</sup>	0,211 <sup>ns</sup>	0,136 <sup>ns</sup>

As letras comparam as médias na coluna, devendo ser consideradas para cada grupo de adubação na pastagem. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

<sup>(1)</sup> P0:  $y = -3E-06x^2 + 0,0008x + 1,3231$ ,  $R^2 = 0,4218$ ; P100:  $y = -6E-06x^2 + 0,0019x + 1,2906$ ,  $R^2 = 0,8003$ ;

P200:  $y = -3E-06x^2 + 0,0017x + 1,2062$ ,  $R^2 = 0,9074$ ; P300:  $y = -5E-06x^2 + 0,002x + 1,2428$ ,  $R^2 = 0,9995$ .

Tabela 29 – Resultados médios e níveis de probabilidade das variáveis altura da planta, altura da espiga, matéria verde somente planta (MVp), peso das espigas (PE), matéria verde total (MVt), matéria seca (MS), número de espigas.ha<sup>-1</sup> e peso médio das espigas, quando submetidas à interação do pastejo (CP: com pastejo e SP: sem pastejo), nitrogênio na pastagem (P0: 0 kg.ha<sup>-1</sup> N, P100: 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, P200 200.kg ha<sup>-1</sup> N e P300 300 kg.ha<sup>-1</sup> N) e nitrogênio no milho (M0: 0 kg.ha<sup>-1</sup> N, M100: 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, M200 200 kg.ha<sup>-1</sup> N e M300 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

Tratamento	Altura (m)		Produtividade (t.ha <sup>-1</sup> )				Espigas	
	Planta	Espiga	MVp	PE <sup>(1)</sup>	MVt	MS	nº.ha <sup>-1</sup>	Peso médio (g)
CPP0M0	2,24	1,32	31,80	13,69	45,50	11,24	50.140	275
CPP0M100	2,32	1,32	31,72	15,69	47,40	11,35	53.730	293
CPP0M200	2,42	1,46	42,98	18,22	61,20	14,08	60.759	303
CPP0M300	2,26	1,25	41,40	15,01	56,41	14,68	57.488	260
CPP100M0	2,28	1,28	33,53	14,88	48,41	11,99	59.405	249
CPP100M100	2,46	1,55	36,23	13,37	49,60	12,00	48.668	269
CPP100M200	2,40	1,43	39,72	12,70	52,42	12,86	65.932	218
CPP100M300	2,34	1,35	42,42	15,74	58,16	13,25	53.110	295
CPP200M0	2,20	1,15	21,27	11,01	32,38	7,62	41.233	270
CPP200M100	2,38	1,45	26,65	11,44	38,09	8,83	52.236	227
CPP200M200	2,43	1,46	29,12	11,45	40,58	9,51	42.872	267
CPP200M300	2,49	1,50	31,38	11,56	42,94	10,23	42.961	268
CPP300M0	2,22	1,21	24,58	14,19	38,77	9,62	50.831	281
CPP300M100	2,41	1,40	35,60	16,58	52,18	12,04	57.367	288
CPP300M200	2,54	1,50	41,13	17,74	58,86	15,44	58.188	310
CPP300M300	2,48	1,47	41,32	18,21	59,52	12,33	59.280	308
SPP0M0	2,38	1,35	25,16	12,68	33,84	8,34	53.788	243
SPP0M100	2,39	1,34	26,69	13,82	40,50	11,07	57.197	239
SPP0M200	2,35	1,37	41,22	13,45	54,64	17,09	60.858	225
SPP0M300	2,44	1,36	45,34	16,03	61,37	16,64	58.838	273
SPP100M0	2,21	1,27	16,34	12,58	28,92	7,83	50.126	247
SPP100M100	2,40	1,36	26,13	14,34	40,46	11,75	50.821	281
SPP100M200	2,32	1,34	31,00	14,76	45,76	12,21	57.954	254
SPP100M300	2,26	1,30	30,70	15,20	45,89	12,52	47.853	320
SPP200M0	2,14	1,23	24,45	10,87	35,32	9,33	48.611	224
SPP200M100	2,35	1,33	29,36	15,70	45,06	10,18	51.704	303
SPP200M200	2,30	1,32	34,07	17,53	51,60	12,80	54.072	331
SPP200M300	2,43	1,45	25,49	12,88	48,37	15,56	47.285	273
SPP300M0	2,15	1,27	25,36	14,88	40,24	10,22	56.061	280
SPP300M100	2,33	1,40	37,49	15,27	52,76	15,80	51.515	310
SPP300M200	2,32	1,40	32,27	13,36	45,64	10,77	39.394	340
SPP300M300	2,45	1,37	36,21	16,97	53,18	13,36	62.121	274
Média	2,35	1,36	32,44	14,43	47,06	11,95	53.200	275
CV(%)	5,16	7,22	18,21	14,79	17,62	20,17	18,89	14,77
P	0,984 <sup>ns</sup>	0,756 <sup>ns</sup>	0,631 <sup>ns</sup>	0,034*	0,553 <sup>ns</sup>	0,135 <sup>ns</sup>	0,679 <sup>ns</sup>	0,193 <sup>ns</sup>

<sup>(1)</sup>As médias não diferiram pelo Teste de Tukey ao nível de 5%

## 5 CONCLUSÕES

Para as condições edafoclimáticas e de manejo adotado para o presente trabalho, conclui-se que:

O nível de adubação nitrogenada que proporcionou resultados mais positivos na taxa de acúmulo de matéria seca da forragem foi de  $100 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$ , pois viabilizou antecipar o primeiro pastejo.

A produção total de matéria seca da pastagem consorciada com aveia, azevém e ervilhaca não responde às aplicações nitrogenadas em solos com elevado teor de matéria orgânica.

Níveis de  $200$  a  $300 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$  na pastagem, provocam impacto negativo em algumas características do solo, sendo mais pronunciados em áreas não pastejadas.

O nível de adubação de  $100 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$ , em áreas pastejadas, proporciona quantidade de fitomassa residual que resulta em melhores produtividades das características agrônômicas importantes para a obtenção de milho para silagem.

Em áreas não pastejadas, o milho para silagem pode ser obtido com ausência de adubação nitrogenada no inverno, mas é necessária adubação do milho com  $200 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$  nitrogenada, visando melhores produtividades dos parâmetros importantes para a finalidade em questão.

A utilização de  $100 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$  na pastagem de inverno, em áreas pastejadas, permite a produção de milho para silagem com ausência de fertilização nitrogenada no milho, como também melhor equilíbrio no fornecimento de nitrogênio para a produtividade de matéria seca e relação espiga/matéria verde, confirmando a hipótese da presente pesquisa.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Promover a biodiversidade na propriedade agrícola implica em um aumento considerável de interações complexas, envolvendo solo-planta-animal-ambiente. Quando existe a interferência em uma destas variáveis, todas as outras serão impactadas positiva ou negativamente.

No que se refere à pastagem, a consorciação de espécies é altamente vantajosa, porque permite agregar vantagens inerentes à cada uma, constituindo-se em uma alternativa para reduzir os gastos com adubação nitrogenada, como também excesso no ambiente. No entanto, o manejo exigido em termos de fertilizações, como também a entrada dos animais para pastejo são extremamente influenciados por uma série de variáveis.

As espécies leguminosas possuem diferentes características no desenvolvimento e cobertura do solo e, por consequência, a possibilidade de contribuir com seu potencial forrageiro e, posteriormente, fitomassa residual para as culturas subseqüentes. Acrescente-se a isto, outro fator que não pode ser controlado, que é a distribuição da precipitação, a qual é decisiva para o aproveitamento das fertilizações, como também da fixação biológica do nitrogênio e, conseqüentemente, no desenvolvimento vegetal.

O manejo utilizado no inverno, no que diz respeito às espécies forrageiras, fertilização nitrogenada ou biológica, níveis de fertilização, manejo dos animais na pastagem, são alguns dos fatores que promoverão impactos nas propriedades físicas, químicas ou físico-químicas do solo, os quais serão variáveis em função do tipo de solo e clima. Este solo que sofreu interferência dos animais no inverno, receberá a lavoura no verão e, dependendo da espécie e finalidade da mesma, a preocupação com relação ao manejo da adubação nitrogenada da pastagem deve começar no inverno, a qual poderá impactar quantitativa e qualitativamente na cultura de verão.

No que concerne à produção de milho para silagem, deve-se atentar para o fato de que a maior quantidade, principalmente de nitrogênio existente na utilização do sistema integração lavoura-pecuária, promoverá maiores produtividades de matéria verde e matéria seca. No entanto, eventuais adições de fertilizantes nitrogenados poderão resultar em incrementos na produtividade de matéria verde, em detrimento da matéria seca, parâmetro este de suma importância, uma vez que a alimentação animal é calculada a partir desta.

Indubitavelmente, faz-se necessário mais trabalhos de pesquisa para aprofundamento destas questões, propiciando capacitação para o entendimento e manejo

das mesmas. Registra-se aqui, a necessidade de utilizar grupos de animais que recebam o mesmo tipo de alimentação e pascem sempre o mesmo tratamento, a fim de evitar o confundimento dos mesmos. Não houve possibilidade deste procedimento neste trabalho, por falta de maior área experimental.

Ainda que o sistema integração lavoura-pecuária não aponte aumentos na produtividade da cultura de verão, em determinados casos, deve-se considerar ainda, o produto animal gerado no período de inverno, no que se refere à renda; a contribuição da exploração pecuária na melhoria do solo; economia de nitrogênio; adição de fitomassa, aproveitamento dos demais nutrientes ciclados pelo animal, pelas forrageiras e culturas de verão, entre outros.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. de P. A. Sustentabilidade técnica, econômica e social dos sistemas de produção de leite a pasto. In: MARTINS, C. E.; BRESSAN, M.; VILELA, D.; CARVALHO, L. de A. (Orgs). **Sustentabilidade de sistemas de produção de leite a pasto e em confinamento**. Juiz de Fora: Embrapa, 2001. p.27-60.

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; ROSS, C. O. Plantas de cobertura do solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 157-165, 2001.

ALMEIDA, T. C. Utilização do milho e do sorgo no Brasil. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (Eds.) **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993, p.11-21.

ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, n. 1, p. 19-31, 1999.

ALVAREZ, V. H.; MELO, J. W. V.; DIAS, L. E. Acidez e calagem do solo. In: **Curso de fertilidade e manejo do solo**. Brasília: ABEAS, 1996, p.53 (Módulo 4).

AMADO, T. J. C.; SANTI, A.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada da aveia preta. II – Influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob SPD. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, n. 6, p.1085-1096, 2003.

ANIL, L.; PARK, J. ; PHIPPS, R. H. AND MILLER, F. A. Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK, **Grass Forage Science**, Oxford, v. 53, n. 4, p. 301–317, 1998.

AREVALO, L. A.; AGERE; J. C. BANCY, D. E. and SZOTT, L. T. The effect of cattle grazing on soil physical and chemical properties in a silvopastoral system in the Peruvian Amazon. **Agroforestry Systems**, Netherlands, v. 40, n. 2, p.109-124, 1998.

ASSEFA, G.; LEDIN, I. Effect of variety, soil type and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixtures. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 92, n. 1, p. 95-111, 2001.

ASSMANN, A. L. **Adubação nitrogenada de forrageiras de estação fria em presença e ausência de trevo branco, na produção de pastagem e animal em área de integração lavoura-pecuária**. 2002, 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2002.

ASSMANN, T. S. **Rendimento de milho em área de integração lavoura pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio**. 2001, 80 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2001.

ASSMANN, T. S.; CASSOL, L. C.; ASSMANN, A. L. Manejo da fertilidade do solo (ciclagem de nutrientes) em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil, I, 2002, Pato Branco. **Anais**. Pato Branco: CEFET-PR, 2002, p.61-84.

BALDIEIRO NETO, G.; RUGIERI, A.C.; OTSUK, I. P; REIS, R. A. Recuperação e intensificação da produção de pasto de *Urochloa brizantha* Stapfwebster cv. Marandú, **APTA Regional**, 2006. Disponível em: <[http://www.aptaregional.sp.gov.br/artigo.php?id\\_artigo=384](http://www.aptaregional.sp.gov.br/artigo.php?id_artigo=384)> Acesso em 13 mai 2008.

BANIK, P.; MIDYA, A.; B. K. SARKAR, B. K. and GHOSE, S. S. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering, **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 24, n. 4, p. 325–332, 2006.

BASSANINO, M.; GRIGNANI, C.; SACCO, D.; ALLISIARDI, E. Nitrogen balances at the crop and farm-gate scale in livestock farms in Italy. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v.122, n. 3, p.282-294, 2007.

BEETZ, A. A brief overview of nutrient cycling in pastures. **Attra**, p. 1-10, 2002. Disponível em: < <http://attra.ncat.org/attra-pub/nutcycle.html>> Acesso em 22 abr. 2008.

BOGDAN, A. V. **Tropical pasture and fodder plants**. Great Britain: Whitstable Litho Ltd., Whitstable, Kent, 1977, p. 307-308.

BOHLEN, P. and GATHUMBI, S. M. Nitrogen cycling in seasonal wetlands in subtropical cattle pastures. In: **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 71, p. 1058-1065, 2007.

BOHNEN, H.; MEURER, E. J.; BISSANI, C. A. Solos ácidos e solos afetados por sais. In: MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Gênese, 2000, p.112-113.

BOIN, C. Produção animal em pastos adubados. In: Simpósio sobre calagem e adubação de pastagens, I, 1985, Nova Odessa. **Anais**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.384, 388.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L. Sistemas de aplicação de nitrogênio e seus efeitos sobre o acúmulo de N na planta de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 26, n. 2, p.361-366, 2002.

BRAZ, S. P.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CANTARUTTI, R. B.; REGAZZI, A. J.; MARTINS, C. E.; FONSECA, D. M.; BARBOSA, R. A. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 31, n. 2 (suplemento), p. 858-865, 2002.

CABALLERO, R.; GOICOECHEA, E. L.; HERNAIZ, P. J. Forage yields and quality of common vetch and oat sown at varying seeding ratios and seeding rates of vetch. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.41, n. 2, 124-140, 1995.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. 346 p.

CAMARGO, A. C. Produção de leite a pasto. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 13,1996, Piracicaba. **Anais**. PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; de FARIA, V. P. (Orgs.) Piracicaba: FEALQ, 1997, p. 221-241

CAMPING, T. J.; DAHIGREN, R. A.; TATE, K. W. and HORWATH, W. R. Changes in soil quality due to grazing and oak tree removal in California Blue Oak Woodlands. woodlands In: Standiford, R. B. (Ed.). Symposium on Oak Woodlands: Oaks in California's Challenging Landscape, 5, 2002, San Diego. **Proceedings**. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-184, Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 2002, p.75-85.

CARVALHO, P. C. F.; TRINDADE, J. K.; MACARI, S.; FISCHER, V.; POLI, C. H. E. C.; LANG, C. R. Consumo de forragens por bovinos em pastejo. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 24, 2007, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2007, 177-217.

CESARINO, R. O. **Milho fertirrigado com dejetos líquidos de suínos para ensilagem**. 2006, 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Unifenas, Alfenas, 2006.

COYNE, P.; TRILICA, M. J. and OWENSBY, C. E. Carbon and nitrogen dynamics in range plants. In: Sosebee, R. E. (Ed.) **Rangeland plant physiology**, Denver: PTI, 1977, p.59-149.

CORSI, M. Adubação nitrogenada das pastagens. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, II, 1975, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1975. p.9

CORSI, M. Adubação nitrogenada nas pastagens. In: PEIXOTO, A. M. et al (Eds.) **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.121-153.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. (Eds.) **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001, p. 11-37.

DASSIE, C. Tirando proveito do esterco em confinamentos. **Revista Balde Branco**, São Paulo, v. 417, p. 34-41, 1999.

DIAS, L. E.; BARROS, N. F.; FRANCO, A. A. Nitrogênio. In: **Curso de fertilidade e manejo do solo**. Brasília: ABEAS, 1996. p. 53 (Módulo 6).

EHLERS, E. In: **Agricultura sustentável: origem e perspectivas de um novo paradigma**. 2 ed. Guaíba: Agropecuária, 1999, p. 88-126.

EPSTEIN, E.; BLONN, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Trad. Maria Edna Tenório Nunes. Londrina: Editora Planta, 2006, p.173

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. de. **Recuperação de pastagens degradadas**. Disponível em: <[http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol\\_83.pdf](http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_83.pdf)> Acesso em: 13 mai. 2008.

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

FANCELLI, A. L. Silagem de milho de alta qualidade. In: **CAD-Tecnologia da Produção de Milho**, Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2003, 38p. (módulo 9).

Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. **Evolução da área com plantio direto no Brasil**. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br/arquivos/EvolucaoAreaPDBr72A06.pdf>> Acesso em 02 jun. 2008.

FIORIN, J. E. Plantas recuperadoras da fertilidade do solo. In: Curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo sob plantio direto, III, 1999, Cruz Alta. **Resumos de palestras**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1999. p.39-55

FLOSS, E. L. Manejo forrageiro de aveia (*Avena sp.*) e azevém (*Lolium sp.*). In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 9, 1988, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1988. p.231; 239.

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

FRANÇA, G. E.; COELHO, A. M. Adubação do milho para silagem. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. (Eds.) **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001, p. 53-83.

GIACOMINI, S.J . AITA, C.; CHIAPINOTTO, I. C.; HÜBNER, A. P.; MARQUER, M. G.; CADORE, F. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. II - Nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 1-25, 2004.

GIERUS, M. The importance of forage quality in integrated crop-livestock systems. Focus on Animal Nutrition. In: Simpósio internacional em integração lavoura-pecuária, 2007, Curitiba, PR. **Anais**. Curitiba, UFPR, palestra 12, 1 CD-ROM.

GOMES, A. S.; VERNETTI JÚNIOR, F. J; SILVEIRA, L. D. N. Rendimento de milho e soja cultivados no sistema plantio direto, sob diferentes coberturas mortas, em um solo de várzea. In: Seminário internacional do sistema plantio direto, II, 1997, Passo Fundo. **Anais**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997, p.151-155.

HAKALA, K. & JAUHAINEN, L. Yield and nitrogen concentration of above-and-below-ground biomasses of red clover cultivars in pure stands and in mixtures with three grass species in northern Europe. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 62, n. 3, p. 312-321, 2007.

HANSON, J.; KARN, J.; TANAKA, D.; LIEBIG, M.; HENDRICKSON, J.; KRONBERG, S. Integrated crop/livestock systems in the Northern Plains: exploiting synergistic production components to improve efficiency. **Agronomy Abstracts**, 2003. Disponível em:<[http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?SEQ\\_NO\\_115=151925](http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?SEQ_NO_115=151925)> Acesso em 20 jul. 2008.

HEINRICHS, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C.; FANCELLI, A. L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, n. 2, p. 331-340, 2001.

HEINRICHS, R.; FANCELLI, A. L. Influência do cultivo consorciado de aveia preta (*Avena strigosa* S.) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) na produção de fitomassa e no aporte de nitrogênio. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p.27-32, 1999.

HIERNAUX, P.; BIELDERS, C. L.; VALENTIN, C.; BATIONO, A.; FERNANDEZ-RIVERA, S. Effects of livestock grazing on physical and chemical properties of sandy soils in Sahelian rangelands. **Journal of Arid Environments**, v. 41, n. 3, p. 231-235, 1999.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resultados preliminares do censo agropecuário confirmam expansão da fronteira agrícola na região Norte, 2007.** Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/busca/search?q=%E1rea+pastagens&entqr=0&output=xml\\_no\\_dtd&client=default\\_frontend&proxystylesheet=default\\_frontend&site=default\\_collection&ud=1&oe=iso-8859-1&ie=iso-8859-1&Submit.x=15&Submit.y=9](http://www.ibge.gov.br/busca/search?q=%E1rea+pastagens&entqr=0&output=xml_no_dtd&client=default_frontend&proxystylesheet=default_frontend&site=default_collection&ud=1&oe=iso-8859-1&ie=iso-8859-1&Submit.x=15&Submit.y=9)> Acesso em 14 mai 2007.

IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_200807\\_5.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200807_5.shtm)> Acesso em 11 ago. 2008.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: (Orgs.) KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.131-141.

KIRCHNER, R. **Bovinocultura de leite no sudoeste do Paraná**. EMATER-RS, 2005. Disponível em: <<http://www.fundepecpr.org.br/tev/palestras/palestra23.ppt#286,2,Slide 2>> Acesso em 14 mai. 2005.

LANG, C. R. **Pastejo e nitrogênio afetando atributos da fertilidade do solo e rendimento de milho em sistema de integração lavoura-pecuária**. 2004. 91 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004

LEAVER, J. D. & WEISSBACH, F. Trends in intensive temperate grassland systems. In: International Grassland Congress, XVII, 1993, Palmerston North, New Zealand. **Anais**. v. 2, 1993, p. 1481-1482.

LEONARD, C.; MULLEN, G. J.; CULLETON, N.; BREEN, J. Soil properties and their influence on grassland production under low input and organic farming conditions, Teagasc End of Project Reports. **Irish Agriculture and Food Development Authority**, 2006. Disponível em: <<http://www.teagasc.ie/research/reports/environment/4478/eopr4478.pdf>> Acesso em 15 mai. 2008

LIEBIG, M. A.; TANAKA, D. L.; KRUPINSKY, S. D.; HANSON, M. D. Dynamic cropping systems: contributions to improve agroecosystem sustainability. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, n. 4, p. 899-903, 2007.

LITHOURGIDIS, A. S.; VASILAKOGLU, I. B.; DHIMA, K. V.; DORDAS, C. A.; YIAKOULAKI, M. D. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 99, n. 2-3, p. 66-113, 2006.

MAGALHÃES, A. C. Aspectos fisiológicos da associação entre gramíneas e leguminosas. In: Simpósio sobre ecossistema de pastagens, I, 1989, Jaboticabal. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. p.31-41.

MALAVOLTA, E.; LIEM, T. H.; PRIMAVESI, A. C. P. A.. Exigências nutricionais das plantas forrageiras. In: Simpósio sobre calagem e adubação de pastagens, I, 1985, Nova Odessa. **Anais**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.32.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989, p.1.

MALHI, S. S.; ZENTNER, R. P.; HEIER, K. Effectiveness of alfafa in reducing fertilizer N input for optimum forage yield, protein concentration, returns and energy performance of bromegrass-alfafa mixtures. **Nutrient cycling in agroecosystems**, v. 62, n. 3, p. 219-237, 2002.

MANNETJE'T L. Measuring biomass of grassland. In: MANNETJE'T L; JONES, R. M. (Eds.) **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford: CAB International, 2000, p. 151-177.

MAPA-CONAB. Companhia Nacional do Abastecimento. **Estimativa da produtividade de grãos. Safras 2006/07-2007/08**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/sureg/RS/7prevprodutiv.pdf>> Acesso em 09 jun. 2008.

MARASCHIN, G. E. Sistemas de produção de leite em pastagens. In: Curso de atualização em pastagens, 1982, Cascavel, PR. **Anais**. Cascavel: OCEPAR, 1991. p.241-242

MATOS, L. L. **Produção de leite a pasto ou em confinamento?** Disponível em: <[http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_producao\\_leite\\_pasto\\_confinamento.htm](http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_producao_leite_pasto_confinamento.htm)> Acesso em 13 dez 2007.

MELLO, M. A. Perfil da atividade leiteira no Oeste catarinense. In: Seminário macro regional da atividade leiteira, I, 2000, Chapecó. **Anais**. Chapecó: EPAGRI, 2000. p. 25-37.

MITTELMANN, A; SOUZA SOBRINHO, F.; OLIVEIRA, J. S.; FERNANDES, S. B. V.; LAJÚS, C. A.; MIRANDA, M.; ZANATTA, J. C.; MOLETTA, J. L. Avaliação de híbridos comerciais de milho para utilização como silagem na Região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 684-690, 2005.

MONTEIRO, F.A.; WERNER, J.C. Ciclagem de nutrientes minerais em pastagens. In: Simpósio sobre ecossistema de pastagens, I, 1989, Jaboticabal. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, 1989, p. 149-192.

MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; PELISSARI, A.; ALVES, S. J.; LANG, C. R. Sistemas de integração lavoura-pecuária no Subtropical da América do Sul: exemplos do Sul do Brasil. In: Simpósio Internacional em Integração Lavoura-Pecuária, 2007, Curitiba, PR. **Anais**. Curitiba, UFPR, palestra 15, 1 CD-ROM.

MOOSO, G. D. and WEDIN, W. F. Yield dynamics of canopy components in alfafa-grass mixtures. In: **Agronomy Journal**, 82, Abstracts, 1990.

MUCK, R. E.; SHINNERS, K. J. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. International Grassland Congress, XIX, 2001, São Pedro. **Proceedings**. Piracicaba: FEALQ, 2001, p.753.

MUZZILLI, O.; OLIVEIRA, E. L.; CALEGARI, A. Manejo fertilidade do solo. **A cultura do milho no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1991, p.97-120.

NEUMANN, M.; SANDINI, I. E.; LUSTOSA, S. B. C.; OST, P. R.; ROMANO, M. A.; FALBO, M. K.; PANSERA, E. R. Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*Zea mays* L.) para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 3, p. 418-427, 2005.

NUSSIO, L. G. Milho e sorgo para produção de silagem. In: SANTOS, F. A., NUSSIO, L. G., SILVA, S. C. (Eds.) **Volúmosos para bovinos**. Piracicaba: FEALQ, 1993, p.75-177.

OLIVEIRA, E. de. Opções de forrageiras de entressafra e inverno em sistema de integração lavoura e pecuária. In: Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil, I, 2002, Pato Branco. **Anais**. Pato Branco: CEFET-PR, 2002, p.330.

OLIVEIRA, J. S.; SOUZA SOBRINHO, F.; PEREIRA, R. C.; MIRANDA, J. M.; BANYS, V. L.; RUGGIERI, A. C.; PEREIRA, A. V.; LEDO, F. S.; BOTREL, M. A.; AUAD, M. V. Potencial de utilização de híbridos comerciais de milho para silagem na Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 1, p. 62-71, 2003.

OLIVEIRA, J. S.; SOUZA SOBRINHO; PERES, R. M.; OLIVEIRA, P. S.; NUNES FILHO, S.; LANES, E. C. M.; ALMEIDA, E. J. D. Avaliação de cultivares de milho para silagem na região do Brasil Central. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43, 2006, João Pessoa. **Anais**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, p. 1-4.

OLIVEIRA, J. S.; SOUZA SOBRINHO, F.; REIS, F. A.; SILVA, G. A.; ROSA FILHO, S. N.; SOUZA, J. J. R.; MOREIRA, F. M.; PEREIRA, J. A.; FIRMINO, W. G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, n. 37, v. 1, p. 45-50, 2007.

PAIVA, L. E. **Influência de níveis de nitrogênio, espaçamento e densidade no rendimento forrageiro e qualidade da silagem de milho (*Zea mays* L.)**. 1992. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

PAPASTYLIANOU, I Effect of rotation system and N fertilizer on barley and vetch grown in various crop combinations and cycle lengths. In: **Journal of Agricultural Science**, 142, p. 41-48, 2004.

POWELL, J. M.; IKPE, F. N.; SOMDA, Z. C.; FERNÁNDEZ-RIVERA, S. Urine effects on soil chemical properties and the impact of urine and dung on pearl millet yield. **Experimental Agriculture**, v.34, n. 3, 259-276, 1998.

PRADO, H. do. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação e levantamento**. 2 ed. Piracicaba: H. do Prado, 2001, 220 p.

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

RIBEIRO, A. C.; MELLO, J. W. V.; NOVAIS, A. F. Propriedades físico-químicas do solo. In: **Curso de fertilidade e manejo do solo**. Brasília: ABEAS, 1996, p. 10; 43 (Módulo 3).

ROCHA, D. **Rebanho bovino atingirá 207 milhões de cabeças**. Disponível em: <<http://www.ambienteemfoco.com.br/?p=3914>> Acesso em 14/05/2007

RUSSELLE, M. P.; ENTZ, M.; FRANZLUEBBERS, A. J. Reconsidering integrated crop-livestock systems in North America. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, n. 2, p. 325-334, 2007.

SANGOI, L.; ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; MINETTO, T. J.; BISOTTO, V. Níveis de manejo na cultura do milho em dois ambientes contrastantes: análise técnico-econômica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1021-1029, 2003.

SANTOS, H. P.; FONTANELLI, R. S.; BAIER, A. C.; TOMM, G. A. **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 142 p.

SANTOS, E. V. A nova contribuição do sistema de plantio direto. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, v. 76, p. 28-34, 2003.

SHIMELL, D. S.; PARTON, W. J.; ADAMSEN, F. J.; WOODMANSEE, R. g.; SENFT, R. L. and STILLWELL, M. A. The role of cattle in the volatile loss of nitrogen from a shortgrass steppe. **Biogeochemistry**, v. 2, n. 1, p. 39-52, 1986.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L.; RAMBO, L. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 928-935, 2007.

SIMPSON, J. R. The transference of nitrogen from pasture legumes to an associated grass under several systems of management in pot culture. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 16, n. 6, p. 915-926, 1965.

SIQUEIRA, J.; FRANCO, A. A. F. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília: MEC, ABEAS, Lavras: ESAL, FAEPE, 1988. 236 p.

SLEUGH, B.; MOORE, K. J.; GEORGE, J. R. and BRUMMER, E. C. Binary legume-grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, n. 1, p. 24-29, 2000.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de química e fertilidade do solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

SOUZA, A. C.; CARVALHO, J. G.; VON PINHO, R. G.; CARVALHO, M. L. M. Parcelamento e época de aplicação de nitrogênio e seus efeitos em características agrônômicas do milho. **Ciencia e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 321-29, 2001.

TANAKA, D. L.; KRUPINSKY, J. M.; LIEBIEG, M. A.; MERRILL, S. D.; RIES, R. E.; HENDRIKCKSON, J. R.; JOHNSON, H. A. and HANSON, J. D. Dynamic cropping systems an adaptable approach to crop productions in the Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, n. 5, p. 957-961, 2002.

TRUJILLO, R. G. Milk production systems based on pasture in the tropics. In: Speedy, A.; Sansoucy, R. (Eds.), **Feeding Dairy Cows in the Tropics**. Rome, Italy, 1991, p. 156–168.

VALLIS, I.; HARPER, L. A.; CATCHPOOLE, V. R. and WEIER, K. L. Volatilization of ammonia from urine patches in a subtropical pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 33, n. 1, p. 97-107, 1982.

VILLELA, T. E. A. **Época de semeadura e de corte de plantas de milho para silagem**. 2001. 86 f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

YATES, C. J.; NORTON, D. A. and HOBBS, R. J. Grazing effects on plant cover, soil and microclimate in fragmented woodlands in south-western Australia: implications for restoration. **Austral Ecology**, v.25, n. 1, p. 36-47, 2000.

WILKINSON, S. R. and LOWERY, R. W. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. In: BUTTLER, G. W. and BALLEY, R. W. (Eds.). **Chemistry and biochemistry of herbage**. Vol. 2. New York: Academic Press, 1973. p. 247-315.

ZHONG, S. Y.; HALIN, Z.; YULIN, L. Spatial pattern of soil chemical properties in degraded sandy grassland under post-grazing natural restoration in Hoquin sandy land. **Acta Pedologia Sinica**, v. 41, n. 3, p. 369-374, 2004.

ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004, p.189-192.

## APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Resultados da produção total de matéria seca ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) obtidos no experimento, na fase da pastagem de inverno, submetida ao pastejo (com e sem) e a quatro níveis de nitrogênio: 0, 100, 200 e  $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ .

Pastejo	Tratamentos		Repetições		
	Níveis de Nitrogênio ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )		I	II	III
Com	0		5.235,37	7.123,05	5.301,42
	100		4.021,00	6.805,27	5.651,23
	200		5.965,40	7.034,36	7.119,88
	300		6.799,55	5.410,84	5.976,05
Sem	0		5.944,06	6.914,90	4.408,02
	100		7.264,69	6.942,94	5.596,79
	200		6.556,89	5.231,73	4.346,85
	300		6.739,45	5.873,56	7.642,97

APÊNDICE 2 - Análise de variância dos dados referentes à variável produção de matéria seca total ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) obtidos no experimento, na fase da pastagem de inverno, submetida ao pastejo (com e sem) e a quatro níveis de nitrogênio: 0, 100, 200 e  $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ .

Causas da variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	Número de observações
Blocos	2	876.749,90	8
Fator A	1	43.300,79 <sup>ns</sup>	12
Erro (a)	2	1.622.861,89	
Fator B	3	352.956,43 <sup>ns</sup>	6
Interação A*B	3	1.728.862,23 <sup>ns</sup>	3
Erro (b)	12	984.527,87	
Coefficiente de Variação (%)	16,32		
Qui-quadrado ( $\chi^2$ )	1,678		

<sup>ns</sup> Não significativo

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

APÊNDICE 3 – Resultados médios dos três períodos avaliados da taxa de acúmulo de matéria seca ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) obtidos nas parcelas pastejadas do experimento, na fase de pastagem de inverno, submetidas a quatro níveis de nitrogênio: 0, 100, 200 e 300  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N.

Tratamentos	Repetições			Média
	I	II	III	
CPN0	53,25	79,26	60,15	64,22
CPN100	38,04	67,04	52,51	52,53
CPN200	58,82	69,95	73,45	67,41
CPN300	67,82	55,20	58,85	60,61

CPN0 = Com Pastejo e 0  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N, CPN100 = Com Pastejo e 100  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N; CPN200 = Com Pastejo e 200  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N; CPN300 = Com Pastejo e 300  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N

APÊNDICE 4 - Análise de variância dos dados referentes à variável taxa de acúmulo de matéria seca ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) obtidos nas parcelas pastejadas do experimento, na fase de pastagem de inverno, submetidas a quatro níveis de nitrogênio: 0, 100, 200 e 300  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N.

Causas da variação	Graus De Liberdade	Quadrados médios	Número de observações por média
Blocos	2	108,1	
Fator A	1	123,5 <sup>ns</sup>	12
Erro		148,1	
Fator B	2	46,2 <sup>ns</sup>	6
Interação A*B	3	279,7 <sup>ns</sup>	3
Erro	3	94,8	
Coeficiente de Variação (%)	12	16,52	
Qui-quadrado ( $\chi^2$ )		2,266	

<sup>ns</sup> Não significativo

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

APÊNDICE 5 – Resultados da fitomassa residual ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) obtidos no experimento, na fase da pastagem de inverno, submetida ao pastejo (com e sem) e a quatro níveis de nitrogênio: 0, 100, 200 e 300  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N.

Pastejo	Tratamentos		Repetições		
	Níveis de Nitrogênio ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )		I	II	III
Com	0		2.631,34	900,67	1.662,58
	100		2.634,13	1.819,45	3.048,29
	200		3.039,86	1.161,76	719,88
	300		1.762,58	4.545,32	2.058,93
Sem	0		1.770,69	4.949,61	4.078,06
	100		7.268,72	7.029,66	5.289,01
	200		5.270,92	7.079,68	5.767,98
	300		7.915,07	8.401,89	7.137,83

APÊNDICE 6 - Análise de variância dos dados referentes à variável fitomassa residual ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) obtidos no experimento, na fase da pastagem de inverno, submetida ao pastejo (com e sem) e a quatro níveis de nitrogênio: 0, 100, 200 e 300  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N.

Causas da variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	Número de observações
Blocos	2	1.184.338,58	8
Fator A	1	88.068.277,09*	12
Erro (a)	2	1.505.043,36	
Fator B	3	7.489.486,40**	6
Interação A*B	3	2.825.664,20 <sup>ns</sup>	3
Erro (b)	12	1.242.087,78	
Coefficiente de Variação (%)	27,31		
Qui-quadrado ( $\chi^2$ )	2,938		

<sup>ns</sup> Não significativo

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

APÊNDICE 7 – Resultados dos parâmetros textura (% argila), pH, Índice SMP, fósforo ( $\text{mg dm}^3$ ) e potássio ( $\text{mg dm}^3$ ) na análise do solo das sub-parcelas dos blocos do experimento, após a fase da pastagem de inverno, submetida ao Fator A (com pastejo e sem pastejo) e ao Fator B, parcela sub-dividida sobre A (quatro níveis de nitrogênio: 0, 100, 200 e 300  $\text{kg.ha}^{-1}$  N), coletada em quatro profundidades (0 – 5 cm; 5 – 10 – cm; 10 – 15 cm e 15 – 20 cm).

Pastejo	Tratamentos		Textura % arg.	pH	Índice SMP	Fósforo ppm	Potássio $\text{mg dm}^3$	
	N pastagem ( $\text{kg.ha}^{-1}$ N)	Profundidade (cm)						
Com	0	0 – 5 cm	19	6,1	6,4	> 50,0	55,0	
			18	6,1	6,4	> 50,0	36,0	
			16	6,0	6,3	> 50,0	34,0	
			16	6,0	6,1	> 50,0	48,0	
	100	5 – 10 cm	16	6,2	6,4	> 50,0	63,0	
			18	6,1	6,4	> 50,0	108,0	
			16	6,1	6,3	> 50,0	171,0	
			16	6,2	6,3	> 50,0	30,0	
	200	10 – 15 cm	18	6,2	6,3	> 50,0	28,0	
			19	6,2	6,3	> 50,0	80,0	
			16	6,1	6,3	> 50,0	104,0	
			18	6,3	6,3	> 50,0	107,0	
	300	15 – 20 cm	16	6,2	6,3	> 50,0	20,0	
			16	6,2	6,3	> 50,0	66,0	
			17	6,3	6,4	> 50,0	64,0	
			16	6,4	6,4	> 50,0	107,0	
	Sem	0	0 – 5 cm	16	6,2	6,4	> 50,0	>45
				18	6,0	6,3	> 50,0	84,0
				16	6,0	6,2	> 50,0	61,0
				18	5,3	5,8	> 50,0	40,0
100		5 – 10 cm	17	6,3	6,4	> 50,0	59,0	
			17	6,0	6,2	> 50,0	50,0	
			17	6,1	6,0	> 50,0	32,0	
			16	5,4	6,0	> 50,0	70,0	
200		10 – 15 cm	17	6,3	6,2	> 50,0	132,0	
			17	6,2	6,4	> 50,0	108,0	
			17	6,2	6,3	> 50,0	155,0	
			18	5,7	6,0	> 50,0	46,0	
300		15 – 20 cm	16	6,3	6,2	> 50,0	98,0	
			17	6,4	6,4	> 50,0	68,0	
			20	6,3	6,1	> 50,0	139,0	
			18	5,7	6,1	> 50,0	56,0	

APÊNDICE 8 – Resultados da concentração de matéria orgânica (%), alumínio ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), cálcio ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), magnésio ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ) e sódio ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ) na análise do solo das sub-parcelas dos blocos do experimento, após a fase da pastagem de inverno, submetida ao Fator A (com pastejo e sem pastejo) e ao Fator B, parcela sub-dividida sobre A (quatro níveis de nitrogênio: 0, 100, 200 e 300  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{N}$ ), coletada em quatro profundidades (0 – 5 cm; 5 – 10 – cm; 10 – 15 cm e 15 – 20 cm).

Pastejo	Tratamentos		Matéria Orgânica %	Alumínio	Cálcio	Magnésio	Sódio	
	N pastagem ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{N}$ )	Profundidade (cm)						$\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$
Com	0	0 – 5 cm	7,0	0,0	5,3	2,0	0,696	
			100	0,0	4,8	2,0	0,609	
			200	0,0	5,3	1,9	0,739	
			300	0,0	4,9	1,9	0,522	
	100	5 – 10 cm	5,5	0,0	5,0	2,0	0,478	
			100	0,0	4,8	2,0	0,696	
			200	0,0	4,1	1,3	0,609	
			300	0,0	4,5	1,8	0,478	
	200	10 – 15 cm	5,0	0,0	4,5	1,8	0,522	
			100	0,0	4,4	1,6	0,565	
			200	0,0	5,3	1,9	0,565	
			300	0,0	4,6	1,9	0,696	
	300	15 – 20 cm	4,9	0,0	4,8	1,7	0,652	
			100	0,0	4,3	1,8	0,652	
			200	0,0	5,1	1,7	0,652	
			300	0,0	4,1	1,8	0,478	
	Sem	0	0 – 5 cm	5,8	0,0	4,5	1,9	0,522
				100	0,0	4,3	1,7	0,609
				200	0,0	6,9	1,5	0,347
				300	0,0	3,6	1,3	0,391
100		5 – 10 cm	4,9	0,0	4,6	2,0	0,391	
			100	0,0	4,3	1,6	0,565	
			200	0,0	4,0	1,6	0,348	
			300	0,0	3,3	1,1	0,565	
200		10 – 15 cm	7,4	0,0	4,1	1,7	0,565	
			100	0,0	4,1	1,8	0,478	
			200	0,0	3,8	1,4	0,391	
			300	0,0	3,2	1,0	0,739	
300		15 – 20 cm	5,7	0,0	4,1	1,6	0,652	
			100	0,0	3,9	1,5	0,348	
			200	0,0	3,8	1,3	0,391	
			300	0,0	3,5	1,3	0,565	

APÊNDICE 9 – Resultados da concentração de H + Al ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), soma de bases ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ), CTC ( $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ ) e saturação de bases na análise do solo das sub-parcelas dos blocos do experimento, após a fase da pastagem de inverno, submetida ao Fator A (com pastejo e sem pastejo) e ao Fator B, parcela sub-dividida sobre A (quatro níveis de nitrogênio: 0, 100, 200 e 300  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{N}$ ), coletada em quatro profundidades (0 – 5 cm; 5 – 10 – cm; 10 – 15 cm e 15 – 20 cm).

Tratamentos			H + Al	Soma de bases $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$	CTC	Saturação De bases %	
Pastejo	N pastagem ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{N}$ )	Profundidade (cm)					
Com	0	0 – 5 cm	2,75	7,51	10,26	73,20	
			100	6,96	9,71	71,68	
			200	7,36	10,45	70,43	
			300	6,98	10,87	64,21	
	100	5 – 10 cm	2,75	7,21	9,96	72,39	
			2,75	7,15	9,90	72,22	
			3,09	5,90	8,99	65,63	
			3,09	6,43	9,52	67,54	
	200	10 – 15 cm	3,09	6,43	9,52	67,54	
			3,09	6,26	9,35	66,95	
			3,09	7,52	10,61	70,88	
			3,09	6,85	9,94	68,91	
	300	15 – 20 cm	3,09	6,62	9,71	68,18	
			3,09	6,34	9,43	67,23	
			2,75	7,03	9,78	71,88	
			2,75	6,22	8,97	69,34	
	Sem	0	0 – 5 cm	2,75	6,57	9,32	70,49
				3,09	6,28	9,37	67,02
				3,47	5,59	9,06	61,70
				5,49	5,04	10,53	47,86
100		5 – 10 cm	2,75	6,79	9,54	71,17	
			3,47	6,09	9,56	63,70	
			4,36	5,72	10,08	56,75	
			4,36	4,64	9,00	51,56	
200		10 – 15 cm	3,47	6,20	9,67	64,12	
			2,75	6,23	8,98	69,38	
			3,09	5,64	8,73	64,60	
			4,36	4,39	8,75	50,17	
300		15 – 20 cm	3,47	6,02	9,49	63,44	
			2,75	5,61	8,36	67,11	
			3,89	5,50	9,39	58,57	
			3,89	5,00	8,89	56,24	

APÊNDICE 10 – Resultados das variáveis analisadas na cultura do milho em parcelas sub-sub-divididas com quatro níveis de adubação nitrogenada (1 = 0 kg.ha<sup>-1</sup> N, 2 = 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, 3 = 200 kg.ha<sup>-1</sup> N e 4 = 300 kg.ha<sup>-1</sup> N) após pastagem consorciada de inverno submetida aos fatores pastejo (1 = presença e 2 = ausência) e quatro níveis de adubação nitrogenada (1 = 0 kg.ha<sup>-1</sup> N, 2 = 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, 3 = 200 kg.ha<sup>-1</sup> N e 4 = 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

continua

1 Combinação	9 Matéria verde (kg.ha <sup>-1</sup> )
2 Repeticao	10 Peso espigas (kg.ha <sup>-1</sup> )
3 Fator A – Pastejo	11 MV pl + esp (kg.ha <sup>-1</sup> )
4 Fator B – N pastagem	12 MS (kg.ha <sup>-1</sup> )
5 Fator C – N milho	13 N° espigas.ha <sup>-1</sup>
6 Número de plantas	14 Peso médio espigas (g.espiga <sup>-1</sup> )
7 Altura da planta (m)	
8 Altura da espiga (m)	

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1	1	1	1	86	2,38	1,40	41554	15543	57098	13703	48913	0,318
2	1	2	1	1	1	83	2,25	1,27	28114	15065	43179	10593	49457	0,305
3	1	3	1	1	1	98	2,10	1,29	25738	10471	36209	9414	52049	0,201
4	2	1	1	1	2	83	2,28	1,28	28283	14783	43065	7938	50543	0,292
5	2	2	1	1	2	93	2,43	1,42	33098	16304	49402	12590	51630	0,316
6	2	3	1	1	2	96	2,26	1,27	33770	15967	49738	13526	59016	0,271
7	3	1	1	1	3	84	2,37	1,45	38440	14913	53353	12556	46196	0,323
8	3	2	1	1	3	102	2,53	1,50	46054	17511	63565	13771	57609	0,304
9	3	3	1	1	3	134	2,37	1,42	44444	22222	66667	15904	78472	0,283
10	4	1	1	1	4	61	2,13	1,11	38054	13207	51261	12384	53478	0,247
11	4	2	1	1	4	80	2,48	1,45	32674	14174	46848	11121	55652	0,255
12	4	3	1	1	4	135	2,17	1,20	53472	17639	71111	20530	63333	0,279
13	5	1	1	2	1	87	2,18	1,15	25065	15967	41033	11899	58152	0,275
14	5	2	1	2	1	108	2,21	1,24	33815	17685	51500	11470	69022	0,256
15	5	3	1	2	1	82	2,46	1,45	41698	11000	52698	12609	51042	0,216
16	6	1	1	2	2	99	2,67	1,70	40016	16690	56707	14234	56522	0,295
17	6	2	1	2	2	87	2,17	1,49	36087	15272	51359	10666	52717	0,290
18	6	3	1	2	2	65	2,53	1,47	32588	8140	40728	11093	36765	0,221
19	7	1	1	2	3	83	2,37	1,43	36674	14272	50946	14447	63202	0,226
20	7	2	1	2	3	80	2,60	1,58	39261	15359	54620	11039	52450	0,292
21	7	3	1	2	3	107	2,24	1,27	43214	8482	51696	13105	62143	0,136
22	8	1	1	2	4	83	2,35	1,37	34804	16826	51630	12384	57065	0,295
23	8	2	1	2	4	99	2,40	1,43	40060	17576	57636	12437	54348	0,323
24	8	3	1	2	4	84	2,26	1,24	52396	12813	65208	14937	47917	0,267
25	9	1	1	3	1	90	2,06	1,09	27174	11957	39130	9406	50000	0,239
26	9	2	1	3	1	63	2,15	1,12	17848	11228	29076	7448	38043	0,295
27	9	3	1	3	1	57	2,39	1,24	19098	9844	28943	6012	35656	0,276
28	10	1	1	3	2	100	2,39	1,41	26630	15207	41837	11060	66304	0,229
29	10	2	1	3	2	97	2,29	1,44	18054	9163	27217	6070	55978	0,164
30	10	3	1	3	2	60	2,46	1,49	35266	9959	45225	9374	34426	0,289

APÊNDICE 10 – Resultados das variáveis analisadas na cultura do milho em parcelas sub-sub-divididas com quatro níveis de adubação nitrogenada (1 = 0 kg.ha<sup>-1</sup> N, 2 = 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, 3 = 200 kg.ha<sup>-1</sup> N e 4 = 300 kg.ha<sup>-1</sup> N) após pastagem consorciada de inverno submetida aos fatores pastejo (1 = presença e 2 = ausência) e quatro níveis de adubação nitrogenada (1 = 0 kg.ha<sup>-1</sup> N, 2 = 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, 3 = 200 kg.ha<sup>-1</sup> N e 4 = 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

continua

1 Combinação	9 Matéria verde (kg.ha <sup>-1</sup> )
2 Repeticao	10 Peso espigas (kg.ha <sup>-1</sup> )
3 Fator A – Pastejo	11 MV pl + esp (kg.ha <sup>-1</sup> )
4 Fator B – N pastagem	12 MS (kg.ha <sup>-1</sup> )
5 Fator C – N milho	13 N° espigas.ha <sup>-1</sup>
6 Número de plantas	14 Peso médio espigas (g.espiga <sup>-1</sup> )
7 Altura da planta (m)	
8 Altura da espiga (m)	

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
31	11	1	1	3	3	80	2,40	1,36	28804	12957	41761	11446	44565	0,291
32	11	2	1	3	3	75	2,38	1,43	24620	10000	34620	8048	43478	0,230
33	11	3	1	3	3	63	2,51	1,58	33943	11402	45344	9038	40574	0,281
34	12	1	1	3	4	65	2,49	1,53	24457	10283	34739	7654	36413	0,282
35	12	2	1	3	4	96	2,58	1,55	34207	14967	49174	11364	52717	0,284
36	12	3	1	3	4	73	2,39	1,43	35492	9426	44918	11681	39754	0,237
37	13	1	1	4	1	74	2,28	1,28	24022	13913	37935	10166	51087	0,272
38	13	2	1	4	1	96	2,26	1,28	32152	18685	50837	11320	67391	0,277
39	13	3	1	4	1	63	2,12	1,07	17574	9967	27541	7381	34016	0,293
40	14	1	1	4	2	70	2,49	1,41	37033	15891	52924	13028	57609	0,276
41	14	2	1	4	2	79	2,42	1,51	31989	13457	45446	8761	47826	0,281
42	14	3	1	4	2	105	2,33	1,27	37778	20389	58167	14319	66667	0,306
43	15	1	1	4	3	101	2,49	1,47	39804	15609	55413	16626	59239	0,263
44	15	2	1	4	3	71	2,57	1,51	39886	18120	58005	10746	47826	0,379
45	15	3	1	4	3	102	2,55	1,52	43688	19488	63175	18955	67500	0,289
46	16	1	1	4	4	108	2,58	1,56	41935	19804	61739	12846	67935	0,292
47	16	2	1	4	4	93	2,49	1,44	39554	18283	57837	11858	54348	0,336
48	16	3	1	4	4	102	2,38	1,40	42465	16528	58993	12275	55556	0,298
49	17	1	2	1	1	89	2,47	1,42	15758	10364	26121	7382	36364	0,285
50	17	2	2	1	1	117	2,38	1,30	20788	13455	34242	9439	66667	0,202
51	17	3	2	1	1	104	2,30	1,34	38939	14208	41146	8184	58333	0,244
52	18	1	2	1	2	89	2,37	1,31	17970	9758	27727	7569	52533	0,179
53	18	2	2	1	2	89	2,37	1,30	32364	12879	45242	14603	56557	0,236
54	18	3	2	1	2	111	2,44	1,42	29729	18813	48542	11038	62500	0,301
55	19	1	2	1	3	84	2,44	1,42	38939	10727	29667	13655	54545	0,197
56	19	2	2	1	3	73	2,25	1,30	41394	10909	82303	18549	69697	0,157
57	19	3	2	1	3	107	2,36	1,40	43329	18708	51938	19069	58333	0,321
58	20	1	2	1	4	95	2,27	1,27	48788	12727	61515	14170	60606	0,210
59	20	2	2	1	4	106	2,54	1,41	43394	15939	59333	19082	57576	0,277
60	20	3	2	1	4	107	2,52	1,39	43833	19417	63250	16678	58333	0,333
61	21	1	2	2	1	100	2,23	1,38	18939	18061	37000	10408	57576	0,314
62	21	2	2	2	1	100	2,10	1,18	18788	13273	32061	9148	63636	0,209
63	21	3	2	2	1	54	2,29	1,26	11292	6417	17708	3940	29167	0,220

APÊNDICE 10 – Resultados das variáveis analisadas na cultura do milho em parcelas sub-sub-divididas com quatro níveis de adubação nitrogenada (1 = 0 kg.ha<sup>-1</sup> N, 2 = 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, 3 = 200 kg.ha<sup>-1</sup> N e 4 = 300 kg.ha<sup>-1</sup> N) após pastagem consorciada de inverno submetida aos fatores pastejo (1 = presença e 2 = ausência) e quatro níveis de adubação nitrogenada (1 = 0 kg.ha<sup>-1</sup> N, 2 = 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, 3 = 200 kg.ha<sup>-1</sup> N e 4 = 300 kg.ha<sup>-1</sup> N).

conclusão

1 Combinação	9 Matéria verde (kg.ha <sup>-1</sup> )
2 Repeticao	10 Peso espigas (kg.ha <sup>-1</sup> )
3 Fator A – Pastejo	11 MV pl + esp (kg.ha <sup>-1</sup> )
4 Fator B – N pastagem	12 MS (kg.ha <sup>-1</sup> )
5 Fator C – N milho	13 N° espigas.ha <sup>-1</sup>
6 Número de plantas	14 Peso médio espigas (g.espiga <sup>-1</sup> )
7 Altura da planta (m)	
8 Altura da espiga (m)	

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
64	22	1	2	2	2	100	2,46	1,38	31364	18758	50121	14591	57576	0,326
65	22	2	2	2	2	100	2,26	1,26	32242	15818	48061	15139	63636	0,249
66	22	3	2	2	2	57	2,49	1,45	14771	8438	23208	5532	31250	0,270
67	23	1	2	2	3	111	2,36	1,44	38970	19273	58242	14153	64848	0,297
68	23	2	2	2	3	95	2,06	1,12	32788	14545	47333	13666	51515	0,282
69	23	3	2	2	3	65	2,53	1,46	21250	10458	31708	8799	57500	0,182
70	24	1	2	2	4	95	2,32	1,40	32909	17333	50242	13361	54332	0,319
71	24	2	2	2	4	84	2,20	1,18	33758	15576	49333	14241	41728	0,373
72	24	3	2	2	4	69	2,27	1,32	25417	12688	38104	9952	47500	0,267
73	25	1	2	3	1	61	2,13	1,17	14727	10000	24727	6973	48485	0,206
74	25	2	2	3	1	83	2,02	1,16	33879	11212	45091	13378	51515	0,218
75	25	3	2	3	1	81	2,27	1,37	24750	11396	36146	7638	45833	0,249
76	26	1	2	3	2	83	2,20	1,24	18788	13273	32061	9114	48826	0,272
77	26	2	2	3	2	100	2,51	1,47	39515	16970	56485	12518	54204	0,313
78	26	3	2	3	2	96	2,34	1,29	29771	16854	46625	8898	52083	0,324
79	27	1	2	3	3	78	2,10	1,06	22121	16788	38909	6670	42040	0,399
80	27	2	2	3	3	134	2,37	1,34	42485	16273	58758	19487	56357	0,289
81	27	3	2	3	3	111	2,43	1,57	37604	19542	57146	12238	63819	0,306
82	28	1	2	3	4	72	2,31	1,28	27333	12061	39394	9917	42424	0,284
83	28	2	2	3	4	95	2,61	1,62	45455	14424	59879	19664	51515	0,280
84	28	3	2	3	4	81	2,37	1,44	33667	12167	45833	17090	47917	0,254
85	29	1	2	4	1	78	2,04	1,21	22182	14182	36364	10930	39394	0,360
86	29	2	2	4	1	112	2,27	1,34	28545	15576	44121	9887	72727	0,214
87	29	3	2	4	1	95	2,15	1,27	25364	14879	40242	9838	56061	0,265
88	30	1	2	4	2	61	2,27	1,31	20848	12485	33333	9302	33333	0,375
89	30	2	2	4	2	123	2,40	1,48	54121	18061	72182	22509	69697	0,259
90	30	3	2	4	2	95	2,33	1,40	37485	15273	52758	15587	51515	0,296
91	31	1	2	4	3	78	2,36	1,46	30424	13939	46364	11353	42424	0,329
92	31	2	2	4	3	67	2,28	1,34	36121	12788	44909	10181	36364	0,352
93	31	3	2	4	3	72	2,32	1,40	30273	13364	45636	10760	39394	0,339
94	32	1	2	4	4	123	2,56	1,39	38000	16667	50667	13855	66667	0,250
95	32	2	2	4	4	100	2,35	1,34	34424	17273	51697	13021	57576	0,300
96	32	3	2	4	4	112	2,45	1,37	36212	16970	57182	13194	62121	0,273

APÊNDICE 11 – Resultados da análise de variância das variáveis número de plantas, altura das plantas (m) e altura da espiga (m) na cultura do milho em parcelas sub-sub-divididas em quatro níveis de nitrogênio (Fator C: 0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N), sobre as sub-parcelas da pastagem com quatro níveis de nitrogênio (Fator B: 0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N) sobre as parcelas pastejadas e não pastejadas (Fator A) da pastagem de inverno.

Causas da variação	Quadrados médios				
	Graus De Liberdade	Número de plantas	Altura das plantas	Altura da espiga	Número de observações por média
Blocos	2	414,97	0,003	0,004	
Fator A	1	459,37 <sup>ns</sup>	0,038 <sup>ns</sup>	0,035 <sup>ns</sup>	48
Fator B	3	729,71 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	24
Interação A*B	3	256,49 <sup>ns</sup>	0,039 <sup>ns</sup>	0,011 <sup>ns</sup>	12
Erro (a)	14	722,27	0,025	0,024	
Fator C	3	174,57 <sup>ns</sup>	0,151 <sup>**</sup>	0,110 <sup>**</sup>	24
Interação A*C	3	70,736 <sup>ns</sup>	0,021 <sup>ns</sup>	0,024 <sup>ns</sup>	12
Interação B*C	9	330,72 <sup>ns</sup>	0,025 <sup>ns</sup>	0,026 <sup>*</sup>	6
Interação A*B*C	9	334,70 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>	3
Erro (b)	48	207,26	0,015	0,01	
Coeficiente de Variação		16,12 %	5,16 %	7,22 %	
Qui-quadrado ( $\chi^2$ )		23,286	22,13	26,209	

<sup>ns</sup> Não significativo; \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

APÊNDICE 12 – Resultados da análise de variância das variáveis matéria verde somente planta (t.ha<sup>-1</sup>), peso espigas (t.ha<sup>-1</sup>) e matéria verde total (planta + espigas) (t.ha<sup>-1</sup>) na cultura do milho em parcelas sub-sub-divididas em quatro níveis de nitrogênio (Fator C: 0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N), sobre as sub-parcelas da pastagem com quatro níveis de nitrogênio (Fator B: 0, 100, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> N) sobre as parcelas pastejadas e não pastejadas (Fator A) da pastagem de inverno.

Causas da variação	Quadrados médios				Número de observações por média
	Graus de Liberdade	Matéria verde planta (t.ha <sup>-1</sup> )	Peso Espigas (t.ha <sup>-1</sup> )	Matéria verde total (t.ha <sup>-1</sup> )	
Blocos	2	143959,1	9432,3	277222,6	
Fator A	1	270141,3 <sup>ns</sup>	123,9 <sup>ns</sup>	324859,4 <sup>ns</sup>	48
Fator B	3	209428,3 <sup>ns</sup>	40026,0 <sup>ns</sup>	378070,4 <sup>ns</sup>	24
Interação A*B	3	249428,8 <sup>ns</sup>	26900,7 <sup>ns</sup>	350284,3 <sup>ns</sup>	12
Erro (a)	14	107860,0	26642,7	186231,9	
Fator C	3	791494,4 <sup>**</sup>	20779,2 <sup>**</sup>	1132368,7 <sup>**</sup>	24
Interação A*C	3	9184,2 <sup>ns</sup>	1610,3 <sup>ns</sup>	28241,0 <sup>ns</sup>	12
Interação B*C	9	42101,1 <sup>ns</sup>	5375,3 <sup>ns</sup>	51465,2 <sup>ns</sup>	6
Interação A*B*C	9	28045,0 <sup>ns</sup>	10276,4 <sup>ns</sup>	60230,4 <sup>ns</sup>	3
Erro (b)	48	35693,0	4553,1	68759,4	
Coeficiente de Variação		18,24 %	14,79 %	17,62 %	
Qui-quadrado ( $\chi^2$ )		33,860	35,803	41,896	

<sup>ns</sup> Não significativo; \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

APÊNDICE 13 – Resultados da análise de variância das variáveis matéria seca ( $t \cdot ha^{-1}$ ), número de espigas ( $espigas \cdot ha^{-1}$ ) e peso médio das espigas ( $g \cdot espiga^{-1}$ ) na cultura do milho em parcelas sub-sub-divididas em quatro níveis de nitrogênio (Fator C: 0, 100, 200 e  $300 \text{ kg} \cdot ha^{-1} \text{ N}$ ), sobre as sub-parcelas da pastagem com quatro níveis de nitrogênio (Fator B: 0, 100, 200 e  $300 \text{ kg} \cdot ha^{-1} \text{ N}$ ) sobre as parcelas pastejadas e não pastejadas (Fator A) da pastagem de inverno.

Causas da variação	Quadrados médios				Número de observações por média
	Graus de Liberdade	Matéria Seca ( $t \cdot ha^{-1}$ )	Número de espigas. $ha^{-1}$	Peso médio espigas (g)	
Blocos	2	12024,5	105528,5	0,001	
Fator A	1	6572,2 <sup>ns</sup>	3375,8 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	48
Fator B	3	28644,1 <sup>ns</sup>	360413,3 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>	24
Interação A*B	3	19474,4 <sup>ns</sup>	156759,5 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	12
Erro (a)	14	22807,3	143037,8	0,004	
Fator C	3	79417,9 <sup>**</sup>	57780,7 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	24
Interação A*C	3	10570,0 <sup>ns</sup>	36285,6 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	12
Interação B*C	9	8824,5 <sup>ns</sup>	142145,5 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	6
Interação A*B*C	9	9441,3 <sup>ns</sup>	73762,2 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	3
Erro (b)	48	5813,8 <sup>ns</sup>	100950,6	0,002	
Coefficiente de Variação		20,17%	18,89%	14,77%	
Qui-quadrado ( $\chi^2$ )		42,208	41,94	29,45	

<sup>ns</sup> Não significativo

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade