

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

DESEMPENHOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DE UM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA COM A CULTURA DO MILHO E
ADUBAÇÃO NITROGENADA DE CAPINS DOS GÊNEROS *Panicum* E
Brachiaria SOB IRRIGAÇÃO NO CERRADO

CRISTIANO MAGALHÃES PARIZ
Zootecnista

Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI
Orientador

Prof. Dr. ANTONIO FERNANDO BERGAMASCHINE
Co-orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia/Unesp – Campus de Ilha Solteira, para
obtenção do título de Mestre em Agronomia.
Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira – SP
Fevereiro/2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

P234d

Pariz, Cristiano Magalhães.

Desempenhos técnicos e econômicos de um sistema de integração lavoura-pecuária com a cultura do milho e adubação nitrogenada de capins dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* sob irrigação no cerrado / Cristiano Magalhães Pariz. – Ilha Solteira : [s.n.], 2010.

153 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2010

Orientador: Marcelo Andreotti

Co-orientador: Antonio Fernando Bergamaschine

Bibliografia: p. 141-153

1. Plantio direto na palha. 2. Adubação nitrogenada. 3. Consórcios.
4. Custo operacional. 5. Produtividade agrícola.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Desempenhos técnicos e econômicos de um sistema de integração lavoura-pecuária com a cultura do milho e adubação nitrogenada de capins dos gêneros Panicum e Brachiaria sob irrigação no cerrado

AUTOR: CRISTIANO MAGALHÃES PARIZ
ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. CINIRO COSTA
Departamento de Melhor e Nutri Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu

Data da realização: 12 de fevereiro de 2010.

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais Luiz Carlos e Maria Estér que sempre me apoiaram, incentivaram, compreenderam e deram todas as condições necessárias para que eu pudesse alcançar meus objetivos. A vocês meu sincero e eterno amor, carinho e respeito.

Ao meu irmão Luciano, pelo carinho fraterno, vivências inesquecíveis que tornaram mais agradável cada dia da minha vida e por todo seu empenho e dedicação em sua profissão, sucesso.

Aos meus familiares, em especial avós Adelina e Antônia (in memorian); avôs Emiliano e José (in memorian), por todo amor, apoio, paciência, carinho, preocupação, saudades e disposição em ajudar durante estes anos.

*“Que nenhuma família comece em qualquer de repente.
Que nenhuma família termine por falta de amor”*

Pe. Zezinho em: Oração da Família

AGRADECIMENTOS

À Deus e a Nossa Senhora Aparecida (Padroeira do Brasil), por estarem presentes todos os dias e iluminarem meus caminhos;

Ao Prof. Dr. Marcelo Andreotti, pela orientação, amizade e empenho na realização deste e de outros trabalhos desenvolvidos durante a Graduação e a Pós-graduação;

Ao Prof. Dr. Antônio Fernando Bergamaschine, pela co-orientação, disposição e incentivo na realização deste e de outros trabalhos desenvolvidos durante a Graduação e a Pós-graduação;

À Faculdade de Engenharia (FE/Unesp) – Campus de Ilha Solteira, do qual tenho muito orgulho e me identifico, meus agradecimentos pela formação acadêmica, condições oferecidas e possibilidade de engrandecimento profissional; bem como, aos Departamentos de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos; Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia; Biologia e Zootecnia pelo apoio;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo auxílio financeiro concedido;

À Sementes Matsuda pelo fornecimento das sementes dos capins e à Monsanto do Brasil pelo fornecimento das sementes de milho utilizadas no presente trabalho;

Aos Professores Salatiér Buzetti, Morel de Passos e Carvalho, Luiz Malcolm Mano de Mello, Maria Aparecida Anselmo Tarsitano, Olair José Isepon, Marco Eustáquio de Sá, Edson Lazarini, João Antonio da Costa Andrade, Walter Veriano Valério Filho, Enes Furlani Junior, Antonio Carlos de Laurentiz, Marcos Chiquitelli Neto, Hélio Takachi Okuda, João B. Alves, Fernando Tadeu de Carvalho, Alexandre Ninhaus Silveira, bem como, os demais professores da FE/Unesp pela amizade, confiança e conhecimentos transmitidos ao longo desses anos;

Ao Professor Dr. Ciniro Costa da FMVZ/Unesp – Campus de Botucatu, por aceitar o convite para participar da comissão examinadora desta defesa de Mestrado;

Ao Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da FE/Unesp – Campus de Ilha Solteira, em especial, o diretor João Josué Barbosa pelo auxílio na normatização e elaboração da ficha catalográfica dessa Dissertação;

A todos os funcionários da FE/Unesp – Campus de Ilha Solteira, sendo em especial: Meire S. N. M. da Cruz e Zeneide R. de Campos (secretárias do Departamento de Biologia e Zootecnia), Sidival Antunes de Carvalho (técnico do laboratório de bromatologia), Selma (técnica do laboratório de análise genética de populações e silvicultura), Carlinhos e João (técnicos do laboratório de fertilidade do solo) e Simone (técnica do laboratório de análise de sementes) pela amizade e auxílio na realização de análises em seus respectivos laboratórios;

Aos integrantes e ex-integrantes da República Curva de Rio: Carlos Henrique Toso Mendes (Cowboy), Danilo Augusto Buschin (Kabotiã), Denisar Ulisses Júnior (Pernila), Halisson Sodre da Silva Vieira (Bebel), João Vitor Nogueira (Rufininho), José Henrique Pizzo (Pizzo), Lucas Rigodanzo (Pangaré), Luciano Coletti Furlan (Moe) e Raul Alves da Silva (Chanfro) e aos agregados Fernando Luis Veiga Fontoura (Xibungo) e Pablo Machado Moreira (Slot) pela amizade, dedicação, auxílio nos estudos e por todos os momentos de alegrias e dificuldades convvidos em um ambiente sempre harmonioso. A vocês, meus “irmãos”, além da gratidão, desejo-lhes muito sucesso daqui em diante;

Às mestrandas em Zootecnia da FCAV/Unesp – Câmpus de Jaboticabal Mariana Vieira Azenha e Marina Nogueira e ao Zootecnista Fabio Cruz de Mello Araújo, principalmente pela amizade, carinho e ajuda na implantação, coleta de dados e análises laboratoriais de vários experimentos, além da companhia em viagens durante todos esses anos, estando sempre juntos nos momentos técnicos (cursos e congressos) e nos passeios durante os mesmos;

Às colegas Amanda Failli Schiavinatti, Cleisy Ferreira do Nascimento, Fernanda Garcia do Santos, Francielli Aparecida Cavasano, Juliana Carla Fernandes, Larissa Mendonça Mendes, Lívia Maria Fermino de Souza, Milena Tarallo, Roberta de Aquino Gameiro e ao colega Nelson de Araújo Ulian, pela amizade, competência e inestimável ajuda nos experimentos do grupo de estágio sob orientação do Prof. Dr. Marcelo Andreotti;

Aos colegas de Mestrado e Doutorado, Ana Eliza da Silva Lima, Ana Paula Ribeiro, Carlos Alessandro Chioderoli, Cassia Maria de Paula Garcia, Cleiton Gredson Sabin Benett, Flavio Hiroshi Kaneko, Juliana Mariano Carvalho, Katiane Santiago Silva, Leandro Spegorin Marques, Leticia Lisbôa Oliveira, Luciano Seidi Chinen, Luiz Gustavo Ares Kabbach, Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho, Maria Cecília Cavallini, Nidia Raquel Costa, Ricardo Rossi, Roberta Leopoldo Ferreira, Ronaldo Cintra Lima, Ronaldo de Oliveira Casoti, Talita Breda Moretti e William Takao, pela convivência e amizade, além do clima profissional propiciado ao longo do curso;

A todos meus amigos de graduação e pós-graduação, que durante esses anos estiveram comigo e que não foram mencionados, mas foram de igual importância para tornar os dias mais agradáveis em todas as ocasiões aqui vividas;

Aos amigos da cidade de Franco da Rocha-SP que sempre me incentivaram para minha formação e nunca deixaram de manter contato durante o período em que estive ausente de minha cidade natal;

Enfim, a todos àqueles que mantiveram ótimos relacionamentos de amizade, bem como, aos que deram sua importante contribuição para minha formação acadêmica.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	21
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	23
2.1. Integração lavoura-pecuária (ILP) sob sistema plantio direto (SPD).	23
2.2. Estabelecimento de pastagens consorciadas com o milho em sistemas de ILP.....	25
2.3. Produtividade, composição bromatológica e índices SPAD e ICF de capins dos gêneros <i>Panicum</i> e <i>Brachiaria</i> submetidos à adubação nitrogenada.....	27
2.4. Formação de palhada para o SPD e decomposição dos resíduos vegetais.....	30
2.5. Produtividade do milho sobre palhada de forrageiras em SPD.....	32
2.6. Desempenho animal e economicidade de sistemas de ILP	34
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.1. Localização da área experimental e caracterização do local.....	38
3.2. Experimento I – Componentes da produção e produtividade da cultura do milho em duas épocas de consorciação com os capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis em SPD.....	39
3.2.1. Delineamento experimental e tratamentos.....	39
3.2.2. Híbrido de milho.....	40
3.2.3. Instalação e desenvolvimento do experimento no ano agrícola 2007/2008.....	40
3.2.4. Obtenção dos resultados.....	41
3.2.4.1. Determinação dos parâmetros de planta, componentes da produção e produtividade da cultura do milho.....	41
a) Entande final de plantas e número de espigas por hectare.....	41
b) Altura de plantas, altura de inserção da espiga principal e diâmetro basal do colmo.....	41
c) Comprimento da espiga principal, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos, massa de grãos por espiga e produtividade de grãos.....	42
3.2.5. Análise estatística.....	42
3.3. Experimento II – Produtividade, composição bromatológica e teor de clorofila (índice ICF) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após a consorciação com a cultura do milho, adubação nitrogenada e época de corte no inverno/primavera.....	42

	Página
3.3.1. Delineamento experimental e tratamentos.....	42
3.3.2. Desenvolvimento do experimento.....	43
3.3.3. Obtenção dos resultados.....	43
3.3.3.1. Determinação da produtividade de massa seca e porcentagem de matéria seca dos capins.....	43
3.3.3.2. Avaliação da eficiência de conversão do N-fertilizante em forragem.....	44
3.3.3.3. Determinação da composição bromatológica dos capins.....	44
3.3.3.4. Determinação do teor de clorofila (índice ICF) dos capins.....	44
3.3.3.5. Avaliação da decomposição da massa seca residual – MSR (palhada) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após a última época de corte.....	44
3.3.4. Análise estatística.....	45
3.4. Experimento III - Componentes da produção e produtividade da cultura do milho sobre a palhada dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio, adubação nitrogenada e épocas de corte no inverno/primavera.....	46
3.4.1. Delineamento experimental e tratamentos.....	46
3.4.2. Híbrido de milho.....	46
3.4.3. Instalação e desenvolvimento do experimento no ano agrícola 2008/2009.....	47
3.4.4. Obtenção dos resultados.....	47
3.4.4.1. Determinação dos parâmetros de planta, componentes da produção e produtividade da cultura do milho.....	47
a) Estande final de plantas e número de espigas por hectare.....	47
b) Altura de plantas, altura de inserção da espiga principal e diâmetro basal do colmo.....	47
c) Comprimento da espiga principal, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos, massa de grãos por espiga e produtividade de grãos.....	48
3.4.4.2. Teor de clorofila (índice ICF) e diagnose foliar....	48
3.4.5. Análise estatística.....	48

	Página
3.5. Desempenho econômico da cultura do milho consorciada com os capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis submetidos após a colheita de grãos à adubação nitrogenada e épocas de corte no inverno/primavera no ano agrícola 2007/2008 e da cultura do milho sobre a palhada desses capins no ano agrícola 2008/2009.....	49
3.5.1. Experimento I – Capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ou por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura com a cultura do milho no ano agrícola 2007/2008.....	49
3.5.2. Experimentos II e III – Adubação nitrogenada e épocas de corte dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis no inverno/primavera após o consórcio com a cultura do milho no ano agrícola 2007/2008 e semeadura da cultura do milho sobre a palhada desses capins no ano agrícola 2008/2009.....	50
3.5.3. Desempenho econômico da ILP sob SPD irrigado envolvendo os experimentos I, II e III.....	52
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1. Experimento I – Componentes da produção e produtividade da cultura do milho em duas épocas de consorciação com os capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis em SPD.....	53
4.2. Experimento II – Produtividade, composição bromatológica e teor de clorofila (índice ICF) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após a consorciação com a cultura do milho, adubação nitrogenada e épocas de corte no inverno/primavera.....	57
4.2.1. Produtividade de massa seca e porcentagem de matéria seca dos capins Tanzânia e Mombaça.....	58
4.2.2. Produtividade de massa seca e porcentagem de matéria seca dos capins Marandu e Ruziziensis.....	61
4.2.3. Eficiência de conversão do N-fertilizante em forragem (ECAN) e extração de N pelos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis.....	63
4.2.4. Teor de clorofila (índice ICF) e composição bromatológica dos capins Tanzânia e Mombaça.....	69
4.2.5. Teor de clorofila (índice ICF) e composição bromatológica dos capins Marandu e Ruziziensis.....	81
4.2.6. Decomposição da massa seca residual – MSR (palhada) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após a última época de corte.....	93
4.3. Experimento III - Cultura do milho sobre a palhada dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, adubação nitrogenada e épocas de corte no inverno/primavera.....	99

	Página
4.3.1. Componentes da produção e produtividade da cultura do milho.....	99
4.3.2. Teor foliar de clorofila (índice ICF) e diagnose foliar da cultura do milho.....	113
4.3.3. Correlação linear de atributos relacionados à decomposição da massa seca residual - MSR (palhada) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis com os teores foliares de clorofila (índice ICF), N foliar, parâmetros das plantas, componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho em sucessão.....	117
4.4. Desempenho econômico da cultura do milho (2007/2008) consorciada com os capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis submetidos após a colheita de grãos à adubação nitrogenada e épocas de corte no inverno/primavera e da cultura do milho sobre a palhada desses capins em 2008/2009.....	123
4.4.1. Experimento I – Capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ou por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura com a cultura do milho em 2007/2008.....	123
4.4.2. Experimento II – Adubação nitrogenada e épocas de corte dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis no inverno/primavera após o consórcio com a cultura do milho em 2007/2008.....	126
4.4.3. Experimento III – Cultura do milho (2008/2009) sobre a palhada dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho e adubação nitrogenada.....	133
4.4.4. Desempenho econômico da ILP sob SPD irrigado envolvendo os experimentos I, II e III.....	135
5. CONCLUSÕES.....	139
REFERÊNCIAS.....	141

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Custos operacionais (insumos e operações) para a obtenção do desempenho econômico da cultura do milho em consórcio com capins dos gêneros <i>Panicum</i> e <i>Brachiaria</i> . Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2007/2008.....	50
2. Custos operacionais (insumos e operações) para a obtenção do desempenho econômico de pastagens de <i>Panicum</i> e <i>Brachiaria</i> formadas após o consórcio com milho, adubadas com doses de N e submetidas a cortes e da cultura do milho em sucessão, semeada sobre a palhada dos capins. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	51
3. Parâmetros das plantas da cultura do milho em consórcio com capins dos gêneros <i>Panicum</i> e <i>Brachiaria</i> . Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2007/2008.....	53
4. Componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho em consórcio com capins dos gêneros <i>Panicum</i> e <i>Brachiaria</i> . Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2007/2008.....	55
5. Desdobramento das interações significativas dos teores médios de nutrientes digestíveis totais (NDT) e fibra em detergente neutro (FDN) do consórcio × dose de N e época de corte × dose de N nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	72
6. Desdobramento das interações dos teores de hemicelulose (HEM) do consórcio × época de corte e época de corte × dose de N nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	78
7. Matriz de correlação linear entre a produtividade de massa seca (PMS), a porcentagem de matéria seca (%MS), o índice ICF e a composição bromatológica dos capins Tanzânia e Mombaça. Selvíria/MS. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	79
8. Matriz de correlação linear entre a produtividade de massa seca (PMS), a porcentagem de matéria seca (%MS), o índice ICF e a composição bromatológica dos capins Marandu e Ruziziensis. Selvíria/MS. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	90
9. Comparação de médias e equações de regressão dos teores foliares de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	116
10. Comparação de médias e equações de regressão dos teores foliares de cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	118

Tabela	Página
11. Matriz de correlação linear entre atributos relacionados à decomposição de capins dos gêneros <i>Panicum</i> e <i>Brachiaria</i> e atributos da cultura do milho em sucessão. Selvíria/MS. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	117
12. Produtividade de grãos (sacas) e desempenho econômico da cultura do milho em consórcio com capins dos gêneros <i>Panicum</i> e <i>Brachiaria</i> . Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2007/2008.....	124

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Dados climáticos durante a condução dos experimentos. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2007 a 2009.....	39
2.	Produtividade de massa seca (PMS) dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	58
3.	Porcentagem de matéria seca (%MS) dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	60
4.	Produtividade de massa seca (PMS) dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	61
5.	Porcentagem de matéria seca (%MS) dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	63
6.	Eficiência de conversão do N-fertilizante em forragem (ECAN) em kg de massa seca/kg de N aplicado das pastagens de <i>Panicum</i> e <i>Brachiaria</i> formadas após o consórcio com milho, adubadas com doses de N e submetidas a cortes no inverno/primavera. 2008.....	64
7.	Extração de nitrogênio (N) pela colheita da parte aérea dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	66
8.	Extração de nitrogênio (N) pela colheita da parte aérea dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	67
9.	Teor de clorofila (índice ICF) nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	69
10.	Teor de proteína bruta (PB) nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	70
11.	Teores médios de nutrientes digestíveis totais (NDT) e fibra em detergente neutro (FDN) nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, sob épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	73
12.	Teor de fibra em detergente ácido (FDA) nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	74
13.	Teor de lignina nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	75

Figura	Página
14. Teor de celulose (CEL) nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	76
15. Relação do teor foliar de clorofila (índice ICF) com a produtividade de massa seca (PMS), a porcentagem de matéria seca (%MS) e o teor foliar de proteína bruta (PB) dos capins Tanzânia e Mombaça (n° de observações por capim = 128). Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	80
16. Teor de clorofila (índice ICF) nas folhas dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	81
17. Teor de proteína bruta (PB) nas folhas dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	82
18. Teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) nas folhas dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	84
19. Teor de fibra em detergente neutro (FDN) nas folhas os capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	85
20. Teor de fibra em detergente ácido (FDA) nas folhas dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	86
21. Teor de lignina nas folhas dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	87
22. Teor de celulose (CEL) nas folhas dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	88
23. Teor de hemicelulose (HEM) nas folhas dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	89
24. Relação do teor foliar de clorofila (índice ICF) com a produtividade de massa seca (PMS), a porcentagem de matéria seca (%MS) e o teor foliar de proteína bruta (PB) dos capins Marandu e Ruziziensis (n° de observações por capim = 128). Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	92
25. Relação lignina/N total na massa seca residual (MSR – rebrote de folhas e colmos) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, doses de N (parcelado em 4 cortes) e manejados após a última época de corte no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	94

Figura	Página
26. Decomposição da massa seca residual (MSR – rebrote de folhas e colmos) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, doses anuais de N e manejados após a última época de corte no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	96
27. Porcentagem de decomposição da massa seca residual (MSR – rebrote de folhas e colmos) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, doses anuais de N e manejados após a última época de corte no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	98
28. Altura de plantas (AP) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	100
29. Diâmetro basal de colmo (DBC) das plantas de milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	101
30. Altura de inserção da espiga principal (AIE) das plantas de milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	102
31. Estande final de plantas (EFP) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	103
32. Número de espigas por hectare (NE) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	105
33. Comprimento da espiga principal (CE) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	106
34. Número de grãos por espiga (NGE) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	107
35. Massa de 100 grãos (M100) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	108

Figura	Página
36. Massa de grãos por espiga (MGE) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	109
37. Produtividade de grãos (PG) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	110
38. Teor de clorofila foliar (índice ICF) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	113
39. Teor de nitrogênio foliar (N) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	115
40. Relação do teor foliar de clorofila (índice ICF) com a produtividade de grãos (PG) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	120
41. Relação entre os teores foliares de nitrogênio (N) e clorofila (índice ICF) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....	121
42. Custo operacional (operações e insumos) das pastagens de <i>Panicum</i> e <i>Brachiaria</i> formadas após o consórcio com o milho, adubadas com N e submetidas à cortes no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	127
43. Estimativas de produção de carne (@/ha) em pastagens de <i>Panicum</i> e <i>Brachiaria</i> formadas após o consórcio com o milho, adubadas com N e submetidas à cortes no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	128
44. Margem de contribuição (R\$/ha) utilizando estimativas de produção de carne em pastagens de <i>Panicum</i> e <i>Brachiaria</i> formadas após o consórcio com o milho, adubadas com N e submetidas à cortes no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	129
45. Custo operacional (operações e insumos), estimativas de produção de carne, margem de contribuição e índice de margem de contribuição (IMC) de pastagens de <i>Panicum</i> e <i>Brachiaria</i> formadas após o consórcio com o milho, adubadas com N e submetidas à quatro cortes no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.....	131

Figura	Página
<p>46. Produtividade (sacas/ha), receita bruta, margem de contribuição e índice de margem de contribuição (IMC) da cultura do milho em sucessão à pastagens de <i>Panicum</i> e <i>Brachiaria</i> formadas após o consórcio com milho, adubadas com N e submetidas à cortes no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.....</p>	134
<p>47. Custo operacional (operações e insumos), receita bruta, margem de contribuição e índice de margem de contribuição (IMC) da ILP sob SPD irrigado envolvendo o consórcio da cultura do milho com capins dos gêneros <i>Panicum</i> e <i>Brachiaria</i>; adubação nitrogenada da pastagem após a colheita de grãos (parcelada em 4 épocas de corte) no inverno/primavera; e cultura do milho em sucessão à pastagem. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2007 a 2009.....</p>	136

PARIZ, C.M. **Desempenhos técnicos e econômicos de um sistema de integração lavoura-pecuária com a cultura do milho e adubação nitrogenada de capins dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* sob irrigação no Cerrado.** 2010. 153f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.

Autor: Zootecnista Cristiano Magalhães Pariz

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Andreotti

Co-orientador: Prof. Dr. Antonio Fernando Bergamaschine

RESUMO

Na região do Cerrado, a integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto é uma das alternativas para elevar a produtividade e o desempenho econômico de sistemas agrícolas. O trabalho de pesquisa objetivou: 1) avaliar a produtividade de grãos da cultura de milho em épocas de consorciação com o *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria ruziziensis*; 2) avaliar a adubação nitrogenada dos capins após a colheita do milho em quatro épocas de corte no inverno/primavera quanto à produtividade de massa seca, a composição bromatológica, o índice ICF, a eficiência de conversão do N-fertilizante em forragem e a decomposição da palha após a última época de corte; 3) avaliar o efeito residual da adubação nitrogenada nos capins na cultura do milho em sucessão; 4) avaliar o desempenho econômico do milho consorciado, da pastagem adubada com nitrogênio, do milho em sucessão e do sistema como um todo, considerando o ganho de peso vivo médio diário de 0,2 e 0,6 kg/animal. Para atingir tais propósitos, foram conduzidos três experimentos sequenciais, durante os anos agrícolas de 2007/08 e 2008/09 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, da Faculdade de Engenharia - Unesp, Campus de Ilha Solteira, em um Latossolo Vermelho distroférrico em condições de cerrado, com histórico de cinco anos sob sistema plantio direto. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. No experimento I (2007/2008), os tratamentos foram constituídos de oito consórcios da cultura do milho com capins (semeado simultaneamente ou por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura) e do milho sem consorciação. No experimento II, após a colheita da cultura do milho (2007/2008), em esquema de parcelas subdivididas constituídas pela ausência e doses de 200, 400 e 800 kg/ha/ano de N na forma de ureia aplicada em cobertura (parceladas em quatro épocas de corte no inverno/primavera). No experimento III (2008/2009) foi avaliada a resposta da

cultura do milho em sucessão (sobre a palhada) dos capins implantados no experimento I e conduzidos no experimento II. Avaliou-se os componentes da produção e a produtividade de grãos (2007/2008 e 2008/2009) e o índice ICF (2008/2009) da cultura do milho; a produtividade de massa seca, a composição bromatológica, o índice ICF, a eficiência de conversão do N-fertilizante em forragem e a decomposição da palhada dos capins (2008), além do desempenho econômico do sistema. O capim Mombaça semeado simultaneamente à cultura do milho reduziu a produtividade de grãos em relação ao milho sem consorciação; o consórcio mais recomendado é com o capim-tanzânia, principalmente em semeadura simultânea. A adubação nitrogenada no inverno/primavera elevou a produtividade de massa seca e melhorou a composição bromatológica dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis, bem como, elevou a quantidade de resíduos (palha) depositados na superfície do solo, bem como, a produtividade de grãos da cultura do milho em sucessão e diminuiu a relação lignina/N total da palha, que aliada as altas temperaturas aceleraram a sua decomposição. A melhor eficiência de conversão do N-fertilizante em forragem foi obtida com a dose de 200 kg/ha/ano de N parcelada em quatro épocas de corte, sendo que os capins do gênero *Panicum* são mais eficientes nessa conversão. O teor de clorofila foliar (índice ICF) é um bom indicador da produtividade de massa seca e teor de proteína bruta nas folhas dos capins estudados; e da produtividade de grãos e teor de nitrogênio foliar da cultura do milho. A dose de 800 kg/ha/ano de N aplicada nos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis no inverno/primavera e as estimativas de produção de carne (@/ha) com ganho de peso vivo médio diário de 0,2 kg/animal foram economicamente inviáveis, enquanto que pelo possível fornecimento de N por meio da mineralização da matéria orgânica do solo em SPD consolidado, o desempenho econômico na ausência de adubação da pastagem foi semelhante às doses de 200 e 400 kg/ha/ano de N. A adubação nitrogenada (200 a 400 kg/ha/ano de N) da pastagem formada pelo consórcio com a cultura do milho na integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto irrigado é uma alternativa viável para elevar a produtividade de grãos e as estimativas de produção de carne, principalmente com animais de maior potencial genético para ganho de peso vivo médio diário (0,6 kg/animal), diminuindo a necessidade de abertura de novas áreas agrícolas.

Palavras-chave: decomposição da palhada em sistema plantio direto, eficiência de conversão do N-fertilizante, épocas de consorciação, margem de contribuição, produtividade de carne e grãos.

PARIZ, C.M. **Technical and economic performance of a crop-livestock integration system with corn crop and nitrogen fertilization on *Panicum* and *Brachiaria* grasses under irrigation in the “Cerrado” conditions.** 2010. 153p. Dissertation (Master Science in Agronomy – Production Systems) – College of Engineering, São Paulo State University, Ilha Solteira City, 2010.

Author: Animal Scientist Cristiano Magalhães Pariz

Adviser: Prof. Marcelo Andreotti

Co-adviser: Prof. Dr. Antonio Fernando Bergamaschine

ABSTRACT

In the Brazilian “Cerrado” conditions, the crop-livestock integration under no-tillage system is an alternative to increase the yield and the economic performance of agricultural systems. The present work aimed: 1) to evaluate corn grain yield under different intercropping times with *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria ruziziensis*; 2) to evaluate the nitrogen fertilization of the grasses after the corn harvest in four seasons cut in the winter/spring, considering the dry mass yield, chemical composition, ICF index, conversion efficiency of N-fertilizer on forage and the straw decomposition in “Litter-bags” after the last season of cut; 3) to evaluate the residual effect of nitrogen fertilization on grasses in corn crop in succession; 4) to evaluate to economic performance of corn intercropped, pasture fertilized with nitrogen, the corn crop in succession and the crop-livestock integration system as a whole, considering the daily weight gain of 0.2 and 0.6 kg/animal. To reach these purposes, they were conducted three sequenced studies during the 2007/2008 and 2008/2009 growing seasons, at Experimental Station from College of Engineering in Ilha Solteira, São Paulo State, Brazil, in a Red Latosol (Oxisol) in “Cerrado” conditions, with a history of five years under no-tillage system. The experimental design was a completely randomized block, with four replicates. In the experiment I (2007/2008), the treatments consisted of eighth methods for growing corn intercropped with *Panicum maximum* cv. Tanzania, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, and *Brachiaria ruziziensis*, sown simultaneously or at time of side dressing nitrogen fertilization, besides single grown corn. In the experiment II, after the corn harvest (2007/2008), in split-plot scheme was applied urea at side dressing (200, 400 and 800 kg/ha/year of nitrogen) and an addition treatment in the absence of nitrogen fertilization, divided the rates in four seasons cut in the winter/spring. In the experiment III (2008/2009) it

was evaluated the response of corn crop in succession (over the straw) of grass implanted in the experiment I and conducted in the experiment II. They were evaluated the production components and the grain yield (2007/2008 and 2008/2009) and the ICF index (2008/2009) of corn crop; the dry mass yield, chemical composition, ICF index, conversion efficiency of N-fertilizer on forage and the grasses straw decomposition (2008), and the economic performance of the system. The *Panicum maximum* cv. Mombaça sown simultaneously with the corn crop decreased the grain yield, in relation to single grown corn; the consortium most recommended is with *Panicum maximum* cv. Tanzania, mainly sown simultaneously. The nitrogen fertilization in the winter/spring increased the dry mass yield and improved the chemical composition of *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria ruziziensis*, and increased the straw deposited on the soil surface and the grain yield of corn crop in succession and decreased the lignin/N ratio of straw, which combined the high temperatures accelerate the straw decomposition. The best conversion efficiency of N-fertilizer on forage was obtained with 200 kg/ha/year of nitrogen split in four seasons of cut, and the *Panicum* grasses were more efficient in this conversion. The leaf chlorophyll content (ICF index) is a good indicator of the dry mass yield and leaf crude protein content of grasses studied; and the grain yield and leaf nitrogen content of corn crop. The 800 kg/ha/year of nitrogen rate applied in the *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria ruziziensis* in spring/winter and the meat production estimates (@/ha) with daily weight gain of 0.2 kg/animal were economically unviable, while the possible supply of nitrogen through the organic matter soil mineralization under consolidated no-tillage system, the economic performance in the absence of pasture nitrogen fertilization was similar to 200 and 400 kg/ha/year of nitrogen rates. The pasture nitrogen fertilization (200 a 400 kg/ha/year of N) formed by intercropped with the corn crop in crop-livestock integration under irrigated no-tillage system is a viable alternative to increase the grain yield and the meat production estimates, mainly using animals with high genetic potential for daily weight gain (0.6 kg/animal), reducing the need for new agricultural areas.

Keywords: straw decomposition in no-tillage system, conversion efficiency of N-fertilizer on forage, times of intercrop, contribution margin, meat and grain yield.

1. INTRODUÇÃO

A maior limitação para a sustentabilidade do sistema plantio direto (SPD) na região do Cerrado é a baixa produção de palhada no período de outono a primavera, em razão das baixas disponibilidades hídricas e temperaturas elevadas, caracterizando essas regiões como de inverno quente e seco. Assim, devido à rápida decomposição da palhada das culturas de verão e a alta probabilidade de insucesso das culturas outonais (safrinha), muitas áreas ficam ociosas durante sete meses do ano e com baixa cobertura vegetal, comprometendo a viabilidade e sustentabilidade do SPD.

Uma visão objetiva e sucinta da pecuária de corte tradicional no Cerrado indica que a produção de forragem e, conseqüentemente, a produção animal são baixas e bastante aquém do potencial das gramíneas forrageiras tropicais. Visto que o potencial da forrageira não é o fator limitante, a baixa produtividade do sistema reflete a inadequação do ambiente de produção, particularmente com relação à fertilidade do solo e ao manejo do pastejo.

Como alternativa para essas dificuldades, iniciou-se o consórcio de culturas graníferas (milho, sorgo, milheto, arroz e soja), com forrageiras tropicais, principalmente do gênero *Panicum* e *Brachiaria* em áreas de lavoura, com solo parcial ou devidamente corrigido. No entanto, o conhecimento do comportamento das espécies na competição por fatores de produção torna-se de grande importância para o êxito na formação da pastagem e produtividade satisfatória da cultura de grãos. Assim, a produção de forragem no período seco, pode até promover ganho de peso dos animais, e produção de palhada para o SPD, sem a necessidade de semeadura de plantas de cobertura em inverno/primavera.

Dos nutrientes considerados essenciais ao desenvolvimento das forrageiras, o nitrogênio é um dos que promove os maiores aumentos da produção de forragem, sendo que a necessidade desse nutriente é maior após o desenvolvimento inicial da gramínea, pois

ocorrem diversas alterações fisiológicas, como o número, tamanho, massa e taxa de aparecimento de perfilhos e folhas e alongamento do colmo, além de ser necessário à síntese de ácidos nucléicos, proteínas, hormônios, clorofila e vários outros compostos essenciais ao desenvolvimento das plantas.

Considerando que no consórcio pode ocorrer competição pelo nitrogênio entre a planta produtora de grãos e a forrageira, o manejo adequado da adubação nitrogenada pode atender a demanda pelo elemento nos estádios cruciais da cultura produtora de grãos. Contudo, estudos relacionados ao manejo da adubação nitrogenada nesse sistema de produção são escassos.

Assim, o estudo da adubação nitrogenada nos capins como forma de minimizar o efeito da imobilização de nitrogênio para a cultura granífera em sucessão é de suma importância, podendo, ainda, aumentar a produção de forragem e a produção animal, principalmente quando aplicada após a colheita da cultura de grãos. Nesse contexto, o emprego do medidor portátil de clorofila, equipamento que permite medições instantâneas do teor de clorofila na folha por meio dos índices SPAD ou ICF, constitui alternativa promissora para avaliação do teor de N nas plantas, possibilitando o manejo mais eficiente da adubação nitrogenada. Além disso, é possível a sincronização da aplicação do N com a época de demanda do nutriente pela planta. Entretanto, o número de informações com forrageiras tropicais é muito pequeno.

Enfatiza-se que há reduzido número de pesquisas sobre sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) no Brasil, principalmente pelas dificuldades metodológicas na avaliação das interações solo-animal-planta. Além disso, no geral, para se obter resultados coerentes, torna-se necessário longa duração e ocupação de áreas extensas. Nesse sentido, há necessidade de intensificação de pesquisas interdisciplinares sobre esse tema, contemplando diferentes espécies forrageiras e de culturas agrícolas, categorias animais, sistemas de pastejo e características edafoclimáticas.

Diante do exposto, o trabalho de pesquisa objetivou: 1) avaliar a produtividade de grãos da cultura de milho em épocas de consorciação com o *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria ruziziensis* em SPD irrigado; 2) avaliar a adubação nitrogenada dos capins após a colheita do milho em quatro épocas de corte no inverno/primavera quanto à produtividade de massa seca, a composição bromatológica, o índice ICF e decomposição da massa seca residual após a última época de corte; 3) avaliar o efeito residual da adubação nitrogenada nos capins na cultura do milho em sucessão; 4) avaliar o desempenho econômico do milho consorciado, da pastagem e do milho em sucessão e do sistema de ILP como um todo, considerando o ganho de peso vivo médio diário de 0,2 e 0,6 kg/animal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Integração lavoura-pecuária (ILP) sob sistema plantio direto (SPD)

Uma definição consensual de ILP proposta por pesquisadores da Embrapa Gado de Corte, Embrapa Cerrados, Embrapa Milho e Sorgo e Embrapa Arroz e Feijão, que trabalham com sistemas de ILP seria a seguinte: “*Integração lavoura-pecuária* são sistemas produtivos de grãos, carne, leite, lã, e outros, realizados na mesma área, em plantio simultâneo, sequencial ou rotacionado, onde se objetiva maximizar a utilização, os ciclos biológicos das plantas, animais, e seus respectivos resíduos, aproveitar efeitos residuais de corretivos e fertilizantes, minimizar e otimizar a utilização de agroquímicos, aumentar a eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão-de-obra, gerar emprego e renda, melhorar as condições sociais no meio rural, diminuir impactos ao meio ambiente, visando a sustentabilidade” (MACEDO, 2009). Assim, a ILP tem se tornado opção vantajosa, proporcionando ganhos mútuos ao produtor, principalmente nas regiões de Cerrado (LANDERS, 2007).

No passado, a integração da produção de grãos com a atividade pecuária limitava-se a restritas opções. Hoje, contudo, já existem inúmeras ofertas tecnológicas aplicáveis aos mais diversos anseios e situações socio-econômicas dos produtores. A ILP pode ser feita pelo consórcio, sucessão ou ainda rotação de culturas anuais com forrageiras, sendo que os objetivos na atividade pecuária vão desde a recuperação de pastagens degradadas, a manutenção de altas produtividades das pastagens e, principalmente, a produção forrageira na entressafra, enquanto que na exploração lavoureira, objetiva-se a quebra do ciclo de pragas, doenças e plantas daninhas, redução via supressão física ou alelopática, de doenças das plantas cultivadas com origem no solo, melhoria na conservação de água, redução na variação da temperatura no solo e a possibilidade de agregar valor ao sistema (KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003).

A utilização do SPD é uma tecnologia crescente, sendo que em 2003 na região dos Cerrados brasileiros, já representava 40,78% dos sistemas de cultivo. Acredita-se que esse percentual já tenha ultrapassado os 65% em 2008/2009 (MACEDO, 2009). O grande avanço se deu pelas vantagens comparativas entre o SPD e os sistemas tradicionais, em termos agronômicos, econômicos e ambientais. A adoção do SPD em sua plenitude, nas diversas condições climáticas e edáficas, no entanto, é altamente dependente de culturas adequadas para a produção e manutenção de palha sobre o solo, para que o sistema seja eficiente e vantajoso. Várias culturas têm sido utilizadas e testadas para cobertura de solo, rotação, e pastejo no outono-inverno, e entre as mais promissoras estão: o milho, o milheto, o sorgo granífero e o forrageiro, o nabo forrageiro e as gramíneas forrageiras tropicais, consorciadas ou não, sobretudo as braquiárias.

A degradação das pastagens, o monocultivo da soja em áreas extensas, a pressão social sobre a terra, dívidas financeiras, preços de insumos e produtos e competição global, vem exigindo, cada vez mais eficiência dos produtores. Nesse sentido, sistemas de ILP podem ser promissoras alternativas na recuperação de pastagens degradadas e realização de agricultura sob SPD, visando a produção de palhada, melhoria das propriedades do solo, uso racional de insumos, máquinas, equipamentos e mão-de-obra, empregos e aumento de renda no campo, além de diversificar a produção e o fluxo de caixa dos produtores (MACEDO, 2009).

De acordo com Pariz et al. (2009), apesar das vantagens que esse sistema pode proporcionar em relação a sistemas não-integrados de produção, seu sucesso depende de adequado conhecimento sobre o sistema como um todo. Conforme Kluthcouski; Stone (2003), o manejo da propriedade deve ser realizado com o objetivo de obtenção de elevadas produtividades, seja no componente animal como no vegetal. Sistemas que envolvem a interação solo-planta-animal são mais complexos do que sistemas que envolvem somente a interação solo-planta. Esse conhecimento deve servir de subsídio para o planejamento das ações a serem desenvolvidas nas propriedades.

Nesse contexto, de acordo com Balbinot Júnior et al. (2009), sistemas de ILP pressupõe a prática de cinco fundamentos básicos: 1) Correção da acidez e fertilidade do solo; 2) Uso do SPD; 3) Rotação de culturas; 4) Uso de genótipos de animais e vegetais melhorados que apresentem produtividade elevada com parâmetros qualitativos e de rusticidade desejados; e 5) Manejo correto da pastagem, principalmente em termos de adubação e altura da pastagem.

A manutenção do solo estruturado e coberto com plantas vivas ou com palha é fator chave para que o solo suporte a ação mecânica do pisoteio de animais, sem que haja compactação. Por um lado, a palha dissipa parte da energia do impacto mecânico do pisoteio

(BRAIDA et al., 2006); por outro lado, o solo estruturado possui maior resistência à deformação plástica decorrente da aplicação de cargas sobre a superfície.

Como em qualquer sistema de produção vegetal, a rotação de culturas é imprescindível para a sustentabilidade de sistemas de ILP, pois melhora a qualidade e a conservação do solo, reduz a incidência de pragas, doenças e plantas daninhas e aumenta a diversificação temporal da exploração econômica na propriedade rural.

O manejo apropriado da pastagem é fator imperativo para o sucesso de sistemas de ILP. Em relação à adubação, é inegável que a maioria das espécies forrageiras exibe elevada resposta produtiva frente à melhoria da disponibilidade de nutrientes. A deficiência de nitrogênio limita a produtividade de massa seca, principalmente em gramíneas (GARAY et al., 2004). Além disso, a adubação nitrogenada pode melhorar o desempenho de culturas semeadas em sucessão, devido ao aproveitamento de N residual, como observado em trabalho desenvolvido por Assmann et al. (2003). Além do nitrogênio, têm sido comum pastagens com deficiência de fósforo e potássio.

Cada espécie forrageira apresenta altura adequada de pastejo, dependendo das suas características morfofisiológicas. Em alturas de plantas muito elevadas, há reduzidos teores de proteína bruta e energia e elevado teor de fibra bruta, o que reduz o consumo e a digestibilidade da forragem, além de haver perda de folhas e caules devido à senescência, reduzindo o nível de utilização da pastagem pelos animais (PIRES, 2006). Por outro lado, pastagem super pastejada exibe reduzido índice de área foliar (IAF), o que compromete a interceptação de radiação solar pelo dossel e, conseqüentemente, há redução da fotossíntese líquida da pastagem e comprometimento da rebrota. Além disso, pastagens que apresentam baixa cobertura do solo devido ao pastejo excessivo permitem infestações de plantas daninhas e ocorrência de erosão hídrica (BALBINOT JÚNIOR et al., 2009)..

De acordo com Macedo (2009), as estatísticas sobre áreas utilizadas com sistemas de ILP são precárias, e não se tem a dimensão correta de sua extensão. Estima-se que aproximadamente 5% da área de culturas anuais já pratique em algum grau essa tecnologia. Regiões no País que se destacam estão em Maracaju-MS, Rio Verde-GO, Campo Mourão-PR e Rondonópolis-MT; enquanto que iniciativas se destacam em Luis Eduardo Magalhães-BA, Uberlândia-MG, Pedro Afonso-TO e Assis-SP.

2.2. Estabelecimento de pastagens consorciadas com o milho em sistemas de ILP

A degradação das pastagens ao longo dos anos têm sido um dos grandes problemas para a atividade pecuária, por ser desenvolvida em pastagens mal formadas, afetando a

sustentabilidade desse sistema de produção, sendo que aproximadamente 80 milhões de hectares de pastagens do Brasil são ocupados com o capim-marandu, representando aproximadamente 70% das pastagens cultivadas no país, formando extensos monocultivos, especialmente na região de cerrado (LANDERS, 2007).

Devido aos grandes investimentos necessários para a formação, recuperação e reforma de pastagens, têm-se buscado diversas técnicas visando a diminuição desses investimentos (JAKELAITIS et al., 2005). A ILP tem se tornado opção vantajosa, beneficiando duas atividades de importância econômica (produção de grãos e pecuária), proporcionando ganhos mútuos ao produtor, principalmente nas regiões do bioma Cerrados (LANDERS, 2007).

Aidar; Rodrigues; Kluthcouski (2003), relataram que na maior parte da região do Cerrado brasileiro, as áreas utilizadas para produção de grãos permanecem em pousio aproximadamente oito meses, quando adota-se apenas uma safra por ano agrícola, em virtude das condições climáticas no início do outono, principalmente no tocante à deficiência hídrica. Em regiões onde é possível o cultivo de safrinha, pode-se optar pela produção de culturas forrageiras na entressafra em sucessão à cultura anual de verão, sendo semeada em fevereiro-março, como por exemplo as culturas do milho safrinha ou do sorgo. Pode-se optar ainda pelo cultivo consorciado da planta forrageira anual com a espécie perene, objetivando a produção de forragem no inverno e a formação de cobertura morta para a próxima estação chuvosa (KLUTHCOUSKI et al., 2000). Assim, o consórcio de milho com forrageiras perenes no verão é uma opção para produção de forragem do outono à primavera (KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003), em que o corte dessa para fornecimento como volumoso aos animais, é uma alternativa ao invés de armazená-las na forma de silagem.

Em áreas de lavoura com solos devidamente corrigidos, foi preconizado o sistema consorciado de culturas graníferas com forrageiras tropicais, principalmente as dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. O consórcio é estabelecido anualmente, podendo ser implantado simultaneamente à semeadura da cultura anual, ou cerca de 10 a 20 dias após a emergência desta (KLUTHCOUSKI et al. 2000), e o conhecimento do comportamento das espécies, na competição por fatores de produção, evita que a competição existente entre as espécies inviabilize o cultivo consorciado (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003). Tal sistema tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores (KLUTHCOUSKI et al., 2000; KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003; JAKELAITIS et al. 2005; ALVARENGA et al., 2006; BORGHI, 2007; BORGHI; CRUSCIOL, 2007), os quais relataram que, na maioria dos estudos, a presença da forrageira não afetou a produtividade de grãos de milho. Kluthcouski; Aidar (2003) verificaram também, que na maioria dos locais, ocorreram tendências ao aumento de

produtividade no sistema consorciado, provavelmente em função da não aplicação de herbicida gramínico em pós-emergência, reduzindo possíveis efeitos fitotóxicos.

De maneira geral, as gramíneas forrageiras tropicais apresentam lento acúmulo de massa seca da parte aérea até 50 dias após a emergência, enquanto a maioria das culturas anuais sofre influência por competição nesse período (TSUMANUMA, 2004). No caso do cultivo consorciado, os resultados de pesquisa tem possibilitado constatar que a competição da planta forrageira com o milho pode ser amenizada com a utilização de sub-doses de herbicidas pós-emergentes, como Nicosulfuron (JAKELAITIS et al., 2004), ou ainda por meio da semeadura da mistura das sementes do capim-Marandu com fertilizante de semeadura em maiores profundidades que as sementes da cultura produtora de grãos (KLUTHCOUSKI et al., 2000). Outro modo de diminuir consideravelmente a competitividade entre as espécies quando consorciadas tem sido a semeadura da planta forrageira por ocasião da adubação de cobertura ou após a emergência do milho (TSUMANUMA, 2004; JAKELAITIS et al., 2004).

Assim, pode-se afirmar que no geral, os resultados estão associados à combinação de vários fatores, como população da forrageira (KLUTHCOUSKI et al., 2000), arranjos de semeadura (espaçamento entrelinhas) (BORGHI; CRUSCIOL, 2007), época de implantação (TSUMANUMA, 2004), plantas daninhas e aplicação de herbicidas (JAKELAITIS et al., 2005), fertilidade do solo e condições hídricas (ALVARENGA et al., 2006).

2.3. Produtividade, composição bromatológica e índices SPAD e ICF de capins dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* submetidos à adubação nitrogenada

O nitrogênio é um dos elementos minerais mais limitantes da produtividade de massa seca dos capins destinados a pastejo, colheita como forragem ou simplesmente cobertura morta, onde fatores como excesso na lotação animal e superpastejo, prejudicam o estabelecimento e a duração das pastagens, principalmente no tocante à atividade extensiva (VILELA et al., 2004). Porém, o manejo e a dinâmica do nutriente no solo e na planta tornam-se mais importantes do que a dose a ser aplicada.

De acordo com Cantarella (2007), dentre as principais características peculiares do nitrogênio, pode-se citar sua grande mobilidade no solo, as transformações mediadas por microrganismos, a possibilidade de perdas por volatilização e/ou lixiviação e o baixo efeito residual no solo, sendo que a fonte natural de nitrogênio no solo é a matéria orgânica, a qual transforma o referido elemento da forma orgânica em mineral após mineralização, mediante ação de microrganismos decompositores.

De acordo com Martha Júnior; Vilela; Barcellos (2006), a eficiência de conversão do N-fertilizante em forragem, em pastagens de gramíneas tropicais na região do Cerrado, é em média de 26 kg de massa seca/kg de N aplicado, podendo, contudo, chegar a 83 kg de massa seca/kg de N, sendo que as maiores eficiências médias observadas foram para as doses de até 150 kg/ha/ano de N. Nascimento Júnior et al. (2003), afirmaram que a possibilidade de resposta das pastagens à adubação nitrogenada, situa-se na faixa de 400 a 800 kg/ha de N, com eficiências de 40 a 70 kg de massa seca/kg de N aplicado.

Na literatura, a relação entre adubação nitrogenada e FDA é inconsistente. Barros et al. (2002) obtiveram aumento de 0,075 g/kg de massa seca no teor de FDA por kg de N aplicado. Por outro lado, Costa et al. (2004) verificaram menores teores de FDA no capim-Tanzânia na época das águas com a aplicação de 450 kg/ha de N, em comparação a 300 e 150 kg/ha de N, que não diferiram entre si.

Cecato et al. (2004), com a aplicação de quantidades crescentes de N não constataram melhorias na digestibilidade *in vitro* da massa seca do capim-Marandu, muito embora, tenha promovido redução da FDN e FDA. No mesmo trabalho, a aplicação de doses crescentes de N (até 600 kg/ha) proporcionou incremento nos teores de PB na forragem, sendo os maiores no período de verão, independente da menor relação lâmina foliar/colmo. Resultados semelhantes aos descritos anteriormente foram obtidos por Costa et al. (2007), em Latossolo Vermelho Eutrófico textura argilosa, avaliando o capim-Marandu em estágio moderado de degradação, por um período de três anos, onde o aumento das doses de N até 300 kg/ha, promoveu acréscimos expressivos no teor de PB e redução nos teores de FDN e FDA, sendo que o maior teor de PB foi obtido no terceiro ano de recuperação.

Azenha et al. (2007), comparando espécies de braquiária, concluíram que a *B. ruziziensis* apresentou melhor composição bromatológica, com maiores teores de PB e menores teores de FDN, FDA, hemicelulose, celulose e lignina, o que pode resultar em melhor digestibilidade, visto que, de acordo com Silva; Queiroz (2002), normalmente, o aumento do teor de lignina e outros compostos estruturais da parede celular têm correlação significativa e inversa com a digestibilidade e aproveitamento de nutrientes pelos animais.

Nesse contexto, a *Brachiaria ruziziensis*, apesar de apresentar normalmente, menor produtividade de massa seca, em relação à *B. brizantha*, na ILP destaca-se pela rápida cobertura do solo, boa composição bromatológica, palatabilidade, excelente reciclagem de nutrientes, facilidade na sua dessecação e produção uniforme de sementes, pois só floresce uma vez, enquanto a *B. brizantha* floresce de forma desuniforme, o que favorece a criação de bancos de sementes no solo, que podem atrapalhar as semeaduras subsequentes (TRECENI,

2005; PIRES, 2006; CECCON, 2007). Outros capins que carecem de informações são as do gênero *Panicum*, que possuem características diferentes das do gênero *Brachiaria*, principalmente em relação ao hábito de crescimento e exigência em condições edafoclimáticas (PIRES, 2006).

Devido ao sombreamento no consórcio com o milho, a forrageira diminui sua taxa de acúmulo de massa seca, além do que, a aplicação de sub-doses de herbicidas, ou a semeadura da forrageira em pós-emergência da cultura, aumenta essa diferença. Kluthcouski; Aidar (2003) verificaram que a partir da senescência do milho, o desenvolvimento do capim torna-se rápido, podendo atingir 2.000 kg/ha de massa seca e a aplicação de N em cobertura 30 dias após a colheita da cultura anual, além de proporcionar maior produtividade de massa seca aos 57 dias após a colheita, resultou em melhoria na composição bromatológica (13,17 t/ha de massa seca e 10,5% PB; 8,43 t/ha de massa seca e 7,2% PB, com e sem N, respectivamente).

Apesar de benefícios do efeito residual da adubação da cultura produtora de grãos na ILP serem descritos por Martha Júnior; Vilela (2007), esses não ignoraram a adubação nitrogenada da pastagem, visto que a baixa disponibilidade de nitrogênio proveniente apenas desse residual pode limitar o desenvolvimento do capim. Borghi (2007) verificou que o consórcio com capins não diminuiu a produtividade de grãos da cultura do milho; o capim-Mombaça foi mais eficiente no acúmulo de massa seca quando realizada a adubação nitrogenada após a colheita do milho para grãos em relação ao capim-Marandu e as maiores doses de nitrogênio refletiram em maiores produtividades de massa seca, quando os capins foram semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura no milho. No entanto, o capim-Marandu apresentou melhor valor nutritivo com o decorrer do período de outono-inverno e quando semeado em consórcio e adubado com nitrogênio após a colheita do milho visando forragem no outono-inverno e palhada para safra seguinte, em que as doses a serem empregadas devam ser superiores a 60 kg/ha de N.

A principal relação existente entre a fertilidade do solo e a disponibilidade de nitrogênio refere-se ao aumento de matéria orgânica (ANGHINONI, 2007). Porém, conforme Barducci et al. (2009), em sistemas de ILP, a utilização de fertilizantes nitrogenados após a colheita da cultura produtora de grãos pode incrementar a disponibilidade do elemento ao sistema, proporcionando estabelecimento mais rápido da pastagem e aumento na produtividade de massa seca ao longo dos cortes/pastejos no período de outono-inverno, pois apesar da grande quantidade, a palha proveniente do milho não supre a demanda de nitrogênio, principalmente pelos processos de imobilização microbiana, havendo então a respostas diferenciadas entre os

capins quanto a adubação nitrogenada, e mesmo dentro da espécie, aumentos diferenciados ao longo dos cortes/pastejos.

Em estudo sobre a produtividade e diagnose foliar dos capins Aruana e Mombaça em Latossolo Vermelho-Amarelo adubado com doses de N, Colozza (1998) verificou índices ICF de 32,7 e 39,7 nas lâminas de folhas recém expandidas, no primeiro e segundo corte do capim-Aruana, respectivamente. No capim-mombaça, verificou que o índice ICF aumentou linearmente com as doses de N e as folhas recém-expandidas apresentaram o valor de 38,6 para ambos os cortes, valores estes, semelhantes aos de Benett et al. (2008) avaliando o capim-marandu submetido a cortes, fontes e doses de N, e inferiores aos de Manarin; Monteiro (2003), nas folhas recém expandidas no segundo corte do capim-mombaça (entre 41,0 e 45,0). Todos esses autores verificaram que com aumento das doses de N, ocorreu maior leitura ICF na planta, comprovando a relação entre nitrogênio e clorofila.

Assim, a determinação do teor de clorofila realizada por meio de leituras com clorofilômetro nas lâminas foliares (índices SPAD ou ICF) viabiliza o diagnóstico prévio de uma possível deficiência de N (ROCHA et al., 2005), com relação linear até que o N não seja mais assimilado e acumulado na forma de nitrato, tendendo formar uma estabilização da intensidade de verde, de forma a refletir o acúmulo de nitrato (ABREU; MONTEIRO, 1999). Porém, ainda são escassas as informações de pesquisas correlacionando esses índices com a composição bromatológica e a produtividade das forrageiras perenes tropicais manejadas intensivamente em sistemas de ILP sob irrigação, em que a exigência de nitrogênio é alta.

2.4. Formação de palhada para o SPD e decomposição dos resíduos vegetais

A manutenção de palha sobre o solo em SPD garante o sucesso deste quanto à proteção contra a erosão e também, após decomposição dos resíduos, aumento nos teores de matéria orgânica, fundamental na reciclagem de nutrientes. As taxas de decomposição dependem da natureza do material vegetal, do volume, da fertilidade do solo, do manejo da cobertura e das condições climáticas, representadas, principalmente, pela pluviosidade e temperatura. De acordo com Kluthcouski; Stone (2003), a palhada de capim-marandu, associada a restos culturais de milho provenientes de cultivo consorciado, ultrapassaram 17 t/ha de massa seca, mantendo-se suficiente para cobertura do solo por mais de 107 dias. Isto demonstra a capacidade destas espécies em sistemas de produção como a ILP.

Produções médias de 12 t/ha são frequentemente obtidas e proporcionam plena cobertura do solo, com boa espessura de palhada, principalmente quando o consórcio é feito com a cultura do milho (CRUSCIOL et al., 2009). Borghi et al. (2008), avaliando a

quantidade de palhada remanescente na superfície do solo, antes da semeadura da safra de verão seguinte, obtiveram valores da ordem de 7 a 13 t/ha na área onde ocorreu o consórcio de milho com capim-marandu, independente da forma de estabelecimento da forrageira (na linha, na entrelinha ou na linha e entrelinha do milho) ou do espaçamento do milho (0,45 e 0,90 m). Esses valores foram significativamente superiores à média verificada na área com milho sem consorciação (2,5 t/ha) aos 7 meses após a colheita.

De acordo com Severino et al. (2006), a alta produtividade das forrageiras, mesmo quando em competição com plantas daninhas e principalmente com o milho, se deve à semeadura simultânea das culturas, permitindo maior acúmulo de biomassa pela forrageira devido ao menor efeito de competição interespecífica. A única ressalva, quando do emprego de forrageiras perenes como produtoras de palhada, é a utilização de algumas cultivares do gênero *Panicum* (Mombaça, Tanzânia e Tobiata) que, quando permanecem nas áreas por períodos superiores a seis meses, tendem a formar touceiras, dificultando o desempenho das semeadoras. No entanto, foram lançados algumas cultivares de porte baixo e com menor tendência ao entouceiramento, como os capins Aries, Aruana e Massai.

Além da boa produção de palhada, uma das principais características que tem conferido sucesso às forrageiras perenes em SPD em regiões de inverno seco, é a sua maior persistência sobre o solo. Crusciol (2007) em Botucatu/SP, demonstrou que aos 51 dias após o manejo químico restavam menos de 50% da palhada de milheto, enquanto ainda havia cerca de 70% da palhada de capim-marandu e *Panicum maximum* remanescentes sobre o solo. Resultados de Narimatsu (2004); Narimatsu (2008) também demonstraram as vantagens da palhada de capim-marandu na produtividade das culturas da soja e do milho; no entanto, em áreas antigas com pastagem desse capim é recomendado a aplicação de calcário e a mobilização do solo para a implantação do sistema de ILP, utilizando posteriormente essas áreas para pastejo no outono/inverno.

A quantidade e a persistência da palhada são importantes no controle de plantas daninhas e, conseqüentemente, na redução dos custos com herbicidas. Borghi et al. (2008), avaliando a ocorrência de plantas daninhas em área sob SPD antes da dessecação para a semeadura da cultura de verão, verificaram que, independentemente da modalidade de consórcio da cultura do milho com capim-marandu, a densidade de plantas daninhas foi menor e, em conseqüência, a percentagem de controle maior, em relação ao milho sem consorciação, chegando a 99% de supressão de plantas daninhas pelo consórcio dessas espécies.

Kliemann; Braz; Silveira (2006), estudando taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférico, concluíram que as palhadas mais frágeis e menos persistentes em ordem decrescente foram do capim-mombaça, sorgo granífero, milheto, estilosantes, guandu, capim-marandu em cultivo exclusivo e em consórcio com milho, respectivamente. As perdas relativas de massa seca das palhadas aos 150 dias mostraram a seguinte ordem decrescente de decomposição: sorgo (80%), estilosantes (72%), guandu (65%), capim-mombaça (64%), milheto (58%), capim-marandu em cultivo exclusivo (56%) e em cultivo consorciado (48%).

Na região Centro-Oeste do Brasil, áreas sob vegetação de cerrado vêm sendo gradativamente substituídas por culturas anuais, pastagens e reflorestamentos. Os solos sob vegetação nativa dos cerrados normalmente revelam favoráveis propriedades físicas. Contudo, a partir do momento em que eles são utilizados para a produção agropecuária, com uso intensivo de práticas agrícolas, ocorrem modificações das suas características originais. Portanto, para manutenção ou melhoria das propriedades físicas e químicas do solo em SPD, a escolha e uso de plantas de cobertura tem fundamental importância, uma vez que geram resíduos que contribuem para a proteção do solo contra a erosão, e com o crescimento radicular e decomposição da palha, produzem compostos que modificam as propriedades do solo, inclusive com reciclagem de nutrientes que podem ser aproveitados pelas plantas (AIDAR; KLUTHCOUSKI, 2003).

2.5. Produtividade do milho sobre palhada de forrageiras em SPD

A liberação e a disponibilidade de nutrientes para a cultura em sucessão devem ser manipuladas pelo controle da quantidade e da qualidade dos resíduos das plantas antecessoras. Nesse contexto, Borghi (2007) destacaram que as concentrações de componentes da parede celular e a relação lignina/N total determinam a perenidade das coberturas na superfície do solo e posterior mineralização de nutrientes, em especial o nitrogênio.

Várias culturas vem sendo empregadas como forma de produção de massa seca para a sustentabilidade do SPD e fornecimento de forragem na primavera, dentre elas pode ser citado o milheto e a aveia-preta, esta última mais utilizada na região sul do Brasil (SILVA et al., 2007). Porém, em virtude dos custos para implantação destas espécies nas épocas recomendadas (primavera e inverno, respectivamente), além da rápida degradação da palhada, esses estudos vem sendo introduzidos como forma de proporcionar benefícios para a sustentabilidade de sistemas de ILP, utilizando estratégias de manejo como o cultivo consorciado.

A recuperação de nitrogênio pela cultura do milho, quando semeado em sucessão a gramíneas pode apresentar variações pelo método isotópico, que variam entre doses, épocas de aplicação e, no caso do cultivo no SPD, a espécie precedente, variando de 40 a 68%. No tocante à recuperação de N por gramíneas forrageiras, resultados de estudos constataram doses anuais de 200 a 400 kg/ha oriundos da fertilização ou da mineralização microbiana, sendo a recuperação estimada por métodos isotópicos medida em cerca de 55% a 80% na forragem colhida, e 5% a 15% podem ser perdidos por lixiviação e desnitrificação, e o restante retido na matéria orgânica dos solos (VIDELA, 2004).

Assmann et al. (2003), avaliando a produtividade da cultura do milho em área de ILP por meio de combinações de rotações de culturas envolvendo a semeadura de trevo branco adubado com nitrogênio e a resposta do milho cultivado em sucessão, concluíram que as plantas de milho que receberam a mais alta dose do nutriente como adubação de inverno não responderam à aplicação de adubação nitrogenada no verão, evidenciando o efeito residual da adubação nitrogenada de inverno. Porém, a inclusão de trevo branco no inverno não proporcionou nitrogênio residual para a cultura do milho, uma vez que este foi pastejado intensivamente até o início da primavera.

No cultivo consorciado pode ocorrer competição pelo nitrogênio entre a cultura do milho e o capim. Contudo, estudos relacionados ao manejo da adubação nitrogenada nesse sistema de produção são inexistentes. Assim, o estudo da adubação nitrogenada em plantas forrageiras como forma de reduzir a relação lignina/N total, minimizar o efeito da imobilização de nitrogênio e fornecer nitrogênio por meio da mineralização na época de maior exigência da cultura produtora de grãos em sucessão é de suma importância, podendo, ainda, aumentar a produtividade da forragem e a produção animal, principalmente quando aplicada após a colheita da cultura de grãos, aproveitando as condições de temperatura elevada e de precipitação pluvial do final do período de safra (BORGHI, 2007).

Vale ressaltar que a espécie da gramínea influencia a resposta à adubação nitrogenada de uma cultura sobre sua palhada, pois esta exerce um papel fundamental na disponibilidade de nitrogênio, sendo que em sistemas de produção que envolvem gramíneas com alta relação lignina/N total, como o capim-marandu e o capim-mombaça em antecessão da cultura do milho, pode haver a imobilização microbiana de parte do nitrogênio aplicado, reduzindo a eficiência da adubação nitrogenada (SCHERER, 2001).

A mineralização ocorre quando há excesso de nitrogênio no sistema, geralmente com espécies de relação C/N ao redor de 15/1 a 20/1 e relação lignina/N total ao redor de 5/1. Nesse caso, há predomínio da mineralização sobre a imobilização, e o inverso pode ocorrer

com valores de relação superiores a 25. De acordo com Alvarenga et al. (2001), no SPD a utilização de espécies com relação C/N mais alta, como é o caso de gramíneas, acarreta decomposição mais lenta da palhada deixada sobre a superfície do solo, e processos como a imobilização, mineralização e lixiviação são alterados.

2.6. Desempenho animal e economicidade de sistemas de ILP

A produtividade animal em pastagem depende do desempenho animal (ganho de peso vivo), que está associado à qualidade da forragem e da capacidade de suporte da pastagem (número de animais por unidade de área), que é função da produtividade de massa seca. Embora as gramíneas forrageiras tropicais não sejam de excelente qualidade, pois o ganho de peso vivo que proporcionam está na faixa de 0,6 a 0,8 kg/animal/dia, a produtividade animal pode ser elevada pelo seu grande potencial de produtividade de massa seca, principalmente no período das águas (CORRÊA, 1997).

De acordo com Martha Júnior; Vilela; Barcellos (2006), em regiões de Cerrado, a taxa de lotação (UA/ha) pode variar de 0,2-0,8; 0,5-1,5; 1,5-3,0; 5,0-12,0 e 2,5-7,0 no período das águas e 0,2-0,4; 0,3-0,8; 1,0-1,5; 2,5-3,5 e 1,5-3,5 no período da seca, nos sistemas de produção envolvendo pastagem degradada, pecuária tradicional, adubação moderada, adubação elevada+irrigação e ILP, respectivamente, enquanto que o desempenho animal (@/animal/ano) pode variar de 0,8-1,5; 2,5-5,0; 3,0-6,0; 3,0-6,0 e 3,0-6,0 e o desempenho animal (@/ha/ano) de 0,8-2,0; 2,5-7,0; 8,0-18,0; 40,0-50,0 e 12,0-35,0 para os mesmos sistemas de produção, respectivamente.

Assim, devido aos grandes investimentos para a formação, recuperação, reforma, adubação e irrigação de pastagens, têm-se buscado técnicas visando a diminuição desses custos, sendo que a ILP sob SPD em diversas regiões do mundo tem se tornado opção vantajosa, beneficiando a produção de grãos e a pecuária, além de proporcionar resultados sócio-econômicos e ambientais positivos (KLUTHCOUSKI et al., 2000; LANDERS, 2007; TRACY; ZHANG, 2008).

Conforme Martha Júnior; Vilela (2007), a ILP passa a ser alternativa para viabilizar a correção da fertilidade do solo em pastagens e minimizar o risco de oscilações nos preços dos fertilizantes nos empreendimentos pastoris, visto que o preço relativo insumo-produto na produção de grãos, tem sido mais estável do que na pecuária. Portanto, o risco associado ao uso de fertilizantes em pastagens na ILP é reduzido, em resposta a um ambiente menos dependente do uso de fertilizantes, sendo que com excessão do nitrogênio (N), geralmente o

efeito residual das adubações na cultura de grãos, dispensa em curto e médio prazos (um a dois anos e meio) a adubação com fósforo e bases trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+).

Desse modo, a escolha pela adubação de pastagens na ILP é mais robusta frente a preços desfavoráveis (produto e insumos), além de aumento no retorno econômico quando as condições ambientais e econômicas são favoráveis em comparação à adubação em pastos exclusivos, bem como, a adubação nitrogenada da pastagem na ILP pode incrementar a produção animal e a produtividade de grãos da cultura subsequente (MARTHA JÚNIOR; VILELA; BARCELLOS, 2006), proporcionando vantagens econômicas em relação a sistemas de produção não-integrados, que apresentam somente produção vegetal ou animal de forma isolada (FONTANELI et al., 2000; ENTZ et al., 2002; MORAES et al., 2004; RUSSELLE; ENTZ; FRANZLUEBBERS, 2007; SULC; TRACY, 2007), além da diversificação de renda, resultante da produção vegetal e animal na mesma área (FONTANELI et al., 2000) e da redução de riscos de insucesso econômico, já que há maior diversificação de atividades econômicas (AMBROSI et al., 2001). Isso ocorre devido ao uso contínuo das áreas agrícolas (ASSMANN et al., 2003; MORAES et al., 2004) e à redução de custos de produção ocasionados pelas vantagens biológicas. Enfatiza-se que o aumento da renda por área é uma das principais necessidades da agricultura de base familiar.

Há variações expressivas em termos de ganho de peso vivo por área e velocidade de acabamento de carcaça em pastagens anuais de inverno, já que o desempenho animal está associado a todos os fatores que afetam a produção forrageira, a utilização pelos animais da massa vegetal produzida e a conversão da massa vegetal consumida em carne. Vale destacar que a produção de carne com base em gramíneas anuais ou perenes no inverno é expressivamente afetada pela fertilização nitrogenada, sendo que as adubações residuais da cultura anual podem beneficiar a produtividade de forragem, convertendo em carne ou leite (MARTHA JÚNIOR; VILELA, 2007). No entanto, a variação dos preços de fertilizantes nitrogenados, carne e leite podem influenciar as doses de N a serem aplicadas na determinação da máxima eficiência econômica dessa adubação.

No tocante às culturas, há resultados de pesquisa que comprovam que, quando o sistema de ILP é conduzido seguindo seus fundamentos, a produção é igual ou superior a sistemas constituídos somente com esse componente. De acordo com Nicoloso; Lanzanova; Lovato (2006), há redução da produtividade das culturas da soja e do milho em sucessão à pastagens anuais de inverno somente quando há elevada frequência e pressão de pastejo, em função da menor adição de palha para cobertura do solo. Porém, Lunardi et al. (2008) verificaram que a cultura da soja após pastagem de inverno apresentou produtividade de grãos superior à soja

após cobertura do solo, sem pastejo. Na cultura do milho, verificou-se similar estabelecimento e produtividade de grãos quando a cultura foi semeada após pastagem ou cobertura do solo, ambas compostas pelo consórcio de aveia preta, azevém, ervilhaca e trevo vesiculososo (*Trifolium vesiculosum* Savi.).

Uma vez que o milho é o cereal mais produzido no Brasil, cultivado em cerca de 14,8 milhões de hectares, com produção aproximada de 59 milhões de toneladas de grãos e produtividade média de 3.970 kg/ha, na safra 2007/2008 (CONAB 2009), torna-se fundamental, em sistemas complexos como a ILP, o conhecimento dos custos de produção, para auxiliar na tomada de decisão, quanto a formas de manejo que, além de promoverem aumento da produtividade, resultem em redução de custos e minimizem riscos ambientais.

Nesse contexto, Cobucci et al. (2007) relataram que opções de ILP, incluindo o consórcio de culturas anuais com forrageiras, têm se apresentado como promissoras opções econômicas/ambientais de produção agrícola, sendo que, conforme Ceccon (2007), o retorno econômico do milho safrinha, consorciado com os capins Tanzânia, Marandu e Ruziziensis, foi maior, quando comparado ao milho safrinha sem consorciação.

Da mesma forma, de acordo com Trecenti; Oliveira; Hass (2008), a ILP tem condições de viabilizar uma propriedade, já que o consórcio de milho com capim-marandu proporcionou incremento de 27% na rentabilidade da atividade, quando comparada com a cultura do milho sem consorciação. Muniz et al. (2007a, b) e revisões de Macedo (2009) também demonstraram que a ILP é uma atividade economicamente lucrativa, sendo uma opção viável para investidores do agronegócio na região dos Cerrados.

Esses resultados comprovam que o sistema de ILP pode gerar elevadas produtividades, seja do componente animal ou vegetal. Assim, a alta produtividade e a redução de custos de produção são fatores-chave para que sistemas de ILP sejam economicamente viáveis (FONTANELI et al., 2000) e exibam menor risco de insucesso econômico ao longo do tempo (AMBROSI et al., 2001).

Trabalhos de Costa; Macedo (2001); Cobucci et al. (2007); Muniz (2007a); Martha Júnior; Vilela; Sousa (2008) demonstraram as vantagens econômicas dos sistemas de ILP sobre os sistemas tradicionais contínuos, sendo que a maioria apresenta vantagens nas taxas de investimento e no valor presente líquido. Sistemas tradicionais de pastagem, embora apresentem resposta à adubação de manutenção, quando comparados aos não adubados e à pastagem degradada, não apresentam a mesma eficiência econômica, segundo Costa; Macedo (2001), se comparados aos sistemas de ILP. As produções animais, nestes últimos, são

adicionadas a venda de grãos das lavouras. Contudo, os efeitos indiretos, tais como melhoria das propriedades do solo, embora não computados, também são vantajosos para a ILP.

Assim, de acordo com Macedo (2009), estudos de avaliação sócio-econômica precisam incorporar metodologias que considerem a contabilidade ambiental nos sistemas de ILP, pois estes são também alternativa para recuperação de áreas de pastagens degradadas, que somam porção extensa do território brasileiro. Sua adoção em maior escala ajudaria a evitar a abertura de novas áreas de fronteira, principalmente nas regiões do Cerrado e da Amazônia. A ILP permite a intensificação e o aumento da eficiência do uso da terra, proporcionando maiores produções, em menos tempo e em menor área, diminuindo inclusive as taxas de emissão de gases do efeito estufa por unidade de alimento produzido.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi composta de três experimentos sequenciais instalados em uma área que apresentava um histórico de cinco anos no SPD (fase inicial/transição) com culturas anuais e perenes para formação de palhada (milho, soja, sorgo forrageiro, feijão guandu, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu), sendo a cultura anterior feijão de inverno. A área foi irrigada por aspersão (pivô central), quando necessário, em função de déficits hídricos, durante todo o período experimental.

3.1. Localização da área experimental e caracterização do local

O experimento foi desenvolvido nos anos agrícolas de 2007/2008 e 2008/2009, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, pertencente à Faculdade de Engenharia - Unesp, Campus de Ilha Solteira, área de Produção Vegetal, localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul (20°20'05"S e 51°24'26"W, altitude de 335 m). O tipo climático é Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Na Figura 1 estão apresentados os dados de precipitação pluvial e de temperatura no período de realização do experimento.

O solo da área é um LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico, classificado conforme Embrapa (2006). Amostras dos atributos físicos e químicos do solo anteriormente à instalação dos experimentos foram coletadas na camada de 0 a 0,20 m de profundidade e apresentaram os seguintes valores: densidade do solo = 1,31 kg/dm³; macro, micro e porosidade total = 0,147; 0,334 e 0,481 m³/m³, respectivamente; pH (CaCl₂) = 5,1; M.O. = 28 g/dm³; H+Al=22,2 mmol_c/dm³; P (resina) = 18 mg/dm³; K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ = 3,2; 19,0 e 11,0 mmol_c/dm³, respectivamente, e V=59,9%.

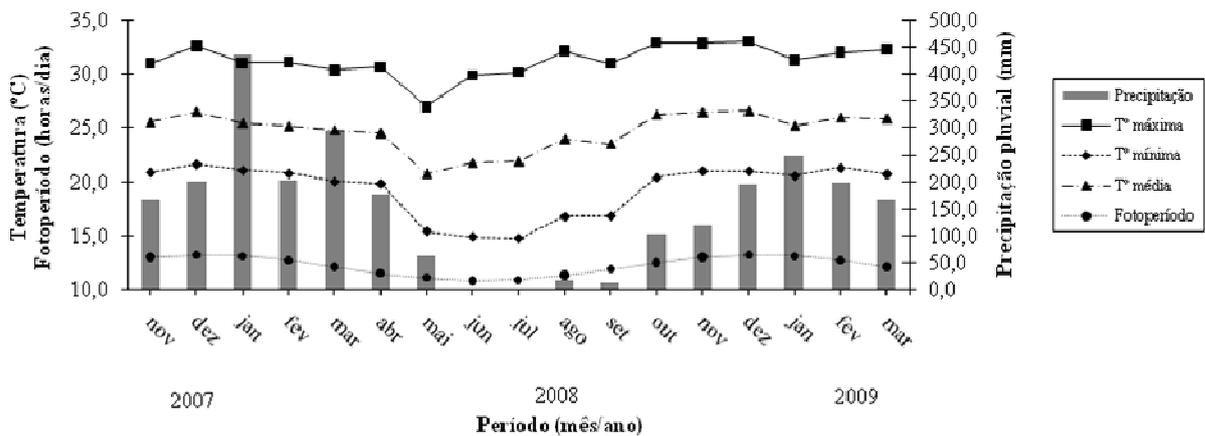


Figura 1. Dados climáticos durante a condução dos experimentos. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2007 a 2009.

3.2. Experimento I – Componentes da produção e produtividade da cultura do milho em duas épocas de consorciação com os capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis em SPD

Este experimento foi conduzido no ano agrícola de 2007/2008.

3.2.1. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. O experimento foi constituído de nove tratamentos (consórcios) da cultura do milho com: *Panicum maximum* cv. Tanzânia (capim-tanzânia) semeado simultaneamente (MTS); *Panicum maximum* cv. Tanzânia (capim-tanzânia) semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura (MTC); *Panicum maximum* cv. Mombaça (capim-mombaça) semeado simultaneamente (MMS); *Panicum maximum* cv. Mombaça (capim-mombaça) semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura (MMC); *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim-marandu) semeado simultaneamente (MBS); *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim-marandu) semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura (MBC); *Brachiaria ruziziensis* (capim-ruziziensis) semeado simultaneamente (MRS); *Brachiaria ruziziensis* (capim-ruziziensis) semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura (MRC) e milho sem consorciação (MSC).

Cada unidade experimental (parcela) foi constituída por 4 linhas de 24 m de comprimento, espaçadas em 0,90 m, perfazendo uma área total de 86,4 m². Para as avaliações dos componentes da produção e produtividade do milho, foram consideradas as duas linhas centrais desprezando um metro na extremidade de cada linha de plantas.

3.2.2. Híbrido de milho

Foi utilizado o híbrido AG 8088, que tem como características principais: híbrido simples (HS) de ciclo precoce, recomendado para semeadura cedo ou normal na região em estudo. Possui grão de textura dura e cor alaranjada, tendo sua finalidade para produção de grãos. O potencial produtivo ultrapassa 7.000 kg/ha de grãos, com populações entre 50.000 e 60.000 plantas/ha. Possui tolerância a doenças foliares como cercosporiose e é medianamente tolerante a *Phaeosphaeria maydis*, *Puccinia sorghi*, *Puccinia polysora* e *Helminthosporium turcicum*.

3.2.3. Instalação e desenvolvimento do experimento no ano agrícola 2007/2008

Antes da semeadura da cultura do milho, em 05/11/2007 foi realizada a dessecação das plantas daninhas presentes na área experimental com a utilização dos herbicidas Glyphosate na dose de 1,44 kg/ha do ingrediente ativo (i.a.) e 2,4-D amina na dose de 670 g/ha do i.a.

O híbrido de milho foi semeado em 20/11/2007, no espaçamento de 0,90 m e na densidade para atingir estande final de 60.000 plantas/ha, por meio de semeadora adubadora de discos para SPD. As sementes dos capins foram semeadas em espaçamento de 0,34 m na quantidade de 7 kg/ha de sementes puras viáveis (VC=76%), sendo que nos consórcio em que os capins foram semeados simultaneamente ao milho (20/11/2007), realizou-se operação mecanizada com outra semeadora adubadora de discos para SPD, enquanto que nos consórcios em que os capins foram semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho (19/12/2007), as sementes foram misturadas ao adubo minutos antes da semeadura e acondicionadas no compartimento de fertilizante da semeadora adubadora. Em ambas as épocas de consórcio, as sementes dos capins foram depositadas mecanicamente no solo na profundidade de 0,03 m. As sementes de milho foram tratadas com o inseticida Thiodicarb, na dose de 700 g de i.a./100 kg de sementes e a adubação mineral de semeadura constou da aplicação de 20 kg/ha de N, 70 kg/ha de P₂O₅ e 40 kg/ha de K₂O, correspondendo a 250 kg/ha do fertilizante formulado 08-28-16, seguindo as recomendações de Cantarella; Raij; Camargo (1996) para a cultura do milho.

A emergência do milho ocorreu em 27/11/2007, enquanto os capins do gênero *Brachiaria* tiveram sua emergência em 01/12/2007 e 26/12/2007 e do gênero *Panicum* em 04/12/2007 e 29/12/2007, para os consórcios simultâneo e por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

Aos 20, 27 e 34 dias após a emergência do milho (DAE), foi efetuado em toda área experimental o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) aplicando inseticida

Delthametrin, na dose de 5 g/ha do i.a. Simultaneamente, na 1ª aplicação empregou-se em mistura de tanque herbicida a base de Nicosulfuron na dose de 8 g/ha do i.a., visando amenizar o crescimento dos capins e conseqüentemente, minimizar a competição com o milho. Essas operações foram efetuadas por meio de pulverizador de barras, com 12 m de comprimento, utilizando bicos leque espaçados em 0,50 m.

Em 19/12/2007, quando a cultura do milho atingiu o estágio fenológico V4 (quatro folhas totalmente desenvolvidas), procedeu-se a adubação de cobertura, aplicando 100 kg/ha de N, na forma de uréia. Esta quantidade seguiu as recomendações de Cantarella; Raij; Camargo (1996) para atingir a produtividade de 8-10 t/ha de grãos, com classe de resposta alta para este nutriente, sendo esta quantidade indicada para áreas nos primeiros anos sob SPD. A colheita manual do milho para avaliação dos componentes da produção e produtividade (área útil da parcela) foi realizada em 27/04/2008, correspondendo a 152 DAE do milho, enquanto que pelo excesso de chuvas, a colheita mecânica da área total foi realizada em 09/05/2008.

3.2.4. Obtenção dos resultados

3.2.4.1. Determinação dos parâmetros de planta, componentes da produção e produtividade da cultura do milho

a) Estande final de plantas e número de espigas por hectare

O estande final de plantas (EFP) e o número de espigas (NE) por hectare foram determinados um dia antes da colheita. Para tanto realizou-se a contagem do número de plantas e do número de espigas contidas em duas linhas centrais com comprimento de 10 metros, em cada unidade experimental.

b) Altura de plantas, altura de inserção da espiga principal e diâmetro basal do colmo

A altura de plantas (AP) e a altura de inserção da espiga principal (AIE) foram determinadas mediante medição, com régua graduada em centímetros, da distância entre o colo da planta e a inserção do pendão floral e a distância entre o colo da planta e a espiga principal, respectivamente. O diâmetro basal do colmo (DBC) foi determinado no primeiro entrenó acima do solo com o auxílio de paquímetro. Estas determinações foram efetuadas em 10 plantas escolhidas aleatoriamente dentro da área útil de cada unidade experimental, por ocasião da avaliação do estande final.

c) Comprimento da espiga principal, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos, massa de grãos por espiga e produtividade de grãos

O comprimento da espiga principal (CE) foi determinado mediante medição, com régua graduada em centímetros em dez espigas por unidade experimental. O número de grãos por espiga (NGE) foi calculado multiplicando-se o número de fileiras e o número de grãos por fileira, em dez espigas por unidade experimental. A massa de 100 grãos (M100) foi determinada pela média dos grãos de quatro amostras de 100 grãos, e os resultados foram corrigidos para o teor de 13% de umidade. A massa de grãos por espiga (MGE) foi calculada multiplicando-se o NGE e a massa de um grão. A produtividade de grãos (PG) foi determinada colhendo manualmente as plantas contidas em duas linhas centrais da unidade experimental desprezando um metro nas extremidades de cada linha de plantas, perfazendo área útil de 39,6 m². Após a colheita, as espigas foram debulhadas mecanicamente, pesou-se os grãos e posteriormente calculou-se a PG em kg/ha corrigida para o teor de 13% de umidade.

3.2.5. Análise estatística

Todos os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$) e posteriormente realizou-se a comparação de médias entre os tratamentos pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) utilizando-se o programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 1999).

3.3. Experimento II – Produtividade, composição bromatológica e teor de clorofila (índice ICF) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis em função da época de consorciação com o milho, adubação nitrogenada e época de corte no inverno/primavera

Este experimento foi conduzido no ano de 2008 após a colheita de grãos da cultura do milho.

3.3.1. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por oito tratamentos (consórcios) dos capins após a colheita do milho na safra 2007/08: capim-tanzânia semeado simultaneamente (TS); capim-tanzânia semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura (TC); capim-mombaça semeado simultaneamente (MS); capim-mombaça semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura (MC); capim-marandu semeado

simultaneamente (BS); capim-marandu semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura (BC); capim-ruziziensis semeado simultaneamente (RS) e capim-ruziziensis semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura (RC), e as subparcelas compostas pela ausência e três doses de N aplicadas nos capins (50, 100 e 200 kg/ha de N) utilizando ureia em cobertura, após cada uma das quatro épocas de corte no inverno/primavera. As parcelas tinham área útil de 90 m² e as subparcelas 18 m².

3.3.2. Desenvolvimento do experimento

Após a operação de colheita do milho, em 10/06/2008 todas as unidades experimentais foram uniformizadas com roçadora mecânica, adotando como referência 0,30 e 0,20 m em relação à superfície do solo para os capins dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*, respectivamente. Esse manejo teve por objetivo estimular o perfilhamento e padronizar a idade fenológica dos capins entre as épocas de corte, simulando o corte de homogeneização sem remoção do material da área, permanecendo a palhada sobre a superfície do solo.

Procedeu-se, então, a aplicação das doses de N (50, 100 e 200 kg/ha) em cobertura, distribuídas nas entrelinhas dos capins. A primeira adubação ocorreu em 30/06/2008 e os cortes foram realizados em 30/07/2008, 29/08/2008, 29/09/2008 e 29/10/2008 (1^a, 2^a, 3^a e 4^a épocas de corte, respectivamente), sendo que as adubações foram realizadas logo após o corte dos capins a uma altura de 0,40 e 0,30 m em relação à superfície do solo para os capins dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*, respectivamente, com posterior retirada do material, em que principalmente as folhas foram exportadas da área, simulando a colheita com colhedora de forragem.

3.3.3. Obtenção dos resultados

3.3.3.1. Determinação da produtividade de massa seca e porcentagem de matéria seca dos capins

Foram realizadas amostragens para determinação da produtividade de massa seca (PMS) e porcentagem de matéria seca (%MS). Para essas avaliações adotou-se o seguinte manejo: antes do corte mecânico, nas alturas descritas anteriormente, coletou-se 0,25 m² em pontos dentro de cada unidade experimental com auxílio de um quadrado de metal. Para tanto, os capins foram ceifados com ancinho, e no restante utilizou-se roçadora mecânica. Em cada uma das amostragens, o material cortado foi pesado e a amostra foi colocada em estufa de

ventilação forçada de ar a 65°C até massa constante, para a quantificação da PMS (extrapolada para kg/ha) e da %MS.

3.3.3.2. Avaliação da eficiência de conversão do N-fertilizante em forragem

Calculou-se a eficiência de conversão do N-fertilizante em forragem (ECAN) dividindo a PMS da interação consórcio x época de corte pela dose de N aplicada e os resultados foram expressos em kg de massa seca/kg de N.

3.3.3.3. Determinação da composição bromatológica dos capins

Após cada época de corte dos capins para quantificação PMS e da %MS, a amostra de cada tratamento foi posteriormente moída em moinho tipo “Willey” com peneira de malha de 1,0 mm para determinação dos componentes bromatológicos.

Realizaram-se análises laboratoriais para determinação dos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG), conforme metodologia descrita por Silva; Queiroz (2002). A estimativa dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi realizada por meio da fórmula sugerida por Cappelle et al. (2001), a qual é descrita por:

$$\text{NDT} = 83,79 - 0,4171 \times \text{FDN}$$

Onde:

NDT – teor de nutrientes digestíveis totais;

FDN – teor de fibra em detergente ácido, determinada em laboratório.

Todas essas determinações bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Engenharia/Unesp – Campus de Ilha Solteira.

3.3.3.4. Determinação do teor de clorofila (índice ICF) dos capins

A determinação do teor de clorofila foi efetuada no momento do corte dos capins, utilizando-se clorofilômetro digital (CFL 1030 - Falker) para leituras do índice ICF, na posição do terço médio da lâmina de folhas recém-expandidas, conforme recomendações de Manarim; Monteiro (2003); Lavres Júnior; Monteiro (2006), realizando-se média de cinco leituras em folhas distintas por subparcela .

3.3.3.5. Avaliação da decomposição da massa seca residual – MSR (palhada) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após a última época de corte

Em 07/11/2008, após a última época de corte realizou-se a dessecação da área experimental, com a utilização dos herbicidas Glyphosate (1,44 kg/ha do i.a.) e 2,4-D amina (670 g/ha do i.a.). Em 13/11/2008, antes da área ser manejada com triturador horizontal de resíduos vegetais (Triton), coletou-se 0,25 m² de plantas em pontos dentro de cada unidade experimental com auxílio de um quadrado de metal, adotando como referência 0,05 m em relação à superfície do solo, afim da determinação da massa seca residual (MSR) (estufa a 65°C até massa constante) extrapolada para kg/ha de palha. Realizou-se análises laboratoriais para determinação dos teores de N e lignina conforme metodologia descrita por Silva; Queiroz (2002), para cálculo da relação lignina/N total. Quantidade proporcional de massa fresca de cada unidade experimental foi acondicionada dentro de sete sacos de nylon (“Litter Bags”) de 0,06 m² (0,3 x 0,2 m), sendo esses depositados em contato direto com o solo da respectiva unidade experimental e coletados aos 15, 30, 60, 90, 120 e 180 dias após o manejo (DAM), afim de avaliar a decomposição da palha por meio do remanescente de massa seca no interior do “Litter Bag” (estufa a 65°C até massa constante) extrapolada para kg/ha. O uso do “Litter Bag” foi devido ao fato de ser uma área sob SPD a mais de cinco anos e no momento das avaliações poderia coletar-se amostras com palha de culturas antecessoras.

3.3.4. Análise estatística

Os resultados dos itens 3.3.3.1., 3.3.3.3. e 3.3.3.4. foram analisados dentro de cada gênero (*Panicum* e *Brachiaria*), submetendo-os à análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$) e ajustados por análise de regressão (polinômios ortogonais) para o fator doses de N, adotando-se o maior coeficiente de determinação (r^2) da equação ($P < 0,05$). No caso de não significância ($P > 0,05$), as médias dos consórcios e épocas de corte foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Realizou-se também, análise de correlação simples entre os atributos: PMS, %MS, índice ICF e teores de NDT, PB, FDN, FDA, CEL, HEM e LIG, bem como, determinou-se as melhores equações de correlação do índice ICF com a PMS, a %MS e o teor de PB, utilizando-se o software Excel. Os resultados do item 3.3.3.2. foram analisados entre todos os consórcios, submetendo-os à análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Os resultados do item 3.3.3.5. também foram analisados entre todos os consórcios, submetendo-os à análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$) e ajustados por análise de regressão (polinômios ortogonais) para o fator dose de N (relação lignina/N total) e para o fator DAM (decomposição da palha), adotando-se o maior r^2 da equação ($P < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 1999).

3.4. Experimento III - Componentes da produção e produtividade da cultura do milho sobre a palhada dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio e adubação nitrogenada no inverno/primavera

Este experimento foi conduzido no ano agrícola de 2008/2009, após a dessecação e manejo dos capins do experimento II.

3.4.1. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas da semeadura da cultura do milho (2008/2009) sobre a palhada dos capins formados pelos oito tratamentos (consórcios) com a cultura do milho (2007/2008): capim-tanzânia semeado simultaneamente (TS); capim-tanzânia semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura (TC); capim-mombaça semeado simultaneamente (MS); capim-mombaça semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura (MC); capim-marandu semeado simultaneamente (BS); capim-marandu semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura (BC); capim-ruziziensis semeado simultaneamente (RS); capim-ruziziensis semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura (RC), e as subparcelas compostas pela ausência e três doses de N aplicadas nos capins (200, 400 e 800 kg/ha/ano de N) após a colheita da cultura do milho (2007/2008) utilizando uréia como fonte e parceladas em quatro aplicações (épocas de corte) no inverno/primavera. As parcelas tinham área útil de 90 m² e as subparcelas 18 m².

3.4.2. Híbrido de milho

Foi utilizado o híbrido DKB 390 YG, que tem como características principais: híbrido simples (HS) de ciclo precoce, recomendado para semeadura cedo ou normal na região em estudo. Possui grão de textura semidura e cor alaranjada, tendo sua finalidade para produção de grãos. A altura da planta e a altura de inserção da espiga principal são de 2,20 a 2,40 m e 1,25 a 1,40 m, respectivamente, com folhas semi-eretas e o potencial produtivo ultrapassa 8.000 kg/ha, com populações variando entre 50.000 e 60.000 plantas/ha. O milho híbrido com a Tecnologia YieldGard® (YG) é resultante da modificação genética do híbrido de milho “Hi-II” com o gene *cry1Ab* para a expressão da característica de resistência, durante todo o ciclo da cultura, a algumas espécies de insetos praga da Ordem Lepidoptera, promovendo o controle da *Diatraea saccharalis* (broca-da-colmo) e a supressão da *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho) e da *Helicoverpa zea* (lagarta-da-espiga). Portanto, utilizou-se esse

híbrido de milho em função da alta incidência desses insetos praga na área em estudo, não sendo necessária a aplicação de inseticidas para seus controles.

3.4.3. Instalação e desenvolvimento do experimento no ano agrícola 2008/2009

Em 18/11/2008, procedeu-se a semeadura do híbrido de milho DKB 390 YG em sucessão aos capins, por meio de semeadora adubadora de discos para SPD, visando atingir a densidade populacional de 60.000 plantas/ha (4 linhas por unidade experimental com espaçamento de 0,90 m entrelinhas).

As sementes de milho foram tratadas com o inseticida Thiodicarb, na dose de 700 g de i.a./100 kg de sementes e a adubação mineral de semeadura constou da aplicação de 24 kg/ha de N, 84 kg/ha de P₂O₅ e 48 kg/ha de K₂O (300 kg/ha do fertilizante NPK 08-28-16). A emergência do milho ocorreu seis dias após a semeadura e aos 20 DAE, efetuou-se aplicação de subdose de herbicida Nicosulfuron (8 g/ha do i.a.), visando eliminar alguns rebrotes dos capins. Essa operação foi efetuada por meio de pulverizador de barras, com 12 m de comprimento, utilizando bicos leque espaçados em 0,50 m.

Em 18/12/2008, quando a cultura do milho atingiu o estágio fenológico V4 (quatro folhas totalmente desenvolvidas), procedeu-se a adubação de cobertura, aplicando 90 kg/ha de N, correspondendo a 450 kg/ha do fertilizante sulfato de amônio. Esta quantidade seguiu as recomendações de Cantarella et al. (1996), para atingir a produtividade de 8-10 t/ha de grãos, com classe de resposta alta para este nutriente, sendo esta quantidade indicada para áreas nos primeiros anos sob SPD.

A colheita manual do milho foi realizada em 25/03/2009, correspondendo a 121 DAE do milho.

3.4.4. Obtenção dos resultados

3.4.4.1. Determinação dos parâmetros de planta, componentes da produção e produtividade da cultura do milho

a) Estande final de plantas e número de espigas por hectare

Idem item 3.2.4.1. (a).

b) Altura de plantas, altura de inserção da espiga principal e diâmetro basal do colmo

Idem item 3.2.4.1. (b).

c) Comprimento da espiga principal, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos, massa de grãos por espiga e produtividade de grãos

Idem item 3.2.4.1. (c).

3.4.4.2. Teor de clorofila (índice ICF) e diagnose foliar

No florescimento, após a emissão da inflorescência feminina, momento em que mais de 50% das plantas encontravam-se pendoadas e com presença de estilo-estigmas (cabelo), determinou o teor de clorofila utilizando-se clorofilômetro digital (CFL 1030 - Falker) para leituras do índice ICF, no terço médio da folha da base da espiga, utilizando 10 folhas por subparcela, conforme metodologia descrita por Malavolta; Vitti; Oliveira (1997).

Para a diagnose foliar, as 10 folhas utilizadas para determinação do teor de clorofila foram coletadas, sendo posteriormente descartados os terços inferiores e superiores da folha, seguindo a metodologia proposta por Cantarella; Raij; Camargo (1996). Os terços médios das folhas foram acondicionados em sacos de papel e secados em estufa de circulação forçada de ar a 65°C durante 72 horas. Posteriormente o material foi moído em equipamento dotado de peneira com crivo de 1 mm. Em seguida, foram determinadas as concentrações de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), de acordo com a metodologia proposta por Malavolta; Vitti; Oliveira (1997). Essas determinações foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Plantas, da Faculdade de Engenharia (FE/Unesp) – Campus de Ilha Solteira.

3.4.5. Análise estatística

Todos os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$) e ajustados por análise de regressão (polinômios ortogonais) para o fator doses de N, adotando-se o maior coeficiente de determinação (r^2) da equação ($P < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 1999). Efetuou-se também as correlações lineares simples entre os atributos estudados, bem como, determinou-se as melhores equações ($P < 0,05$) adotando-se o maior r^2 para o teor de N foliar e a PG em função do índice ICF e a equação linear múltipla da PG em função do NE/ha e a da MGE, utilizando o software Excel.

3.5. Desempenho econômico da cultura do milho consorciada com os capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis submetidos após a colheita de grãos à adubação nitrogenada e épocas de corte no inverno/primavera no ano agrícola 2007/2008 e da cultura do milho sobre a palhada desses capins no ano agrícola 2008/2009

3.5.1. Experimento I – Capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ou por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura com a cultura do milho no ano agrícola 2007/2008

Os custos variáveis dos consórcios foram estimados a partir dos coeficientes técnicos (insumos e operações) registrados no experimento, extrapolados para um hectare (Tabela 1), de acordo com dados do Agriannual (2008) ajustados àqueles vigentes em lavouras comerciais de safra de milho em São Paulo para o ano agrícola 2007/2008. O valor dos insumos e operações, com preços vigentes em outubro de 2007 (AGRIANUAL, 2008; IEA 2009), gerou o custo variável com insumos e operações (custo operacional) (MATSUNAGA; BEMELMANS; TOLEDO, 1976). As produtividades de grãos obtidas em cada consórcio auxiliaram na obtenção da receita bruta da cultura do milho no ano agrícola 2008/2009, sendo a produtividade em kg/ha transformada em sacas de 60 kg/ha e o preço médio recebido pelo produtor, referente ao mês de maio de 2008, em São Paulo, SP (IEA, 2009). Conforme metodologia contida em Santos; Marion; Segatti (2008), calculou-se em planilhas eletrônicas a margem de contribuição (receita bruta com a venda do milho menos os custos operacionais com insumos e operações) e o índice de margem de contribuição (IMC) pela equação:

$$IMC = \frac{\text{margem de contribuição}}{\text{receita com a venda do milho}} \times 100$$

De acordo com Santos; Marion; Segatti (2008), essa técnica possibilita conhecer a real alocação dos custos operacionais na atividade e no caso em estudo mostrou as perspectivas de competição entre as diversas modalidades de cultivo, permitindo apurar os resultados em termos de sacas de milho. Pelo presente estudo ter sido alocado em uma Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, não foi possível determinar os custos totais (fixo + variáveis), determinando-se apenas os custos operacionais com insumos e operações.

Tabela 1. Custos operacionais (insumos e operações) para a obtenção do desempenho econômico da cultura do milho em consórcio com capins dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2007/2008.

Item	Operações e Insumos*	Unidade	Qtde.	Valor	Valor
				Unitário	Total
				— R\$ —	
Insumos					
1	Herbicida Glyphosate	litro	4,0	14,75	59,00
2	Herbicida 2,4-D amine	litro	1,0	12,39	12,39
3	Inseticida Thiodicarb	litro	0,4	81,31	32,52
4	Adubo N-P-K (08-28-16)	tonelada	0,25	1.777,46	444,37
5	Inseticida Delthametrin	litro	0,2	38,49	7,70
6	Herbicida Nicosulfuron	litro	0,2	61,20	12,24
7	Adubo Uréia (cobertura)	tonelada	0,222	1.292,20	286,87
8	Semente de milho AG8088	saco (20 kg/ha)	1,0	270,00	270,00
	Semente de capim-tanzânia	kg (VC=76%)	7,00	21,28	148,96
	Semente de capim-mombaça	kg (VC=76%)	7,00	20,33	142,31
	Semente de capim-marandu	kg (VC=76%)	7,00	8,80	61,60
	Semente de capim-ruziziensis	kg (VC=76%)	7,00	10,07	70,49
Operações					
1	Dessecação inicial	horas-máquina	0,4	75,00	30,00
2	Semeadura milho	horas-máquina	1,0	115,00	115,00
3	Aplicação inseticida	horas-máquina	0,5	75,00	37,50
4	Adubação de cobertura	horas-máquina	0,5	38,00	19,00
5	Colheita de grãos	horas-máquina	1,2	192,00	230,40
6	Irrigação pivô central	mm	108,0	2,73	294,84
7	Semeadura simultânea do capim	horas-máquina	1,0	68,00	68,00

*Custos dos itens 1 a 8 (Insumos) e 1 a 6 (Operações) foram considerados em todos os consórcios com as respectivas sementes dos capins de cada consórcio. Nas modalidades na qual o capim foi semeado simultaneamente ao milho, incluiu-se o item 7 (Operações). Investimentos iniciais com preparo de solo e calagem não foram realizados por se tratar de SPD com 5 anos (fase inicial/transição).

3.5.2. Experimentos II e III – Adubação nitrogenada e épocas de corte dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis no inverno/primavera após o consórcio com a cultura do milho no ano agrícola 2007/2008 e semeadura da cultura do milho sobre a palhada desses capins no ano agrícola 2008/2009

Os custos variáveis da pastagem e do milho em sucessão foram estimados a partir dos coeficientes técnicos (insumos e operações) registrados no experimento, extrapolados para um hectare (Tabela 2) e ajustados àqueles vigentes em pecuária de corte e lavouras comerciais de safra de milho no Estado de São Paulo, de acordo com dados do Anualpec (2008) e do Agrianual (2008). O valor dos insumos e operações (ANUALPEC, 2008; AGRIANUAL,

2008; IEA, 2009), gerou o custo variável com insumos e operações (custo operacional) (MATSUNAGA; BEMELMANS; TOLEDO, 1976).

Tabela 2. Custos operacionais (insumos e operações) para a obtenção do desempenho econômico de pastagens de *Panicum* e *Brachiaria* formadas após o consórcio com milho, adubadas com doses de N e submetidas a cortes e da cultura do milho em sucessão, semeada sobre a palhada dos capins. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

Item	Operações e Insumos*	Unidade	Qtde.	Valor Unitário	Valor Total
— R\$ —					
CAPINS					
Operações					
1	Roçada de homogeneização	horas-máquina	1,0	65,00	65,00
2	Adubação	horas-máquina	0,5	38,00	19,00
3	Colheita e transporte da forragem	tonelada	1,0	36,13	36,13
4	Irrigação por pivô central (mm)	1ª época de corte	36,0	2,73	98,28
		2ª época de corte	36,0	2,73	98,28
		3ª época de corte	36,0	2,73	98,28
		4ª época de corte	12,0	2,73	32,76
Insumo					
1	Adubo Uréia (kg)	50 kg/ha de N	111,11	1,29	143,33
		100 kg/ha de N	222,22	1,29	286,66
		200 kg/ha de N	444,44	1,29	573,33
MILHO EM SUCESSÃO					
Operações					
1	Dessecação da pastagem	horas-máquina	0,4	75,00	30,00
2	Manejo dos resíduos (triton)	horas-máquina	1,0	65,00	65,00
3	Semeadura	horas-máquina	1,0	115,00	115,00
4	Aplicação de herbicida	horas-máquina	0,5	75,00	37,50
5	Adubação de cobertura	horas-máquina	0,5	38,00	19,00
6	Colheita de grãos	horas-máquina	1,2	192,00	230,40
7	Irrigação por pivô central	mm	144,0	2,73	393,12
Insumos					
1	Semente de milho DKB390 YG	saco (20 kg/ha)	1,0	400,00	400,00
2	Herbicida Glyphosate	litro	4,0	21,51	86,04
3	Herbicida 2,4-D amine	litro	1,0	13,49	13,49
4	Inseticida Thiodicarb	litro	0,4	119,02	47,61
5	Adubo NPK (08-28-16)	tonelada	0,3	3.003,54	901,06
6	Herbicida Nicosulfuron	litro	0,2	61,20	12,24
7	Adubo Sulfato de amônio	tonelada	0,45	1.332,48	599,62

*Custos dos itens 2 a 3 (Operações) nos capins foram considerados em todos os consórcios com as respectivas irrigações de cada época de corte e a dose de N aplicada, enquanto que o item 1 – Roçada de homogeneização (Operações) foi considerado apenas na 1ª época de corte. Custos dos itens 1 a 7 (Operações e Insumos) na cultura do milho em sucessão foram considerados em todos os consórcios. Investimentos iniciais com preparo de solo e calagem não foram realizados por se tratar de SPD com 5 anos (fase inicial/transição)

Descontando as perdas na colheita, as PMS dos capins obtidas em cada consórcio \times dose de N \times época de corte auxiliaram na obtenção da receita bruta da pastagem, sendo considerada a ingestão de massa seca (IMS) e o ganho de peso vivo médio diário (GPD) para animais zebuínos em função dos teores de PB e NDT da forragem, conforme estimativas do NRC (2000).

Assim, na análise econômica definiu-se GPD de 0,2 e 0,6 kg/animal fornecendo a forragem (cocho) aos animais ao invés de pastejo. A IMS foi ajustada considerando 60% de NDT na forragem para machos zebuínos castrados com peso vivo de 400 kg e rendimento de carcaça de 53%, com base no NRC (2000). Calculou-se a produção de equilíbrio (custo operacional/valor da @) e a estimativa de produção de carne bovina (@/ha) para os GPD de 0,2 e 0,6 kg/animal.

As produtividades de grãos da cultura do milho obtidas em sucessão à pastagem auxiliaram na obtenção da receita bruta da cultura do milho no ano agrícola 2008/2009, sendo a produtividade em kg/ha transformada em sacas de 60 kg/ha e o preço médio recebido pelo produtor, referente ao mês de abril de 2009 no Estado de São Paulo (IEA, 2009). Conforme metodologia contida em Santos; Marion; Segatti (2008), calculou-se em planilhas eletrônicas a margem de contribuição (receita bruta menos os custos operacionais com insumos e operações) e o IMC individualmente para a pastagem e para a cultura do milho, bem como, para o sistema envolvendo ambas, conforme a equação descrita no item 3.5.1.

3.5.3. Desempenho econômico da ILP sob SPD irrigado envolvendo os experimentos I, II e III

Com base nos dados econômicos dos experimentos I, II e III (consórcio da cultura do milho com os capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis; adubação nitrogenada e épocas de corte desses capins após a colheita de grãos; e semeadura da cultura do milho sobre a palhada desses capins, respectivamente) obteve-se o desempenho econômico (custo operacional com operações e insumos, receita bruta, margem de contribuição e IMC conforme equação descrita no item 3.5.1.) do sistema de integração lavoura-pecuária irrigado durante os anos agrícolas 2007/2008 e 2008/2009.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento I – Componentes da produção e produtividade da cultura do milho em duas épocas de consorciação com os capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis em SPD

Dentre os nove tratamentos avaliados, constata-se que o estande final de plantas (EFP) foi superior apenas no consórcio MRS em relação ao MMS. Entre os demais tratamentos não houve diferença para este atributo (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros das plantas da cultura do milho em consórcio com capins dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2007/2008.

Consórcio ^{**}	EFP ^{***} plantas/ha	NE espigas/ha	AP cm	AIE cm	DBC mm
MTS	65.556 ab [*]	65.000 ^{ns}	244,25 cd [*]	126,75 ^{ns}	20,65 a [*]
MTC	64.444 ab	63.333	262,50 a	135,50	20,75 a
MMS	58.889 b	58.889	249,75 cd	129,75	19,00 a
MMC	63.333 ab	63.333	260,25 ab	135,25	19,75 a
MBS	65.556 ab	63.333	244,25 cd	128,50	16,40 b
MBC	65.556 ab	62.778	253,25 abc	134,75	20,00 a
MRS	66.111 a	65.000	250,00 bcd	134,25	20,20 a
MRC	63.889 ab	62.778	240,75 d	124,25	20,20 a
MSC	62.222 ab	62.222	251,00 abcd	135,25	20,55 a
CV (%)	4,4	4,7	2,1	3,7	4,0

^{ns} médias não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

^{*} médias seguidas de letras diferentes nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{**} MTS, MMS, MBS e MRS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente com a cultura do milho, respectivamente; MTC, MMC, MBC e MRC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho; MSC: Milho sem consorciação.

^{***} EFP: estande final de plantas; NE: número de espigas/ha; AP: altura de plantas; AIE: altura de inserção da espiga principal; DBC: diâmetro basal de colmo.

O menor EFP no caso do consórcio MMS (Tabela 3) pode estar relacionado à maior competição nesse sistema de cultivo, possivelmente em virtude do hábito de crescimento vegetativo vigoroso (mais prostrado) deste capim em comparação aos demais. Portanto, no caso em estudo, pode-se afirmar que a subdose do herbicida Nicosulfuron (8 g/ha do i.a.) utilizado com intuito de amenizar o crescimento dos capins e conseqüentemente evitar a competição desses com o milho não foi eficiente apenas para o capim-mombaça, sendo necessário estudos com doses maiores até o limite que não provoque a morte do mesmo.

Borghini; Crusciol (2007) constataram que em virtude da maior população de *B. brizantha* proporcionada pelo consórcio efetuado simultaneamente na entrelinha do milho, houve diminuição do EFP para o mesmo espaçamento entrelinhas (0,90 m), em decorrência da maior competição exercida pelo capim, principalmente no início de desenvolvimento do milho. O mesmo não ocorreu no presente trabalho, provavelmente em função da subdose de herbicida descrita anteriormente, conforme também relatado pelas revisões de Alvarenga et al. (2006) para combinações de herbicidas neste sistema.

Outro fator relevante na eficiência de utilização dessa prática foi a maior densidade de semeadura dos capins em relação ao reportado por Pires (2006), em virtude do maior valor cultural (%VC) das sementes utilizadas no presente trabalho, sendo que os capins apresentaram ótima germinação e emergência, ocupando homogênea a área e diminuindo a incidência de luz no solo, o que reduziu ao longo do ciclo a incidência de plantas daninhas sem a necessidade de utilização de outros herbicidas rotineiramente utilizados na cultura do milho.

Da mesma forma que verificado por Borghini; Crusciol (2007), o número de espigas por hectare (NE) e a altura de inserção da espiga principal (AIE) não foram influenciados pelos consórcios no espaçamento de 0,90 m, demonstrando neste aspecto a homogeneidade do híbrido de milho avaliado (Tabela 3). Já a altura média de plantas (AP) foi superior no consórcio MTC em relação aos consórcios MTS, MMS, MBS, MRS e MRC, demonstrando que, principalmente, na semeadura simultânea com a cultura do milho, os capins apresentaram maior competição e diminuíram a AP do milho. Essa competição também diminuiu ($P < 0,05$) o diâmetro basal de colmo (DBC) do consórcio MBS em relação aos demais, demonstrando que o capim-marandu pelo seu rápido estabelecimento afetou esse atributo, o que pode prejudicar o desenvolvimento e conseqüentemente a produtividade de grãos (PG) da cultura do milho, pois plantas com colmos mais finos possuem menor capacidade de translocação de nutrientes, bem como, tornam-se mais susceptíveis ao tombamento pelo efeito do vento, das

chuvas e do trânsito de maquinários e implementos (adubação de cobertura, aplicação de defensivos e colheita de grãos).

O comprimento da espiga principal (CE), o número de grãos por espiga (NGE), a massa de 100 grãos (M100) e a massa de grãos por espiga (MGE) também foram influenciados ($P < 0,05$) pelos consórcios (Tabela 4), sendo que provavelmente pelo efeito competição ocasionado durante o período de desenvolvimento das espécies, o capim-mombaça semeado simultaneamente (MMS) pela sua maior exigência principalmente em fertilidade do solo, diminuiu os valores desses atributos em relação aos demais consórcios. Uma explicação para espigas menores e mais leves nesse consórcio seria a competição do capim, comprometendo a translocação de fotoassimilados para os grãos, embora deve-se levar em consideração esta colocação em relação a especificidade dos híbridos de milho no tocante à exigência por fatores inerentes ao seu desenvolvimento (água, luz e nutrientes), visto que no caso em estudo utilizou-se um híbrido simples extremamente exigente a estes fatores.

Tabela 4. Componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho em consórcio com capins dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2007/2008.

Consórcio ^{**}	CE ^{***}	NGE	M100	MGE	PG	IPG
	cm	n ^o	g	g	kg/ha	%
MTS	18,45 a *	588 a *	16,83 a	182,4 a *	10.926 a *	124
MTC	17,80 a	565 ab	16,21 ab	175,2 a	9.720 b	111
MMS	16,45 b	495 b	15,32 b	135,6 b	7.163 e	82
MMC	17,85 a	549 ab	16,47 ab	165,1 ab	9.287 bc	106
MBS	17,25 ab	520 ab	16,58 a	153,9 ab	8.230 d	94
MBC	17,75 a	561 ab	16,32 ab	175,9 a	9.166 bc	104
MRS	18,00 a	551 ab	16,51 ab	172,1 a	9.287 bc	106
MRC	18,25 a	589 a	16,74 a	186,3 a	9.504 bc	108
MSC	18,25 a	564 ab	16,67 a	175,4 a	8.783 cd	100
CV (%)	2,9	5,8	3,0	8,9	4,0	-

^{ns} médias não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

* médias seguidas de letras diferentes nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

** MTS, MMS, MBS e MRS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente com a cultura do milho, respectivamente; MTC, MMC, MBC e MRC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho; MSC: Milho sem consorciação.

*** CE: comprimento de espiga principal; NGE: número de grãos por espiga; M100: massa de 100 grãos; MGE: massa de grãos por espiga; PG: produtividade de grãos; IPG: índice da PG em relação ao tratamento testemunha (MSC).

Outras avaliações mais específicas relacionadas à arquitetura da planta também podem definir com clareza o efeito da competição entre as espécies, sendo que em geral, a capacidade de interceptação da radiação incidente está relacionada ao índice de área foliar (AMARAL FILHO et al., 2005) e fatores como envergadura da folha, desfolhamento,

deficiência de nutrientes e condições de estresse das plantas por déficits hídricos comprometem os processos fisiológicos da planta. No entanto, os valores para estes atributos foram superiores aos obtidos por Borghi; Mello; Crusciol (2004), no mesmo local e em condições semelhantes de cultivo.

Com relação à PG (Tabela 4), também houve efeito dos consórcios. Embora a consorciação não tenha provocado diferença no NE, o efeito sinérgico deste atributo com a MGE pode explicar as menores PG em determinados consórcios. Desta forma, o consórcio MMS foi o que proporcionou menor PG em função da competição ocasionada pelo capim, seguida do consórcio MBS, enquanto que o consórcio mais produtivo foi o MTS, com IPG de 82, 94 e 124%, respectivamente, em relação ao MSC. Estes resultados podem ser explicados pelas alterações fisiológicas e morfológicas destes capins quando submetidos à competição por água e luz ocasionada pelo consórcio com o milho. Resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho, principalmente em relação ao comportamento do capim-mombaça nos consórcios e PG da cultura do milho também foram constatados por Borghi (2007) durante três anos agrícolas em Nitossolo Vermelho estruturado em Botucatu/SP.

Desta forma, a aplicação de herbicida para redução da taxa de crescimento da cultura (TCC) dos capins, somente é necessária em situações adversas, principalmente quanto a fertilidade do solo e estiagem prolongada no período inicial da lavoura, bem como, arranjos espaciais, épocas de consórcio, densidades e profundidades de deposição das sementes dos capins. No caso em estudo essa técnica foi extremamente eficiente para o capim-tanzânia, que se mostrou susceptível à aplicação do herbicida, reduzindo sua TCC inicial e em função da maior densidade de semeadura o seu estabelecimento inibiu a emergência de plantas daninhas. Jakelaitis et al. (2005) também evidenciaram que a aplicação em pós-emergência de doses reduzidas do herbicida Nicossulfuron visando reduzir a TCC inicial dos capins apresentaram vantagem no desenvolvimento e PG da cultura do milho.

Os resultados do presente trabalho corroboram aos de Kluthcouski et al. (2000); Kluthicouski; Aidar (2003); Alvarenga et al. (2006); Borghi (2007); Borghi; Crusciol (2007), no qual na maioria dos casos analisados o consórcio não reduziu significativamente a PG da cultura do milho como verificado no presente trabalho. De acordo com Kluthicouski; Aidar (2003) isto ocorre possivelmente em virtude da ausência de aplicação das doses normais de herbicida gramínida em pós-emergência, reduzindo possíveis efeitos fitotóxicos na cultura do milho. No norte das grandes planícies dos Estados Unidos, a diversificação de sistemas de cultivo com capins também aumentou a PG das culturas, reduziu a pressão das plantas daninhas e melhorou a qualidade física do solo (ENTZ et al., 2002), visto que o capim tem

efeito supressor na germinação e emergência de plantas daninhas. Além disso, este sistema acelera a formação da pastagem destinada ao consumo animal.

A semeadura simultânea do capim-mombaça (MMS) comprometeu a PG, pois o hábito de crescimento prostrado desse capim promove maior competição por fatores limitantes ao desenvolvimento (água, luz e nutrientes), enquanto que as espécies do gênero *Brachiaria* quando consorciadas, alteram seu hábito de crescimento, diminuindo o perfilhamento e produzindo hastes e folhas finas e compridas na busca de luz. Quanto aos capins Tanzânia e Ruziziensis em ambos os consórcios não comprometeram a PG da cultura do milho. Conforme Kluthcouski et al. (2000), quando o milho atinge a maturidade fisiológica retorna a luminosidade nas entrelinhas da cultura, permitindo o pleno estabelecimento do capim, de tal forma que 50 a 70 dias após a colheita, a pastagem estará em condições de ser utilizada como forragem no período do outono até a primavera ou mesmo na impossibilidade de se realizar pecuária, ser dessecada visando a formação de palha para a continuidade do SPD.

Evidentemente que alguns requisitos são necessários para implementar sistemas de ILP, tais como, máquinas e implementos agrícolas mais diversificados, infra-estrutura de estradas e armazéns, mão-de-obra qualificada, domínio da tecnologia de lavouras anuais e pecuária, e conhecimento mais apurado do mercado agropecuário (MACEDO, 2009). No entanto, para implantação do consórcio não é necessário o investimento em máquinas e equipamentos especiais, sendo que apenas no consórcio simultâneo torna-se necessário a utilização de uma semeadora de forrageiras (sementes pequenas) ou a adaptação da semeadora de milho para deposição das sementes do capim na entrelinha. No caso de pequenas áreas, também é possível a semeadura manual na entrelinha do milho e incorporação com ancinho ou enxada. Outra opção é ajustar a semeadora com espaçamento de 0,45 m para uma linha de milho e outra de capim com disco de furos de menor diâmetro (CECCON, 2007). Portanto, essa opção pode não apresentar os mesmos resultados do presente trabalho, pois apenas uma linha do capim pode não inibir o desenvolvimento de plantas daninhas, sendo necessário aplicação de maiores doses de herbicida pós-emergente.

4.2. Experimento II – Produtividade, composição bromatológica e teor de clorofila (índice ICF) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após a consorciação com a cultura do milho, adubação nitrogenada e épocas de corte no inverno/primavera

4.2.1. Produtividade de massa seca e porcentagem de matéria seca dos capins Tanzânia e Mombaça

A PMS foi influenciada pela interação (consórcio \times época de corte \times adubação nitrogenada), em que apenas o consórcio TS na 1ª época de corte não apresentou significância ($P > 0,05$), enquanto que o consórcio TS na 2ª e o TC na 2ª e 3ª época de corte apresentaram regressão quadrática (Figura 2), cujas doses que proporcionaram maiores PMS foram 185,42; 176,75 e 148,60 kg/ha de N com 3.978; 3.873 e 5.676 kg/ha de massa seca, respectivamente.

As demais interações apresentaram regressão linear positiva em função das doses de N, corroborando com Martha Júnior; Vilela; Sousa (2007), ao afirmarem que a resposta das pastagens de gramíneas tropicais ao N-fertilizante é expressiva até doses de 180 kg/ha de N/ciclo de crescimento. No entanto, conforme resultados de Martha Júnior et al. (2009), a PMS e o teor de N do capim-tanzânia não foram influenciados pela adubação nitrogenada com decréscimo da recuperação do N-uréia no sistema solo-planta com o aumento da dose em excesso de chuva, contribuindo para aumentar as perdas de N. Entretanto, nas condições climáticas do presente trabalho (Figura 1) a adubação nitrogenada foi tecnicamente viável.

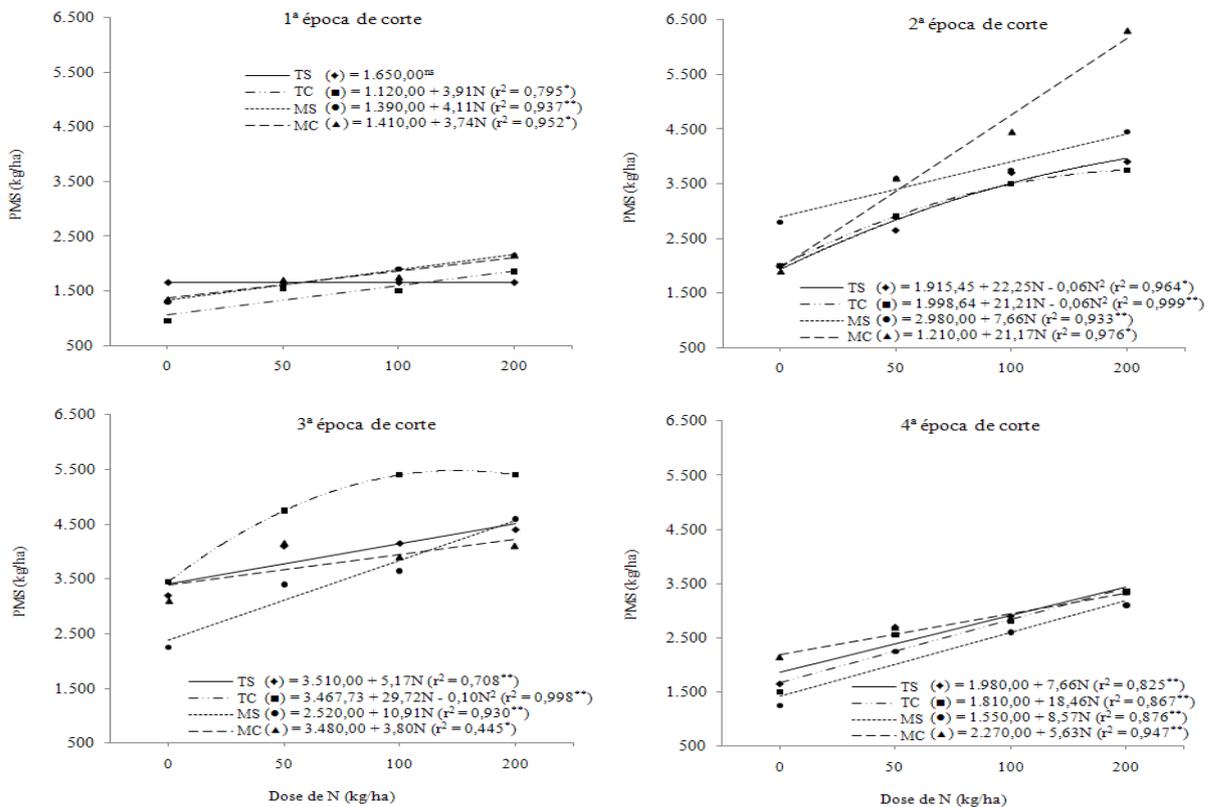


Figura 2. Produtividade de massa seca (PMS) dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2008.

TS e MS: capins Tanzânia e Mombaça semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC e MC: capins Tanzânia e Mombaça semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

^{**}, ^{*}, ^{ns}: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

Conforme Anghinoni (2007), nos primeiros cinco anos de SPD (fase em que se encontrava o solo do presente trabalho - inicial/transição), inicia-se o acúmulo de matéria orgânica, fósforo e palha na superfície e a imobilização de N aproxima-se da mineralização. Neste contexto, de acordo com Martha Júnior; Vilela (2007), a principal vantagem econômica da ILP na fase de pecuária reflete a elevada fertilidade do solo (efeito residual), que apesar de depender da adubação nitrogenada, geralmente dispensa a adubação com fósforo e potássio a médio prazo (até dois anos e meio).

A PMS em função das doses de N dentro de cada época de corte foram semelhantes, sendo que independente da dose, o consórcio TC na 1ª época de corte e o consórcio MS na ausência de adubação nitrogenada na 3ª época de corte foram inferiores aos demais. Por não estar plenamente estabelecido no momento do corte de uniformização, o consórcio TC na 1ª época de corte foi o mais prejudicado, sendo que na ausência de adubação, foi o único que não atingiu os 1.200 kg/ha de massa seca preconizados por Mott (1980), como o mínimo aceitável para corte ou consumo de bovinos em pastejo. Assim, mesmo na ausência de adubação com N, o sistema em estudo produziu PMS média de 2.000 kg/ha, na época de maior escassez de volumoso para os animais (inverno/primavera).

Müller et al. (2002), avaliando o capim-mombaça, concluíram que no cerrado, os principais atributos responsáveis pela sua produtividade, foram a temperatura mínima do ar (abaixo de 20°C) e a umidade do solo. Assim, da mesma forma que esses autores, a menor PMS na 1ª época de corte (início de inverno) pode ser atribuída ao tempo demandado para a recuperação das plantas, que pode ser explicado pelo baixo vigor da rebrota da pastagem em função das condições climáticas após o corte de uniformização (Figura 1). Com o início de temperaturas mais altas durante o dia e aumento do fotoperíodo no início da primavera, ocorreu incremento da PMS e entre a 3ª e 4ª época de corte ocorreu diminuição desta, possivelmente pelo corte das gemas apicais, o que pode ter dificultado o crescimento do capim no ciclo subsequente. Assim, com o início da primavera recomenda-se aumentar a altura de corte dos capins Tanzânia e Mombaça.

Em função das condições climáticas adversas (baixa temperatura e curto fotoperíodo), conforme Barducci et al. (2009) em Botucatu/SP, o capim-mombaça consorciado simultaneamente com o milho não respondeu à adubação nitrogenada após a colheita de grãos, sendo que somente após o início da primavera, as plantas retomaram o perfilhamento expressando seu potencial produtivo, o que não foi tão expressivo no presente trabalho por se tratar de região de cerrado, sendo que esse capim foi inclusive superior em PMS em relação ao capim-tanzânia na 1ª e 2ª época de corte.

A %MS também foi influenciada pela interação tripla ($P < 0,05$), em que apenas os consórcios TC na 2ª, MC na 2ª e na 3ª e TS e MS na 4ª época de corte, não apresentaram significância ($P > 0,05$), enquanto que os consórcios TS na 1ª e 3ª, TC na 1ª e 4ª e MS na 1ª e 2ª época de corte apresentaram regressão quadrática (Figura 3), cujas doses que proporcionaram menores %MS foram de 140,00; 130,00; 220,00; 150,00; 175,00 e 141,67 kg/ha de N, com 23,75; 23,88; 21,25; 23,67; 19,50 e 15,82% massa seca, respectivamente.

As demais interações apresentaram regressão linear decrescente em função das doses de N, sendo que, este resultado pode ser explicado pela maior participação de constituintes solúveis e PB na planta (SILVA; QUEIROZ, 2002), tornando as plantas mais tenras, o que também pode ser comprovado pelos maiores teores de PB na 1ª época de corte, principalmente na ausência de adubação nitrogenada, visto que, com as condições adversas no inverno (Figura 1), a planta tende a diminuir a translocação de água e nutrientes na parte aérea, minimizando a PMS e aumentando (concentrando) a %MS.

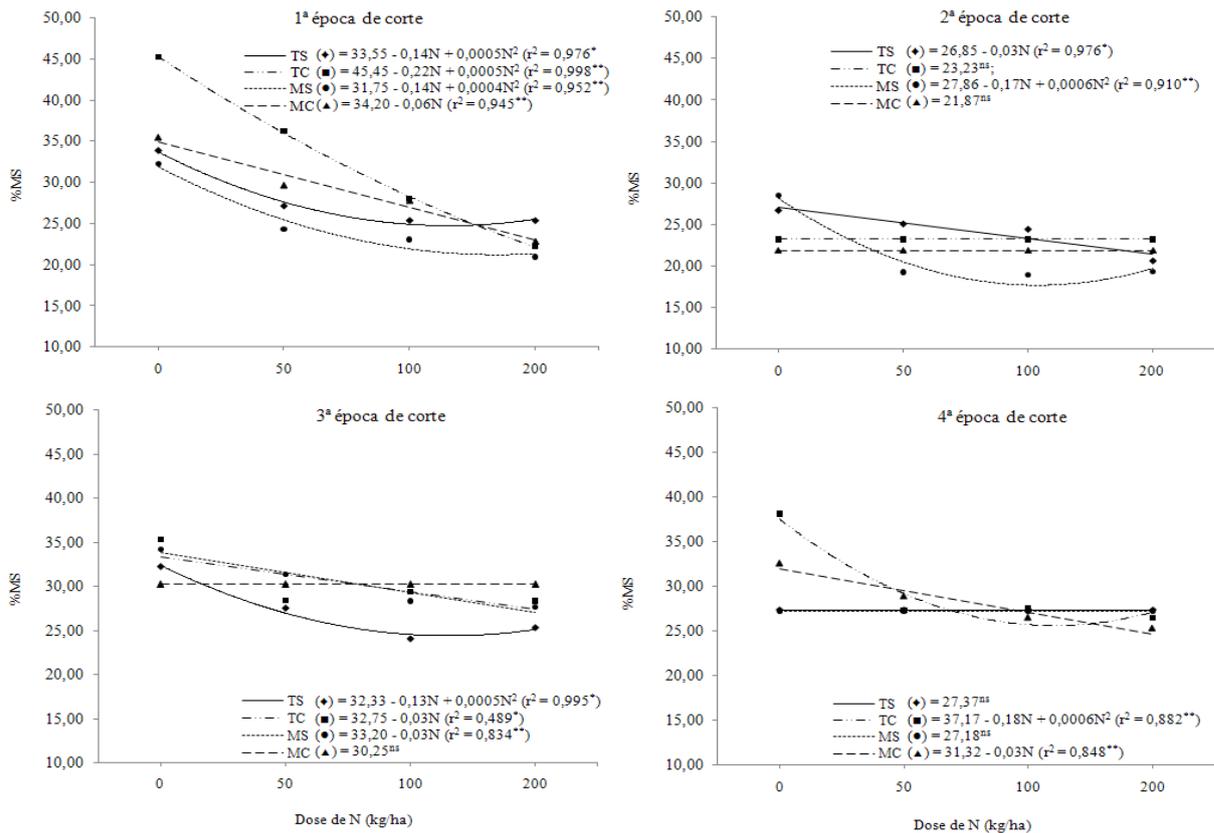


Figura 3. Porcentagem de matéria seca (%MS) dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2008.

TS e MS: capins Tanzânia e Mombaça semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC e MC: capins Tanzânia e Mombaça semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** , * , ns: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

4.2.2. Produtividade de massa seca e porcentagem de matéria seca dos capins Marandu e Ruziziensis

A PMS foi influenciada pela interação tripla (consórcio \times época de corte \times adubação nitrogenada) ($P < 0,05$), sendo que os consórcios BS, BC, RS e RC na 2ª, BS, BC e RS na 3ª e RS na 4ª época de corte apresentaram regressão quadrática (Figura 4), cujas doses que proporcionaram maiores PMS foram 139,38; 232,33; 168,50; 206,83; 165,80; 143,06; 202,80 e 137,78 kg/ha de N com 3.976; 4.731; 4.002; 4.635; 4.237; 4.457; 3.598 e 3.048 kg/ha de massa seca, respectivamente. As demais interações apresentaram regressão linear em função das doses de N. Conforme Martha Júnior; Vilela; Sousa (2007) a resposta das pastagens de gramíneas tropicais ao N-fertilizante é expressiva até doses de 180 kg/ha de N/ciclo de crescimento, sendo que em alguns casos do presente trabalho superou 200 kg/ha de N.

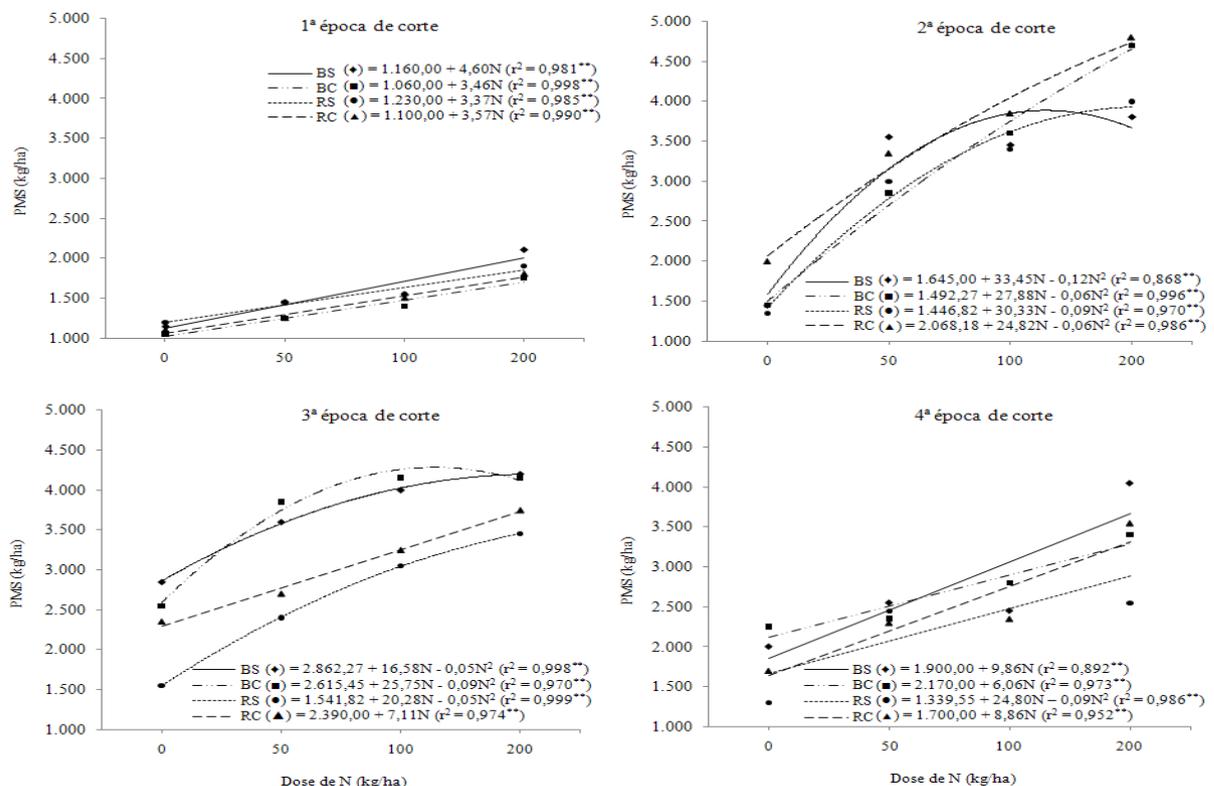


Figura 4. Produtividade de massa seca (PMS) dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2008.

BS e RS: capins Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** : ($P < 0,01$) e ($P < 0,05$), respectivamente.

No entanto, vale destacar que os consórcios apresentaram diretas doses máximas de N entre as épocas de corte, o que pode ser explicado por respostas diferenciadas na duração de vida das folhas e no número de folhas por perfílos em função das doses de N. Apesar de normalmente ocorrer aumento nas taxas de senescência das folhas localizadas na parte

inferior do dossel forrageiro em condições de alta disponibilidade deste nutriente (SILVA et al., 2009a), as temperaturas mais baixas na 2ª e 3ª épocas de corte (Figura 1) podem ter resultado em maior duração de vida das folhas recém-expandidas (SANTOS et al., 2009) e quando aliada ao aumento da massa de lâminas foliares favoreceram a PMS, sendo que o RS na 3ª e 4ª épocas de corte apresentou as menores PMS em função das doses máximas de N.

Com excessão da 3ª época de corte, a PMS em função das doses de N nos consórcios dentro de cada época de corte foram semelhantes (Figura 4), sendo que independente da época de consórcio com o milho, o capim-ruziziensis se mostrou mais sensível à ligeira diminuição da temperatura ocorrida nessa época (Figura 1). Os resultados da 1ª época de corte demonstram que por não estarem plenamente estabelecidos no momento do corte de uniformização os consórcios foram prejudicados, sendo que na ausência de adubação ficaram próximos aos 1.200 kg/ha de massa seca preconizados por Mott (1980) como o mínimo aceitável para corte ou consumo de bovinos em pastejo.

No caso do capim-ruziziensis, tais resultados podem ter sido influenciados pelo corte de homogeneização, já que apresenta meristema apical mais alto e rebrota mais lenta do que o capim-marandu (PIRES, 2006). Com o aumento do fotoperíodo no início da primavera, ocorreu incremento da PMS e entre a 3ª e 4ª época de corte, ocorreu diminuição desta, possivelmente pelo corte das gemas apicais, o que pode ter dificultado o crescimento do capim no ciclo subsequente. Assim, com o início da primavera recomenda-se aumentar a altura de corte dos capins Marandu e Ruziziensis. Tais resultados corroboraram com Barducci et al. (2009) que também verificaram respostas diferenciadas da PMS do capim-marandu consorciado simultaneamente ao milho ao longo dos cortes quando adubado com N, enquanto que no consórcio por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, somente no início da primavera as plantas retomaram o perfilhamento expressando seu potencial produtivo, o que não foi constatado no presente trabalho. No entanto, mesmo na ausência de adubação nitrogenada, o sistema em estudo produziu quantidade satisfatória de forragem, com PMS média de 1.733 kg/ha no inverno/primavera.

Além disso, a eficiência no aproveitamento do N nesse sistema (ILP) pode ser comprovado na comparação com as menores PMS do monocultivo do capim-marandu adubado com N e submetido a corte no final da primavera/início de verão relatadas por Benett et al. (2008), bem como a PMS média de 2.028 kg/ha verificada por Dupas (2008) no mesmo capim (irrigado) submetido a cortes e doses de N na época seca do ano, ambos em condições climáticas semelhantes ao presente estudo. Leonel et al. (2009) também comprovaram a eficiência desse sistema, concluindo que quando o objetivo é recuperar pastagens degradadas

para produção de ruminantes, pela maior PMS e melhor composição bromatológica o cultivo de duas fileiras de capim-MG5 nas entrelinhas do milho é o arranjo mais interessante.

A %MS também foi influenciada pela interação tripla ($P < 0,05$), em que apenas o consórcio BC na 2ª época de corte, não apresentou significância ($P > 0,05$) (Figura 5). Os consórcios BS, BC, RS e RC na 1ª, o RS na 2ª e 4ª e o BC 3ª épocas de corte apresentaram regressão quadrática, cujas doses que proporcionaram menores %MS foram de 212,50; 138,89; 150,00; 175,00; 162,50; 137,50 e 150,00 kg/ha de N, com 18,68; 25,72; 19,83; 21,48; 15,37; 20,70 e 23,95% de massa seca, respectivamente. Os demais apresentaram regressões lineares decrescentes em função das doses de N.

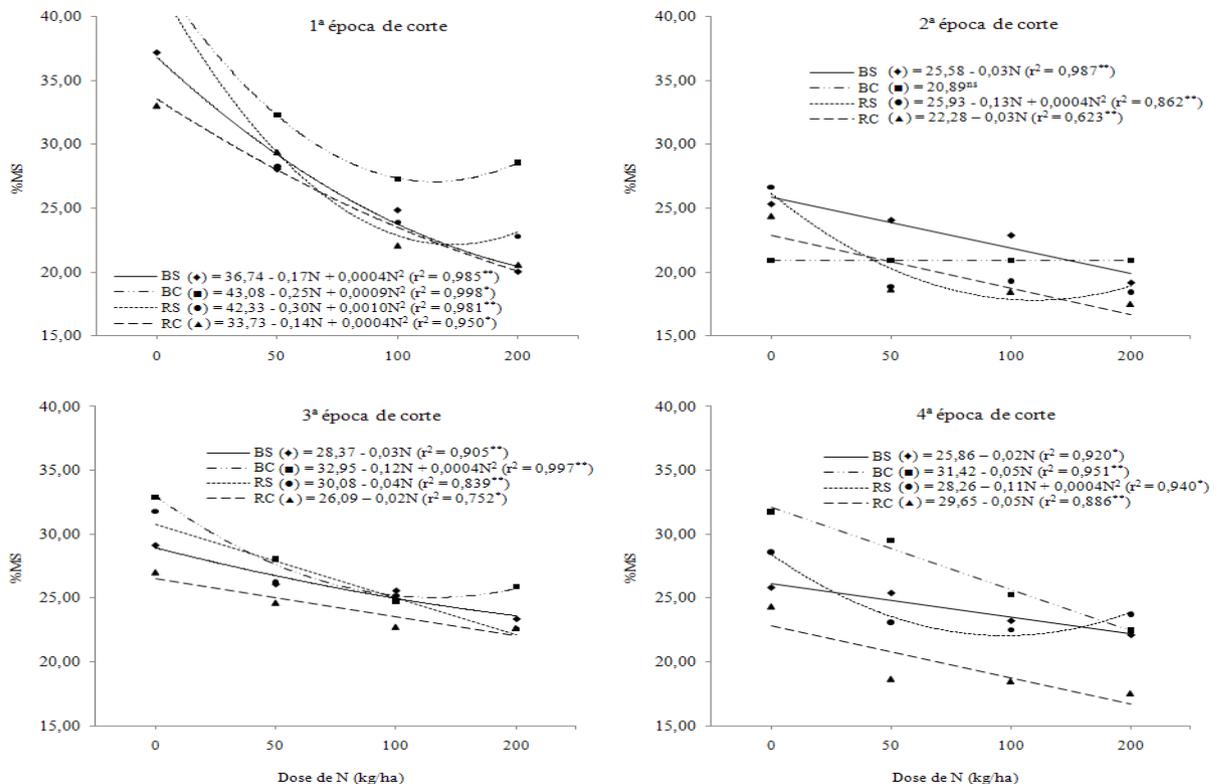


Figura 5. Porcentagem de matéria seca (%MS) dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

BS e RS: capins Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** , * , ns: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

4.2.3. Eficiência de conversão do N-fertilizante em forragem (ECAN) e extração de N pelos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis

Nas quatro épocas de corte e na média do total, a melhor ECAN ocorreu com a utilização de 50 kg/ha de N, seguida pela dose de 100 kg/ha de N em cada época de corte (Figura 6).

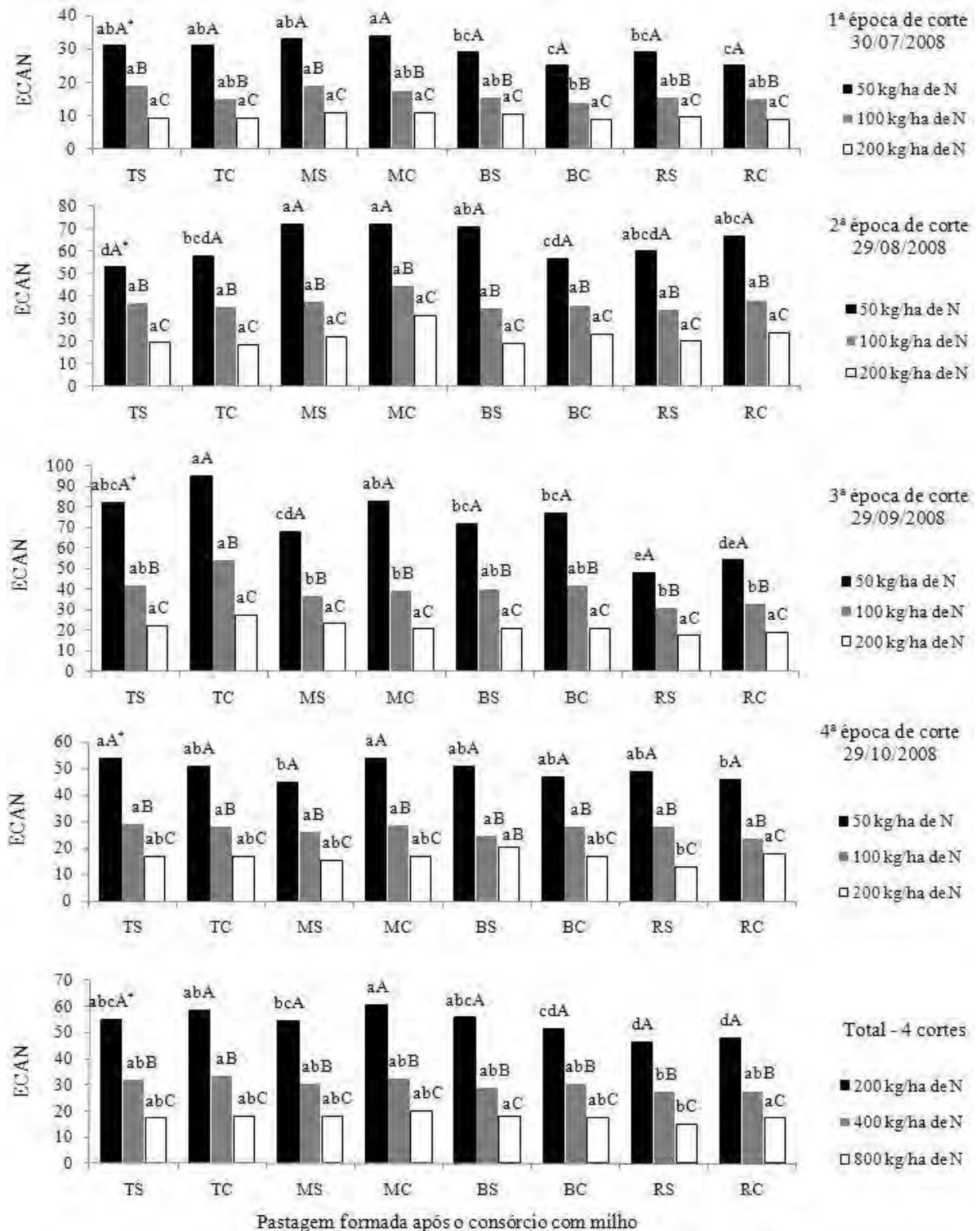


Figura 6. Eficiência de conversão do N-fertilizante em forragem (ECAN) em kg de massa seca/kg de N aplicado das pastagens de *Panicum* e *Brachiaria* formadas após o consórcio com milho, adubadas com doses de N e submetidas a cortes no inverno/primavera, 2008.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

*médias seguidas de diferentes letras minúsculas (entre os consórcios) e maiúsculas (entre as doses de N), dentro de cada época de corte, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Na comparação entre os consórcios na 1ª época de corte, as *Brachiarias* apresentaram menores ECAN, principalmente quando comparadas ao consórcio MC. Na 2ª época de corte os consórcios TS e BC apresentaram menor ECAN principalmente quando comparados aos consórcios MS, MC e BS, enquanto que na 3ª época de corte o capim-ruziziensis em ambos consórcios (BS e BC) foram inferiores aos demais, e na 4ª época de corte os consórcios TS e MC foram superiores aos consórcios MS e RC. No total dessas épocas de corte o capim-ruziziensis em ambos consórcios (BS e BC) foi inferior aos demais, principalmente na comparação com os *Panicum maximum*. No geral, os resultados dessa ECAN acompanharam as PMS nas épocas de corte, sendo que pelos fatores já discutidos anteriormente (roçada de homogeneização, condições climáticas adversas e altura de corte), a 1ª época de corte apresentou o menor valor, seguida da 4ª, da 2ª e da 3ª época de corte (Figura 6).

A diminuição da ECAN com o aumento da dose corrobora aos obtidos por Mello et al. (2008), avaliando o capim-mombaça, possivelmente pelo menor aproveitamento do N pelas plantas em função das perdas desse nutriente por volatilização, desnitrificação e principalmente lixiviação. Já no presente trabalho, a diminuição da ECAN pode ter ocorrido por uma possível imobilização do N pela palhada das culturas antecessoras, já que o solo da área em estudo se encontrava entre 5 e 6 anos sob SPD, tempo em que a mineralização de N começa a se aproximar da imobilização. Em condições quentes e úmidas, os *Panicum maximum* podem produzir até 90 kg de massa seca/kg de N, enquanto que as gramíneas tropicais em geral atingiram valores de até 83 kg de massa seca/kg de N e na média a eficiência foi de 26 kg de massa seca/kg de N, sendo que as maiores ECAN ocorreram com doses de até 150 kg/ha/ano de N, com 62% dos casos entre 15 e 45 kg de massa seca/kg de N e apenas 11% dos casos com superioridade a 45 kg de massa seca/kg de N (MARTHA JÚNIOR; VILELA; BARCELLOS, 2006).

Assim, pode-se inferir que a dose de 50 kg/ha de N em cada época de corte apresentou ótimos resultados, visto que apenas na 1ª época de corte os consórcios apresentaram ECAN entre 15 e 45 kg de massa seca/kg de N, enquanto que nas épocas de corte subsequentes a ECAN foi superior a 45 e a média do total dos quatro cortes foi de aproximadamente 50 kg de massa seca/kg de N, demonstrando a eficiência de sistemas de ILP irrigado no aproveitamento dessa dose de N, já que as avaliações foram realizadas no inverno/primavera, época na qual independente da adubação nitrogenada, a diminuição da temperatura e do fotoperíodo favorecem o florescimento do capim (CAMARGO-BORTOLIN; SANTOS; PRADO, 2007), prejudicando o crescimento e conseqüentemente a PMS. Além disso, Mello et al. (2008) em um Latossolo Vermelho distrófico de Goiânia, Goiás, Brasil, sob semeadura convencional

(uma aração e duas gradagens) verificaram que a PMS do capim-mombaça sem adubação nitrogenada nos cortes realizados entre 60 e 90 dias em julho e agosto foi muito baixa, chegando a zero (não produziu massa forrageira), bem como, as melhores ECAN foram de 26 e 53 kg de massa seca/kg de N aplicando 305 e 309 kg/ha de N, respectivamente em dois anos de avaliação.

A extração de nitrogênio pela colheita da parte aérea dos capins foi influenciada pelas doses de N e épocas de corte ($P < 0,05$) sendo que no gênero *Panicum*, os consórcios TC nas 1ª, 2ª e 3ª épocas de corte e TS na 4ª época de corte apresentaram regressões quadráticas com extrações máximas aplicando 161,90; 181,08; 219,67 e 165,22 kg/ha de N, extraindo 55,62; 100,29; 140,78 e 84,60 kg/ha de N pela colheita da parte aérea dos capins, equivalente a um aproveitamento de 34,35; 55,38; 64,09 e 51,20% do N aplicado na adubação, respectivamente (Figura 7).

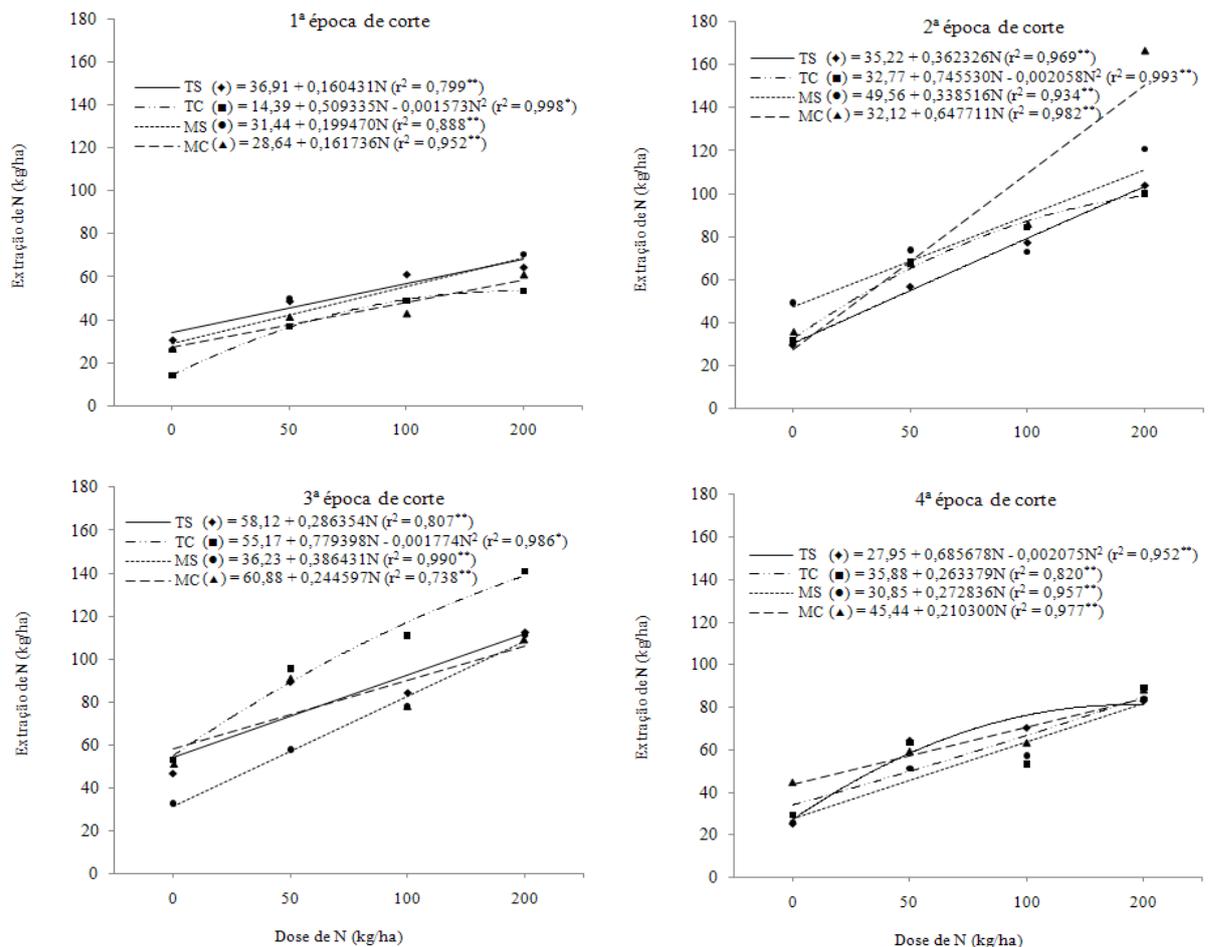


Figura 7. Extração de nitrogênio (N) pela colheita da parte aérea dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

TS e MS: capins Tanzânia e Mombaça semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC e MC: capins Tanzânia e Mombaça semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** : ($P < 0,01$) e ($P < 0,05$), respectivamente.

No gênero *Brachiaria*, os consórcios RS na 1ª, BS e RS na 2ª, BC na 3ª e RS na 4ª épocas de corte apresentaram regressões quadráticas com extrações máximas nas doses de 195,49; 185,68; 238,12; 159,43 e 162,65 kg/ha de N, extraindo 53,78; 91,05; 97,37; 95,70 e 68,68 kg/ha de N pela colheita da parte aérea dos capins, equivalente a um aproveitamento de 27,51; 49,04; 40,89; 60,03 e 42,23% do N aplicado na adubação, respectivamente (Figura 8). Os demais consórcios em ambos os gêneros apresentaram regressão linear crescente da extração de N pela colheita da parte aérea dos capins em função das doses de N aplicadas. Estes resultados permitem inferir que mesmo em sistema irrigado, nem todo o N aplicado foi extraído pela colheita da parte aérea do capim, sendo que a aplicação de uréia apresentou perdas na eficiência de extração. No entanto, parte desse N pode ter sido imobilizado pela palhada da cultura do milho que se encontrava na superfície do solo, contribuindo para aumento do estoque de N do sistema, o que poderia elevar o aproveitamento pela cultura em sucessão.

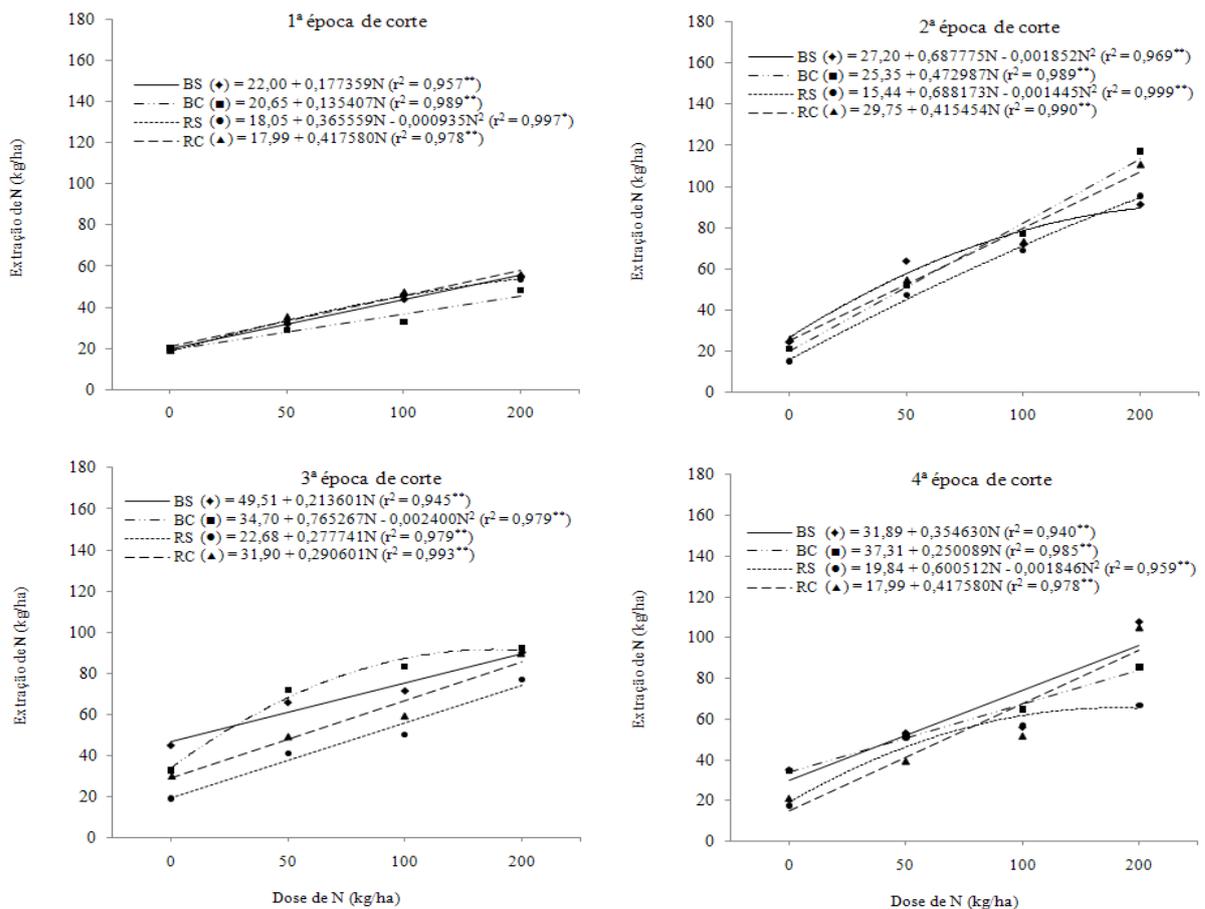


Figura 8. Extração de nitrogênio (N) pela colheita da parte aérea dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

BS e RS: capins Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** : ($P < 0,01$) e (* : ($P < 0,05$), respectivamente.

Entre as épocas de corte, para ambos os gêneros, em função da menor PMS (Figuras 2 e 4), a 1ª época de corte apresentou as menores extrações. Além disso, os capins do gênero *Panicum* apresentaram respostas diferenciadas nas demais épocas de corte, sendo que possivelmente por um efeito residual da 1ª época de corte (visto que o aproveitamento do N aplicado nessa época foi menor), a 2ª e 3ª épocas de corte apresentaram os melhores resultados, com redução na 4ª época de corte. Conforme discutido anteriormente para a PMS, tais resultados podem ser explicados pela altura de corte dos capins terem sido a mesma em todas as épocas de corte (0,40 m em relação à superfície do solo), sendo que com o início da primavera (3ª de corte), em função do hábito de crescimento entouceirado desses capins, o corte nessa altura pode ter decaptado os meristemas apicais de alguns perfilhos, exigindo a emissão de novos perfilhos, dificultando o rebrote e conseqüentemente diminuindo a PMS.

Já nos capins do gênero *Brachiaria*, essas respostas diferenciadas foram acentuadas da 2ª época de corte em diante, visto que esses capins possuem hábito de crescimento menos entouceirado do que os capins do gênero *Panicum*. No entanto, na 3ª e 4ª época de corte, pelo meristema apical mais alto do capim-ruziziensis em relação ao o capim-marandu, os consórcios RS e RC apresentaram menores extrações de N em relação aos consórcios BS e BC.

Na comparação entre os gêneros *Panicum* e *Brachiaria* (Figuras 7 e 8) verifica-se que principalmente na 2ª e 3ª época de corte, os capins Tanzânia e Mombaça foram superiores aos capins Marandu e Ruziziensis na extração de N, se mostrando capins mais produtivos, no entanto, com maior exigência em adubação nitrogenada, com extrações totais nos quatro cortes pela colheita da parte aérea de 167,08; 158,20; 148,08; 138,21; 130,60; 118,01; 97,63 e 76,01 kg/ha de N pelos consórcios MC, TS, MS, TC, BS, BC, RC e RS, respectivamente, na ausência de adubação nitrogenada. Assim, o capim-ruziziensis foi o que menos extraiu N, principalmente quando semeado simultaneamente com a cultura do milho, já que a formação da pastagem com esse capim foi prejudicada pela sensibilidade desse à subdose do herbicida Nicosulfurom aplicada logo após a emergência do capim, afim de reduzir a competição com a cultura do milho. No entanto, tais resultados servem novamente como base para afirmar que o efeito residual da adubação nitrogenada da cultura do milho no consórcio, bem como, pelos cinco anos sob SPD na época dessas avaliações, o solo da área em estudo apresentava algum fornecimento de N pelo início da mineralização da matéria orgânica, visto que a extração de N no somatório das quatro épocas de corte pela colheita da parte aérea dos capins variou de 76,01 a 167,08 kg/ha pelos consórcios RS e MC, respectivamente, na ausência de adubação nitrogenada da pastagem.

4.2.4. Teor de clorofila (índice ICF) e composição bromatológica dos capins Tanzânia e Mombaça

O índice ICF apresentou efeito crescente em função das doses de N ($P < 0,05$), em que apenas o consórcio MC na 4ª época de corte não apresentou significância ($P > 0,05$). Para as demais interações foram verificados ajustes lineares e bastante semelhantes entre os consórcios e as épocas de corte dos capins Tanzânia e Mombaça (Figura 9).

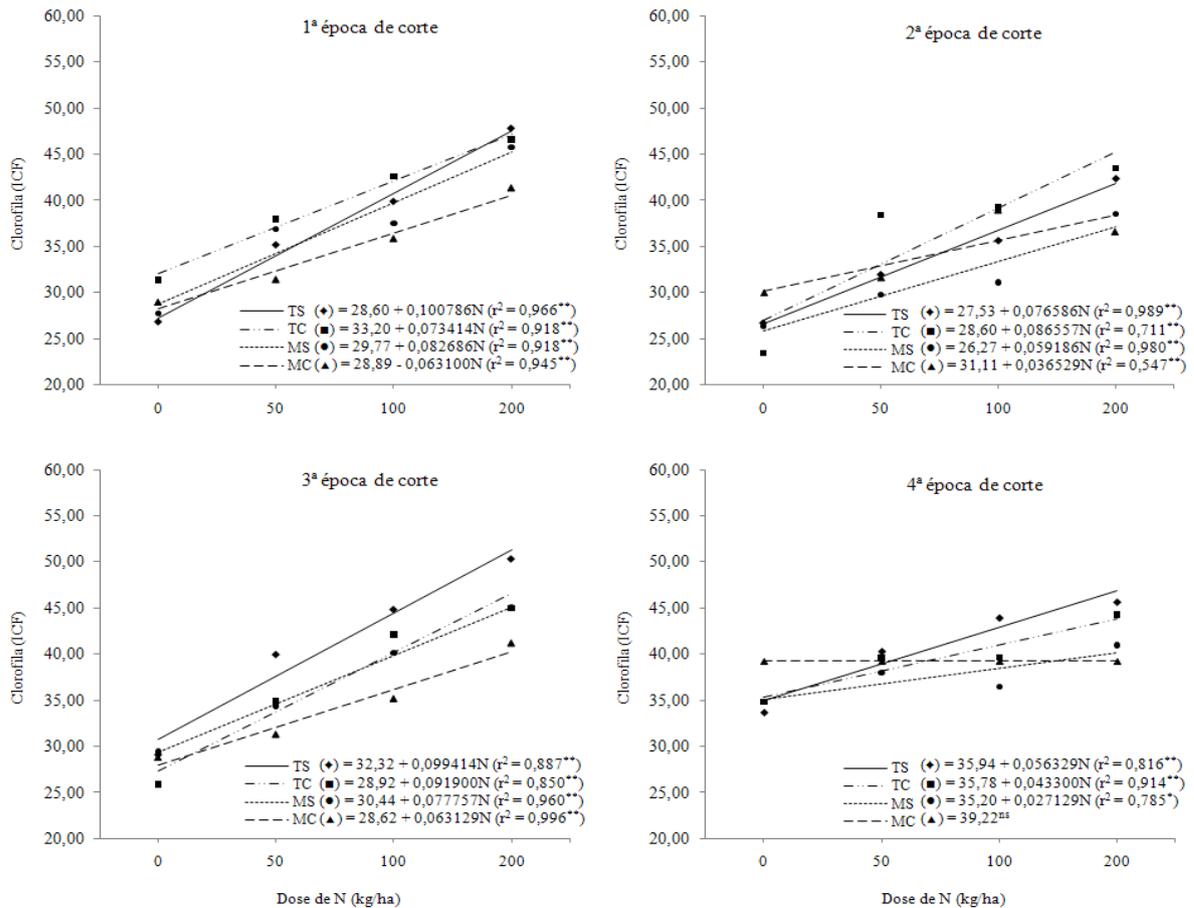


Figura 9. Teor de clorofila (índice ICF) nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2008.

TS e MS: capins Tanzânia e Mombaça semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC e MC: capins Tanzânia e Mombaça semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

**, *, ns: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

Também houve efeito das doses de N ($P < 0,05$) no teor de PB, e apenas o consórcio TS na 1ª e 4ª e o TC na 1ª e 2ª épocas de corte apresentaram regressão quadrática, cujas doses que proporcionaram maiores teores de PB foram de 150,00; 125,00; 128,57 e 150,00 kg/ha de N, com 22,82; 17,00; 21,31 e 17,74% de PB, respectivamente (Figura 10). De acordo com Whitehead (2000), a elevação dos teores de PB do *P. maximum* com o aumento da dose de N pode ser prejudicada, se o período de rebrote for superior a 28 dias. Assim, os

comportamentos quadráticos podem ter sido influenciados pelo intervalo de corte de 30 dias, sendo que nestes casos, a diminuição do intervalo poderia alterar este efeito, visto que a ausência do pisoteio animal, a irrigação e a adequada fertilidade do solo, aliados a adubação nitrogenada, proporcionaram rápido rebrote do capim após o corte. Mesmo assim, cabe salientar o elevado teor de PB dos capins na ausência de adubação nitrogenada com média de 12,2% entre os consórcios (Figura 10).

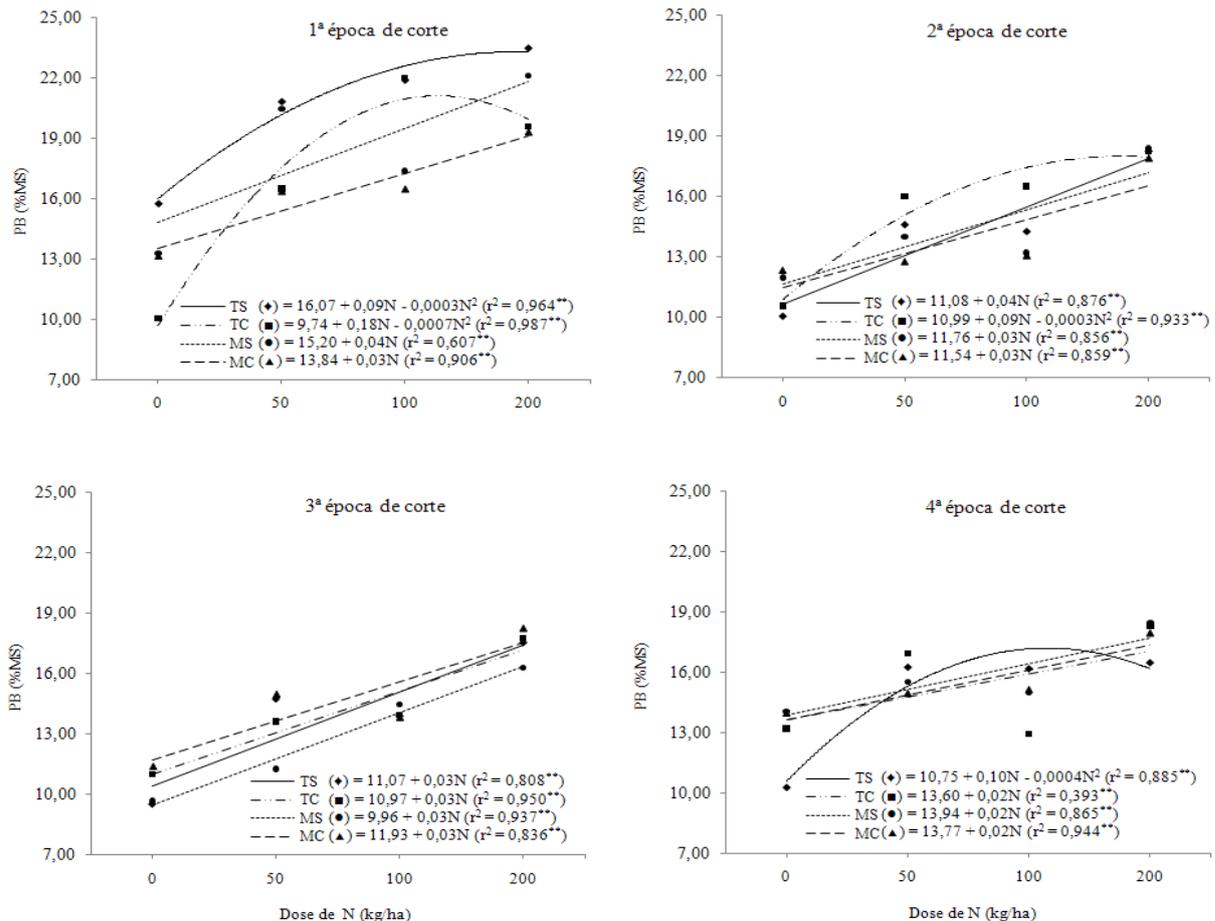


Figura 10. Teor de proteína bruta (PB) nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2008.

TS e MS: capins Tanzânia e Mombaça semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC e MC: capins Tanzânia e Mombaça semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** : ($P < 0,01$) e ($P < 0,05$), respectivamente.

De acordo com Manarim; Monteiro (2003), o teor máximo de PB nas lâminas de folhas recém-expandidas do capim-mombaça foi de 10,31%, correspondendo ao valor de 55 unidades ICF, enquanto que no capim-aruaana, conforme Lavres Júnior; Monteiro (2006), foi de 17,75 e 21,31% de PB e 59,0 e 52,8 unidades ICF, para o 1º e 2º cortes respectivamente. Assim, na ausência de adubação, independente do consórcio e da época de corte, os teores de PB e o índice ICF foram semelhantes aos de Lavres Júnior; Monteiro (2006) e superiores aos

de Manarim; Monteiro (2003), demonstrando que o solo em estudo apresentou algum fornecimento de N, possivelmente pelo início da mineralização da matéria orgânica e pela adubação residual do milho no consórcio.

As demais interações do teor de PB apresentaram incremento linear com as doses de N (Figura 10), sendo que em função do efeito concentração na %MS, os maiores teores ocorreram na 1ª época de corte. Da mesma forma que o consórcio TS na 2ª e 3ª e o TC na 3ª e 4ª épocas de corte, Barros et al. (2002) verificaram aumentos lineares crescentes dos teores de PB do capim-tanzânia estabelecido pelo consórcio com milheto e adubado com doses de N. Com relação aos consórcios, apenas na 1ª época de corte o TS apresentou ligeira superioridade de PB em relação aos demais, sendo que nas épocas de corte subsequentes não ocorreu este comportamento, corroborando com Quadros; Rodrigues (2006), quando compararam cultivares de *P. maximum* adubados com N. Os teores de 9,7 a 22,8% de PB do presente trabalho foram satisfatórios, visto que foram superiores aos 7% considerados por Soest (1994), como mínimo para manutenção da população de microorganismos do rúmen de bovinos.

O aumento do teor de PB de pastagens ocorre até altas doses de N (800 kg/ha/ano), correspondendo de 50 a 90 g de PB/kg de massa seca para cada 100 kg/ha de N, entretanto, a aplicação de baixas doses de N na época chuvosa pode ter pouco efeito no teor de PB, embora aumente o crescimento das plantas (WHITEHEAD, 2000), sendo tal afirmativa verdadeira para os resultados obtidos no presente trabalho, já que os menores incrementos de PB em função das doses de N ocorreram na 4ª época de corte (Figura 10).

Segundo Soest (1994), o estágio de maturidade da gramínea influencia mais o teor de FDN que a adubação nitrogenada. Na comparação entre os consórcios, apenas na 1ª época de corte, o TC foi superior aos demais no teor de NDT. Visto que este foi calculado em função do teor de FDN, com a diminuição do teor de FDN, ocorreu aumento do NDT (Tabela 5). O efeito concentração na %MS também foi verificado para estes atributos, sendo os menores teores de FDN e os maiores de NDT verificados na 1ª época de corte, independente do consórcio e da dose de N. No geral, os teores de FDN foram inferiores aos 74,5 e 73,4% do capim-mombaça no período das águas e seco, respectivamente, relatados por Euclides et al. (2008) e aos 75,7% do capim-tanzânia relatado por Difante et al. (2009), enquanto que os teores de NDT ficaram próximos aos 55% relatados por Soest (1994), em forrageiras tropicais.

Tabela 5. Desdobramento das interações significativas dos teores médios de nutrientes digestíveis totais (NDT) e fibra em detergente neutro (FDN) do consórcio × dose de N e época de corte × dose de N, nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

		NDT (%MS)			CV = 1,6%
Consórcio*		TS	TC	MS	MC
Época de corte					
1		57,43 aB**	58,46 aA	57,51 aB	56,45 aC
2		54,58 bA	55,41 bA	54,58 bA	55,13 bA
3		54,33 bcA	53,94 cA	53,95 bA	53,67 cA
4		53,77 cA	54,37 cA	53,80 bA	53,92 cA
Dose (kg/ha de N)		0	50	100	200
Época de corte					
1		56,77 a**	57,46 a	57,43 a	58,19 a
2		54,87 b	54,87 b	54,46 b	55,50 b
3		53,42 c	54,00 c	53,69 b	54,78 b
4		53,62 c	53,79 c	54,31 b	53,85 c
		FDN (%MS)			CV = 2,6%
Consórcio*		TS	TC	MS	MC
Época de corte					
1		63,20 cB**	60,03 cC	63,00 cB	65,54 cA
2		70,03 bA	68,05 bA	70,03 bA	68,72 bA
3		70,64 bA	71,57 aA	71,54 abA	72,21 aA
4		72,68 aA	71,60 aA	71,90 aA	71,62 aA
Dose (kg/ha de N)		0	50	100	200
Época de corte					
1		64,78 b**	63,13 c	63,19 c	61,37 d
2		69,34 a	69,35 b	70,32 b	67,83 c
3		72,82 a	71,43 a	72,16 a	69,55 b
4		72,34 a	71,94 a	71,75 ab	71,78 a

*TS e MS: capins Tanzânia e Mombaça semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC e MC: capins Tanzânia e Mombaça semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, dentro de cada desdobramento, diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Apenas na 4^a época de corte, os teores de NDT e FDN não apresentaram significância ($P > 0,05$) em função das doses de N, enquanto que na 2^a época de corte houve ajuste de regressão quadrática apenas para o FDN, cuja dose que proporcionou maior teor foi de 77,86 kg/ha de N, com 69,99% de FDN (Figura 11). As demais interações apresentaram regressão linear em função das doses de N, sendo que, no geral, ocorreu aumento do NDT e decréscimo do FDN com elevação das doses de N. Com excessão da 1^a época de corte, os teores de FDN foram semelhantes aos 70,8 e 70,3% com e sem irrigação na época seca, respectivamente, e inferiores aos 77,4 e 75,3% com e sem irrigação na época chuvosa, respectivamente, verificados por Ribeiro et al. (2009), no capim-mombaça. Assim, a fim de reduzir o efeito da

época do ano para se obter forragem com menor teor de fibra e melhor valor nutritivo (aumento da PB), pode-se aumentar o intervalo de corte no período seco, inclusive para elevar a PMS e diminuir este intervalo no período chuvoso.

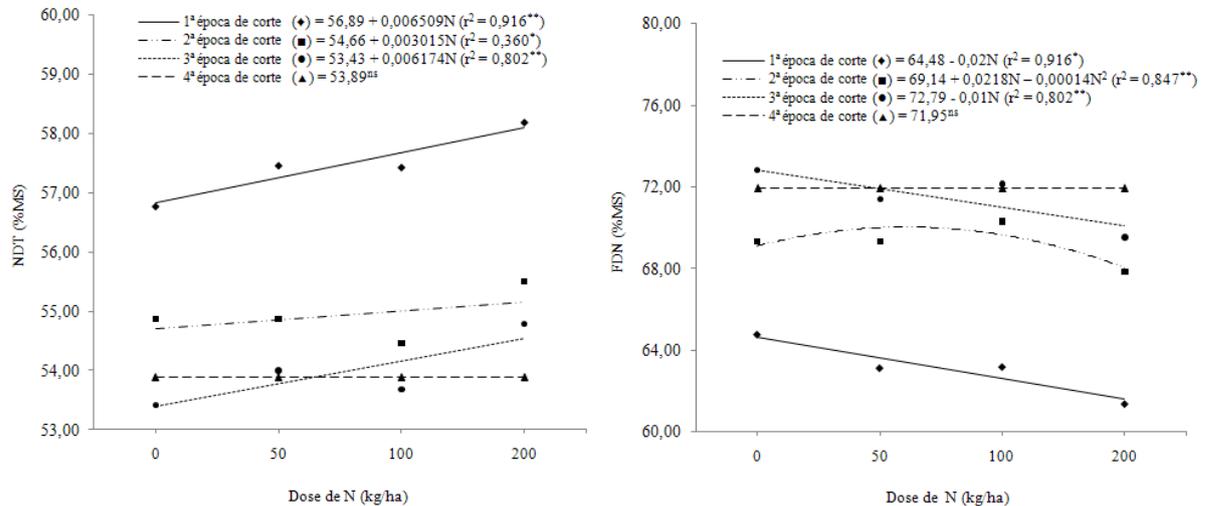


Figura 11. Teores médios de nutrientes digestíveis totais (NDT) e fibra em detergente neutro (FDN) nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, sob épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2008.

******, *****, **ns**: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

Conforme Silva; Queiroz (2002), a FDA é a porção menos digerível da parede celular das forrageiras pelos microrganismos do rúmen, sendo constituída na sua quase totalidade de lignocelulose (lignina e celulose). Apesar de na literatura, a relação entre adubação nitrogenada e FDA ser inconsistente, os teores de FDA foram influenciados pela adubação nitrogenada ($P < 0,05$) (Figura 12). Os teores de FDA apenas na 4ª época de corte não apresentaram significância ($P > 0,05$), enquanto que os consórcios TC e MC na 2ª época de corte apresentaram regressão quadrática, cujas doses que proporcionaram maiores teores de FDA foram de 87,90 e 96,99 kg/ha de N, com 36,32 e 37,93%, respectivamente. As demais interações ajustaram-se à regressões lineares em função das doses de N, ocorrendo um decréscimo do FDA em função do aumento nas doses de N e na 1ª época de corte, da mesma forma que o FDN, ocorreram os menores teores de FDA.

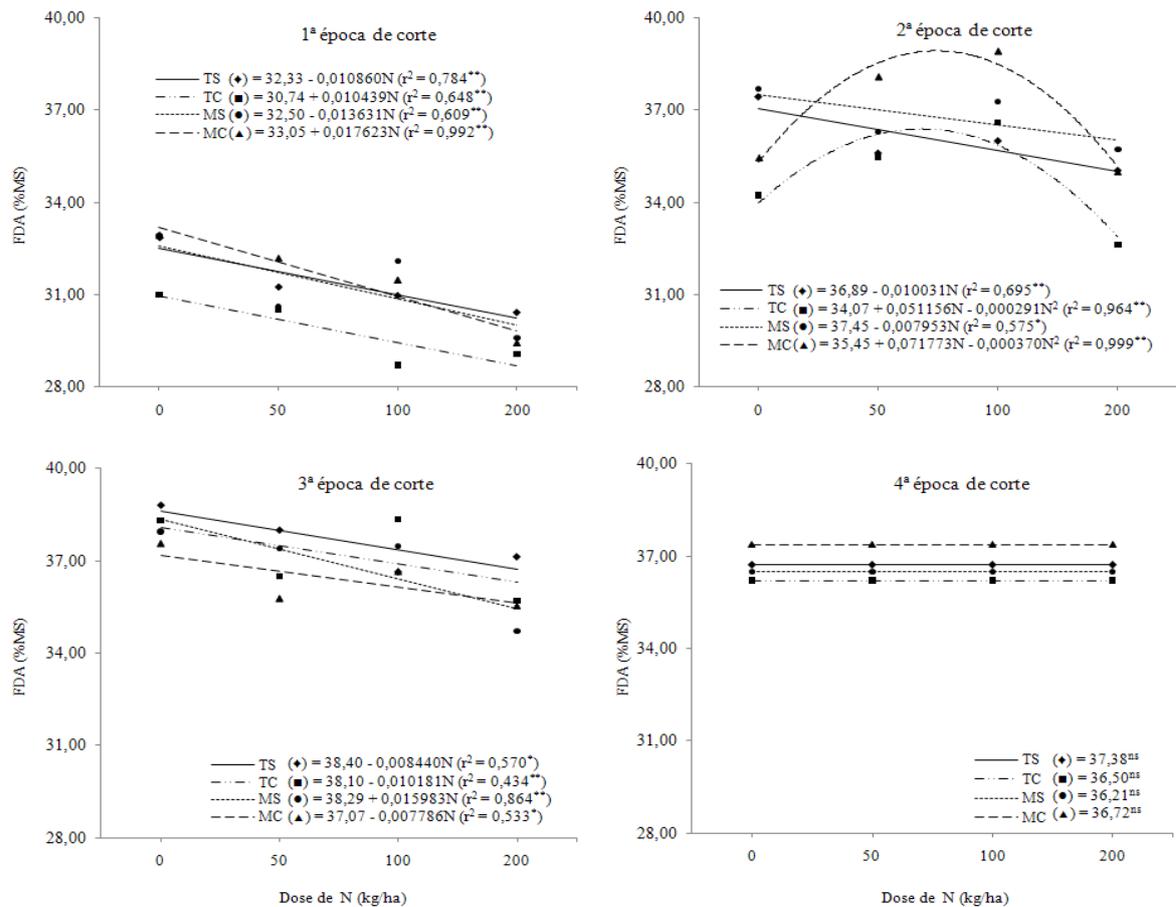


Figura 12. Teor de fibra em detergente ácido (FDA) nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2008.

TS e MS: capins Tanzânia e Mombaça semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC e MC: capins Tanzânia e Mombaça semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** , * , ns: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

Vale ressaltar que quanto maior o teor de FDA, menor será a digestibilidade, enquanto que o FDN tem correlação negativa com o consumo das forrageiras, considerando teores de 40% de FDA e 60% de FDN, como limitantes da digestibilidade e do consumo, respectivamente (SOEST, 1994). Assim, os teores de FDN foram superiores a 60% (Tabela 5 e Figura 11), podendo-se afirmar que apesar da adubação nitrogenada, da irrigação, do intervalo de corte de 30 dias e da altura de corte de 0,40 m (folhas principalmente), os capins Tanzânia e Mombaça apresentaram elevado teor de FDN. No entanto, os teores de FDA foram inferiores a 40% (Figura 12), inferindo-se em uma forragem de menor consumo, mas de boa digestibilidade.

Com relação ao teor foliar de lignina, os consórcios TS na 1ª, MC na 3ª e MS na 2ª, 3ª e 4ª épocas de corte não apresentaram significância ($P > 0,05$) (Figura 13), enquanto que os consórcios TC, MS e MC na 1ª, TS, TC e MC na 2ª e TC na 3ª época de corte apresentaram

regressão quadrática, cujas doses que proporcionaram menores teores de lignina foram de 134,41; 120,00 e 143,59 kg/ha de N, com 1,54; 1,72 e 1,44%, respectivamente, e máximos teores de lignina foram de 157,58; 104,15; 105,00 e 104,86 kg/ha de N, com 3,74; 3,01; 3,65 e 2,93%, respectivamente. As demais interações apresentaram regressão linear em função das doses de N, em que com excessão do consórcio TC na 4ª época de corte, ocorreu um acréscimo no teor de lignina em função do aumento das doses de N e no geral, os teores foram bastante semelhantes entre as épocas de corte, ficando entre 1 e 4%, valores estes, semelhantes aos relatados por Euclides et al. (2008), nos capins Massai e Mombaça e por Difante et al. (2009), no capim-tanzânia, bem como, abaixo dos 4-12% relatados por Silva; Queiroz (2002).

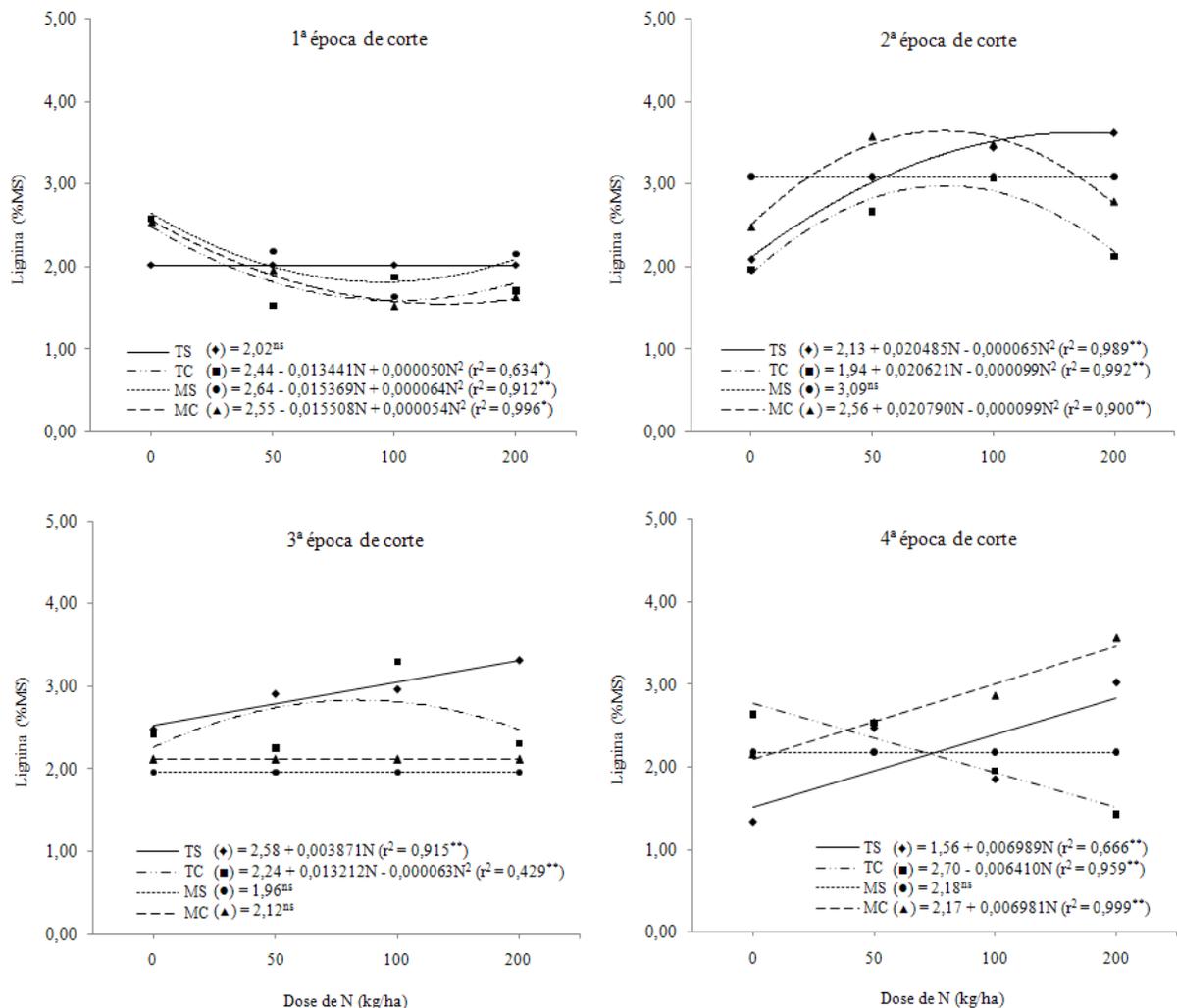


Figura 13. Teor de lignina nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

TS e MS: capins Tanzânia e Mombaça semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC e MC: capins Tanzânia e Mombaça semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

**, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05), respectivamente.

O termo lignina é usado para designar um grupo de substâncias com unidades químicas semelhantes e estrutura muito complexa (polímeros). Na nutrição animal, a importância da lignina prende-se à sua influência negativa sobre a digestibilidade de outros nutrientes, evidenciadas pelas altas correlações negativas com a digestibilidade da massa seca, da celulose e da hemicelulose (SILVA; QUEIROZ, 2002).

O teor foliar de celulose (CEL) foi influenciado ($P < 0,05$) pelas doses de N, sendo que os consórcios TC e MC na 1ª e MS na 4ª época de corte apresentaram regressão quadrática, cujas doses que proporcionaram máximos teores de CEL foram de 74,62; 95,52 e 129,26 kg/ha de N, com 32,61; 34,65 e 34,30% de celulose, respectivamente (Figura 14).

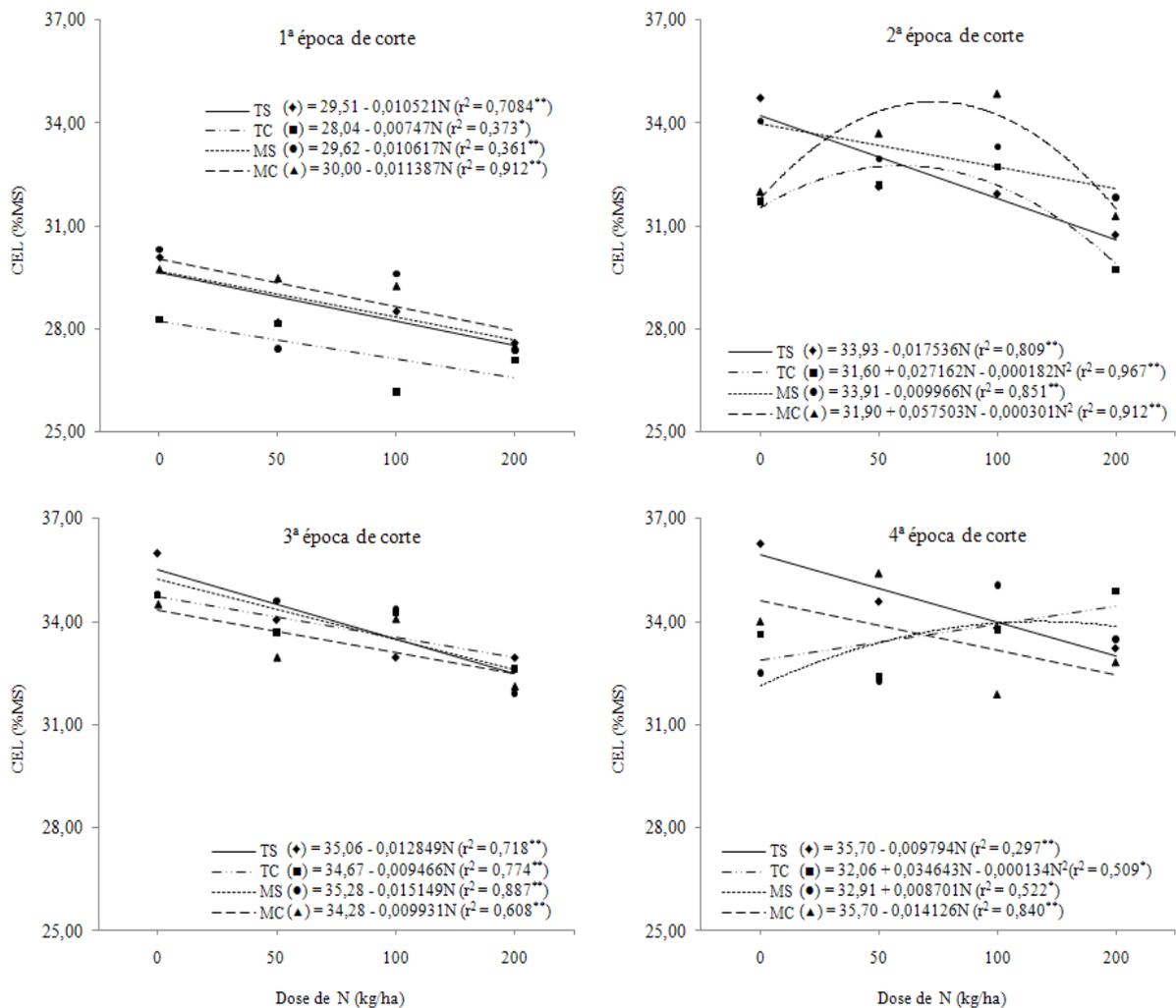


Figura 14. Teor de celulose (CEL) nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2008.

TS e MS: capins Tanzânia e Mombaça semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC e MC: capins Tanzânia e Mombaça semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** , * , ns: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

As demais interações apresentaram regressão linear decrescente em função das doses de N (Figura 14), sendo que a 1ª época de corte apresentou os menores teores (inferiores a 31%), com destaque para o consórcio TC, enquanto que nas demais épocas de corte foram superiores a esse teor. Tais resultados corroboram com Silva; Queiroz (2002) ao relatarem 33,8% para o capim-colonião e descreverem que em geral, verifica-se queda do valor nutritivo da forrageira com o maior estágio de desenvolvimento da planta, ocorrendo comumente queda nos teores de PB e aumento nos teores de massa seca, celulose e lignina, com conseqüente redução na digestibilidade. Assim, a diminuição dos teores de celulose com a adubação nitrogenada se mostrou interessante, visto que pode elevar a digestibilidade do capim.

A fração celulose representa a maior parte da FDA. Esta é um polímero linear com ligações β -1,4 entre unidades de D-glicose, sendo insolúvel nos solventes alcalinos usados para extrair os polissacarídeos não-celulósicos. Sua estrutura química parece ser igual nos diversos vegetais, mas podem ocorrer variações na sua massa molecular nas diferentes espécies vegetais (SILVA; QUEIROZ, 2002). Já por hemicelulose entende-se um grupo de substâncias em que se incluem os polímeros de pentoses (xilose, arabinose etc.) e certos polímeros de hexoses e ácidos urônicos. É em geral, menos resistente a tratamento químico e mais digerível que a celulose, porém menos que os carboidratos solúveis e o amido, sendo que o capim-colonião apresentou 27,5% de hemicelulose (SILVA; QUEIROZ, 2002). Assim, do ponto de vista da digestibilidade dos componentes da parede celular, torna-se interessante elevar o teor de hemicelulose com o intuito de diminuir os de FDA, composto principalmente por lignina e celulose, já que a hemicelulose é calculada pela diferença entre os teores de FDN e FDA.

Os teores de hemicelulose (HEM) não foram influenciados pelas doses de N ($P > 0,05$). No entanto, desdobrando as interações entre os consórcios e as épocas de corte (Tabela 6), verifica-se que: o consórcio TS na 1ª época de corte foi superior às demais épocas; o consórcio TC na 4ª época de corte foi superior a 1ª época; o consórcio MS na 1ª época de corte foi superior a 4ª época e o MC não apresentou diferença entre as épocas de corte. Já na comparação entre as épocas de corte, o TC foi inferior na 1ª e o TS foi inferior nas demais épocas. Independente da dose de N houve aumento dos teores de hemicelulose da 1ª para a 4ª época de corte, demonstrando que com o aumento da temperatura e do fotoperíodo (Figura 1), os capins tendem a antecipar sua maturidade fisiológica elevando os componentes da parede celular das plantas, dentre eles, o teor de hemicelulose. Assim para diminuir esse efeito, poderia-se diminuir a idade de corte do capim com o início da primavera. No entanto, tal diminuição poderia diminuir a PMS.

Tabela 6. Desdobramento das interações dos teores de hemicelulose (HEM) do consórcio × época de corte e época de corte × dose de N nas folhas dos capins Tanzânia e Mombaça. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

Consórcio*	HEM (%MS)			CV (%) = 5,9
	TS	TC	MS	MC
Época de corte				
1	34,03 aA**	31,85 bB	35,82 aA	34,90 aA
2	31,69 bC	33,28 abBC	34,65 abAB	35,70 aA
3	30,91 bB	33,32 abA	34,36 abA	34,03 aA
4	31,82 bC	34,02 aAB	32,97 bBC	35,30 aA
Dose (kg/ha de N)				
	0	50	100	200
Época de corte				
1	32,35 c**	31,99 c	32,37 b	31,74 c
2	33,13 bc	32,98 bc	33,11 ab	33,23 bc
3	34,67 ab	34,50 ab	34,87 a	33,76 ab
4	35,35 a	35,20 a	34,38 a	35,01 a

*TS e MS: capins Tanzânia e Mombaça semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC e MC: capins Tanzânia e Mombaça semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, dentro de cada desdobramento, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

Em ambos os capins, a PMS não apresentou correlação linear significativa apenas com a PB (Tabela 7), sendo negativa com a %MS e o NDT, enquanto que o NDT e a PB apresentaram correlação linear positiva entre si, e negativa com o FDN e o FDA, ao passo que estes apresentaram correlação linear positiva entre si. Silva; Queiroz (2002) relataram que a diminuição dos componentes estruturais da parede celular diminuem a %MS da planta. No entanto, esse comportamento só foi significativo na interação FDN × %MS do capim-mombaça.

Canto et al. (2008) verificaram que pastagens de capim-tanzânia, em regime de lotação contínua ao final da primavera em alturas de pastejo entre 0,40 e 0,60 m, forneceram quantidades adequadas de folhas e elevadas taxas de acúmulo de massa seca com restrição dos colmos, o que melhorou a composição bromatológica. Assim, no presente trabalho, procurou-se explorar essas ferramentas de manejo (adubação nitrogenada e altura de corte), a fim de se obter uma forragem de melhor qualidade e em quantidade satisfatória.

Rocha et al. (2005) sugerem que o teor de clorofila pode ser utilizado como indicador do teor de N na planta, além de boa correlação com a produtividade de algumas culturas, como o capim-mombaça (MANARIM; MONTEIRO, 2003) e o capim-aruaana (LAVRES JÚNIOR; MONTEIRO, 2006), pois as moléculas de clorofila encontram-se especificamente em complexos protéicos e são produzidas pela planta por meio dos cloroplastos que possuem RNA, DNA e ribossomas, podendo, assim, sintetizar proteínas e multiplicar-se (ROCHA et

al., 2005). A correlação positiva e elevada entre esses atributos é de grande importância na diagnose precoce de deficiências de N, garantindo tomada de decisões em tempo hábil para possíveis adubações de cobertura desse nutriente. Assim, o índice ICF pode ser usado como indicador da PMS e das necessidades de adubação nitrogenada. Em função do elevado número de observações por capim ($n = 128$), os coeficientes de correlação do índice ICF com a PMS, a %MS e a PB se apresentaram entre fraco e moderado (0,20 a 0,69), no entanto, significativos ($P < 0,01$).

Tabela 7. Matriz de correlação linear entre a produtividade de massa seca (PMS), a porcentagem de matéria seca (%MS), o índice ICF e a composição bromatológica dos capins Tanzânia e Mombaça. Selvíria/MS. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

<i>Panicum maximum cv. Tanzânia</i>									
	PMS	%MS	ICF	NDT	PB	FDN	FDA	CEL	HEM
%MS	-0,289**								
ICF	0,304**	-0,389**							
NDT	-0,322**	-0,016 ^{ns}	0,092 ^{ns}						
PB	-0,034 ^{ns}	-0,372**	0,574**	0,317**					
FDN	0,322**	0,016 ^{ns}	-0,092 ^{ns}	-1,000**	-0,317**				
FDA	0,522**	0,004 ^{ns}	-0,123 ^{ns}	-0,587**	-0,554**	0,587**			
CEL	0,438**	0,025 ^{ns}	-0,181*	-0,544**	-0,580**	0,544**	0,964**		
HEM	0,237**	0,022 ^{ns}	-0,126 ^{ns}	-0,510**	-0,225**	0,510**	0,405**	0,406**	
LIG	0,438**	-0,112 ^{ns}	0,152 ^{ns}	-0,236**	-0,120 ^{ns}	0,236**	0,356**	0,122 ^{ns}	0,083 ^{ns}
<i>Panicum maximum cv. Mombaça</i>									
	PMS	%MS	ICF	NDT	PB	FDN	FDA	CEL	HEM
%MS	-0,245**								
ICF	0,212**	-0,248**							
NDT	-0,296**	-0,270**	0,072 ^{ns}						
PB	0,059 ^{ns}	-0,386**	0,554**	0,535**					
FDN	0,296**	0,270**	-0,072 ^{ns}	-1,000**	-0,535**				
FDA	0,408**	0,096 ^{ns}	-0,150 ^{ns}	-0,839**	-0,590**	0,839**			
CEL	0,346**	0,194*	-0,114 ^{ns}	-0,861**	-0,601**	0,861**	0,972**		
HEM	0,002 ^{ns}	0,361**	0,065 ^{ns}	-0,707**	0,195*	0,707	0,209*	0,286**	
LIG	0,246**	-0,333**	-0,177 ^{ns}	-0,134 ^{ns}	-0,141 ^{ns}	0,134 ^{ns}	0,388**	0,198*	-

PMS e %MS: produtividade de massa seca e porcentagem de matéria seca, respectivamente; ICF, NDT, PB, FDN, FDA, CEL, HEM e LIG são, respectivamente, os teores foliares de clorofila, nutrientes digestíveis totais, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose e lignina dos capins Tanzânia e Mombaça.

** , * , ^{ns}: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

As equações que apresentaram maior valor de r^2 foram exponencial na PMS, na %MS e na PB do capim-tanzânia e exponencial na PMS, logarítmica na %MS e na PB do capim-mombaça (Figura 15). Cabe salientar que, a determinação do índice ICF pelo clorofilômetro apresenta as vantagens da leitura não ser influenciada pelo consumo de luxo de N pela planta e pode ser feita em poucos segundos, possibilitando rápido diagnóstico da situação da pastagem, possibilitando estimar-se a PMS e o teor de PB, que também irá facilitar na determinação da necessidade de suplementação protéica dos animais, no caso dessa ser destinada ao pastejo.

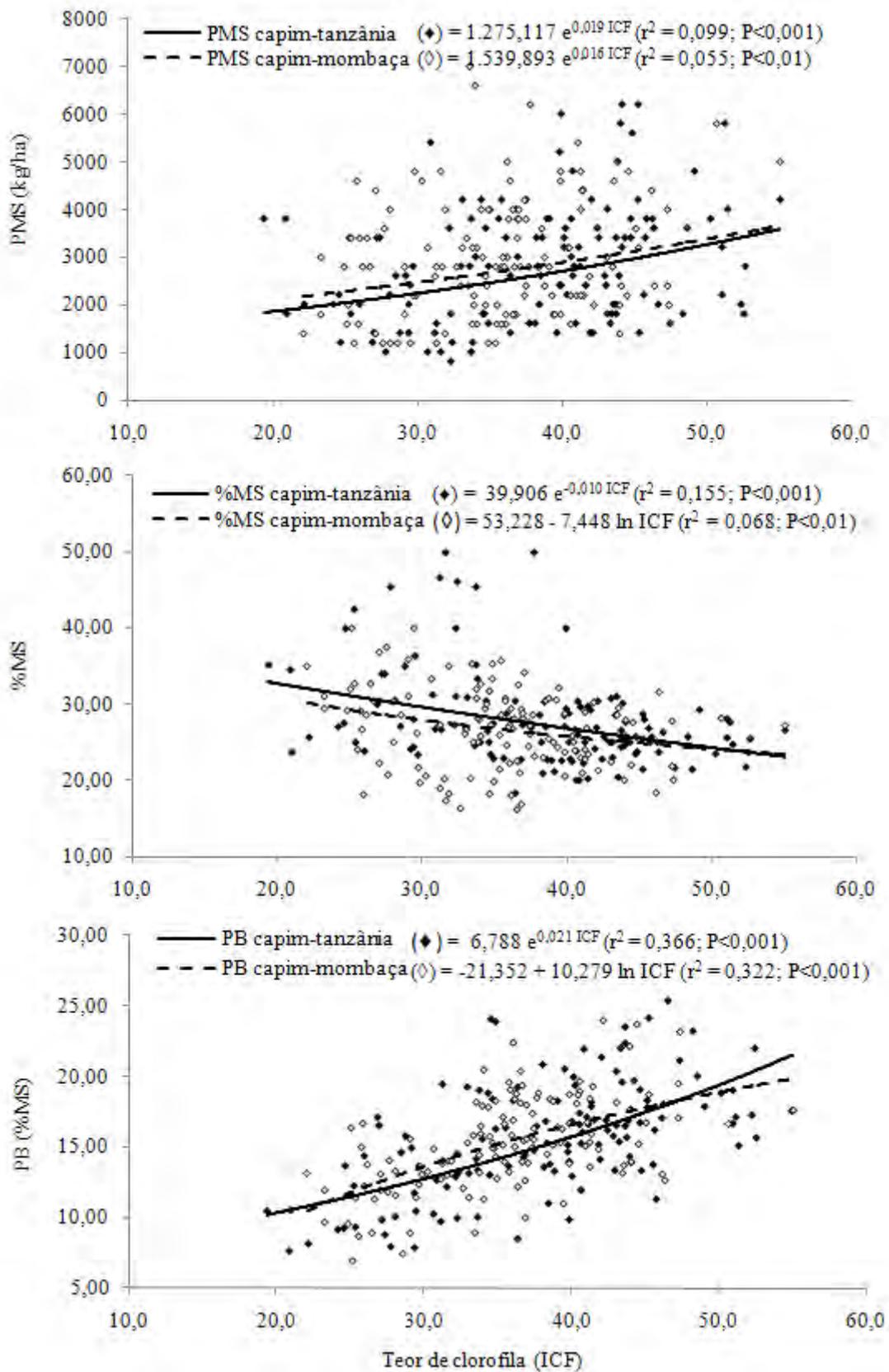


Figura 15. Relação do teor foliar de clorofila (índice ICF) com a produtividade de massa seca (PMS), a porcentagem de matéria seca (%MS) e o teor foliar de proteína bruta (PB) dos capins Tanzânia e Mombaça (nº de observações por capim = 128). Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

4.2.5. Teor de clorofila (índice ICF) e composição bromatológica dos capins Marandu e Ruziziensis

O índice ICF apresentou regressão quadrática para o consórcio RS na 1ª e BC e RC na 2ª época de corte (Figura 16), cujas doses que proporcionaram maiores índices foram de 159,21; 151,49 e 172,16 kg/ha de N, com teores de clorofila de 48,40; 42,57 e 37,82 ICF, respectivamente. Os demais consórcios apresentaram efeito linear crescente em função das doses de N e apenas o BS, RS e RC na 4ª época de corte não apresentaram significância ($P>0,05$). Com excessão dos maiores valores deste atributo na 3ª época de corte no BS e BC até a dose de 100 kg/ha de N, foram bastante semelhantes entre os consórcios nas demais épocas de corte dos capins Marandu e Ruziziensis. Benett et al. (2008); Maranhão et al. (2009) avaliando o capim-marandu também verificaram efeito linear das doses de N no teor de clorofila (índice SPAD).

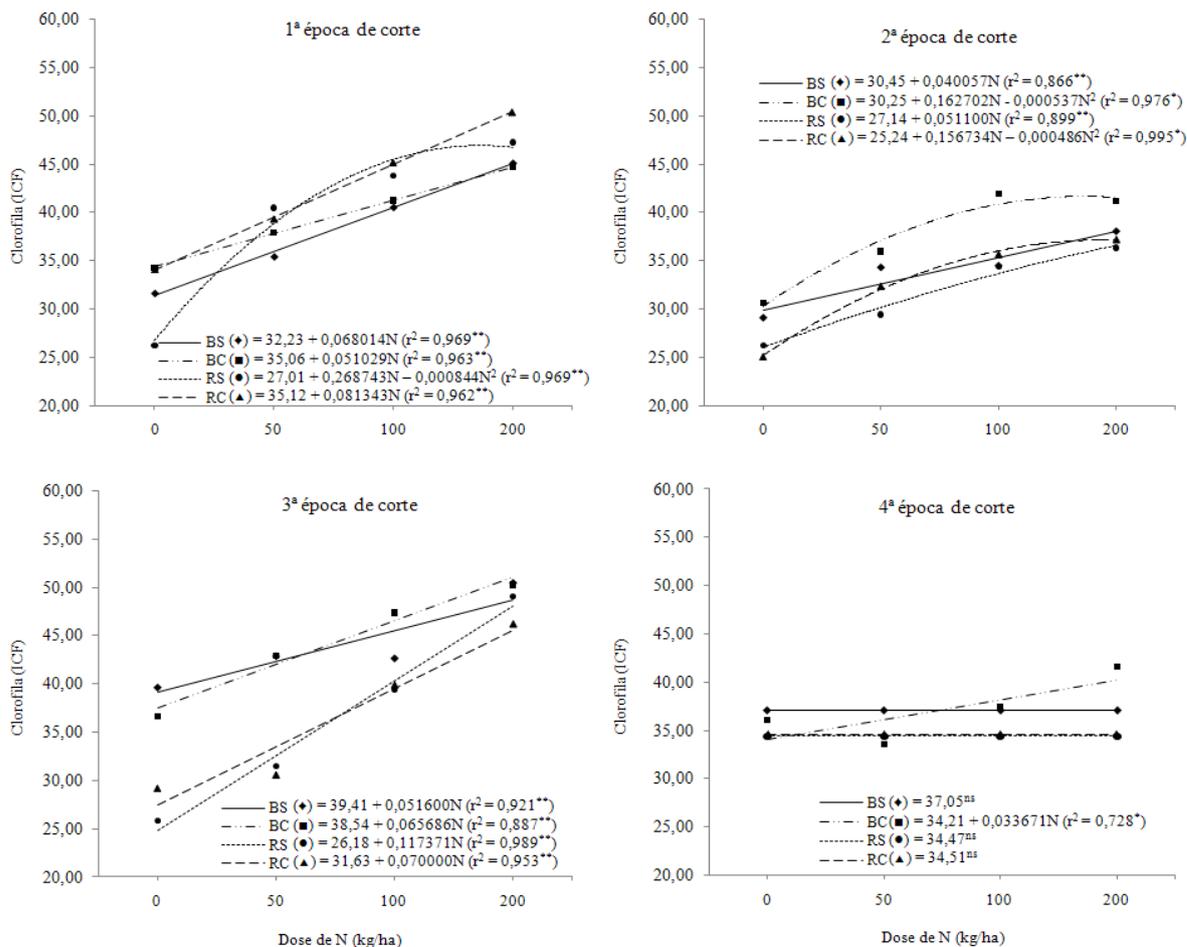


Figura 16. Teor de clorofila (índice ICF) nas folhas dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

BS e RS: capins Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** , * , ns: ($P<0,01$), ($P<0,05$) e ($P>0,05$), respectivamente.

O capim-marandu se mostrou mais eficiente na manutenção dos teores de clorofila (Figura 16) com a diminuição da temperatura ocorrida na 3ª época de corte (Figura 1), sendo que os teores deste atributo no capim-ruziziensis apenas se aproximou dos verificados no capim-marandu com a aplicação de 200 kg/ha de N. Além disso, conforme Martha Júnior; Vilela; Sousa (2007), o aumento na disponibilidade de N no solo interfere nas respostas morfofisiológicas da forrageira, como atividade fotossintética, mobilização de reservas após a desfolhação e ritmo de expansão da área foliar. Assim, visto que a clorofila está presente nas folhas das plantas, sendo importante para produção de glicose por meio da fotossíntese e crescimento das plantas (MARANHÃO et al., 2009), a diminuição dos teores de clorofila também pode explicar as menores PMS do capim-ruziziensis na 3ª época de corte (Figura 4).

Também houve efeito das doses de N ($P < 0,05$) no teor de PB, sendo que os consórcios BS, RS e RC na 1ª, RS na 2ª, BC na 3ª e BC e RS na 4ª época de corte apresentaram regressão quadrática, cujas doses que proporcionaram maiores teores de PB foram de 141,89; 147,06; 140,20; 215,57; 172,52; 166,65 e 221,79 kg/ha de N, com 19,38; 20,98; 23,52; 16,37; 15,43; 17,43 e 17,57% de PB, respectivamente (Figura 17).

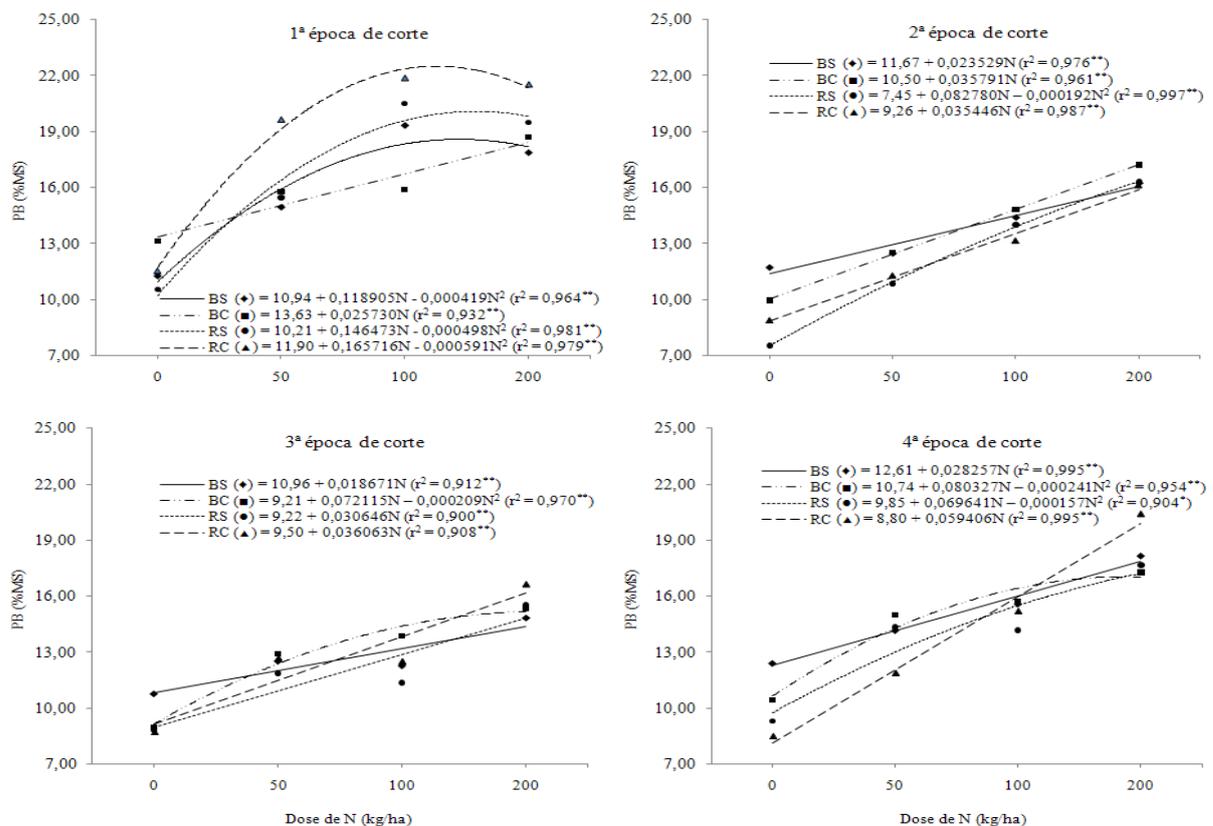


Figura 17. Teor de proteína bruta (PB) nas folhas dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2008.

BS e RS: capins Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** : ($P < 0,01$) e ($P < 0,05$), respectivamente.

As demais interações do teor de PB apresentaram incremento linear com as doses de N, sendo que em função do efeito concentração na %MS, os maiores teores ocorreram na 1ª época de corte e nessa época, foram necessárias menores doses de N para obtenção das doses máximas, sendo os teores de PB obtidos com essas doses superiores às demais épocas de corte (Figura 17). Cabe salientar o considerável teor de PB dos capins na ausência de adubação nitrogenada com média de 10,4% entre os consórcios. Os comportamentos quadráticos podem ter sido influenciados pelo intervalo de corte de 30 dias, sendo que nesses casos, a diminuição desse intervalo poderia alterar esse efeito.

Na ausência de adubação, independente do consórcio e da época de corte os teores de PB foram semelhantes aos de Benett et al. (2008) e superiores aos de Dupas (2008); Leonel et al. (2009). Benett et al. (2008) também verificaram que em função da época de corte o capim-marandu apresentou regressões linear e quadrática (ponto máximo acima de 200 kg/ha de N) no início dos meses de novembro e janeiro, respectivamente. Assim, visto que os pontos máximos do presente trabalho não ultrapassaram esse valor e aliado aos bons teores de PB na ausência de adubação, demonstra-se que o solo em estudo apresentou algum fornecimento de N, possivelmente pelo início da mineralização da matéria orgânica e pela adubação residual do milho no consórcio, sendo que a 1ª época de corte apresentou ligeira superioridade de PB em relação às demais, principalmente pelas respostas quadráticas dos consórcios BS, RS e RC. Os teores de 7,45 a 23,94% de PB do presente trabalho foram satisfatórios, visto que foram superiores aos 7% considerados por Soest (1994) como mínimo para manutenção da população de microorganismos do rúmen de bovinos.

Apenas os consórcios BS na 1ª, BC, RS e RC na 2ª e BS na 3ª época de corte não apresentaram significância ($P > 0,05$) dos teores de NDT e FDN em função das doses de N (Figura 18 e 19), enquanto que o RS e RC na 1ª, o RC na 3ª e o BS na 4ª época de corte apresentaram regressão quadrática para o teor de NDT e FDN, cujas doses que proporcionaram maiores teores de NDT foram de 126,40; 132,58; 127,93 e 143,49 kg/ha de N, com 62,06; 62,44; 58,28 e 58,12% de NDT e os menores teores de FDN foram de 126,63; 132,50; 127,73 e 143,26 kg/ha de N, com 52,09; 51,18; 61,19 e 61,74% de FDN, respectivamente. Da mesma forma que as demais interações, Barducci et al. (2009) avaliando o capim-marandu consorciado por ocasião da adubação nitrogenada do milho verificaram efeito linear nos teores de FDN em função das doses de N, sendo que no geral também ocorreu aumento do teor de NDT e decréscimo do FDN com elevação dessas doses.

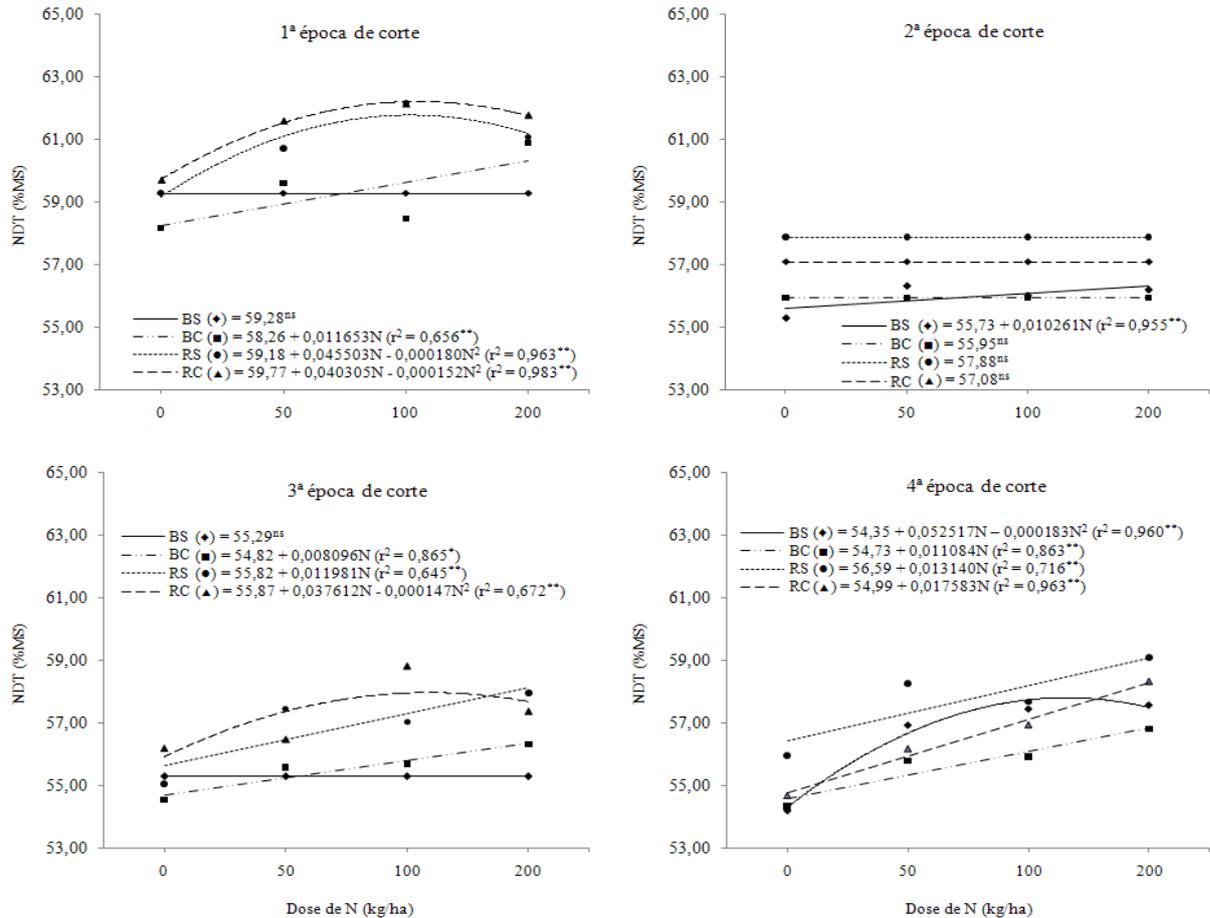


Figura 18. Teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) nas folhas dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2008.

BS e RS: capins Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

^{**}, ^{*}, ^{ns}: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05), respectivamente.

Independente da época de consórcio com o milho o capim-ruziziensis foi superior ao capim-marandu nos teores de NDT e inferior nos de FDN, visto que os teores de NDT foram calculados de forma inversa aos de FDN. O efeito concentração na %MS também foi verificado para estes atributos, sendo os menores teores de FDN e os maiores de NDT verificados na 1ª época de corte, independente do consórcio e da dose de N (Figuras 18 e 19). Borghi et al. (2006) constataram 72% de FDN no capim-marandu consorciado nas entrelinhas do milho, enquanto que Bennett et al. (2008) verificaram teores entre 69,64 e 64,66% no mesmo capim com as doses de 0 e 200 kg/ha de N, respectivamente, sendo esses superiores aos do presente trabalho, principalmente quando comparado à 1ª época de corte. No entanto, os teores de FDN e NDT do presente trabalho foram semelhantes aos relatados por Maranhão et al. (2009), provavelmente pela semelhança nos intervalos de corte.

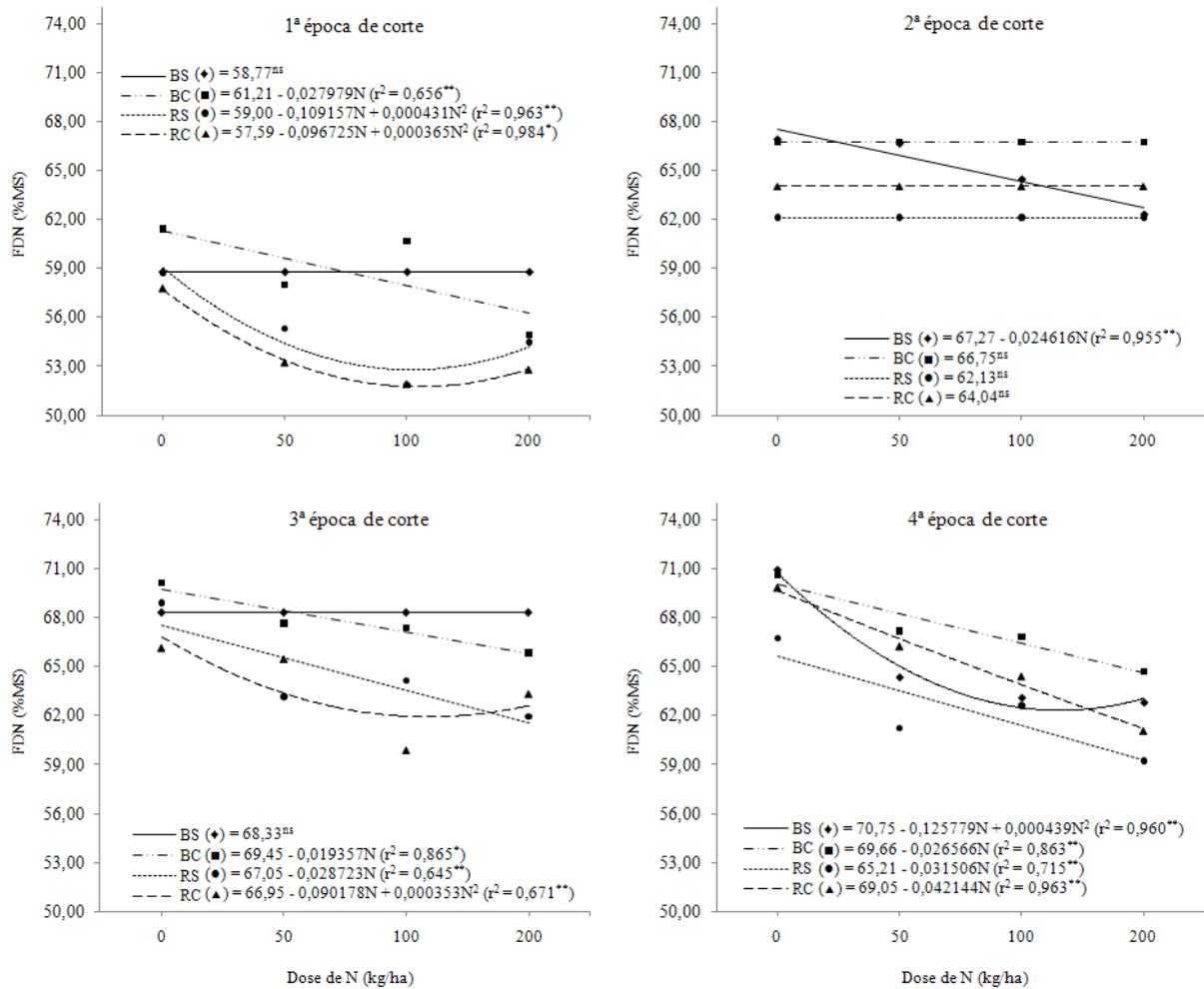


Figura 19. Teor de fibra em detergente neutro (FDN) nas folhas os capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

BS e RS: capins Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

^{**}, ^{*}, ^{ns}: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05), respectivamente.

No geral, os teores de NDT ficaram acima dos 55% relatados como ideais por Soest (1994) em forrageiras tropicais, bem como aos 56,79% no capim-marandu relatado por Benett et al. (2008) utilizando a mesma metodologia de cálculo. No entanto, para reduzir o efeito da época do ano, pode-se aumentar o intervalo de corte no período seco, inclusive para elevar a PMS e diminuir este intervalo no período chuvoso, afim de se obter forragem com menor teor de fibra e melhor valor nutritivo (aumento da PB e do NDT).

Os teores de FDA dos consórcios BS, RS e RC na 2ª, BC na 3ª e 4ª e RS na 4ª época de corte não apresentaram significância (P>0,05) (Figura 20), enquanto que da mesma forma que Maranhão et al. (2009) avaliando o capim-marandu, os consórcios BS, RS e RC na 1ª e BS e RC na 4ª época de corte apresentaram regressão quadrática, cujas doses que proporcionaram menores teores de FDA foram de 120,86; 118,56; 109,75; 112,93 e 150,03 kg/ha de N, com

26,03; 23,74; 28,47; 30,90 e 28,76% de FDA, respectivamente e a dose que proporcionou maior teor de FDA no consórcio BS foi de 77,47 kg/ha de N, com 33,78% de FDA. Da mesma forma que Benett et al. (2008), inclusive com teores semelhantes e Cecato et al. (2004) com teores superiores, as demais interações ajustaram-se à regressões lineares em função das doses de N. Com excessão do consórcio BC na 2ª época de corte, ocorreu um decréscimo do FDA em função do aumento dessas doses, e na 1ª época de corte ocorreram os menores teores de FDA. Os teores de FDA do presente trabalho também foram semelhantes aos relatados por Maranhão et al. (2009). No entanto foram inferiores aos de Borghi et al. (2006), visto que esses avaliaram o capim-marandu em consórcio na época de colheita do milho para forragem (estádio de grãos farináceos) na qual o capim se apresentava com aproximadamente 90 dias. Tais resultados demonstram a importância de manejar o capim após a colheita do milho e disponibilizá-lo aos animais em estágio de desenvolvimento menos avançado, afim de melhorar sua composição bromatológica, principalmente com a diminuição dos componentes da parede celular (FDN e FDA).

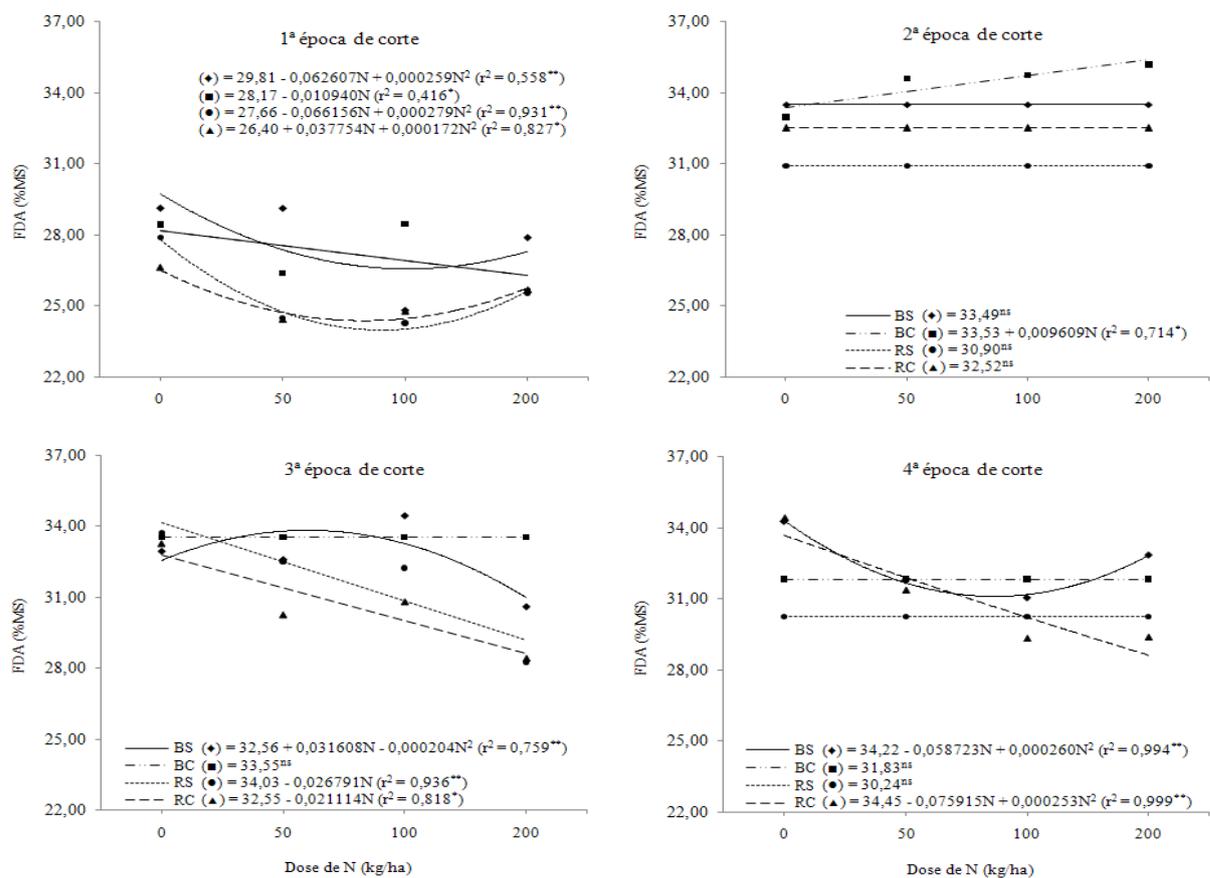


Figura 20. Teor de fibra em detergente ácido (FDA) nas folhas dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

BS e RS: capins Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** , * , ns: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

Com relação ao teor de lignina, os consórcios BS em todas as épocas de corte, RS na 1ª, 2ª e 3ª épocas de corte, RC na 2ª e 4ª e BC na 4ª época de corte não apresentaram significância ($P > 0,05$), enquanto que o RC na 1ª e 3ª e o RS na 3ª época de corte apresentaram regressão quadrática, cujas doses que proporcionaram menores teores de lignina foram de 121,19 e 117,83 kg/ha de N, com 1,52 e 1,31%, respectivamente, e os máximos teores de lignina foram de 117,76 kg/ha de N, com 2,14% de lignina, respectivamente (Figura 21). As demais interações apresentaram regressão linear em função das doses de N e com excessão do consórcio BC na 3ª época de corte, ocorreu um decréscimo no teor de lignina em função do aumento das doses de N. No geral, os teores deste atributo foram bastante semelhantes entre as épocas de corte, ficando entre 1 e 4%, teores estes, semelhantes aos relatados por Leonel et al. (2009) nas folhas do capim-MG5 aos 128 dias após a colheita do milho e Maranhão et al. (2009) no capim-marandu submetido à doses de N.

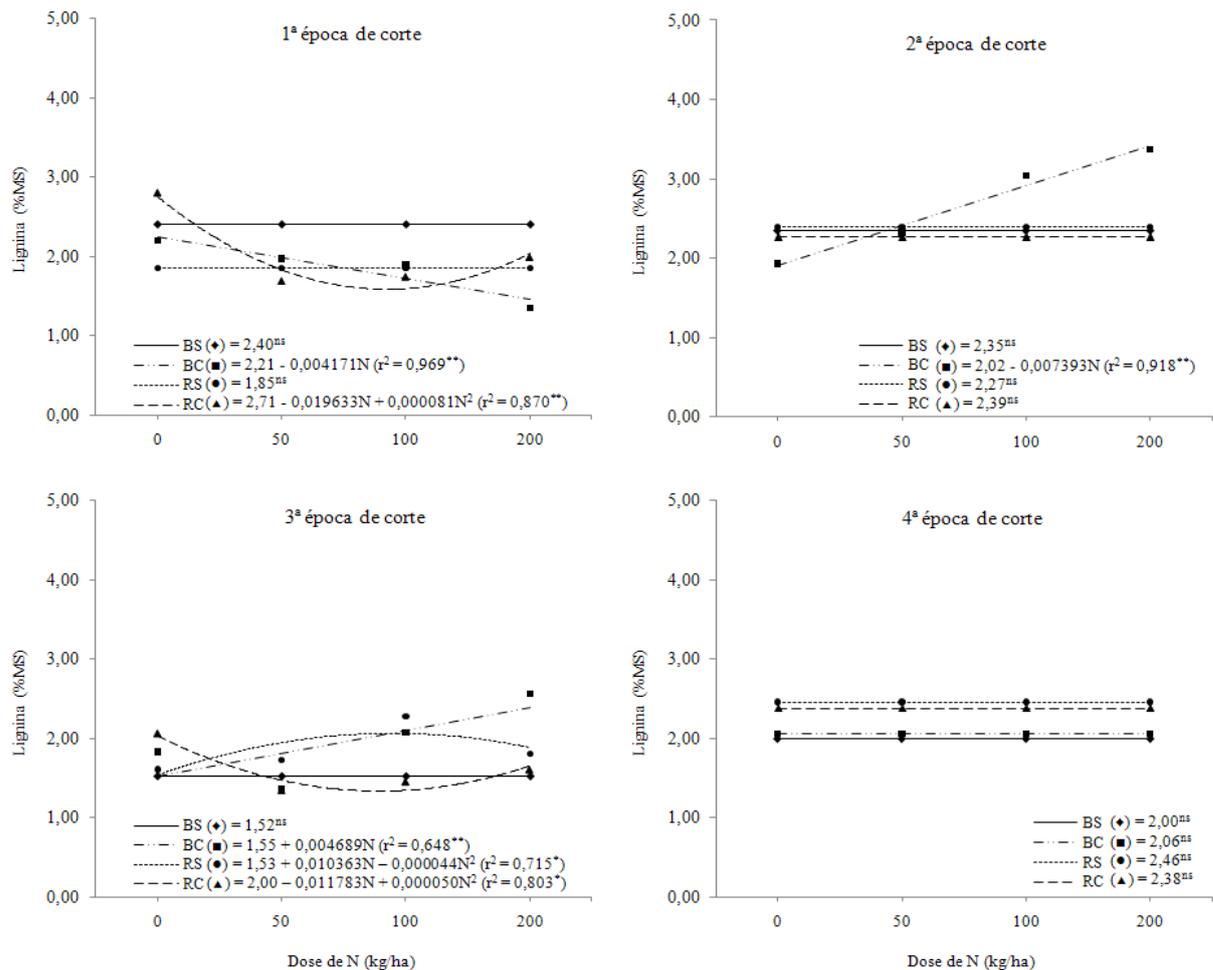


Figura 21. Teor de lignina nas folhas dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

BS e RS: capins Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

^{**}, ^{*}, ^{ns}: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

Vale ressaltar que quanto maior o teor de FDA, menor será a digestibilidade, enquanto que o FDN tem correlação negativa com o consumo das forrageiras, considerando teores de 40% de FDA e 60% de FDN, como limitantes da digestibilidade e do consumo, respectivamente (SOEST, 1994). Assim, com exceção da 1ª época de corte, no geral os teores de FDN foram superiores a 60% (Figura 19), podendo-se afirmar que apesar da adubação nitrogenada, da irrigação, do intervalo de corte de 30 dias e da altura de corte de 0,30 m (folhas principalmente), os capins Marandu e Ruziziensis apresentaram elevado teor de FDN. No entanto, os teores de FDA foram inferiores a 40% (Figura 20), inferindo-se em uma forragem de menor consumo, mas de boa digestibilidade.

Os teores de celulose (CEL) dos consórcios BC e RC na 1ª, BC e RS na 4ª e todos os consórcios na 2ª época de corte não foram influenciados pelas doses de N ($P>0,05$) (Figura 22). Os consórcios BS e RS na 1ª e BS e RC na 4ª época de corte apresentaram regressão quadrática ($P<0,05$), cujas doses que proporcionaram mínimos teores de CEL foram de 125,60; 109,17; 113,01 e 152,90 kg/ha de N, com 23,23; 17,48; 28,91 e 25,82%, respectivamente, e os consórcios na 3ª época de corte, regressão linear decrescente.

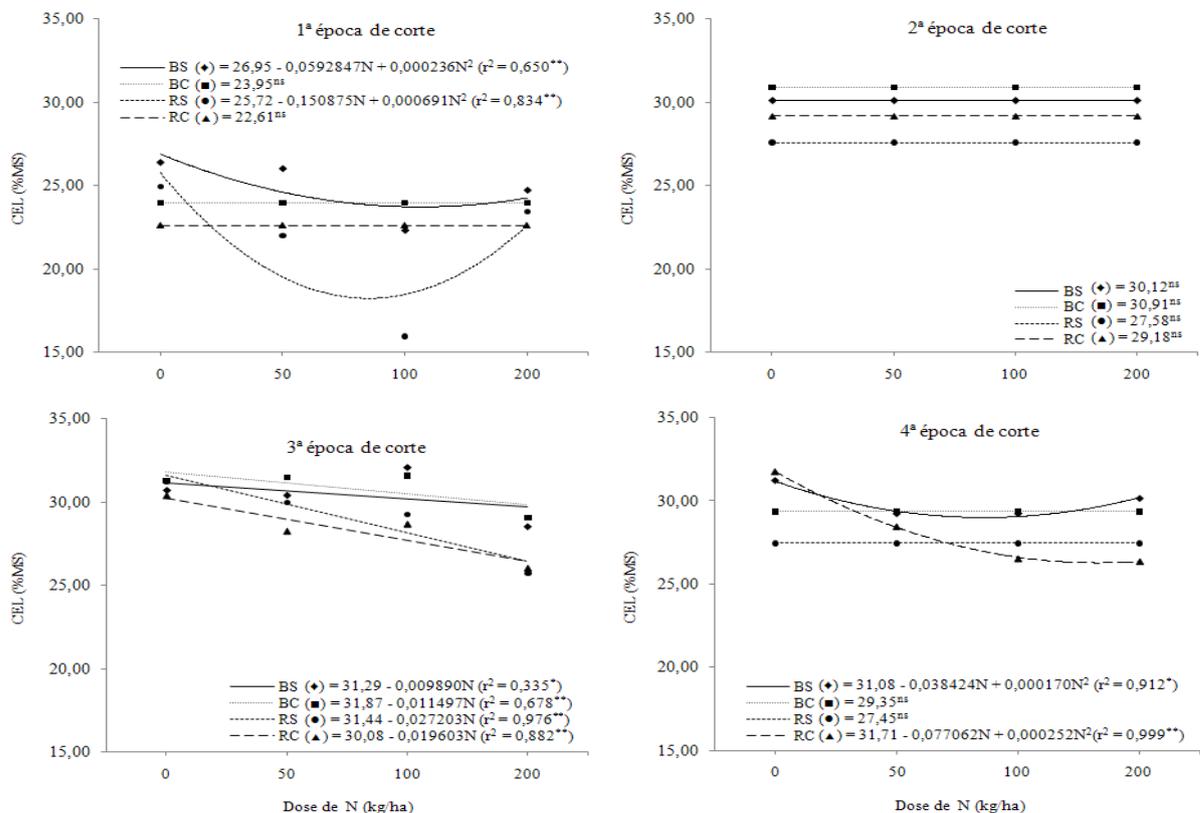


Figura 22. Teor de celulose (CEL) nas folhas dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2008.

BS e RS: capins Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** , * , ns: ($P<0,01$), ($P<0,05$) e ($P>0,05$), respectivamente.

A 1ª época de corte apresentou os menores teores (inferiores a 27%), enquanto que as demais épocas de corte foram superiores a esse teor (Figura 22). Comparando tais resultados com os obtidos por Araújo et al. (2007) avaliando o capim-marandu, verifica-se que mesmo na ausência de adubação nitrogenada, a idade fenológica do capim no presente trabalho (30 dias) favoreceu a diminuição dos teores de celulose, visto que esses autores verificaram 41,85% com 75 dias após a emergência (DAE) na primavera/verão. Já Ulian et al. (2008a) verificaram 29,75% de celulose nesse mesmo capim aos 56 DAE no verão/outono e Silva; Queiroz (2002) relataram 30,2% de celulose para o capim-ruziziensis.

Os consórcios BS e RS na 1ª, RS e RC na 2ª e todos os consórcios na 3ª época de corte não apresentaram significância ($P > 0,05$) no teor de hemicelulose (HEM), enquanto que os demais consórcios apresentaram regressão linear decrescente ($P < 0,05$) em função das doses de N (Figura 23).

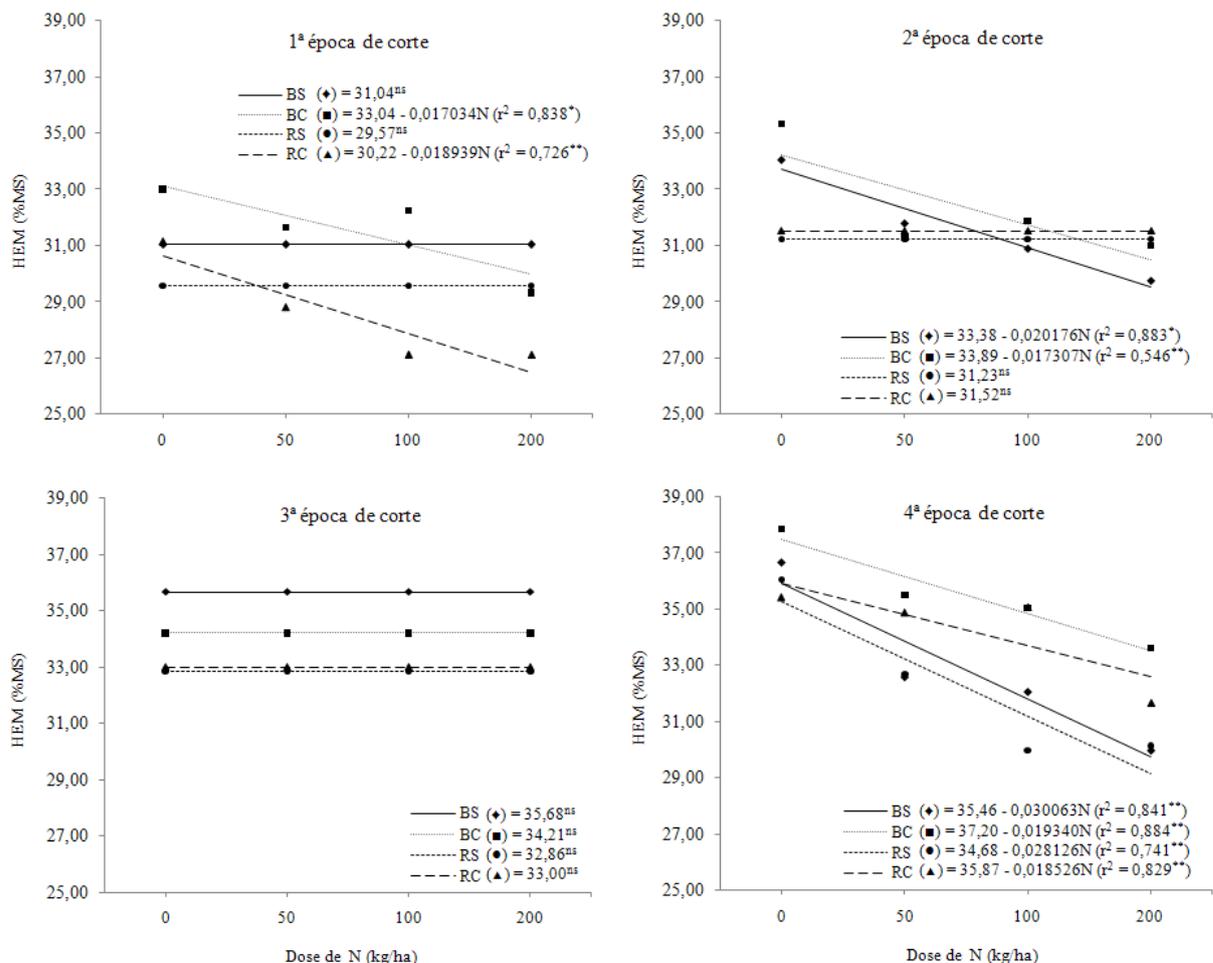


Figura 23. Teor de hemicelulose (HEM) nas folhas dos capins Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, épocas de corte e doses de N. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2008.

BS e RS: capins Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

^{**}, ^{*}, ^{ns}: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

A ausência de adubação na 4ª época de corte apresentou os maiores teores de HEM (superiores a 35%), enquanto que nas demais épocas de corte foram inferiores a esse valor (Figura 23). Comparando tais resultados com os obtidos por Araújo et al. (2007) avaliando o capim-marandu, verifica-se que mesmo na ausência de adubação nitrogenada, a idade fenológica do capim no presente trabalho (30 dias) favoreceram o aumento dos teores de hemicelulose, já que esses autores verificaram 22,72% com 75 dias após a emergência (DAE) na primavera/verão. Já Ulian et al. (2008a) verificaram 28,11% de celulose nesse mesmo capim aos 56 DAE no verão/outono.

Em ambos os capins, a PMS não apresentou correlação linear significativa apenas com a PB e a lignina, sendo negativa com a %MS e o NDT, enquanto que o NDT e a PB apresentaram correlação linear positiva entre si, e negativa com o FDN e o FDA, ao passo que estes apresentaram correlação linear positiva entre si (Tabela 8). Silva; Queiroz (2002), relataram que a diminuição dos componentes estruturais da parede celular diminuem a %MS da planta. No entanto, esse comportamento não foi significativo no presente trabalho.

Tabela 8. Matriz de correlação linear entre a produtividade de massa seca (PMS), a porcentagem de matéria seca (%MS), o índice ICF e a composição bromatológica dos capins Marandu e Ruziziensis. Selvíria/MS. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu								
	PMS	%MS	ICF	NDT	PB	FDN	FDA	CEL
%MS	-0,447**							
ICF	0,475**	-0,227**						
NDT	-0,405**	0,074 ^{ns}	0,072 ^{ns}					
PB	0,101 ^{ns}	-0,314**	0,357**	0,640**				
FDN	0,405**	-0,074 ^{ns}	-0,072 ^{ns}	-1,000**	-0,640**			
FDA	0,605**	-0,302**	-0,067 ^{ns}	-0,805**	-0,474**	0,805**		
CEL	0,616**	-0,292**	-0,058 ^{ns}	-0,822**	-0,496**	0,822**	0,972**	
HEM	0,019 ^{ns}	0,200*	-0,047 ^{ns}	-0,778**	-0,541**	0,778**	0,254**	0,311**
LIG	0,100 ^{ns}	-0,133 ^{ns}	-0,031 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,183*	-0,008 ^{ns}	0,191*	0,031 ^{ns}
<i>Brachiaria ruziziensis</i>								
	PMS	%MS	ICF	NDT	PB	FDN	FDA	CEL
%MS	-0,629**							
ICF	0,138*	-0,299**						
NDT	-0,305**	-0,045 ^{ns}	0,501**					
PB	0,113 ^{ns}	-0,359**	0,701**	0,714**				
FDN	0,305**	0,045 ^{ns}	-0,501**	-1,000**	-0,714**			
FDA	0,431**	-0,124 ^{ns}	-0,500**	-0,845**	-0,646**	0,845**		
CEL	0,411**	-0,102 ^{ns}	-0,467**	-0,849**	-0,647**	0,849**	0,986**	
HEM	0,069 ^{ns}	0,208*	-0,333**	-0,826**	-0,545**	0,826**	0,397**	0,418**
LIG	0,132 ^{ns}	-0,121 ^{ns}	-0,235**	-0,198*	-0,075 ^{ns}	0,198*	0,273**	0,151 ^{ns}

PMS e %MS: produtividade de massa seca e porcentagem de matéria seca, respectivamente; ICF, NDT, PB, FDN, FDA, CEL, HEM e LIG são, respectivamente, os teores foliares de clorofila, nutrientes digestíveis totais, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose e lignina dos capins Tanzânia e Mombaça.

** , * , ^{ns}: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05), respectivamente.

De acordo com Pires (2006), o capim-ruziziensis é sensível ao pisoteio excessivo; assim, o corte ao invés do pastejo pode viabilizar sua utilização na ILP, já que foi semelhante na PMS e ligeiramente superior na composição bromatológica em relação ao capim-marandu. Além disso, necessita de menores doses de herbicida para o manejo de dessecação e apresenta produção uniforme de sementes, enquanto que o capim-marandu floresce de forma desuniforme, o que favorece a criação de bancos de sementes no solo podendo atrapalhar as semeaduras subseqüentes (TRECENZI, 2005; CECCON, 2007).

Rocha et al. (2005) sugerem que o teor de clorofila pode ser utilizado como indicador do teor de N na planta, além de que, também apresenta boa correlação com a produtividade do capim-marandu (ABREU; MONTEIRO, 1999; MARANHÃO et al., 2009), pois as moléculas de clorofila encontram-se especificamente em complexos protéicos e são produzidas pela planta por meio dos cloroplastos que possuem RNA, DNA e ribossomos, podendo assim sintetizar proteínas e multiplicar-se (ROCHA et al., 2005). A correlação positiva e elevada entre esses atributos é de grande importância na diagnose precoce de deficiências de N, garantindo tomada de decisões em tempo hábil para possíveis adubações de cobertura desse nutriente. Assim, o índice ICF pode ser usado como indicador da PMS e das necessidades de adubação nitrogenada. Em função do elevado número de observações por capim ($n = 128$), os coeficientes de correlação do índice ICF com a PMS, a %MS e a PB se apresentaram entre fraco e forte (0,13 a 0,70), no entanto significativos para a interação ICF \times PMS ($P < 0,05$) no capim-ruziziensis e ($P < 0,01$) nas demais interações. As equações que apresentaram maior valor de r^2 foram logarítmica na PMS, linear na %MS e potencial na PB do capim-marandu, e potencial para PMS e PB, e quadrática na %MS do capim-ruziziensis (Figura 24).

De acordo com Abreu; Monteiro (1999) o teor máximo de PB nas lâminas de folhas novas aos 28 dias de desenvolvimento do capim-marandu foi de 14,5% e o valor ICF associado a esse teor foi de 49,0 valores esses semelhantes aos obtidos pela equação do presente trabalho. Cabe salientar que, a determinação do índice ICF pelo clorofilômetro apresenta as vantagens da leitura não ser influenciada pelo consumo de luxo de N pela planta e pode ser feita em poucos segundos, possibilitando rápido diagnóstico da situação da pastagem, possibilitando estimar-se a PMS e o teor de PB, que também irá facilitar na determinação da necessidade de suplementação protéica dos animais, no caso dessa ser destinada ao pastejo.

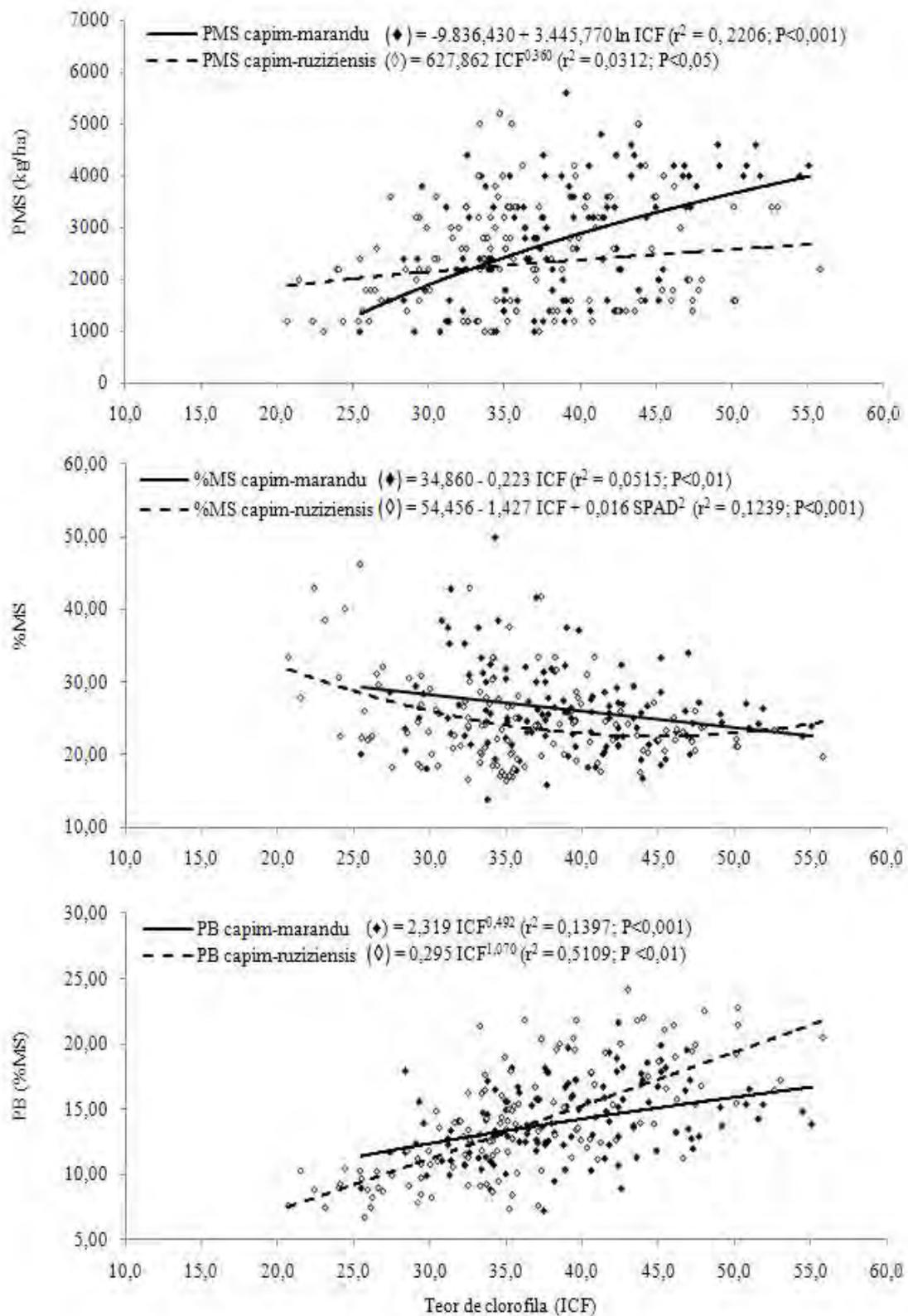


Figura 24. Relação do teor foliar de clorofila (índice ICF) com a produtividade de massa seca (PMS), a porcentagem de matéria seca (%MS) e o teor foliar de proteína bruta (PB) dos capins Marandu e Ruziziensis (nº de observações por capim = 128). Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

4.2.6. Decomposição da massa seca residual – MSR (palhada) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após a última época de corte

Analisando-se a Figura 25, verifica-se que com excessão dos consórcios TS e MC ($P > 0,05$), a relação lignina/N total dos demais foram influenciadas ($P < 0,05$) pelo efeito das doses de N aplicadas durante o ano na pastagem, com ajustes quadráticos para os consórcios BS, RS, BC e RC, cujas doses que proporcionaram os valores mínimos foram de 557,00; 507,58; 590,83 e 662,58 kg/ha/ano de N com relação lignina/N total de 1,81; 2,95; 1,60 e 2,57, respectivamente, enquanto que os consórcios MS e TC apresentaram efeito linear decrescente em função das doses de N. Tais resultados podem ter sido influenciados pela maior quantidade de colmos geniculados na parte inferior formados a partir da base e dos estolões curtos do capim-ruziziensis, formando-se muitos colmos, os quais apresentam maior quantidade de componentes da parede celular, dentre eles a lignina e conseqüentemente menores teores de N, elevando a relação lignina/N total, principalmente na ausência de adubação nitrogenada.

Dubeux Júnior et al. (2006a) também verificaram que a adubação nitrogenada de pastagem com capim-pensacola diminuiu a relação lignina/N total, a qual influenciou a velocidade de decomposição e a mineralização dos nutrientes contidos nos resíduos. Já Dubeux Júnior et al. (2006b) verificaram que a intensidade de pastejo influenciaram a massa de forragem e a MSR desse capim. No entanto, esse sistema indicou que o capim pode armazenar N e P através da imobilização, particularmente no início e no final do pastejo, mineralizando-os posteriormente para a cultura em sucessão através da decomposição de sua palhada, o que potencializa o sistema através da redução das perdas de nutrientes, principalmente em ambientes com maior fertilidade do solo como a ILP sob SPD.

No entanto, esses resultados foram inferiores à relação de 7,8 verificada por Pariz et al. (2008) para o capim-marandu, bem como, aos 5,5; 9,3 e 12,4, respectivamente, do capim-moa, do milho e do sorgo forrageiro avaliados aos 75 dias após a emergência (DAE) na primavera/início de verão visando a formação de palhada para o SPD, no mesmo local do presente trabalho. Do mesmo modo, Ulian et al. (2008b) também no mesmo local do presente trabalho, avaliando o capim-marandu, o capim-moa, o milho e o sorgo forrageiro aos 56 DAE no final do verão/início de outono visando a formação de palhada para o feijão de inverno, verificaram relação lignina/N total de 2,78; 3,79; 3,86 e 4,66, respectivamente. Visto que avaliou-se a relação lignina/N total na massa seca residual (MSR) aos 15 dias após o último corte, na qual predominavam colmos e quantidade mínima de folha para absorção do herbicida dessecante, o menor estágio fenológico dos capins favoreceram a diminuição dos

valores desse atributo. Assim, pode-se afirmar que apesar da adubação nitrogenada no geral, diminuir a relação lignina/N total, tal atributo também é influenciado pela relação folha/colmo, idade do capim e época do ano.

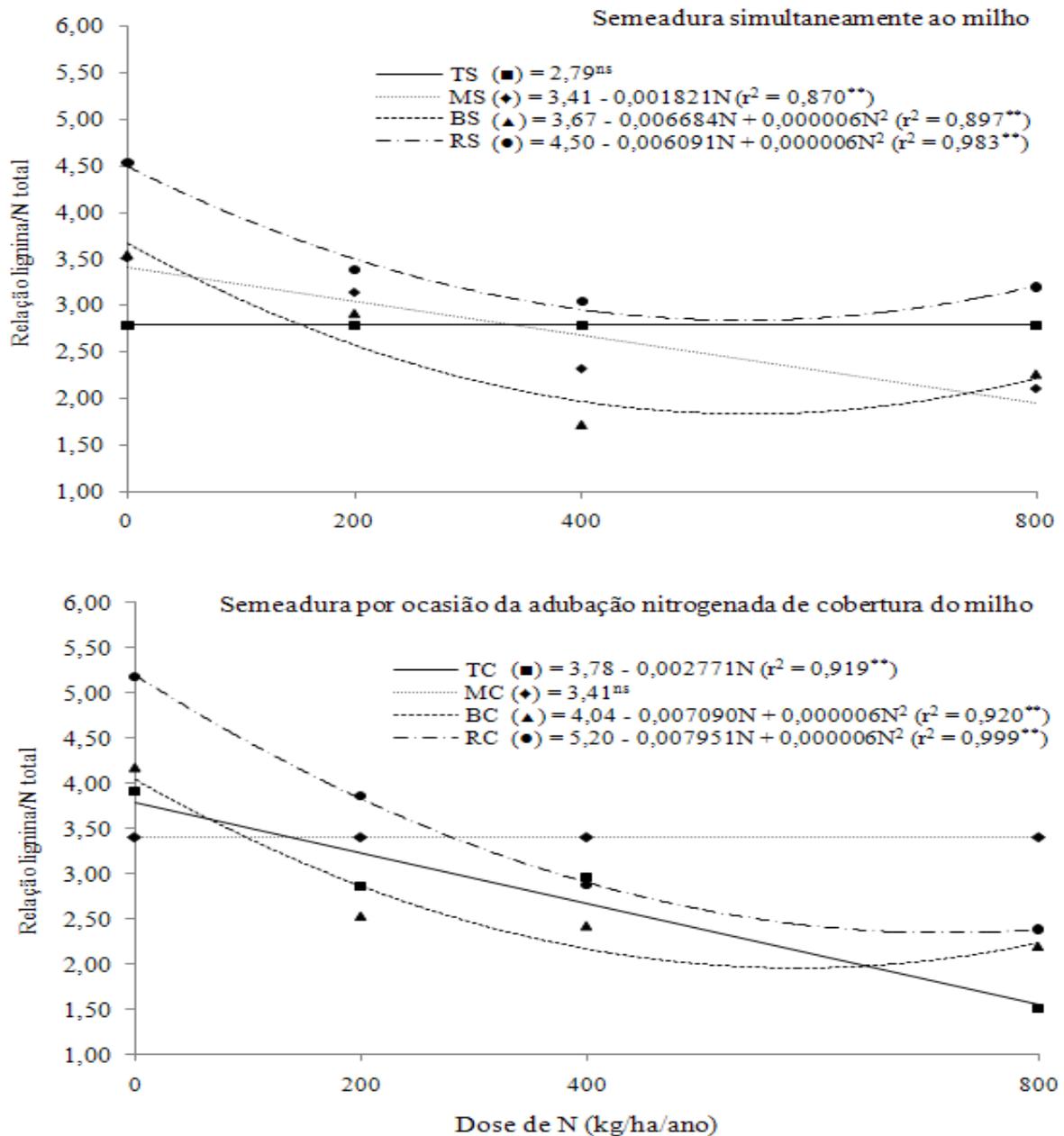


Figura 25. Relação lignina/N total na massa seca residual (MSR – rebrote de folhas e colmos) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, doses de N (parcelado em 4 cortes) e manejados após a última época de corte no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

**, ns: (P<0,01) e (P>0,05), respectivamente.

A decomposição de resíduos culturais é um processo essencialmente biológico, do qual participam macro, meso e microrganismos. Fatores bióticos e abióticos determinam a velocidade do processo de decomposição e com excessão do K, a maior parte dos nutrientes contidos nesses resíduos, é liberado na mesma proporção do decréscimo da massa seca da palhada (AMADO, 2000).

No geral, as doses de N aplicadas na pastagem durante o ano elevaram a quantidade de massa seca residual (MSR) dos capins depositada sobre o solo após o último corte (Figura 26). Com relação à decomposição, os consórcios MS e BC em todas as doses de N, o TS na dose de 200 kg/ha/ano de N e o BS nas doses 0 e 400 kg/ha/ano de N apresentaram regressão logarítmica ($P < 0,01$) com rápida decomposição dos resíduos nos primeiros 15 dias após o manejo (DAM), enquanto que os demais consórcios apresentaram regressões lineares e exponenciais. No geral, pela baixa relação lignina/N total dos capins (Figura 25), aos 180 DAM a MSR dos consórcios apresentou quantidade inferior a 1.000 kg/ha.

Da mesma forma que na quantidade de MSR, a % de MSR dos consórcios MS e BC apresentaram regressões logarítmicas, com rápida decomposição inicial, sendo que independente da dose de N aplicada durante o ano, aos 30 DAM restava aproximadamente 40 e 50% da MSR depositada na superfície do solo nos consórcios MS e BC, respectivamente (Figura 27). Já aos 180 DAM, independente da dose de N aplicada durante o ano a MSR foi de aproximadamente 25; 20; 10; 10; 20 e 15% para os consórcios TS, TC, MS, MC, BS e BC, respectivamente. Pela forma de crescimento mais decumbente do capim-ruziziensis, com maior quantidade de colmos e estolões, em função da menor deposição de MSR sobre o solo, a decomposição desse capim na ausência de adubação nitrogenada foi mais rápida, atingindo 11,18 e 7,33% da MSR aos 180 DAM, nos consórcios RS e RC, respectivamente, enquanto que com adubação nitrogenada, a MSR aos 180 DAM foi superior a 30 e 20% nos consórcios RS e RC, respectivamente.

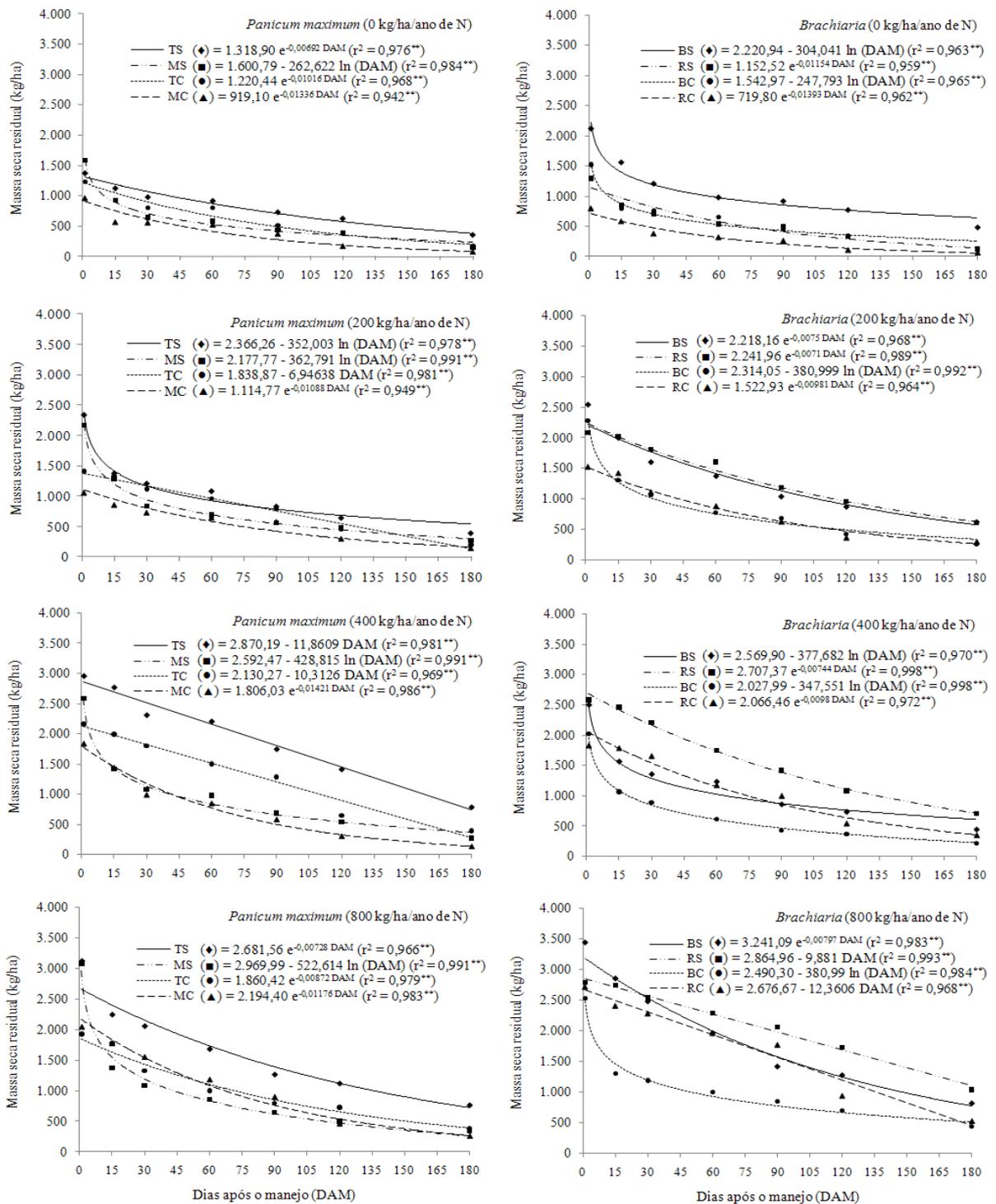


Figura 26. Decomposição da massa seca residual (MSR – rebrote de folhas e colmos) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, doses anuais de N e manejados após a última época de corte no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** : (P<0,01).

Almeida et al. (2009) avaliando o capim-piatã e o sorgo de corte/pastejo como forragem entre junho e setembro, e palhada em novembro, verificaram que após 18 dias da dessecação, o monocultivo do capim apresentou maior quantidade de palhada remanescente e maior cobertura do solo (3.955 kg/ha, correspondendo a 74,00% da MSR depositada na superfície do solo). O sistema consorciado, com 2.653 kg/ha, correspondendo a 60,50% da MSR depositada na superfície do solo, foi superior ao sistema com sorgo em monocultivo, que apresentou 1.307 kg/ha correspondendo a 47,00% da MSR depositada na superfície do solo, indicando que o sistema com capim em monocultivo foi mais eficiente na deposição de palhada para o SPD. No entanto, o uso do sorgo de corte/pastejo em consórcio com capim-piatã, em sistemas de ILP em sucessão à soja, antecipou o primeiro pastejo em junho, visto que o capim-piatã apresentou quantidade suficiente de forragem para o pastejo apenas em setembro. Pela menor produção de forragem no rebrote, menor produção de palhada e menor cobertura do solo, a utilização do sorgo de corte/pastejo em monocultivo se mostrou pouco promissor na ILP sob SPD.

A experimentação em SPD em condições tropicais tem indicado a necessidade de grandes adições de resíduos culturais para que o sistema possa expressar plenamente o seu potencial, sendo que quantidades cada vez mais elevadas de palhada tem sido preconizadas por pesquisadores e produtores. Ruedell (1998) sugeriram uma adição anual de 6.000 kg/ha de massa seca, enquanto que para Fiorin (1999); Bayer et al. (2000) e o aporte deveria ser de 10.000 a 12.000 kg/ha de massa seca. No entanto, em regiões de cerrado com inverno seco e quente, como do presente trabalho, pela rápida decomposição dos resíduos, o aporte pode ultrapassar essas quantidades supracitadas. Assim, quantidades tão elevadas de resíduos somente são possíveis em sistemas de produção que incluem a utilização de culturas de cobertura, rotação de culturas e mais recentemente a ILP.

Nesse contexto, os resultados do presente trabalho demonstram o potencial de utilização das forragens utilizadas em sistemas de ILP sob SPD, tanto como forragem para o inverno/primavera (entressafra) e/ou palhada para a cultura subsequente em região do Cerrado, já que além de seus resíduos protegerem o solo contra a erosão, promovem a reciclagem de nutrientes. Apesar da quantidade de MSR depositada na superfície do solo ter sido inferior a 3.000 kg/ha, no somatório com a palhada da cultura do milho, possivelmente essa quantidade atingiria os 12.000 kg/ha de massa seca citada anteriormente, já que resultados de Borghi; Mello; Crusciol (2004) no mesmo local de estudo, demonstraram que em SPD a cultura do milho tem potencial para atingir 9.000 kg/ha de massa seca na forma de palhada.

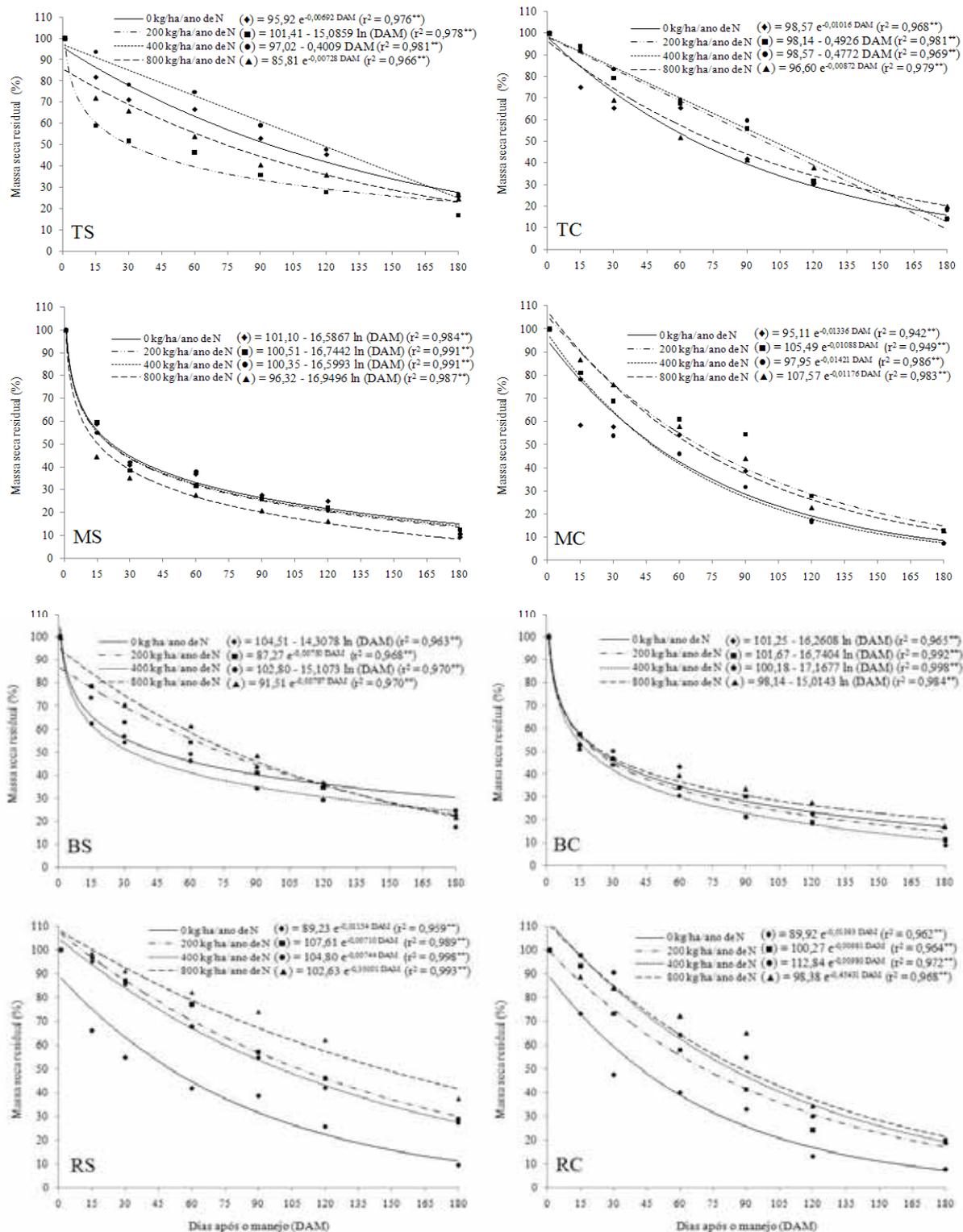


Figura 27. Porcentagem de decomposição da massa seca residual (MSR – rebrote de folhas e colmos) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho, doses anuais de N e manejados após a última época de corte no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** : ($P < 0,01$).

A ciclagem de nutrientes é influenciada pela rotação de culturas e pela presença de resíduos na superfície do solo. Assim, a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo reduz a taxa de decomposição, favorecendo a liberação gradual de nutrientes, sendo que esse sincronismo entre a liberação e a demanda de nutrientes pela cultura em sucessão é fundamental para a redução das perdas de nutrientes por lixiviação (AMADO, 2000).

Portanto, em relação ao que foi discutido sobre a quantidade e a decomposição da MSR dos capins, a escolha da espécie para compor um programa de rotação ou sucessão de culturas deve levar em conta, entre outros fatores, o seu objetivo. Para espécies de cobertura do solo e suprimento inicial de palhada na implantação do SPD, deve-se optar por coberturas vegetais com elevada capacidade de PMS, persistência da palhada depositada sobre o solo, em função de uma alta relação lignina/N total, e eficiente reciclagem de minerais, funcionando como fonte gradativa de nutrientes. Já em SPD em fase mais avançada (transição) com 5 a 10 anos, semelhante ao qual se encontrava o solo do presente trabalho, inicia-se o acúmulo de matéria orgânica e palhada na superfície do solo, bem como a imobilização do N se aproxima da mineralização. Assim, torna-se interessante espécies capazes de disponibilizar rapidamente os nutrientes de sua palhada, o que acarretaria numa redução da dependência e minimizaria os custos com adubação da cultura produtora de grãos.

4.3. Experimento III - Cultura do milho sobre a palhada dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho e adubação nitrogenada no inverno/primavera

4.3.1. Componentes da produção e produtividade da cultura do milho

As doses de N não influenciaram ($P > 0,05$) a altura de média de plantas (AP) do milho (2008/2009) em sucessão aos capins apenas nos consórcios do Tanzânia e Marandu semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho (TC = 290,63 cm e BC = 285,75 cm, respectivamente), enquanto que o capim-marandu semeado simultaneamente ao milho (BS) proporcionou resposta linear crescente. Já os demais consórcios apresentaram resposta quadrática em função das doses de N (Figura 28), com AP máximas de 298,88; 304,14; 294,74; 292,40 e 284,27 cm aplicando-se 597; 749; 584; 515 e 531 kg/ha/ano de N nas pastagens formadas em antecessão pelos consórcios TS, MS, MC, RS e RC, respectivamente, sendo que possivelmente pela menor deposição de palha no solo (Figura 26) e conseqüentemente menor fornecimento de nutrientes para a cultura do milho em sucessão, o RC foi o consórcio que proporcionou plantas com menor estatura.

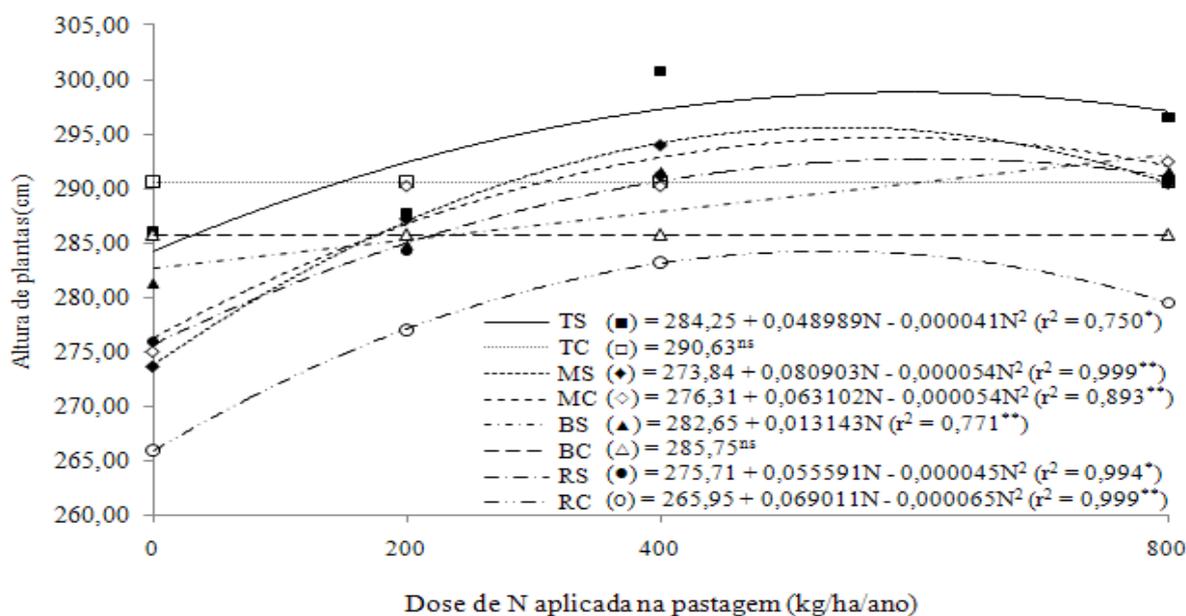


Figura 28. Altura de plantas (AP) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

^{**}, ^{*}, ^{ns}: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

O híbrido de milho utilizado (DKB 390 YG) apresenta florescimento ao acumular 845 graus-dias (DEKALB, 2010). Assim, em função das altas temperaturas na época do experimento (Figura 1) aliada ao efeito residual de N, as plantas de milho apresentaram acelerado crescimento inicial até o estágio de florescimento, o qual ocorreu alguns dias antes do que era esperado, sendo que até o menor valor de AP verificado (265 cm) no consórcio RC na ausência de adubação nitrogenada da pastagem em antecessão foi superior aos 220-240 cm relatados como estatura média para esse híbrido (DEKALB, 2010). Resultado este concordante com o preconizado por Malavolta; Vittí; Oliveira (1997), que afirmaram ser o N estimulante à formação e ao desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, além da planta apresentar maior vegetação, perfilhamento e aumentar o teor de proteína quando adubado adequadamente com este nutriente.

As doses de N não influenciaram ($P > 0,05$) o diâmetro basal de colmo (DBC) das plantas de milho (2008/2009) em sucessão aos capins apenas nos consórcios do Tanzânia e Marandu semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho e no Marandu semeado simultaneamente ao milho (TC = 24,06 mm; BC = 23,06 mm e BS = 24,44 mm, respectivamente) (Figura 29). Os demais consórcios apresentaram resposta linear crescente

em função das doses de N. Tais resultados foram diferentes aos de Borghi (2007), visto que esse autor não verificou interação dos consórcios com as doses de N para a AP e o DBC. Assim, os resultados do presente trabalho demonstraram a eficiência de aproveitamento do N disponibilizado pela palhada após o manejo dos capins cultivados no ano anterior, visto que o solo do sistema em estudo, por se encontrar à seis anos sob SPD na época dessas avaliações, possivelmente já apresentava mineralização de N maior do que a imobilização desse nutriente pela palhada das culturas.

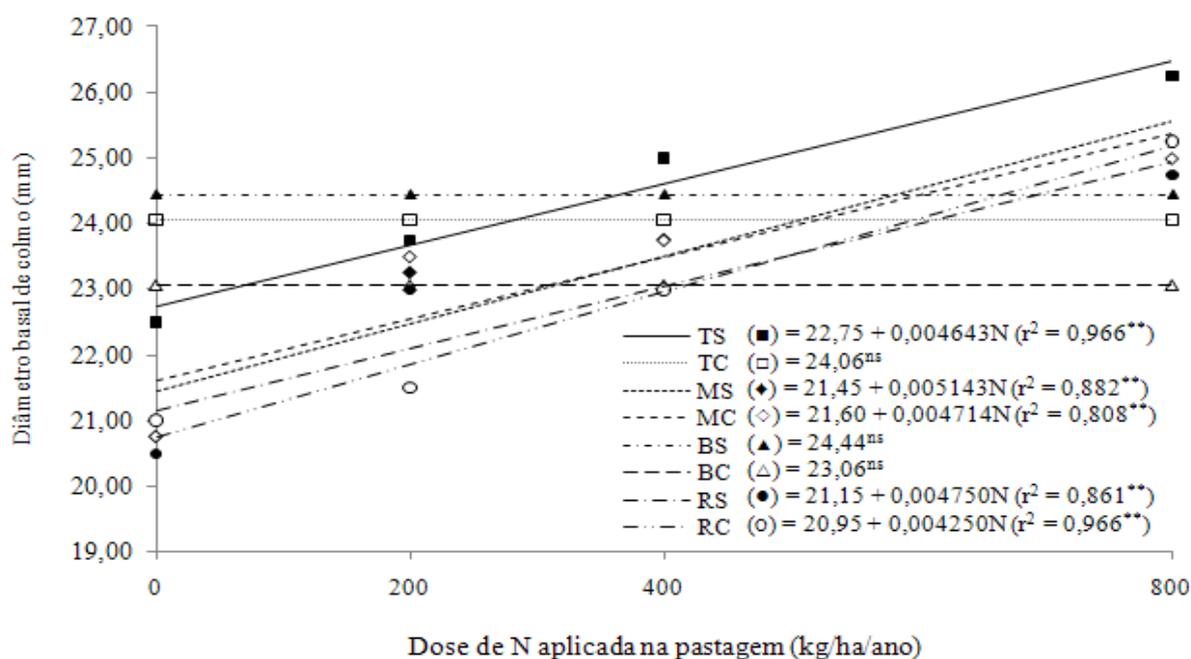


Figura 29. Diâmetro basal de colmo (DBC) das plantas de milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2008/2009.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

**, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05), respectivamente.

Vale ressaltar que, plantas maiores acumulam mais nutrientes, translocando-os para as espigas na época de enchimento dos grãos, bem como, após a colheita depositam maior quantidade de palha no solo, o que é bastante interessante para o SPD, por minimizar as perdas de solo principalmente nas camadas superficiais ocasionadas pela erosão, além de melhorar o armazenamento de água. Com relação ao aumento do DBC, plantas com colmos mais grossos possuem maior capacidade de translocação de nutrientes, bem como, tornam-se mais resistentes ao tombamento pelo efeito do vento, das chuvas e do trânsito de maquinários e implementos (adubação de cobertura, aplicação de defensivos e colheita de grãos).

Analisando a altura de inserção da espiga principal (AIE) da cultura do milho (2008/2009) em sucessão aos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho no ano anterior (2007/2008) e adubação nitrogenada no inverno/primavera após a colheita de grãos, constatou-se que apenas as doses de N nos consórcios do capim-mombaça simultaneamente e por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho (MS e MC, respectivamente) apresentaram interação ($P < 0,05$), sendo linear crescente para o MC e quadrática para o MS, com AIE máxima de 154,96 cm quando foram aplicados 502 kg/ha/ano de N na pastagem em antecessão (Figura 30).

Da mesma forma que para a AP (Figura 28), o consórcio RC proporcionou a menor média de AIE (142,00 cm) (Figura 30). Tais resultados demonstraram apesar de no geral, ocorrer aumento da AP em função do efeito residual de N, a AIE é uma característica peculiar do híbrido utilizado, já que apresentou valores entre 139 e 159 cm, sendo superiores aos 125-140 cm relatados como média para esse híbrido (DEKALB, 2010), podendo ser considerados satisfatórios, já que plantas com homogeneidade e maior AIE favorecem a colheita mecanizada, diminuindo as perdas de espigas não colhidas pela plataforma da colhedora.

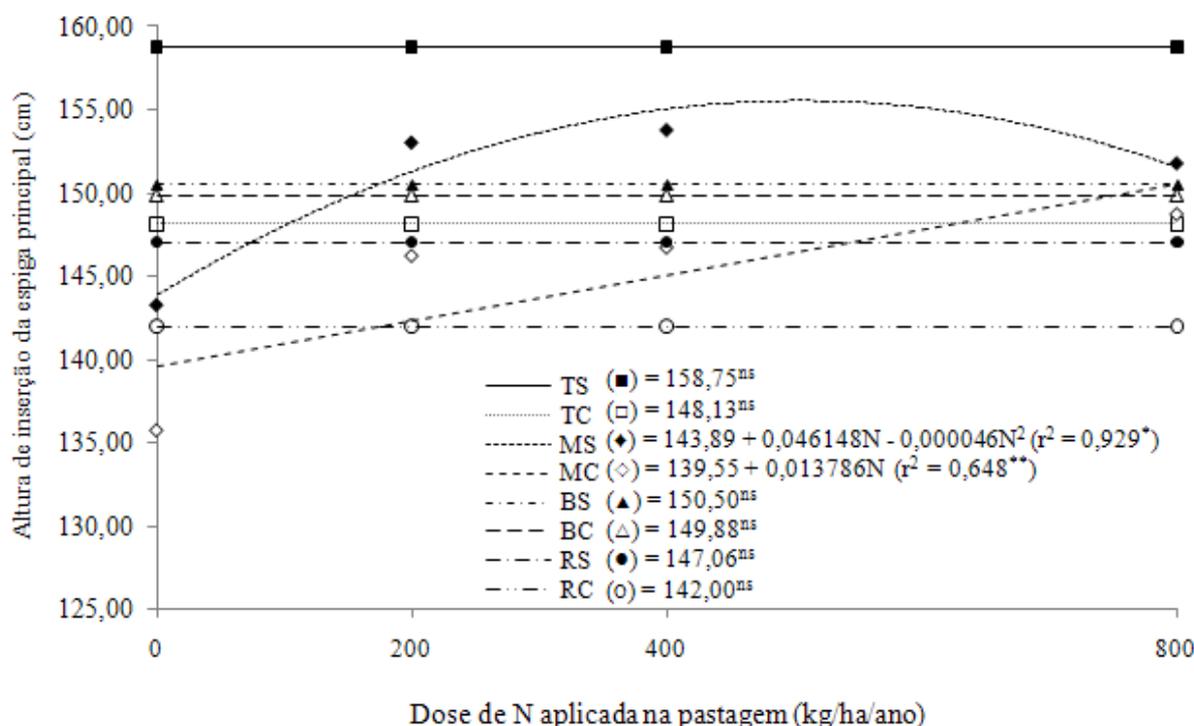


Figura 30. Altura de inserção da espiga principal (AIE) das plantas de milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

******, *****, **ns**: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

As doses de N não influenciaram ($P>0,05$) o estande final de plantas (EFP) da cultura do milho (2008/2009) em sucessão aos capins apenas nos consórcios TS, TC, MC e BC cujas médias foram de 55.000; 58.472; 59.306 e 56.667 plantas/ha, respectivamente. Esses valores foram semelhantes as 57.187 plantas/ha verificadas por Borghi (2007) na cultura do milho em sucessão ao consórcio BC adubado com N. O mesmo autor também verificou que o consórcio MC proporcionou o maior EFP e o MS aumentou linearmente esse atributo na cultura do milho. Os capim Mombaça e Marandu semeados simultaneamente ao milho (MS e BS, respectivamente) apresentaram resposta linear crescente e o capim-ruziziensis apresentou resposta quadrática em função das doses de N para ambos os consórcios (Figura 31), com EFP máximos de 62.357 e 62.137 plantas/ha aplicando 392 e 419 kg/ha/ano de N nas pastagens formadas em antecessão pelos consórcios RS e RC, respectivamente.

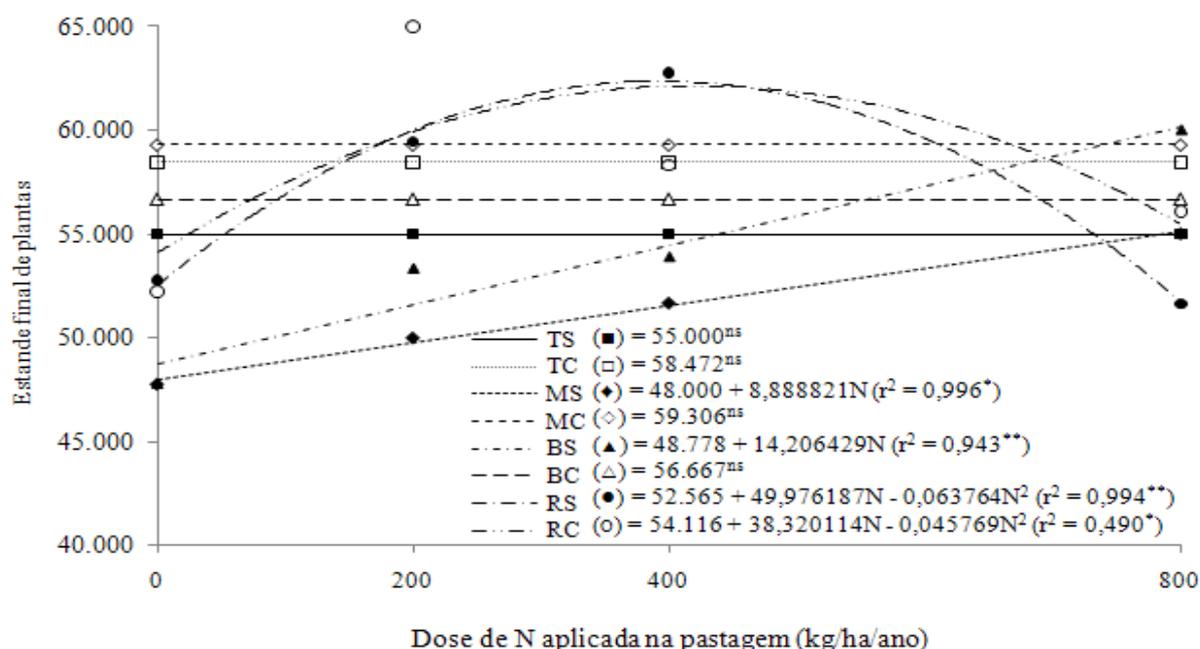


Figura 31. Estande final de plantas (EFP) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

**, *, ns: ($P<0,01$), ($P<0,05$) e ($P>0,05$), respectivamente.

De acordo com Machado (2007), além da utilização da pastagem para produção animal, é necessário conhecer a influência que os resíduos dessecados do capim podem exercer na cultura subsequente, sendo que as pastagens do gênero *Panicum*, em especial o capim-mombaça, são extremamente produtivas em solos de alta fertilidade, porém, da mesma forma que o capim-marandu, apresentam dificuldades de erradicação com herbicidas principalmente

quando degradadas ou com deficiência de N. Assim, o planejamento é fundamental, pois são necessárias operações num curto espaço de tempo. Para a dessecação da pastagem e retorno de cultura granífera na área, o capim precisa apresentar área foliar suficiente para assimilação de herbicidas e um prazo de aproximadamente 20 dias para o início da semeadura e a adubação nitrogenada da pastagem facilita a dessecação.

Nesse contexto, verifica-se que os consórcios MS e RS na ausência de adubação nitrogenada da pastagem em antecessão proporcionaram menor EFP da cultura do milho (2008/2009) (Figura 31). Estes resultados podem ser atribuídos à maior deposição de MSR sobre o solo após o manejo dos capins nesses sistemas consorciados (Figura 26) instalados no ano anterior (2007/08), o que pode ter afetado o estabelecimento da cultura (germinação e emergência) do milho quando semeado em sucessão, refletindo diretamente nos resultados de EFP, o que também foi verificado por Borghi (2007). Além disso, a semeadura do milho apenas 11 dias após a dessecação dos capins e a rebrota do capim-mombaça semeado simultaneamente ao milho na safra anterior (MS) principalmente quando não adubado com N, também prejudicaram o desenvolvimento inicial da cultura do milho, o que também pode ter interferido no EFP. Apesar dos consórcios RS e RC na ausência de adubação nitrogenada terem apresentado menor deposição de MSR sobre o solo (Figura 26), a ramificação e a cobertura mais homogênea desse capim após o manejo de dessecação em função de seu enraizamento a partir de nós próximos ao solo, também pode ter influenciado o menor EFP da cultura do milho em sucessão.

As doses de N não influenciaram ($P>0,05$) o número de espigas por hectare (NE) da cultura do milho (2008/2009) em sucessão aos capins apenas nos consórcios BS, BC e RS cujas médias foram de 54.861; 63.889 e 56.528 espigas/ha, respectivamente (Figura 32). O NE da cultura do milho em sucessão ao capim-tanzânia semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho (TS) apresentou resposta quadrática em função das doses de N, com NE máximo de 83.753 espigas/ha aplicando 442 kg/ha/ano de N na pastagem formada em antecessão (Figura 32). Os demais consórcios apresentaram incremento linear desse atributo em função da elevação das doses de N na pastagem. Os entraves do capim-mombaça após a dessecação, como descritos anteriormente, também afetaram o NE, visto que o milho em sucessão ao consórcio MS apesar de apresentar incremento linear, teve os menores valores desse atributo, inclusive com algumas plantas sem espiga, já que nas doses de 0 e 800 kg/ha/ano de N os EFP foram de 48.000 e 55.111 plantas/há, com NE pespectivos de 41.889 e 53.445 espigas/ha.

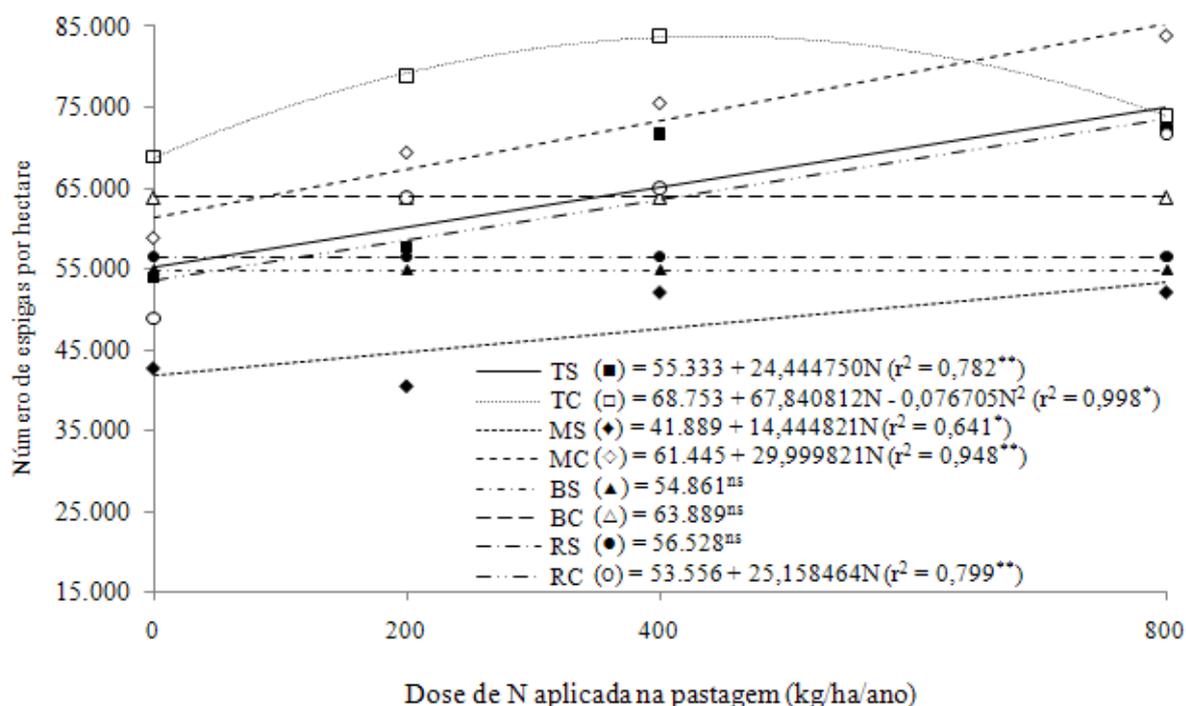


Figura 32. Número de espigas por hectare (NE) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** , * , ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05), respectivamente.

As doses de N não influenciaram ($P>0,05$) o comprimento de espiga (CE) da cultura do milho (2008/2009) em sucessão aos capins apenas no consórcio TC cuja média foi de 19,16 cm (Figura 33). O capim-mombaça em ambos os consórcios apresentou resposta quadrática em função das doses de N, com CE máximo de 20,23 e 20,30 cm quando aplicamos 450 e 453 kg/ha/ano de N em antecedência, respectivamente para o MS e o MC, respectivamente. Os demais consórcios apresentaram incremento linear desse atributo em função da elevação das doses de N na pastagem, demonstrando que o efeito residual do N aumentou o comprimento das espigas, o que conseqüentemente favoreceu o número de grãos por fileira, podendo ter elevado os demais componentes da produção e a produtividade do milho.

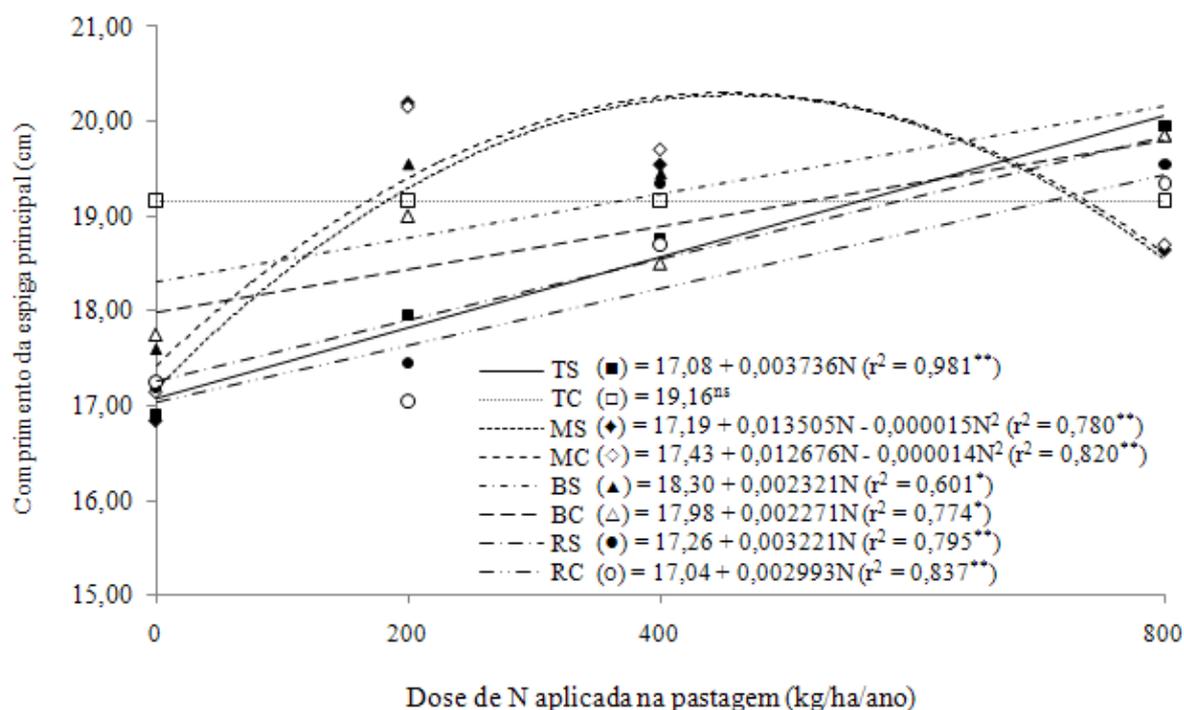


Figura 33. Comprimento da espiga principal (CE) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** , * , ns: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

Da mesma forma que Borghi (2007), as doses de N não influenciaram ($P > 0,05$) o número de grãos por espiga (NGE) da cultura do milho (2008/2009) em sucessão aos capins no consórcio TC, BS e BC, cujas médias foram de 648, 654 e 636 (Figura 34). Da mesma forma que o CE, o capim-mombaça em ambos os consórcios apresentou resposta quadrática em função das doses de N, com NGE máximo de 667 e 710 grãos por espiga aplicando-se 411 e 500 kg/ha/ano de N para o MS e o MC, respectivamente, em antecessão. Os demais consórcios apresentaram incremento linear desse atributo em função da elevação das doses de N na pastagem, reflexo em alguns casos do maior CE.

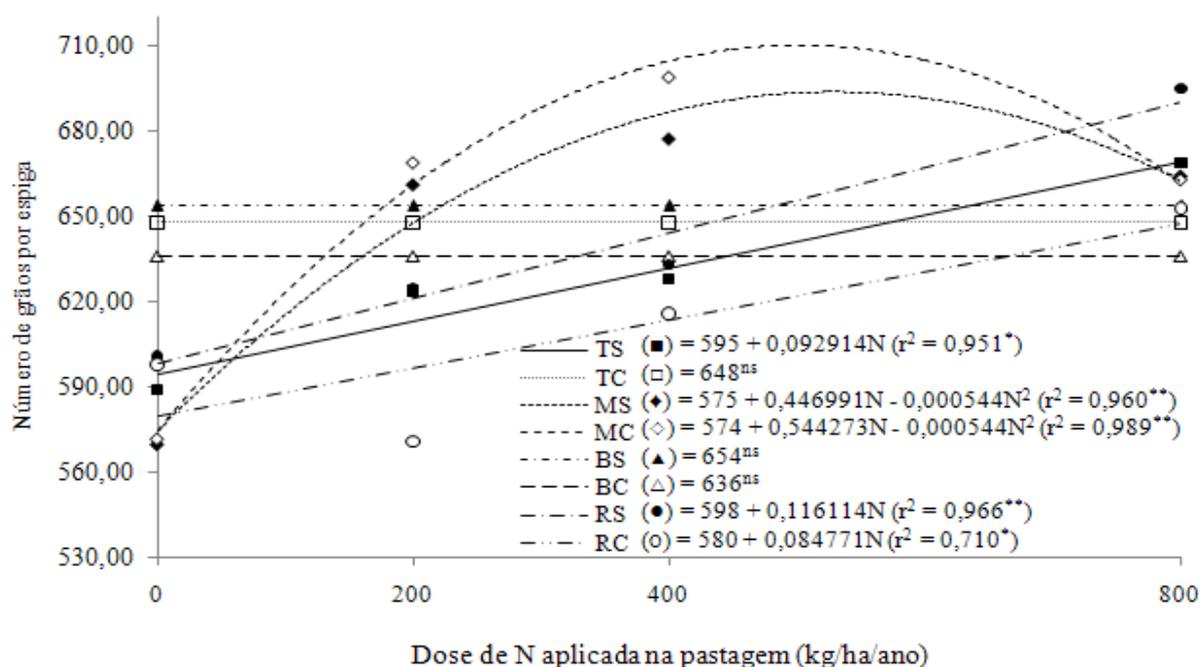


Figura 34. Número de grãos por espiga (NGE) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** , * , ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05), respectivamente.

Da mesma forma que o NGE, as doses de N não influenciaram (P>0,05) a massa de 100 grãos (M100) da cultura do milho (2008/2009) em sucessão aos capins no consórcio TC e BC, cujas médias foram de 36,10 e 36,36 g (Figura 35), enquanto que o capim-tanzânia semeado simultaneamente ao milho na safra anterior (TS) apresentou resposta quadrática em função das doses de N, com M100 máxima de 38,90 g aplicando-se 589 kg/ha/ano de N, respectivamente, na pastagem formada em antecessão. Tais resultados podem ser atribuídos à rápida decomposição da MSR dos consórcios MS e MC (Figuras 26 e 27), ocorrendo elevada disponibilidade de N para a cultura do milho em sucessão, e portanto, de acordo com Malavolta; Vitti; Oliveira (1997) o excesso desse nutriente pode reduzir a granação. Os demais consórcios apresentaram incremento linear desse atributo em função da elevação das doses de N na pastagem antecessora.

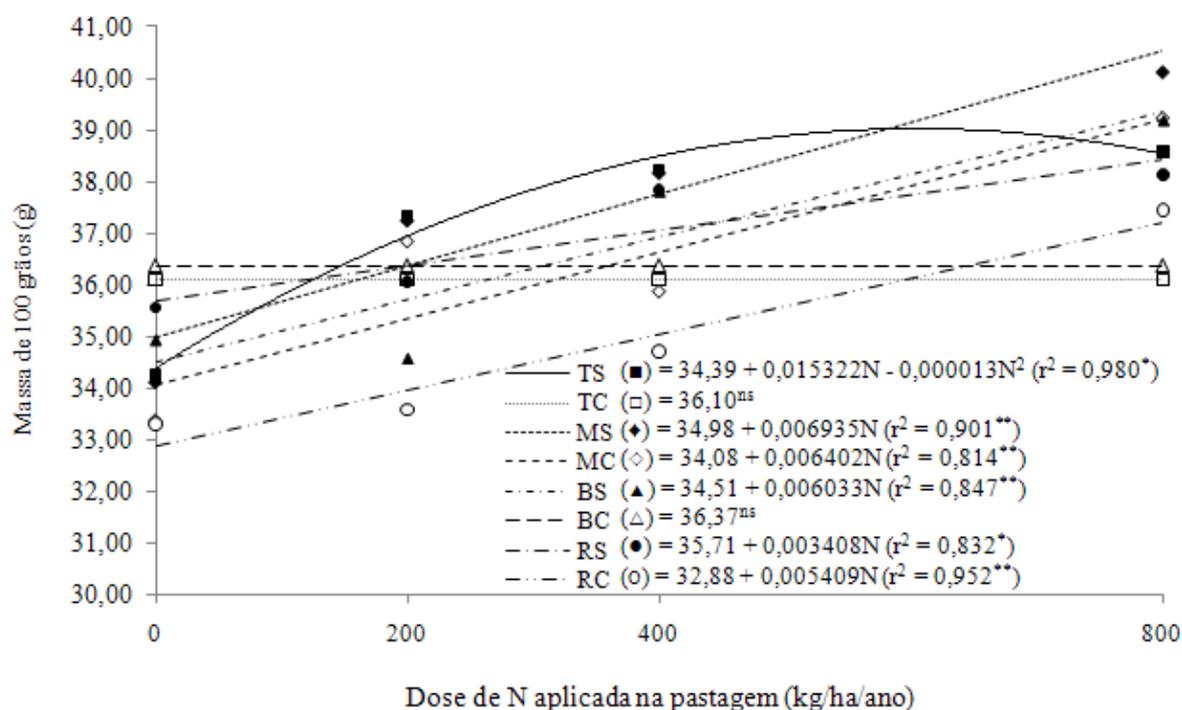


Figura 35. Massa de 100 grãos (M100) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

**, *, ns: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

Da mesma forma que a M100, as doses de N não influenciaram ($P > 0,05$) a massa de grãos por espiga (MGE) da cultura do milho (2008/2009) em sucessão ao capim no consórcio TC, cuja média foi de 234,21 g (Figura 36), enquanto que da mesma forma que no CE e o NGE, o capim-mombaça em ambos os consórcios apresentou resposta quadrática em função das doses de N, com MGE máxima de 272,60 e 267,36 g aplicando 616 e 599 kg/ha/ano de N para os consórcios MS e MC, respectivamente, em antecessão. Os demais consórcios apresentaram incremento linear desse atributo em função da elevação das doses de N na pastagem antecessora.

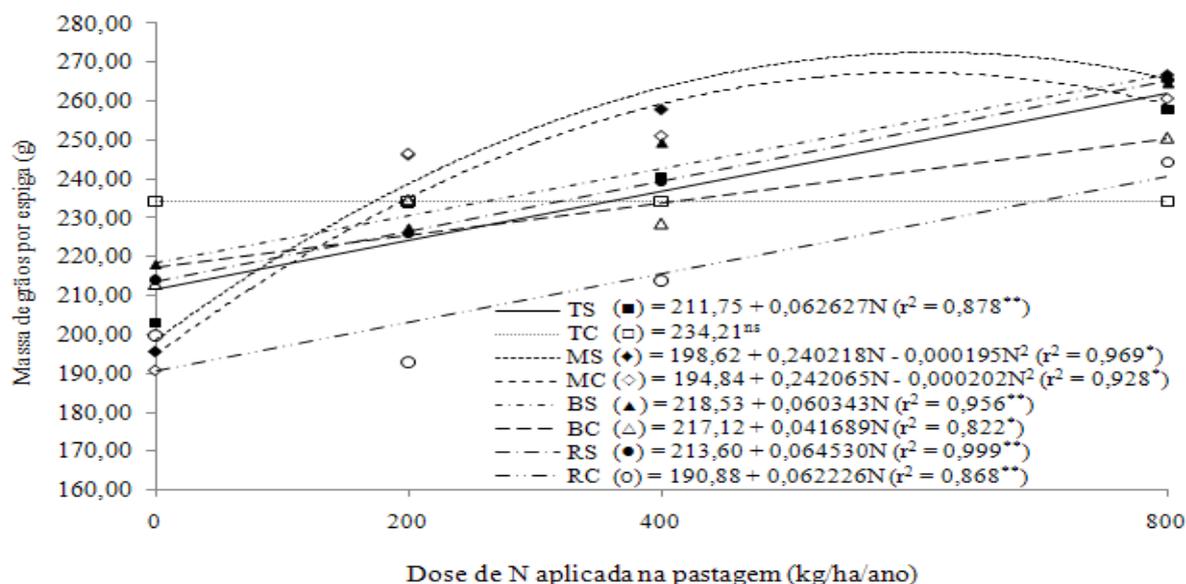


Figura 36. Massa de grãos por espiga (MGE) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

** , * , ns: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

Dentre os componentes da produção (CE, NGE, M100 e MGE), o capim-ruziziensis semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho (RC) apresentou os menores valores, possivelmente pela menor deposição de MSR sobre o solo após a dessecação (Figura 26), fornecendo menor quantidade não só de N, mas de também de outros nutrientes. No entanto, visto que o NE não foi afetado (Figura 32), a interação desse atributo com os componentes da produção não reduziram a PG da cultura do milho em relação aos demais consórcios (Figura 37). Assim, pode-se afirmar novamente que o conhecimento da influência dos resíduos do capim na cultura subsequente torna-se de extrema importância em sistemas complexos como a ILP.

Pelos resultados da interação ($P < 0,05$) referente à produtividade de grãos (PG) da cultura do milho (2008/2009) pode-se verificar que cada consórcio foi influenciado de forma diferenciada pela aplicação de N nos capins no ano anterior (Figura 37). Apenas as doses de N no consórcio TS não influenciaram ($P > 0,05$) a PG, cuja média foi de 9.688 kg/ha. No caso dos consórcios MS e BC, houve aumento da produtividade de grãos até a dose de 541 e 573 kg/ha/ano de N, com PG de 10.607 e 11.628 kg/ha, respectivamente. A partir dessas doses houve redução da PG.

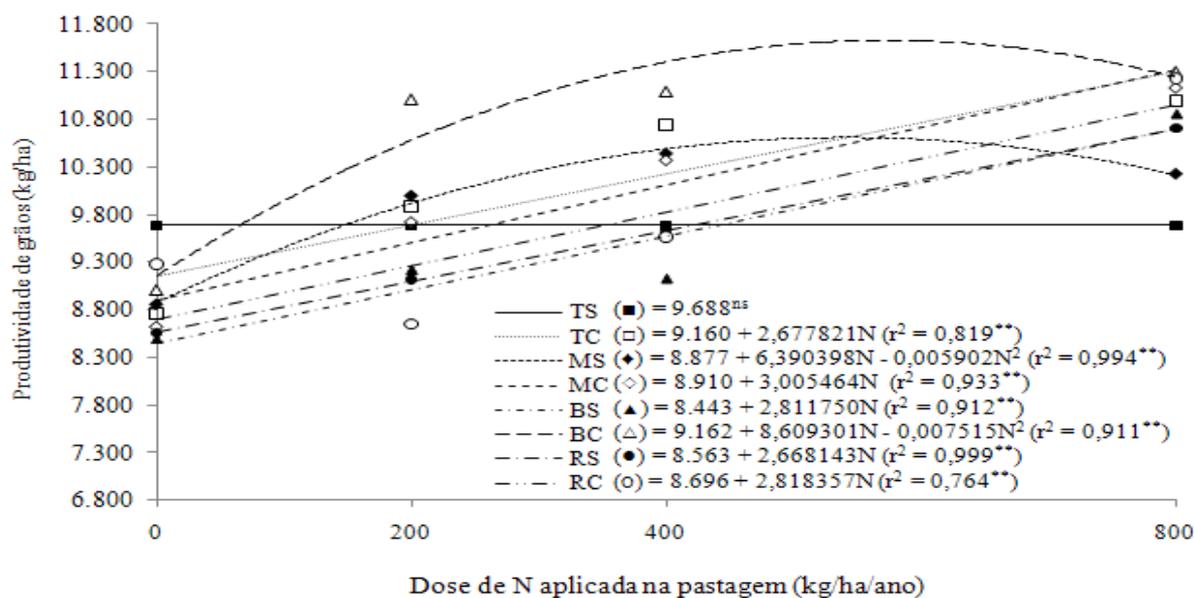


Figura 37. Produtividade de grãos (PG) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

**, *, ns: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

Salienta-se que estes resultados podem ser decorrentes da associação das quantidades de MSR depositadas sobre o solo com a velocidade inicial de decomposição dessas até os 90 DAM, atingindo aproximadamente 30% da quantidade inicial de MSR (Figura 27), tempo no qual ocorreu o florescimento, a polinização e o início do enchimento dos grãos. Assim, essa rápida decomposição favoreceu a translocação de nutrientes para a planta e posteriormente para a espiga, incrementando principalmente a MGE no caso do consórcio MS (Figura 36), enquanto que a interação deste componente com o NE (Figura 32) foi responsável pela excelente PG do consórcio BC (Figura 37).

De acordo com Fancelli (1986), o número de óvulos por fileira e o número de fileiras por espigas, responsáveis diretos pelo CE e NGE são definidos entre os estádios fenológicos 3 e 5, quando a planta de milho possui ao redor de 7-8 folhas expandidas (aproximadamente 28 dias após a emergência) e 11-12 folhas expandidas (aproximadamente 40 dias após a emergência), respectivamente, enquanto que a época de maior demanda de N pelo milho ocorre entre o início do florescimento e o início da formação de grãos. Isto implica aumento da demanda de fotoassimilados a partir da 8ª folha, que, quando não suprida, promoveria prejuízos a PG, resultantes de abortamento de óvulos e redução do tamanho da espiga.

A maior produção de fotoassimilados está associada ao aumento no conteúdo de clorofila, o que requer maior consumo de N para síntese desse pigmento, alterando o seu teor na folha. Portanto, nesse período, os agricultores devem manejar a lavoura da forma mais adequada possível, em especial no que se refere à disponibilidade de nutrientes e controle de pragas, além da suplementação hídrica quando possível. Todavia, os outros componentes da produção também contribuem expressivamente na definição da PG. Além disso, os componentes que são definidos no início do ciclo, como EFP e NE possuem elevada importância, pois podem limitar a PG, mesmo que as condições de ambiente melhorem em fases posteriores do ciclo de desenvolvimento.

Conforme Argenta; Silva; Bortolini (2001), a falta de relação entre leitura com clorofilômetro e teor de N na folha e de associação entre teor de N e clorofila extraível na folha da cultura do milho, no estágio de seis a sete folhas (três a quatro semanas após a emergência), indicam que boa parte do N absorvido nessa fase é provavelmente utilizado no crescimento e na formação dos componentes da produção da planta e não para formação de clorofila, visto que a quantidade de nitrato presente deverá ser pequena, pois o mesmo é tóxico para a planta. Além do mais, Rocha et al. (2005) também verificaram que nem todos os genótipos de milho apresentaram correlação entre o índice ICF e o teor de N na 4ª folha completamente desenvolvida, sendo que estudos desse tipo devem ser desenvolvidos para cada genótipo.

A adubação nitrogenada dos capins nos demais consórcios também favoreceram a PG da cultura do milho (2008/2009) em sucessão, no entanto, com incremento linear (Figura 37). Borghi (2007) demonstraram a extrema complexidade desse sistema de ILP em função da magnitude das transformações do N no solo em decorrência dos processos de mineralização/imobilização, pois em doses mais altas, os capins podem estar crescendo vegetativamente, porém tornam-se fisiologicamente mais velhos. Portanto, plantas submetidas a maiores doses de N podem estar imobilizando o elemento e, mesmo com manejo mecânico, a ação de microrganismos nesta cobertura vegetal pode não condicionar maior disponibilidade de N para o milho quando semeado em seqüência (ROSOLEM; PACE; CRUSCIOL, 2004), pois conforme Anghinoni (2007), áreas com até cinco anos sob SPD apresentam alta exigência de N. Silva et al. (2008) também verificaram que a maior parte do N proveniente dos resíduos vegetais de crotalária, milheto e palha de milho não foi absorvida pela cultura do milho em sucessão.

Da mesma forma, resultados de Silva et al. (2009b), durante dois anos, demonstraram que a PG da cultura do milho em sucessão a aveia preta adubada com 144 ou 24 kg/ha de N,

foi semelhante, possivelmente, pela imobilização do N no solo. De forma análoga, em outros trabalhos nos quais realizou-se a adubação nitrogenada na aveia com doses de até 30 kg/ha de N, não houve aproveitamento deste nutriente liberado da aveia para o milho, sem expressar aumento na PG (AMADO; MIELNICZUK; AITA, 2002). Nesta mesma linha de pesquisa, Amado; Santi; Acosta (2003) constataram maior PG (7.500 kg/ha) da cultura do milho adubado com 160 kg/ha de N após pousio, comparativamente aos 3.400 e 5.000 kg/ha após aveia adubada com 40 e 240 kg/ha de N, respectivamente.

Com relação aos resultados do presente estudo, por se tratar de uma área que se encontrava por seis anos sob SPD, possivelmente já estava ocorrendo mineralização do N ao invés de imobilização, visto que de acordo com Anghinoni (2007), a partir de cinco anos de SPD, inicia-se o acúmulo de matéria orgânica, fósforo e palha na superfície, sendo que a imobilização de N aproxima-se da mineralização. Da mesma forma, Assmann et al. (2003) em um Latossolo Bruno álico com mais de 10 anos sob SPD, sendo desses, quatro com pastejo de culturas de inverno em sistema de ILP, verificaram aumento linear da PG da cultura do milho em sucessão a uma pastagem consorciada de azevém, trevo branco e aveia, em função das doses de N (0, 100, 200 e 300 kg/ha) aplicadas no inverno, independente de ser pastejada ou não. Campos; Orioli; Vianna (2008) também verificaram que a adubação nitrogenada do capim-braquiária elevou a PG do milho em sucessão, representando uma alternativa promissora para a recuperação de pastagens degradadas nas condições de cerrado. Assim, pode-se afirmar que a eficiência de aproveitamento do N aplicado em antecessão ao milho, depende do tempo sob SPD e do grau de degradação da área.

4.3.2. Teor foliar de clorofila (índice ICF) e diagnose foliar da cultura do milho

A adubação nitrogenada dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho (2007/2008) influenciou ($P < 0,05$) o teor de clorofila (índice ICF) da cultura do milho (2008/2009) em sucessão, sendo que da mesma forma que a PG, os consórcios MS e BC apresentaram regressão quadrática, com máximo de 78,23 e 76,14 ICF aplicando 781 e 813 kg/ha/ano de N, respectivamente, na pastagem em antecessão (Figura 38). Os demais consórcios apresentaram efeito linear crescente em função das doses de N.

Da mesma forma que os componentes da produção da cultura do milho (2008/2009), o consórcio RC, pelo menor fornecimento de N através de sua MSR depositada sobre o solo, apresentou os menores teores de clorofila foliar. No entanto, o menor índice ICF (55,84) verificado na ausência de aplicação de N na pastagem em antecessão, foi semelhante aos verificados por Rambo et al. (2007) e aos 55,0-58,0 considerados por Malavolta; Vitt; e

Oliveira (1997) como adequados para o mesmo estágio de desenvolvimento da cultura e aos 62,8 e 59,5 verificados por Rambo et al. (2008) em dois anos de avaliação, aplicando até 300 kg/ha de N (20% na semeadura e o restante em cobertura no estágio V3 da cultura do milho). Assim, pode-se considerar que os índices ICF do presente trabalho foram elevados, além do que, conforme Malavolta; Vitti; Oliveira (1997), para atingir 100% de colheita relativa de grãos da cultura do milho seria necessário em torno de 63,83 ICF.

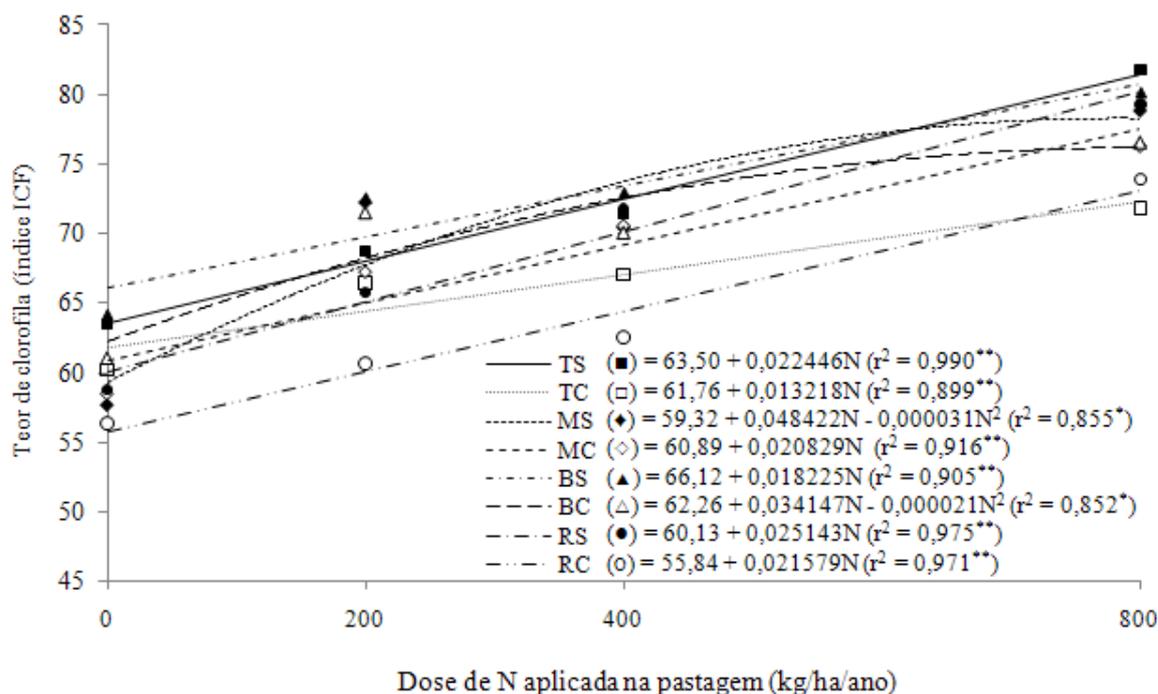


Figura 38. Teor de clorofila foliar (índice ICF) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

**, *, ns: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

A adubação nitrogenada dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho (2007/2008) influenciou ($P < 0,05$) o teor de N foliar da cultura do milho (2008/2009) em sucessão, sendo que pelos teores mais altos, apenas os consórcios MS, MC e BC não foram influenciados ($P > 0,05$) e apresentaram média de 29,62; 29,63 e 29,22 g/kg de massa seca, respectivamente (Figura 39). O consórcio RS apresentou regressão quadrática, com teor máximo de N de 28,94 g/kg de massa seca aplicando 620 kg/ha/ano de N na pastagem em antecessão. Os demais consórcios apresentaram efeito linear crescente em função das doses de N, demonstrando que além de aumentar o crescimento da planta, os

componentes da produção e a PG da cultura do milho, o efeito residual de N também melhorou a nutrição nitrogenada da planta. Alguns consórcios apresentaram teores foliares de N inferiores aos 27,0-35,0 e aos 27,5-32,5 g/kg de massa seca, considerados por Cantarella; Raij; Camargo (1996); Malavolta; Vitti; Oliveira (1997), respectivamente, como adequados para a cultura do milho.

Borghgi (2007) não verificaram efeito ($P > 0,05$) para os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S na cultura do milho semeada sobre palhada dos capins Marandu e Mombaça provenientes do consórcio efetuado no ano anterior, e adubados com N após a colheita de grãos, considerando que tal resultado foi influenciado, principalmente para o N, pela elevada PMS acumulada do capim no período de outono/inverno na safra anterior e aliada à sua alta relação C/N, o que propiciou menor fornecimento e conseqüentemente menor teor foliar desse nutriente na cultura do milho em sucessão. De acordo com Borghgi; Crusciol (2007), em virtude da grande exigência de N por ambas as espécies quando consorciadas simultaneamente, pode haver grande competição pelo nutriente, muito embora os autores tenham encontrado teores de N na folha da cultura do milho menores com a semeadura do segundo ano do experimento, sobre palhada de capim-marandu proveniente do cultivo no ano anterior. Segundo esses autores, o cultivo sucessivo de gramíneas na área também pode levar a uma supressão de N ao longo do tempo, proporcionando imobilização por parte dos microrganismos.

As doses de N para suprir a demanda pelas culturas variam em função do ambiente de cultivo e do sistema de rotação, e são maiores quando a rotação é realizada somente com gramíneas (ROSOLEM; PACE; CRUSCIOL, 2004). Por sua vez, o consórcio com gramíneas produtoras de grãos e capins, no SPD, pode aumentar a exigência de N para o adequado crescimento da cultura principal, pois, além de ocorrer imobilização por microrganismos do solo, no processo de decomposição da cobertura morta, há maior demanda pelo nutriente, quando duas espécies são cultivadas simultaneamente no mesmo ambiente (SEVERINO et al., 2006). No entanto, de acordo com Anghinoni (2007), isso ocorre até 5-10 anos após a implantação do SPD em condições do Sul do Brasil.

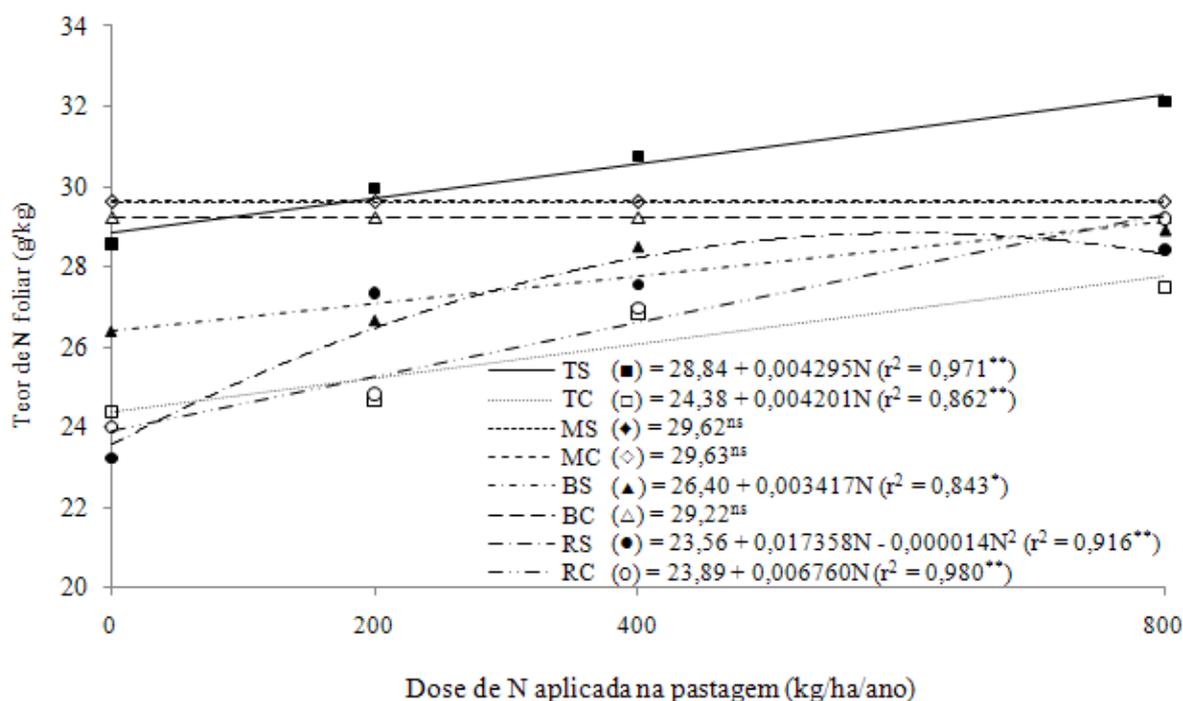


Figura 39. Teor de nitrogênio foliar (N) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

**, *, ns: ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P > 0,05$), respectivamente.

Analisando-se a Tabela 9, verifica-se que apenas os teores foliares de K da cultura do milho não foram influenciados ($P > 0,05$) pela semeadura sobre palhada dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis provenientes do consórcio efetuado no ano anterior, e adubados com N após a colheita de grãos. O teor foliar de P do consórcio RS foi superior aos consórcios TC e RC ($P < 0,05$); de Ca do consórcio TS foi superior aos consórcios TC, MC, BS, RS e RC ($P < 0,05$); de Mg dos consórcios RS e RC foram superiores aos demais consórcios ($P < 0,05$); de S do consórcio BC foi superior aos consórcios TC, MC, BS e RS ($P < 0,05$). No entanto, na comparação com os teores foliares de 2,0-2,4 e 2,5-3,5 g/kg de massa seca para o P; 17,0-35,0 e 17,5-22,5 g/kg de massa seca para o K; 2,5-8,0 e 2,5-4,0 g/kg de massa seca para o Ca; 1,5-5,0 e 2,5-4,0 g/kg de massa seca para o Mg; 1,5-3,0 e 1,5-2,0 g/kg de massa seca para o S, considerados por Cantarella; Raij; Camargo (1996); Malavolta; Vitti; Oliveira (1997), respectivamente, como adequados para a cultura do milho, pode-se afirmar que com excessão do BS para o teor de Ca e de todos os consórcios (com excessão do capim-ruziziensis) para o Mg quando comparado aos citados por Malavolta;

Vitti; Oliveira (1997), as plantas se encontravam com teores foliares adequados para esses nutrientes.

Tais resultados para o Ca e Mg eram esperados já que a última aplicação de calcário na área em estudo ocorreu na implantação do SPD há seis anos, sendo que antes da instalação do experimento I, o solo na camada de 0-0,20 m apresentava teores de Ca^{2+} e $\text{Mg}^{2+} = 19,0$ e $11,0 \text{ mmol/dm}^3$, respectivamente, e saturação por bases (V%) = 59,9%, considerados altos (Ca^{2+} e Mg^{2+}) e médio (V%) por Rajj et al. (1996).

Tabela 9. Comparação de médias e equações de regressão dos teores foliares de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

Teor foliar	P ^{**}	K ^{ns}	Ca ^{**}	Mg ^{**}	S ^{**}
Consórcio [*]	g/kg de massa seca				
TS	4,18 ab ¹	21,37	3,79 a	1,73 b ¹	2,10 abcd
TC	4,00 b	23,21	2,81 bc	1,65 b	1,87 cd
MS	4,26 ab	21,67	3,31 ab	1,84 b ²	2,14 abc
MC	4,13 ab	21,42	2,88 bc	1,67 b	1,93 bcd ¹
BS	4,17 ab ²	21,71	2,45 c	1,55 b	1,98 bcd
BC	4,13 ab	21,21	3,24 ab ¹	1,79 b ³	2,33 a ²
RS	4,38 a	21,17	3,07 bc	2,56 a ⁴	1,76 d ³
RC	4,07 b	23,00	2,77 bc	3,02 a ⁵	2,22 ab
CV (%)	4,9	4,7	10,8	8,4	9,0

^{*}TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis, semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

^{**}médias seguidas de letras diferentes nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{ns}médias não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

P: ¹TS = 3,84 + 0,000471N ($r^2 = 0,561$; P<0,05); ²BS = 4,34 - 0,000490N ($r^2 = 0,849$; P<0,01).

Ca: ²BC = 2,89 + 0,000999N ($r^2 = 0,798$; P<0,01).

Mg: ¹TS = 1,53 + 0,000558N ($r^2 = 0,844$; P<0,01); ²MS = 1,68 + 0,000463N ($r^2 = 0,786$; P<0,05); ³BC = 1,49 + 0,000833N ($r^2 = 0,826$; P<0,01); ⁴RS = 2,28 + 0,000801N ($r^2 = 0,954$; P<0,01); ⁵RC = 2,51 + 0,002584N - 0,000002N² ($r^2 = 0,989$; P<0,05).

S: ¹MC = 2,09 - 0,000445N ($r^2 = 0,987$; P<0,05); ²BC = 2,69 + 0,001029N ($r^2 = 0,873$; P<0,01); ³RS = 1,76 + 0,001874N - 0,000002N² ($r^2 = 0,992$; P<0,01).

Analisando a Tabela 10, verifica-se que os teores foliares de Cu, Fe, Mn e Zn da cultura do milho foram influenciados (P<0,05) pela semeadura sobre palhada dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis provenientes do consórcio efetuado no ano anterior, e adubados com N após a colheita de grãos. O teor foliar de Cu dos consórcios TS e TC foram superiores aos demais consórcios; de Fe do consórcio TS foi superior aos consórcios MC, BS, BC, RS e RC; de Mn do consórcio BC foi superior aos demais consórcios; de Zn dos consórcios TS e TC foram superiores aos demais consórcios. No entanto, na comparação com

os teores foliares de 6,0-20,0 e 6,0-20,0 mg/kg de massa seca para o Cu; 30,0-250,0 e 50,0-250,00 mg/kg de massa seca para o Fe; 20,0-200,0 e 50,0-150,0 mg/kg de massa seca para o Mn; 15,0-100,0 e 15,0-50,0 mg/kg de massa seca para o Zn, considerados por Cantarella; Raij; Camargo (1996); Malavolta; Vitti; Oliveira (1997), respectivamente, como adequados para a cultura do milho, pode-se afirmar que as plantas se encontravam com teores foliares adequados para esses micronutrientes. Vale ressaltar, que por se tratar de um Latossolo Vermelho distroférico, os teores foliares de Fe foram bastante elevados.

Tabela 10. Comparação de médias e equações de regressão dos teores foliares de cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

Teor foliar	Cu ^{**}	Fe ^{**}	Mn ^{**}	Zn ^{**}
Consórcio [*]	mg/kg de massa seca			
TS	21,92 a ¹	132,42 a ¹	75,33 b ¹	32,50 a ¹
TC	23,08 a ²	124,25 ab ²	63,58 de ²	32,33 a ²
MS	17,00 ab	115,00 abc	71,92 bc ³	22,50 b
MC	12,00 b	112,08 bcd	66,75 cd ⁴	22,00 b
BS	12,25 b	96,83 d	68,42 bcd	19,00 b
BC	13,17 b	107,08 bcd	84,33 a ⁵	19,08 b
RS	12,67 b	95,08 d	57,92 e	20,08 b
RC	13,00 b	104,83 cd	57,17 e	18,75 b
CV (%)	32,7	11,7	9,0	39,2

^{*}TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis, semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

^{**}médias seguidas de letras diferentes nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Cu: ¹TS = 13,78 + 0,074376N - 0,000085N (r² = 0,544; P<0,01); ²TC = 30,31 - 0,061425N (r² = 0,477; P<0,01).

Fe: ¹TS = 122,59 + 0,085703N - 0,000096N (r² = 0,789; P<0,05); ²TC = 105,23 - 0,148088N (r² = 0,574; P<0,01).

Mn: ¹TS = 68,00 + 0,020953N (r² = 0,701; P<0,01); ²TC = 55,53 + 0,023000N (r² = 0,959; P<0,01); ³MS = 62,33 + 0,027380N (r² = 0,934; P<0,01); ⁴MC = 63,00 + 0,010714N (r² = 0,590; P<0,05); ⁵BC = 75,00 + 0,026668N (r² = 0,877; P<0,01).

Zn: ¹TS = 25,29 + 0,088452N - 0,000113N (r² = 0,702; P<0,01); ²TC = 25,20 - 0,017523N (r² = 0,407; P<0,05).

4.3.3. Correlação linear de atributos relacionados à decomposição da massa seca residual - MSR (palhada) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis com os teores foliares de clorofila (índice ICF), N foliar, parâmetros das plantas, componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho em sucessão

Analisando a Tabela 11, verifica-se que a relação lignina/N total (LIG/N) dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis adubados com N, não apresentou correlação linear (P>0,05) apenas com o EFP e o NE da cultura do milho em sucessão. Com relação ao teor de clorofila (índice ICF) da cultura do milho, esse atributo também não apresentou

correlação linear ($P>0,05$) com o EFP, enquanto que o teor de N foliar não apresentou correlação linear ($P>0,05$) com o EFP e o NE. Já dentre os parâmetros da planta da cultura do milho, a AIE não apresentou correlação linear ($P>0,05$) com o EFP, o NE e a PG, enquanto que o DBC não apresentou correlação linear ($P>0,05$) apenas com o EFP. Esse atributo, por sua vez, foi significativo apenas com o NE e a PG.

Tabela 11. Matriz de correlação linear entre atributos relacionados à decomposição de capins dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* e atributos da cultura do milho em sucessão. Selvíria/MS. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

	LIG/N	MSR	ICF	N foliar	AP	AIE	DBC	EFP	NE	COMP	NGE	M100	MGE
MSR	-0,442**												
ICF	-0,400**	0,709**											
N foliar	-0,293**	0,374**	0,503**										
AP	-0,428**	0,428**	0,551**	0,368**									
AIE	-0,316**	0,342**	0,347**	0,221*	0,597**								
DBC	-0,382**	0,484**	0,636**	0,357**	0,576**	0,293**							
EFP	-0,087 ^{ns}	-0,532**	0,066 ^{ns}	-0,132 ^{ns}	0,202*	0,022 ^{ns}	0,071 ^{ns}						
NE	-0,133 ^{ns}	-0,607**	0,198*	0,087 ^{ns}	0,359**	0,114 ^{ns}	0,241**	0,589**					
COMP	-0,250**	0,284**	0,515**	0,360**	0,445**	0,194*	0,510**	0,023 ^{ns}	0,271**				
NGE	-0,179*	0,311**	0,497**	0,312**	0,394**	0,202*	0,544**	0,000 ^{ns}	0,240**	0,741**			
M100	-0,330**	0,537**	0,640**	0,516**	0,568**	0,370**	0,553**	0,023 ^{ns}	0,211*	0,519**	0,538**		
MGE	-0,273**	0,472**	0,639**	0,465**	0,530**	0,309**	0,618**	0,006 ^{ns}	0,251**	0,724**	0,900**	0,849**	
PG	-0,297**	0,409**	0,547**	0,327**	0,378**	0,107 ^{ns}	0,415**	0,270**	0,458**	0,410**	0,430**	0,437**	0,494**

LIG/N e MSR: relação lignina/N total e massa seca residual em kg/ha (palha) no dia do manejo dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e ruziensiensis, respectivamente; ICF, N foliar, AP, AIE, DBC, EFP, NE, COM, NGE, M100, MGE e PG são, respectivamente, os teores foliares de clorofila (índice ICF) e N, altura de planta, altura de inserção da espiga principal, diâmetro basal de colmo, estande final de plantas, número de espigas/ha, comprimento de espiga, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos, massa de grãos por espiga e produtividade de grãos da cultura do milho em sucessão aos capins (n° de observações = 128).

**, *, ^{ns}: ($P<0,01$), ($P<0,05$) e ($P>0,05$), respectivamente.

Conforme discutido anteriormente no item 4.3.1., as correlações lineares ($P<0,05$) dos componentes da produção da cultura do milho (COMP, NGE, M100 e MGE) entre si, bem como, desses com o teor de N foliar, a AP, o DBC e a PG, corroboram com a idéia de que o efeito residual da adubação nitrogenada na pastagem esta interligada com vários fatores, sendo que esses em conjunto, melhoram a estrutura e o aspecto nutricional das plantas, consequentemente elevando a PG.

A PG da cultura do milho em sucessão aos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziensiensis adubados com N, não apresentou correlação linear ($P>0,05$) apenas com a AIE, visto que este é uma característica bem definida e bastante peculiar do híbrido simples de milho utilizado. Dentre os atributos correlacionados com a PG, destaca-se o DBC ($r^2 = 0,415$; $P<0,01$), o NE ($r^2 = 0,458$; $P<0,01$) e a MGE ($r^2 = 0,494$; $P<0,01$), sendo que plantas com maiores DBC são capazes de translocar maior quantidade de água e nutrientes, além de serem mais resistentes ao tombamento, enquanto que o maior número de espigas/ha aliada à maior

massa de grãos, estão diretamente relacionadas à elevação da PG, o que pode ser comprovado através da equação linear múltipla:

$$PG \text{ (kg/ha)} = 4.369,091^{**} + 0,030413^{**} \times NE + 15,4069^{**} \times MGE \text{ (R}^2 = 0,363; P < 0,01)$$

Onde:

PG = produtividade de grãos da cultura do milho (kg/ha);

NE = número de espigas por hectare;

MGE = massa de grãos por espiga (g);

** = (P < 0,01).

Resultados de Balbinot Júnior et al. (2005) também demonstraram que dentre os componentes da produção, o número de grãos por fileira e a MGE foram os atributos mais associados à PG da cultura do milho. Contudo, neste caso, houve efeito indireto negativo da MGE com o número de espigas por planta e número de fileiras por espiga, o que pode ser explicado pela maior competição de fotoassimilados. No presente estudo, o CE que está diretamente relacionado com o número de grãos por fileira, também apresentou correlações (0,724 e 0,410; P < 0,01) com a MGE e a PG, respectivamente. Assim, pode-se afirmar que existe elevado efeito aditivo dos componentes da produção sobre a PG da cultura do milho. Por outro lado, Agrama (1996) verificou que o número de espigas por planta foi o componente da produção que apresentou o maior efeito direto sobre a PG da cultura do milho.

A PG também pode ser estimada através do teor foliar de clorofila (índice ICF), conforme a Figura 40. Rambo et al. (2008) concluíram que as características mais precisas para predição das doses ótimas de N, a serem aplicadas em cobertura em milho, são a massa seca e o N acumulado na planta, seguidas do índice ICF na folha que, em razão de sua praticidade e facilidade de obtenção, apresenta maior potencial de uso. Esses autores também estimaram doses ótimas de N a serem aplicadas em cobertura, em função dos índices ICF na folha, determinados no estágio V6 da cultura do milho, demonstrando que com o aumento desse índice é possível obter PG equivalentes diminuindo a dose de N a ser aplicada em cobertura, se mostrando uma técnica promissora na diminuição de custos com adubação nitrogenada.

A correlação positiva e elevada entre essas variáveis é de grande importância para a diagnose precoce de nitrogênio, por ser de baixo custo, ter maior praticidade, garantindo tomada de decisões em tempo hábil para possíveis adubações de cobertura com N, sem o comprometimento da PG (ROCHA et al., 2005). Sunderman; Pontus; Lawless (1997) também obtiveram resultados em que as leituras do teor de clorofila foliar (índice SPAD) realizadas em estádios de desenvolvimento mais tardios, como florescimento e de grãos em estágio

pastoso, predisseram melhor a PG. Contudo, o diagnóstico do teor adequado de N em estádios tardios do desenvolvimento do milho não proporciona tempo hábil para correção de possíveis deficiências, ainda na estação de crescimento da cultura, devido ao fato de que a PG já poderia estar definida.

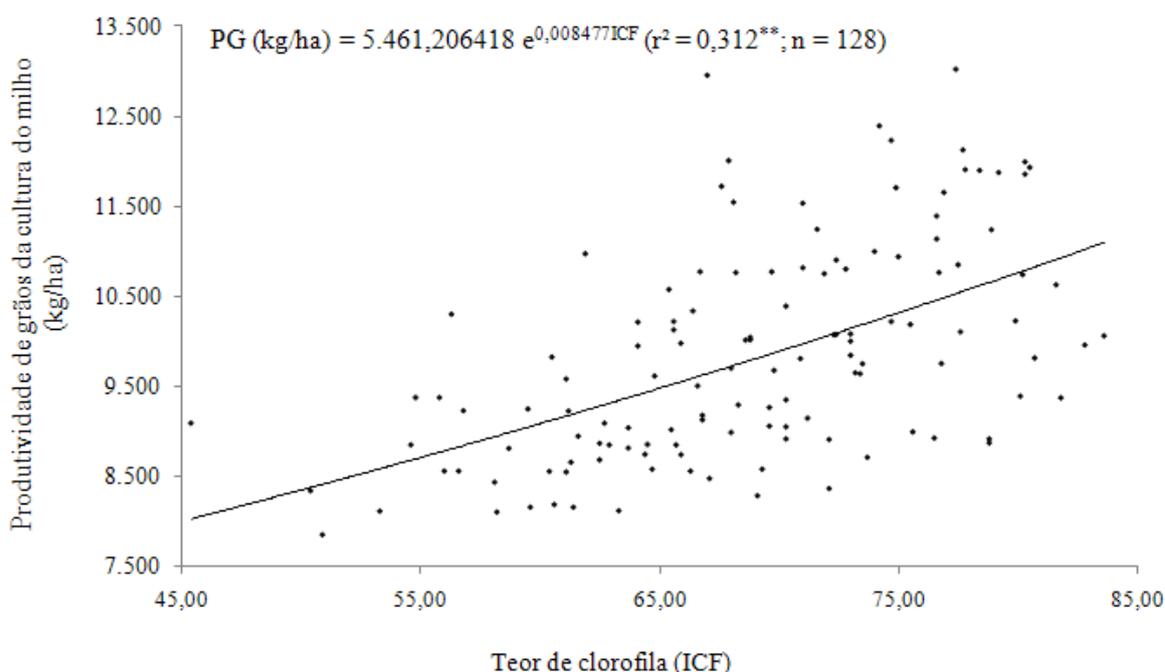


Figura 40. Relação do teor foliar de clorofila (índice ICF) com a produtividade de grãos (PG) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziensi formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

No entanto, na literatura, não foram encontrados trabalhos que tenham utilizado o teor de clorofila na folha para prever a dose de N a ser aplicada, quando detectada sua deficiência pelo clorofilômetro. Nesse sentido, apesar de os resultados obtidos no presente estudo terem sido positivos, eles não foram suficientemente consistentes, para recomendação do seu uso como indicador da dose de N a ser aplicada em milho, visto que as plantas se encontravam bem nutridas, principalmente em N. Portanto, existe a necessidade de condução de mais trabalhos em outros ambientes e situações de manejo, sendo que no caso de sistemas de ILP sob SPD há mais de cinco anos, no qual se utiliza a adubação nitrogenada do capim no inverno/primavera em antecessão à cultura granífera, torna-se importante a avaliação de doses reduzidas de N na semeadura com posterior estimativas da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura.

Assim, a integração entre o monitoramento de N no sistema solo-planta (principalmente com a inclusão da avaliação do teor de matéria orgânica, das taxas de

mineralização/imobilização de N e a sua disponibilidade no solo) numa rede de ensaios para predição de doses de N para a cultura do milho, pode aumentar a precisão, ao incrementar a eficiência de uso desse nutriente e gerar menor custo de produção e maior proteção do ambiente. Com base na Figura 41, verifica-se que o teor de N foliar da cultura do milho também pôde ser estimado através do teor foliar de clorofila (índice ICF).

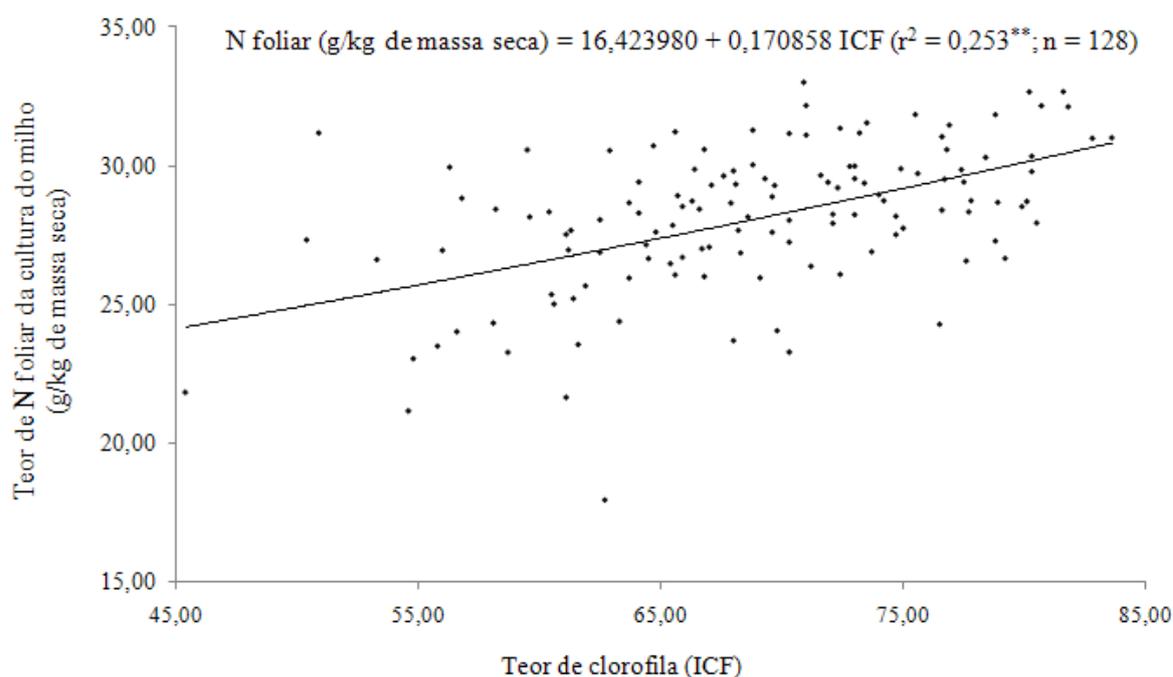


Figura 41. Relação entre os teores foliares de nitrogênio (N) e clorofila (índice ICF) da cultura do milho em sucessão à pastagem de capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis formada após o consórcio com milho e adubadas com nitrogênio no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

De acordo com Rambo et al. (2007), o monitoramento do teor de N nas folhas da planta de milho com base nos índices SPAD ou ICF, medido pelo clorofilômetro, aumenta a eficiência de uso do N, em relação ao sistema de manejo não monitorado, quando são utilizadas altas doses deste nutriente, visto que sistemas monitorados com clorofilômetro apresentaram desempenho igual ou superior aos sistemas padrões quanto às variáveis: aumentos na PG e na margem bruta, e eficiências técnica, econômica e de uso do N. Resultados semelhantes foram registrados por Peng et al. (1996) com a cultura do arroz. Nestes estudos, os autores observaram maior eficiência da adubação nitrogenada nos sistemas monitorados com clorofilômetro, usando níveis críticos, do que nos sistemas em que foram aplicadas doses predeterminadas de N. Segundo esses autores, isto se deve, principalmente, à maior sincronia entre a época de aplicação de N e a sua demanda da planta, já que os dados evidenciam que níveis críticos do teor de clorofila na folha estabelecidos por Argenta; Silva;

Bortolini (2001) são eficientes para separar plantas com deficiência e com teor adequado de N.

Amaral Filho; Barbosa; Fornasieri Filho (2002), constataram que o aumento na dose de N de 0 para 150 kg/ha proporcionou incremento linear no teor foliar de N e nas leituras de clorofila pelo clorofilômetro na folha da espiga e 4ª folha positiva do milho, amostrada quando os grãos mostravam a linha do leite a 1/4 da distância do ápice do grão. Já resultados de Godoy; Villas Bôas (2002), demonstraram que o teor de clorofila foliar variou com o ciclo da cultura e discriminou os diferentes manejos de cobertura nitrogenada no milho a partir do estágio de 7 a 8 folhas, podendo fornecer no final do ciclo do milho se houvesse um excesso na adubação realizada (leituras entre 62 e 66 ICF), permitindo também calibrar melhor a dose para o cultivo seguinte. Assim, pelos resultados do presente trabalho (Figura 38), novamente pode-se inferir que a cultura do milho se encontrava com altos teores de clorofila, podendo ter ocorrido consumo de luxo de N pelas plantas.

Conforme Argenta; Silva; Bortolini (2001), a relação verificada entre leitura com medidor portátil de clorofila e teor de clorofila extraível evidencia que as leituras efetuadas com clorofilômetro estimam adequadamente o grau de esverdeamento da folha de milho, ou seja, o teor relativo de clorofila na folha, independente do estágio avaliado e do híbrido de milho. No entanto, para avaliação do nível de N na planta nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho (seis a sete folhas), a leitura realizada com o clorofilômetro não é muito precisa.

A determinação do teor de clorofila pelo clorofilômetro apresenta algumas vantagens sobre o método de extração de clorofila. Dentre essas, destacam-se: a leitura pode ser realizada em poucos segundos; o aparelho tem custo mínimo de manutenção, ao contrário de outros testes que exigem compra sistemática de produtos químicos; não há necessidade de envio de amostras para laboratório, com economia de tempo e dinheiro, e podem ser realizadas quantas amostras forem necessárias, sem implicar em destruição de folhas (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Portanto, as leituras efetuadas pelo equipamento podem substituir, com boa precisão, as determinações tradicionais do teor de clorofila. Dwyer; Tollenaar; Houwing (1991) nas avaliações realizadas na cultura do milho também constataram relação significativa entre leitura do clorofilômetro e teor de clorofila extraível da folha e de modo geral, a relação entre o teor foliar de N, o conteúdo de clorofila na folha e a PG foi elevada, como também verificaram Waskom et al. (1996). Essa relação se deve, principalmente, ao fato de 50 a 70%

do N total das folhas serem integrantes de enzimas que estão associadas aos cloroplastos (CHAPMAN; BARRETO, 1997), apresentando papel fundamental na fotossíntese.

De acordo com Rambo et al. (2004), o teor de clorofila na folha, por apresentar baixa sensibilidade ao consumo de luxo de N, vem sendo considerado melhor indicador do nível deste nutriente do que seu próprio teor na folha. Em razão dessa vantagem, bem como pela praticidade e economia da sua determinação por clorofilômetros (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997), e pela alta relação com a PG, a determinação dos índices SPAD e ICF tem sido usada para prever a necessidade de adubação nitrogenada em cobertura da cultura do milho (FOX; PIEKIELEC; MACNEAL, 2001; ZEBARTH et al., 2002; ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2004).

No entanto, no que diz respeito ao uso do clorofilômetro, salienta-se que este trabalho foi realizado sob condições de alta fertilização, controle de plantas daninhas, pragas e doenças adequado e com irrigação. Assim, deve-se questionar se os índices ICF do presente trabalho, bem como, outros valores como os propostos por Argenta; Silva; Bortolini (2001); Rambo et al. (2007) apresentariam a mesma eficiência quando utilizados em outros locais, com outros híbridos e em condições de manejo menos apropriadas, pois outros fatores, além da disponibilidade de N no solo, podem afetar a intensidade da coloração verde da folha e a respectiva leitura pelo clorofilômetro (BREDEMEIER, 1999). Assim, tais resultados tornam-se de grande valia principalmente para sistemas de ILP, no qual o manejo adotado é semelhante ao do presente trabalho.

4.4. Desempenho econômico da cultura do milho (2007/2008) consorciada com os capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis submetidos após a colheita de grãos à adubação nitrogenada e épocas de corte no inverno/primavera e da cultura do milho sobre a palhada desses capins em 2008/2009

4.4.1. Experimento I – Capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ou por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura com a cultura do milho em 2007/2008

Em função de pequenos déficits hídricos no período experimental, utilizou-se apenas 108 mm de água por irrigação, no entanto a irrigação por pivô central foi a operação responsável pelos maiores custos operacionais, juntamente com a colheita de grãos (Tabela 12), já que o híbrido de milho utilizado (HS) é extremamente exigente por fatores abióticos ao seu desenvolvimento (água, luz e nutrientes), sendo que para obtenção das altas

produtividades de grãos (sacas de 60 kg) tornou-se necessária a adoção desta tecnologia (irrigação). Portanto, antes da implantação desse sistema, é importante a avaliação das condições ambientais, tecnológicas e o capital disponível pelo agricultor.

Tabela 12. Produtividade de grãos (sacas) e desempenho econômico da cultura do milho em consórcio com capins dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2007/2008.

Consórcio****	Sacas 60 kg/ha	Receita bruta*	Custo operacional**	Margem de contribuição	IMC***
		R\$/ha			%
MTS	182	3.274,18	2.288,73	985,45	30,10
MTC	162	2.914,38	2.216,65	697,73	23,94
MMS	119	2.140,81	2.281,68	-140,87	-6,58
MMC	155	2.788,45	2.209,60	578,85	20,76
MBS	137	2.464,63	2.196,13	268,50	10,89
MBC	153	2.752,47	2.124,05	628,42	22,83
MRS	155	2.788,45	2.205,55	582,90	20,90
MRC	158	2.842,42	2.133,47	708,95	24,94
MSC	146	2.626,54	2.058,75	567,79	21,62

* Preço médio de venda da saca de 60 kg de grãos de milho (maio de 2008) - Estado de São Paulo: R\$ 17,99.

** Custo operacional com insumos e operações inclusos de juros de 6% a.a. sobre capital de exploração.

*** IMC: índice de margem de contribuição.

**** MTS, MMS, MBS e MRS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente com a cultura do milho, respectivamente; MTC, MMC, MBC e MRC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho; MSC: Milho sem consorciação.

Desta forma, este experimento retratou sistemas de produção altamente tecnificados, em fase inicial/transição (5 anos) do SPD, iniciando-se o acúmulo de palhada na superfície e de carbono e fósforo orgânicos no solo, bem como, a imobilização do nitrogênio aproximando-se da mineralização e ocorrendo o processo de reagregação das partículas de solo. No entanto, trata-se de um sistema altamente exigente em água em virtude da capacidade de armazenamento no solo, altas produtividades e ocupação da área durante todo o ano em função da introdução da ILP. Além disso, o presente trabalho foi instalado visando a produtividade de grãos de milho e posterior ocupação da área no decorrer do ano com a pastagem formada pelas forrageiras após o consórcio, sendo estas dessecadas no início da época chuvosa para o aporte de palhada do SPD e continuação da sucessão/rotação de culturas.

Aguiar et al. (2008) analisando economicamente práticas culturais antecedendo o milho verificaram que em relação ao manejo do solo, o SPD/pousio foi o que se destacou, apresentando relação benefício/custo maior, sem adição de nitrogênio mineral, visto que o custo com fertilizantes é muito alto, e no pousio encontram-se diversas plantas responsáveis

pela melhoria dos atributos físicos do solo. Porém, um dos problemas da utilização do pousio como manejo do solo é o aumento do banco de sementes de plantas daninhas na área. Assim, a consorciação com espécies forrageiras pode ser a solução para se ter o benefício da diversificação, obtido em muitos casos com a utilização do pousio. Com relação aos insumos contidos na Tabela 1, verifica-se que os maiores desembolsos foram em relação aos fertilizantes em função da exigência do consórcio da cultura do milho com as forrageiras, demandando grande quantidade para altas produtividades de grãos e utilização do residual destes fertilizantes pela forragem para a formação posterior da pastagem.

As sementes dos capins utilizadas no presente trabalho em razão do alto valor cultural (VC=76%), apresentaram custo mais elevado do que as sementes habitualmente comercializadas (VC=24 a 36%). No entanto a vantagem de utilização destas sementes no consórcio com culturas anuais é a velocidade e homogeneidade de germinação e emergência, o que propicia melhor ocupação da área, diminuindo a incidência de plantas daninhas e consequentemente diminuindo os custos com herbicidas, além de aumentar a produtividade de grãos de milho pelos fatores que já foram discutidos anteriormente, aumentando também, a receita bruta. Vale ressaltar que posteriormente a colheita do milho, em função do ótimo estabelecimento das forrageiras na área houve a formação de pastagem para o período de outono/inverno, o que justifica esta aquisição.

De acordo com a Tabela 12, com exceção do consórcio MMS os demais apresentaram margem de contribuição positiva. O consórcio MTS apesar de ter apresentado o maior custo operacional em função de suas sementes serem de valor mais elevado que as demais, bem como acréscimo pela operação de semeadura, foi o que apresentou a maior receita bruta e consequentemente, a maior margem de contribuição (R\$ 985,45/ha), bem como, maior IMC (30,10%), isto é, a margem de contribuição representa 30,10% dos custos operacionais com insumos e operações. Em função do maior custo das sementes dos capins do gênero *Panicum* em relação às do gênero *Brachiaria*, apesar do consórcio MTC apresentar PG de 4 sacas de 60 kg a mais em relação ao consórcio MRC, a margem de contribuição e o IMC foram R\$ 697,73/ha e 23,94%; R\$ 708,95/ha e 24,94%, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Ceccon (2007) com retorno econômico (receita bruta – custo / custo x 100) de três safras agrícolas de 18, 11 e 16% no consórcio de milho safrinha com os capins Tanzânia, Brizantha e Ruziziensis, respectivamente, sendo esses, superiores ao 1% do milho safrinha sem consorciação.

No geral, os quatro consórcios no qual o capim foi semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura no milho, apresentaram-se resultados economicamente satisfatórios

com PG de 153 a 162 sacas de 60 kg/ha, margem de contribuição de R\$ 578,85 a R\$ 708,95/ha e IMC de 20,76 a 24,94%, sendo que com exceção do IMC do consórcio MMC, os demais foram superiores ao MSC, que se destacou apenas, em relação aos consórcios MBS e MMS. Vale ressaltar que apesar de na análise técnica (Tabela 4), os consórcios MBS e MSC não terem apresentado diferença ($P > 0,05$) na PG, quando analisados economicamente, os mesmos apresentaram margem de contribuição de R\$ 268,50 e R\$ 567,79/ha, respectivamente (diferença de R\$ 299,29/ha). Este resultado demonstra a importância de se realizar a análise econômica, além apenas, da análise técnica de sistemas produtivos, visto que a confiabilidade dos dados permite uma possível utilização das técnicas avaliadas em condições de sistemas produtivos semelhantes na qual foi desenvolvido o experimento.

O consórcio MMS foi o único que apresentou margem de contribuição negativa (R\$ - 140,87/ha), podendo-se novamente inferir que a escolha do capim e a época de consorciação desse com a cultura do milho tornam-se fatores importantes para o sucesso da PG. Neste caso, apesar da PG ter sido inferior em relação aos demais consórcios, este se apresentou superior em relação à média nacional de 3.970 kg/ha (CONAB, 2009) e foi o único inferior aos 8.099 kg/ha correspondente à média de PG do Estado de São Paulo para o milho irrigado na safra de 2007/2008 de acordo com dados do IEA (2009). No entanto, como o sistema em discussão envolve altos custos operacionais para obtenção de resultados econômicos satisfatórios, torna-se dependente de PG mais elevadas, conforme as verificadas nos demais consórcios com aproximadamente 150 sacas de 60 kg/ha de grãos de milho.

4.4.2. Experimento II – Adubação nitrogenada e épocas de corte dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis no inverno/primavera após o consórcio com a cultura do milho em 2007/2008

Em todas as épocas de corte, com a elevação das doses de N ocorreu aumento do custo operacional (operações e insumos), sendo que a menor PMS na 1ª época de corte diminuiu os custos com corte e transporte da forragem (Figura 42), já que esse foi calculado em função da PMS considerando a tonelada de forragem produzida. Assim, visto que pela ausência de chuva (Figura 1) a irrigação nas 3 primeiras épocas de corte foram iguais (36 mm de água), diminuindo apenas na 4ª época de corte (12 mm de água) (Tabela 2), o menor custo com irrigação (R\$ 32,76/ha contra R\$ 98,28/ha nas demais épocas de corte) e menores custos operacionais foram obtidos nessa época, enquanto que o corte de homogeneização que antecedeu a 1ª época de corte e a maior PMS verificado na 3ª época de corte elevaram o custo operacional nessas épocas em relação à 2ª época de corte.

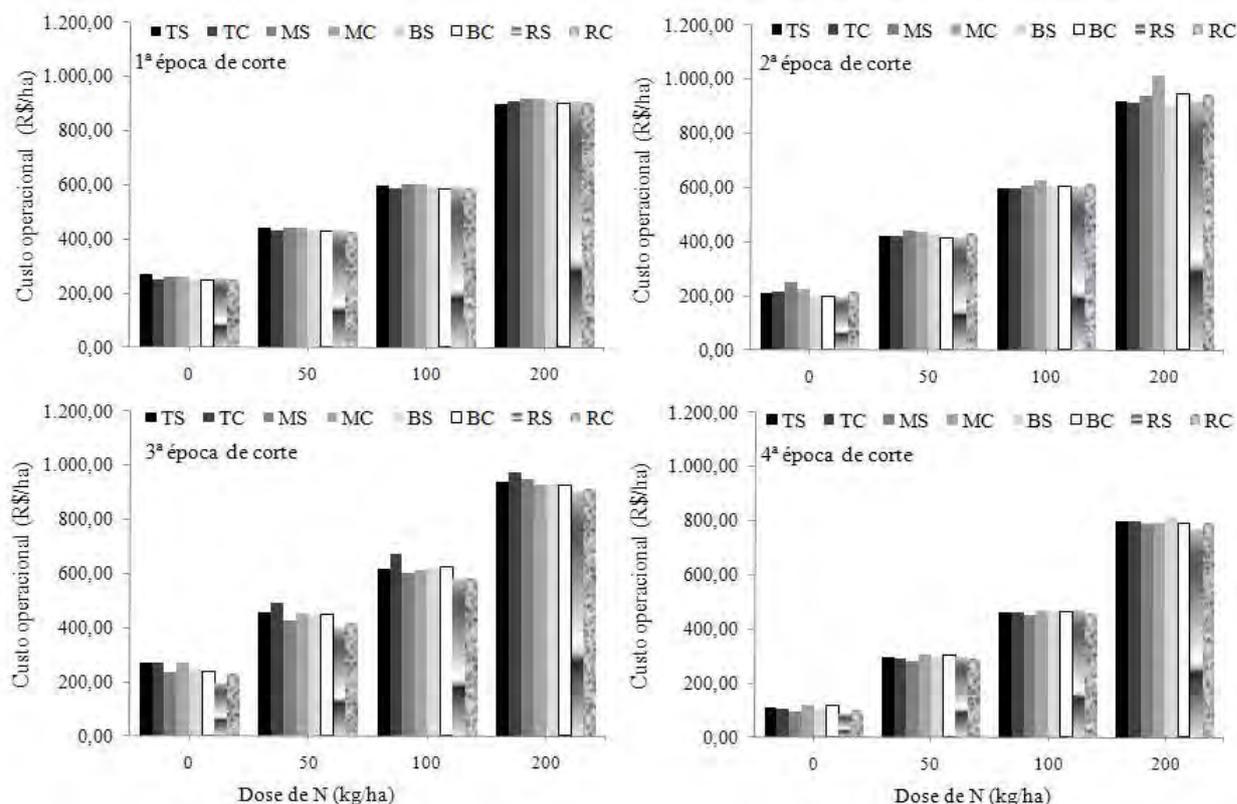


Figura 42. Custo operacional (operações e insumos) das pastagens de *Panicum* e *Brachiaria* formadas após o consórcio com o milho, adubadas com N e submetidas à cortes no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

Custo operacional com insumos e operações, inclusos de juros de 6% a.a. sobre capital de exploração.

Conforme o Anualpec (2008), o custo de formação de pastagem de *Panicum* e *Brachiaria* é de aproximadamente R\$ 2.500,00/ha. Assim, os resultados do presente trabalho demonstram a viabilidade da formação de pastagem temporária após o consórcio com milho em sistema de ILP irrigado sob SPD. De acordo com Pariz et al. (2009), na maioria dos consórcios ocorreu aumento na produtividade de grãos de milho em comparação com o milho semeado sem consórcio e em função da margem de contribuição positiva o custo com sementes e adubo na formação da pastagem é amortizado pela lavoura de milho. Além disso, a inexistência de custos com preparo do solo e a utilização de doses reduzidas de herbicida na cultura do milho favorecem o aumento dessa margem de contribuição.

Na 1ª época de corte, apenas os consórcios na ausência de adubação nitrogenada com GPD de 0,6 kg/animal apresentaram estimativas de produção de carne iguais ou superiores à produção de equilíbrio (Figura 43). Assim, em função dos fatores discutidos anteriormente na PMS dos capins na 1ª época de corte (roçada de homogeneização e condições climáticas

adversas), torna-se inviável a adubação nitrogenada nessa época utilizando animais com GPD de até 0,6 kg/dia. Com o aumento da PMS nas épocas subsequentes, com excessão de alguns consórcios utilizando a dose de 200 kg/ha de N, o GPD de 0,6 kg/animal se mostrou viável, visto que as estimativas de produção de carne superaram a produção de equilíbrio. No entanto, a utilização de animais com menor potencial genético para GPD (0,2 kg) torna-se inviável, visto que com excessão de alguns consórcios na ausência de adubação nitrogenada, os demais apresentaram estimativas de produção de carne inferiores à produção de equilíbrio.

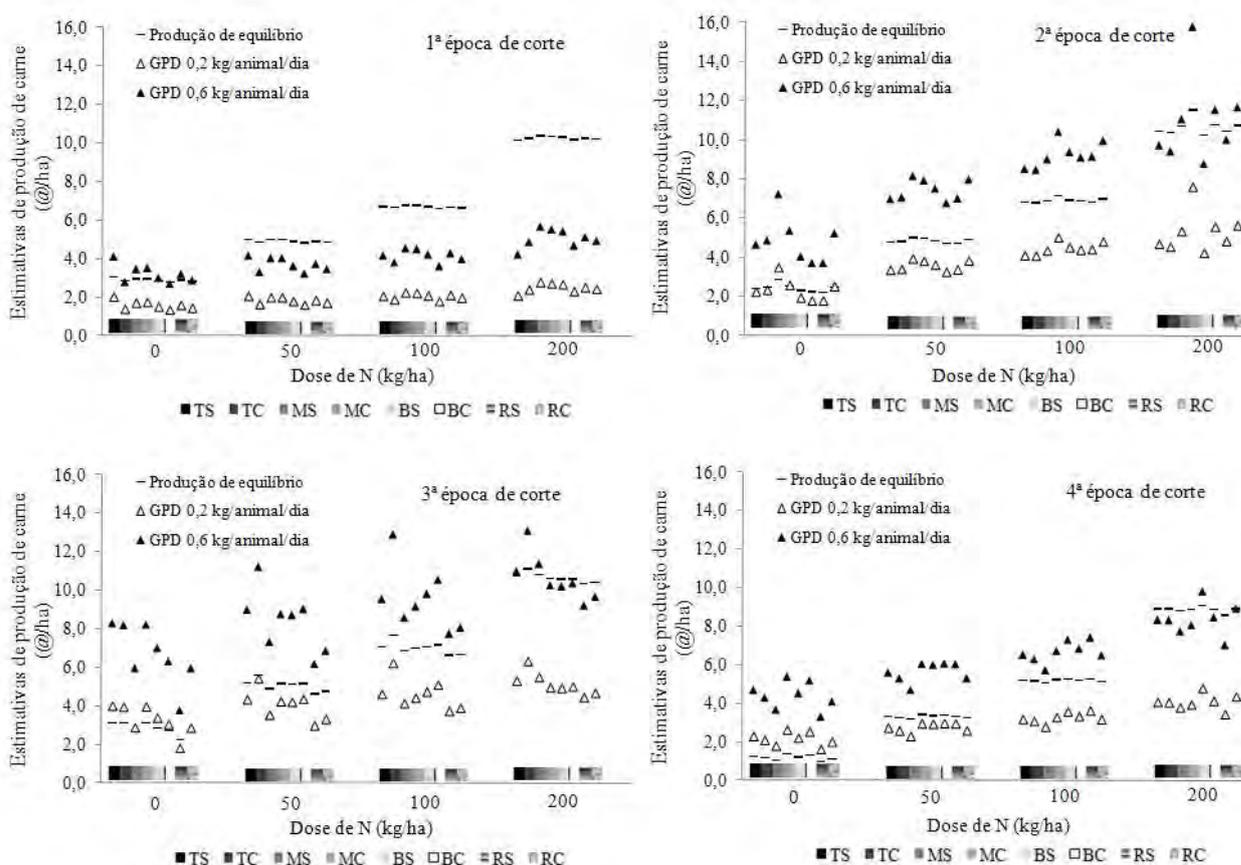


Figura 43. Estimativas de produção de carne (@/ha) em pastagens de *Panicum* e *Brachiaria* formadas após o consórcio com o milho, adubadas com N e submetidas à cortes no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

A margem de contribuição da pastagem acompanhou as estimativas de produção de carne, sendo que na 1ª época de corte, o TS, o MS, o MC, o BS, o RS e o RC sem adubação nitrogenada com GPD de 0,6 kg/animal apresentaram margem de contribuição de R\$ 95,68; 47,85; 51,53; 16,95; 30,58 e 7,13/ha, respectivamente, enquanto que os demais foram negativos, representando prejuízo na atividade (Figura 44). Nas épocas subsequentes, com excessão de alguns consórcios utilizando a dose de 200 kg/ha de N, esse GPD (0,6 kg/animal)

se mostrou viável, visto que as estimativas de produção de carne superaram a produção de equilíbrio. Da mesma forma que nas estimativas de produção de carne, a utilização de animais com menor potencial genético para GPD (0,2 kg) torna-se inviável, visto que a adubação nitrogenada em todas as épocas juntamente com o TS, o TC, o BS, o BC e o RS na 2ª e o RS na 3ª época de corte na ausência de adubação nitrogenada apresentaram margem de contribuição negativa, já que a adubação nitrogenada e a irrigação elevam o custo de produção, gerando prejuízo ao produtor.

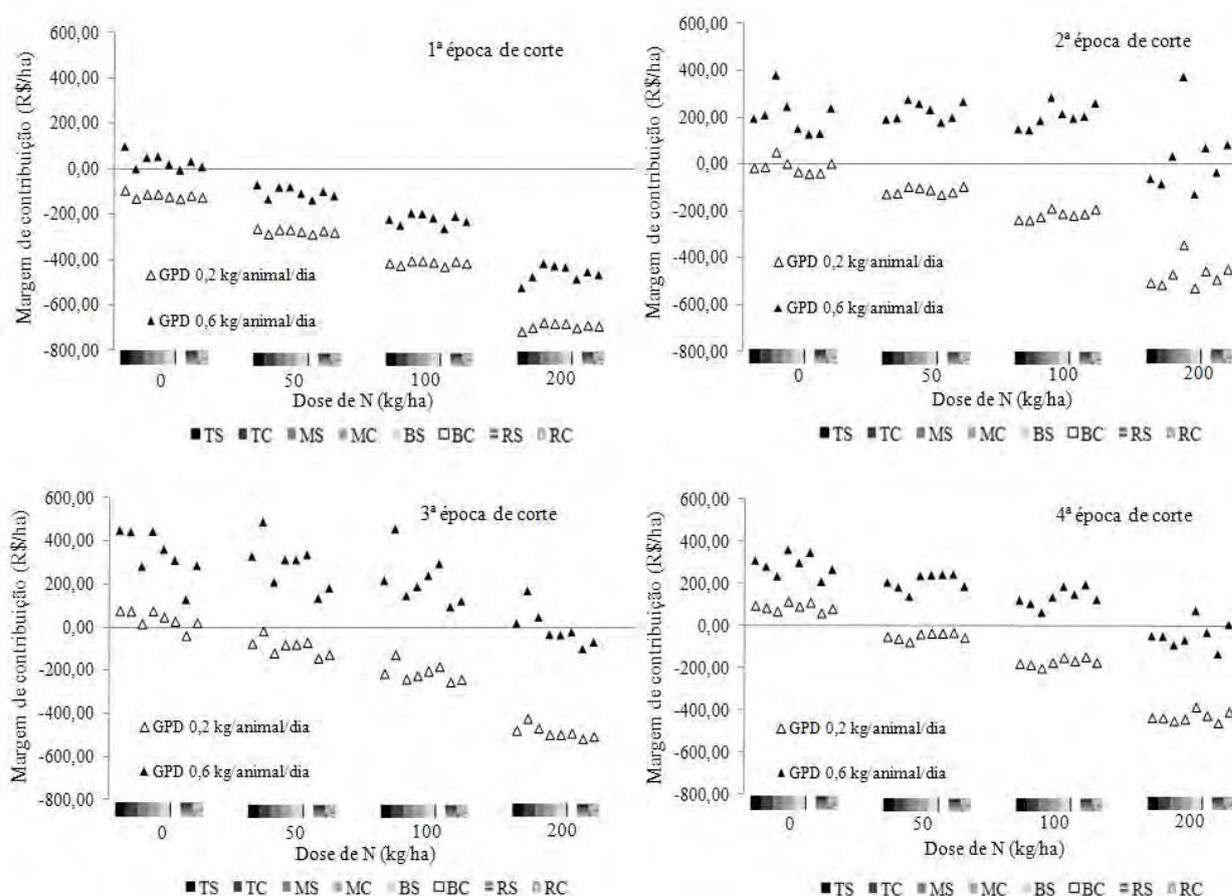


Figura 44. Margem de contribuição (R\$/ha) utilizando estimativas de produção de carne em pastagens de *Panicum* e *Brachiaria* formadas após o consórcio com o milho, adubadas com N e submetidas à cortes no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

Preço de venda da @ de carne bovina no Estado de São Paulo: R\$ 88,74; R\$ 87,99; R\$ 87,57 e R\$ 89,43 nos meses de julho, agosto, setembro e outubro de 2008, correspondendo a 1ª, 2ª, 3ª e 4ª época de corte, respectivamente.

Como as estimativas de produção de carne foram calculadas considerando a colheita e o fornecimento da forragem aos animais (cocho), os resultados do presente trabalho tornam-se dependentes da PMS, visto que nesse caso as características morfológicas e produtivas da

pastagem não serão afetadas pelo pisoteio animal. Assim, com as novas tecnologias de colhedoras de forragem e com o crescente aumento de projetos para confinamentos comerciais no Brasil, capazes de alocar elevado número de animais, a produção de volumoso de boa qualidade nutricional com intuito de diminuir a quantidade de alimento concentrado (grãos) na dieta, torna-se fundamental para a viabilidade econômica da atividade. Nesse contexto, os resultados do presente trabalho se apresentam como alternativa na produção desse volumoso, além do que, essa forma de utilização da forragem dispensa os investimentos com a implantação de benfeitorias, como cercas, cochos, bebedouros e outros itens necessários para disponibilizá-las ao pastejo.

As melhores margens de contribuição foram obtidas com o MS e o MC na 2ª época de corte utilizando 0 e 200 kg/ha de N (R\$ 381,62 e R\$ 286,02/ha), respectivamente, com o MC na 3ª época de corte nas doses de 50 e 100 kg/ha de N (R\$ 490,05 e R\$ 456,94/ha), respectivamente e com o MC e o BC na 4ª época de corte sem adubação nitrogenada (R\$ 360,92 e R\$ 347,29/ha), respectivamente, todos com GPD de 0,6 kg/animal. No geral, apesar dos consórcios sem adubação nitrogenada na 4ª época de corte apresentarem menores estimativas de produção de carne em relação à 2ª e 3ª épocas de corte, com exceção do RS com GPD de 0,6 kg/animal, esses foram superiores na margem de contribuição e inclusive foi a única época de corte em que o GPD de 0,2 kg/animal apresentou valores positivos para todos os consórcios. Tais resultados podem ser explicados pela elevação da temperatura e do fotoperíodo nessa época de corte (Figura 1), o que amenizou o incremento da PMS proporcionado pela adubação nitrogenada em relação às demais épocas de corte (Figuras 2 e 4). Além disso, com o início das chuvas diminuem-se os custos de irrigação. Para atingir tais resultados, também é possível que o solo em estudo tenha fornecido N pelo início da mineralização da matéria orgânica, bem como pela adubação residual do milho no consórcio, demonstrando novamente a eficiência desse sistema na formação de pastagem para utilização no inverno/primavera.

No somatório de todas as épocas de corte da pastagem, com o aumento das doses de N consequentemente ocorreu aumento do custo operacional (operações e insumos), sendo que na comparação entre os consórcios, no geral, os valores foram bastante semelhantes dentro de cada dose, já que o item responsável pela diferenciação desse custo foi a colheita e transporte da forragem, calculado em função da PMS. Os custos operacionais variaram de R\$ 733,20/ha para o RS a R\$ 879,18/ha para o MC; R\$ 1.550,32/ha para o RS a R\$ 1.636,08/ha para o TC; R\$ 2.241,23/ha para o RC a R\$ 2.319,06/ha para o TC e R\$ 3.495,75/ha para o RS a R\$

3.653,68/ha para o MC, nas doses de 0, 200, 400 e 800 kg/ha/ano de N parceladas em 4 épocas de corte, respectivamente (Figura 45).

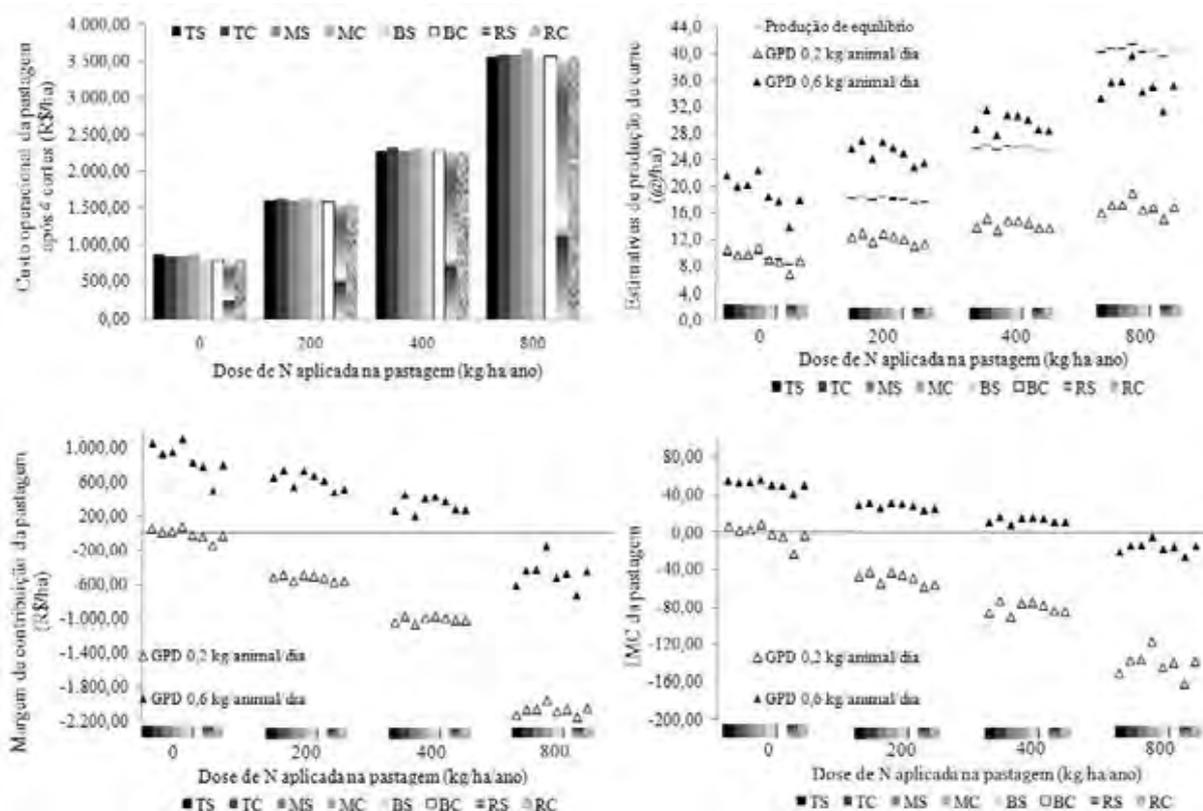


Figura 45. Custo operacional (operações e insumos), estimativas de produção de carne, margem de contribuição e índice de margem de contribuição (IMC) de pastagens de *Panicum* e *Brachiaria* formadas após o consórcio com o milho, adubadas com N e submetidas à quatro cortes no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2008.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

Na somatória dos quatro cortes da pastagem, as estimativas de produção de carne considerando GPD de 0,2 kg/animal não demonstraram viabilidade econômica, visto que o BS, o BC, o RS e o RC na ausência de adubação, e os consórcios nas demais doses de N apresentaram estimativas de produção de carne inferiores à produção de equilíbrio, enquanto que os demais consórcios na ausência de adubação nitrogenada apresentaram valores bastante próximos (10,5; 9,7; 9,8 e 10,8 @/ha e produção de equilíbrio de 9,8; 9,5; 9,6 e 10,0 @/ha para os consórcios TS, TC, MS e MC, respectivamente) (Figura 45).

Nas estimativas de produção de carne considerando GPD de 0,6 kg/animal, apesar de apresentar maiores estimativas de produção de carne, a dose de 800 kg/ha/ano de N também não demonstrou viabilidade econômica, visto que todos os consórcios foram inferiores à produção de equilíbrio, diferentemente das demais doses de N, onde essas estimativas de

produção de carne foram superiores, sendo que apesar de ocorrer aumento nas estimativas de produção de carne com o aumento da dose de N, a maior superioridade entre a produção de carne estimada com GPD de 0,6 kg/animal e a produção de equilíbrio ocorreu na ausência de adubação nitrogenada. Martha Júnior; Vilela; Barcellos (2006) também verificaram que apesar da amplitude de GPD ser semelhante em diferentes sistemas pastoris, a distribuição da produção de carne (@/ha/ano) pode apresentar grande amplitude em função da maior PMS da pastagem quando aliada aos maiores GPD.

Na ausência de adubação (Figura 45), apenas com GPD de 0,6 kg/animal as estimativas de produção de carne do presente trabalho ficaram dentro das 12 a 30 @/ha/ano esperada para sistema de ILP (MARTHA JÚNIOR; VILELA, BARCELLOS, 2006), demonstrando novamente a importância da utilização de animais com maior potencial genético para ganho de peso. Já com a utilização da adubação nitrogenada, o consórcio que chegou mais próximo das 40 a 50 @/ha/ano em sistema pastoril utilizando adubação elevada + irrigação citado pelos mesmos autores, foi o MC com 39,6 @/ha. No entanto, vale ressaltar que as avaliações da pastagem do presente trabalho foram conduzidas no inverno/primavera, onde a produção de forragem é geralmente menor do que quando comparada a época de verão/outono, representando aproximadamente 20% da PMS anual. Tais resultados podem ser considerados como satisfatórios quando comparados às 39,1; 12,1 e 11,7 @/ha/ano obtidas em pastagem de *Panicum maximum* cv. Vencedor no 1º, 2º e 3º ano, respectivamente, após oito anos de lavoura de soja e milho (VILELA et al., 2004), bem como, às 28,1 e 17,4 @/ha/ano obtidas em pastagem de capim-marandu no 1º e 2º ano, respectivamente, formada pelo consórcio simultâneo com a cultura do milho após um ciclo de soja/milheto (MACEDO, 2001).

A margem de contribuição e o IMC também demonstraram que a dose de 800 kg/ha/ano de N foi economicamente inviável, independente do GPD (0,2 ou 0,6 kg/animal) (Figura 45). Nas doses de 200 e 400 kg/ha/ano de N com GPD de 0,2 kg/animal todos os consórcios também apresentaram margem de contribuição e IMC negativos, enquanto que na ausência de adubação com GPD de 0,2 kg/animal apenas o TS, o TC, o MS e o MC apresentaram margem de contribuição e IMC positivos (R\$ 56,46/ha e 6,11%; R\$ 11,98/ha e 1,40%; R\$ 19,05/ha e 2,21%; R\$ 75,61/ha e 7,92%, respectivamente). No entanto, tais resultados podem ser inviáveis em uma análise envolvendo também o custo fixo, não considerado no presente trabalho. Na comparação entre as doses de N, em todos os consórcios para ambos os GPD as melhores margens de contribuição e os melhores IMC foram obtidos na seguinte ordem: 0, 200, 400 e 800 kg/ha/ano de N aplicado na pastagem.

Dentre os capins avaliados, em função das menores PMS, no geral, o Ruziziensis semeado simultaneamente ao milho (RS) apresentou resultados econômicos inferiores aos demais, não sendo assim o consórcio mais indicado para cortes ou pastejo na ILP, pois de acordo com Pires (2006) esse capim também é sensível ao pisoteio, devendo o uso dessa opção ser restrita para a formação de palhada no SPD.

4.4.3. Experimento III – Cultura do milho (2008/2009) sobre a palhada dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis após o consórcio com milho e adubação nitrogenada

Avaliando a PG (sacas de 60 kg/ha) da cultura do milho em sucessão à pastagem (Figura 46), pela ausência de interação com as doses de N ($P > 0,05$) do consórcio TS (Figura 37), constata-se que esse apresentou média de 161 sacas/ha, enquanto que os demais apresentaram incremento de produtividade de grãos em função do efeito residual das doses de N aplicadas na pastagem em antecessão, variando de 141 sacas/ha no consórcio BS na ausência de adubação nitrogenada a 190 sacas/ha no consórcio MC com a utilização de 400 kg/ha/ano de N. Assim, as receitas brutas com a venda do milho foram de R\$ 3.064,64/ha para o consórcio TS e variaram de R\$ 2.670,80/ha no consórcio BS na ausência de adubação nitrogenada a R\$ 3.608,10/ha no consórcio MC com a utilização de 400 kg/ha/ano de N aplicado na pastagem em antecessão.

Independente do consórcio e da dose de N aplicada anteriormente na pastagem, o custo operacional com insumos e operações do milho em sucessão foi de R\$ 3.127,08/ha (inclusive de juros de 6% a.a. sobre capital de exploração). Em função de déficits hídricos no período experimental, utilizou-se 144 mm de água por irrigação, sendo essa operação responsável pelos maiores custos operacionais (R\$ 393,12/ha), juntamente com a colheita de grãos (R\$ 230,40/ha) (Tabela 2), já que o híbrido simples (HS) de milho utilizado é extremamente exigente em água, luz e nutrientes para o seu desenvolvimento e obtenção de altas PG (Figura 37), tornando-se necessária a adoção dessa tecnologia (irrigação). Portanto, antes da implantação desse sistema, é importante a avaliação das condições ambientais, tecnológicas e o capital disponível pelo agricultor. Com relação aos insumos contidos na Tabela 2, verifica-se que os maiores desembolsos foram com fertilizantes, em função do alto custo desses na época considerada, bem como, pelas elevadas doses para obtenção de altas produtividades de grãos (acima de 140 sacas/ha).

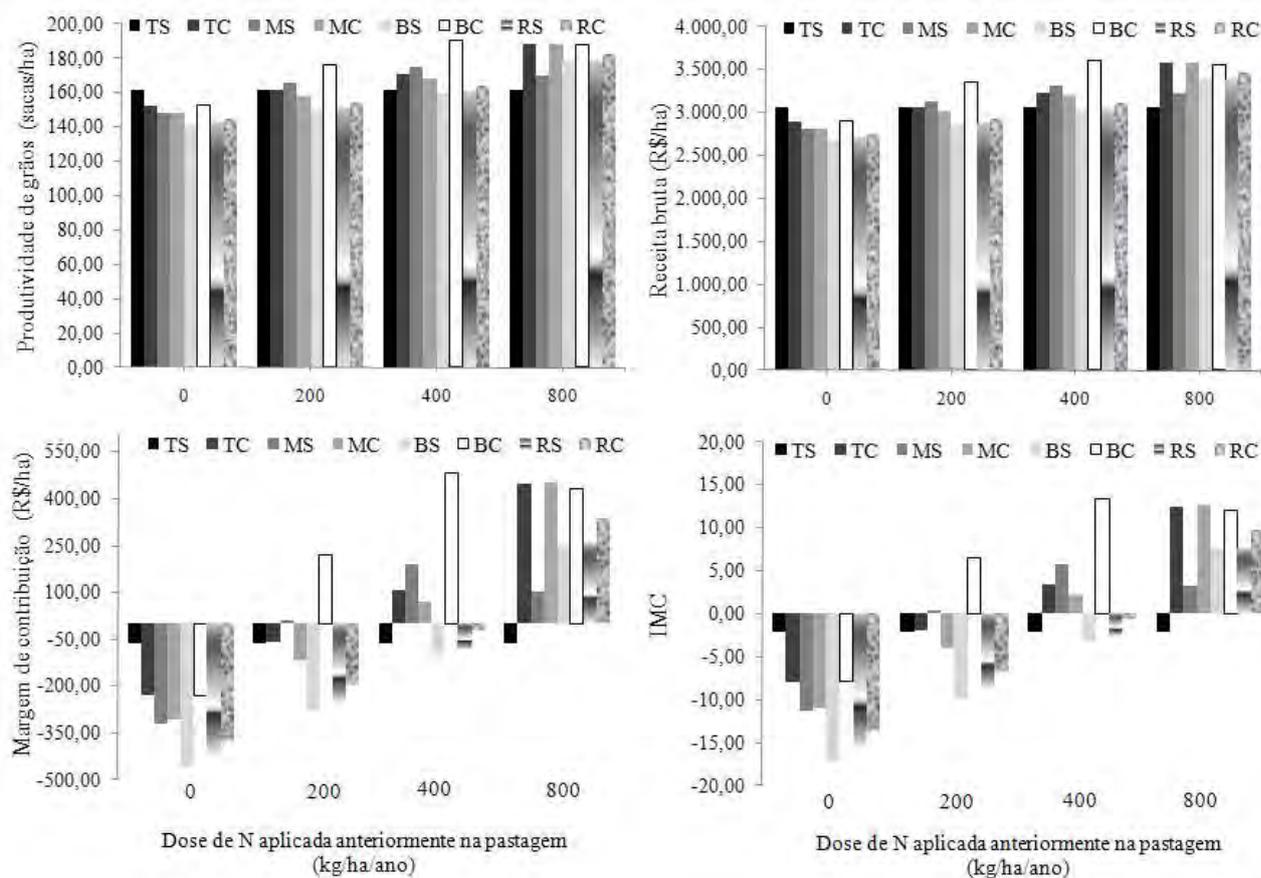


Figura 46. Produtividade (sacas/ha), receita bruta, margem de contribuição e índice de margem de contribuição (IMC) da cultura do milho em sucessão à pastagens de *Panicum* e *Brachiaria* formadas após o consórcio com milho, adubadas com N e submetidas à cortes no inverno/primavera. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2008/2009.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

Preço de venda da saca de 60 kg de grãos de milho no Estado de São Paulo: R\$ 18,98 no mês de abril de 2009.

No entanto, apesar das altas PG (Figuras 4 e 9), em função dos altos custos de produção, todos os consórcios na ausência de adubação nitrogenada, bem como, os consórcios TS, TC, MS, BS, RS e RC na dose de 200 kg/ha/ano aplicado anteriormente na pastagem, os consórcios TS, BS, RS e RC na dose de 400 kg/ha/ano aplicado anteriormente na pastagem e o consórcio TS na dose de 800 kg/ha/ano aplicado anteriormente na pastagem apresentaram margem de contribuição e IMC negativos, enquanto que as margens de contribuição e os IMC positivos variaram de R\$ 10,63/ha e 0,34% para o consórcio MS na dose de 200 kg/ha/ano aplicado anteriormente na pastagem a R\$ 481,02/ha e 13,33% para o consórcio MC na dose de 800 kg/ha/ano aplicado anteriormente na pastagem.

As PG da cultura do milho nos anos 2007/2008 e 2008/2009 foram semelhantes (Tabela 4 e Figura 37). No entanto, pelo menor custo do adubo em 2007/2008, o custo operacional foi

de aproximadamente R\$ 2.000,00 (Tabelas 1 e 2), o que incrementou a margem de contribuição e conseqüentemente o IMC. Assim, além da dependência de bons resultados técnicos para se obter a viabilidade econômica, também existe a dependência por melhores preços de insumos.

4.4.4. Desempenho econômico da ILP sob SPD irrigado envolvendo os experimentos I, II e III

Avaliando o desempenho econômico do sistema de ILP em estudo, verifica-se que no geral, os custos operacionais e a receita bruta elevaram-se com as doses de N aplicadas na pastagem (Figura 47). No entanto, com excessão dos consórcios TS, TC, MC, BC, RS e RC na ausência de adubação nitrogenada da pastagem, dos consórcios TS, TC, e BC na dose de 200 kg/ha/ano de N aplicada na pastagem e do consórcio BC na dose de 400 kg/ha/ano de N aplicada na pastagem, a utilização de animais com baixo potencial genético para GPD (estimativas de 0,2 kg/animal) se mostrou economicamente inviável, pois apresentou margem de contribuição e IMC negativos. Já com a utilização de estimativas de GPD de 0,6 kg/animal, apenas os consórcios MS e BS na dose de 800 kg/ha/ano de N aplicadas na pastagem apresentaram margem de contribuição e IMC negativos. No entanto, pelo alto custo operacional, os consórcios com essa alta dose de N apresentaram margem de contribuição e IMC inferiores em relação às demais doses, variando de R\$ 113,29/ha e 1,27% a R\$ 877,21/ha e 8,89% para os consórcios RS e MC, respectivamente.

Na ausência de adubação da pastagem e estimativa de GPD de 0,2 kg/animal, o consórcio TS se destacou, com margem de contribuição de R\$ 979,46/ha e IMC de 13,49% (Figura 47). No entanto, aumentando essa estimativa de GPD para 0,6 kg/animal dia, esse consórcio foi o que apresentou o melhor resultado entre todos os avaliados, com margem de contribuição de R\$ 1.975,70/ha e IMC de 23,92%, visto que a PG da cultura do milho (2008/2009) não apresentou diferença ($P>0,05$) em função do efeito residual das doses de N aplicadas anteriormente na pastagem (Figura 37), com superioridade de R\$ 397,07/ha e R\$ 788,95/ha em relação às doses de 200 e 400 kg/ha/ano de N, respectivamente.

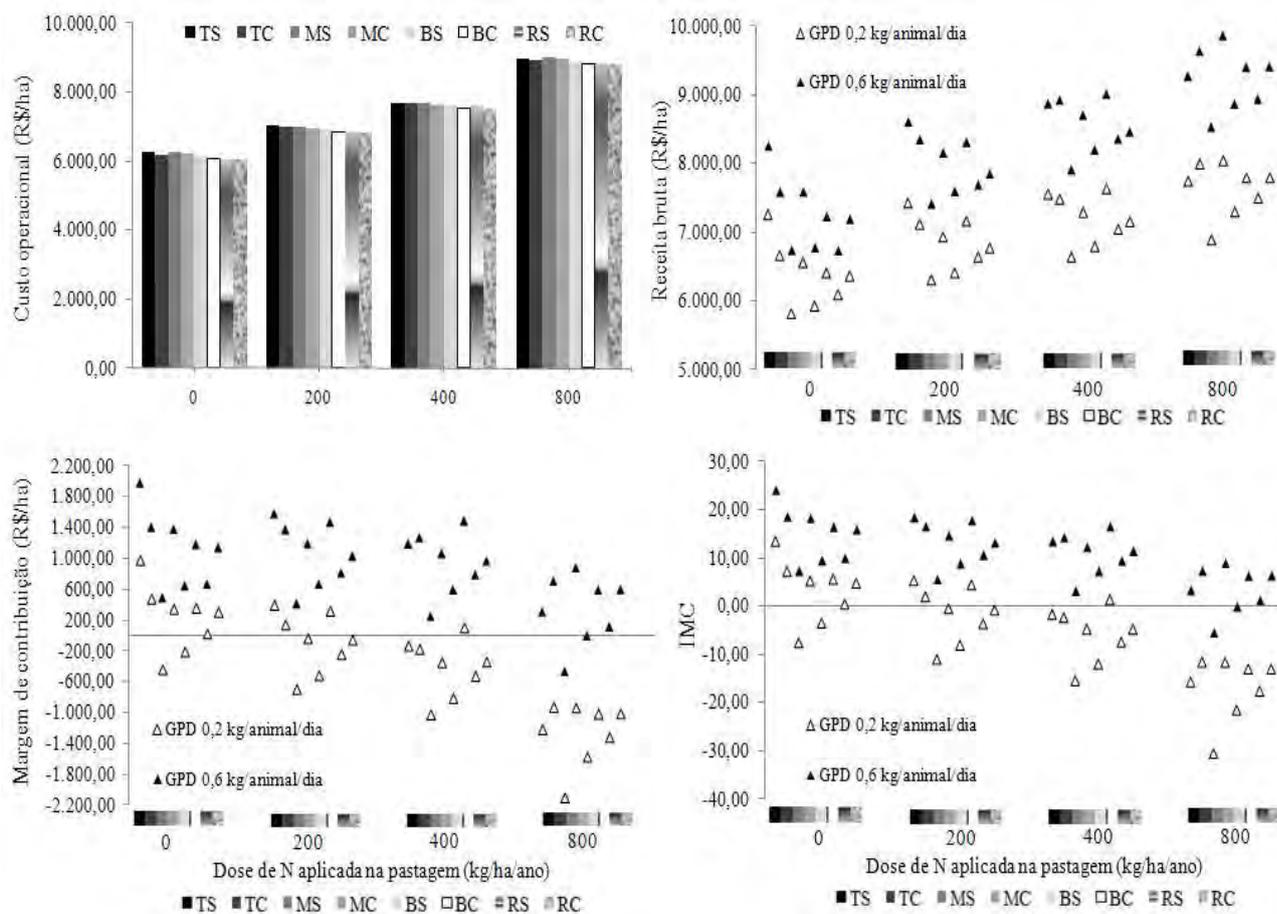


Figura 47. Custo operacional (operações e insumos), receita bruta, margem de contribuição e índice de margem de contribuição (IMC) da ILP sob SPD irrigado envolvendo o consórcio da cultura do milho com capins dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*; adubação nitrogenada da pastagem após a colheita de grãos (parcelada em 4 épocas de corte) no inverno/primavera; e cultura do milho em sucessão à pastagem. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2007 a 2009.

TS, MS, BS e RS: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; TC, MC, BC e RC: capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente.

Com a estimativa de GPD de 0,6 kg/animal, a adubação da pastagem com 200 e 400 kg/ha/ano de N também se mostraram viáveis, variando de R\$ 413,21/ha para o consórcio MS a R\$ 1.578,63/ha para o consórcio TS na dose de 200 kg/ha/ano, e R\$ 248,12/ha para o consórcio MS a R\$ 1.483,94/ha para o consórcio BC na dose de 400 kg/ha/ano de N, sendo que dentro de cada consórcio, as opções mais viáveis economicamente em função da margem de contribuição e do IMC foram: ausência de adubação da pastagem para os consórcios TS (R\$ 1.975,70/ha e 23,92%), TC (R\$ 1.401,27/ha e 18,47%), MS (R\$ 489,64/ha e 7,26%), MC (R\$ 1.375,80/ha e 18,12%) e RC (R\$ 1.135,13/ha e 15,78%); adubação da pastagem com 200 kg/ha/ano de N para o BS (R\$ 665,54/ha e 8,76%) e RS (R\$ 811,24/ha e 10,54%) e 400 kg/ha/ano de N para o BC (R\$ 1.468,77/ha e 17,66%). No entanto, os consórcios TC, MC,

MS e RC, quando adubados com 200 ou 400 kg/ha/ano de N apresentaram margem de contribuição e IMC bastante semelhantes em relação à ausência de adubação.

Vale ressaltar que o tempo em que a área do presente estudo se encontrava sob SPD (5-6 anos) pode ter influenciado positivamente sobre os resultados obtidos na ausência de adubação nitrogenada da pastagem em função da possível mineralização do N pelo acúmulo inicial de matéria orgânica no solo, bem como, pelo efeito residual do N proveniente do consórcio com a cultura do milho (2007/2008). No entanto, visto que com excessão do consórcio TS, a margem de contribuição dos demais consórcios utilizando 200 e 400 kg/ha/ano de N na pastagem foram superiores ou bastante semelhantes na ausência de adubação nitrogenada, a utilização dessas doses além de aumentar a PG da cultura do milho em sucessão (Figura 37), pela maior PMS da pastagem (Figuras 2 e 4) elevou o número de animais alimentados, aumentando as estimativas de produção de carne (Figuras 43 e 45), o que diminuiu a necessidade de outras áreas de pastagem na propriedade para alocar esses animais na época de maior escassez de forragem (inverno/primavera).

Além disso, para estimativa de produção de carne, simulou-se o uso de animais de 400 kg de peso vivo, pois a exigência de PB de animais de categorias inferiores não seria suprida apenas com o fornecimento da forragem sem adubação, sendo necessário suplementação protéica, já que em alguns consórcios o teor de PB foi inferior à 8% (Figuras 10 e 17), enquanto que com a utilização de 50 kg/ha de N por corte, os teores de PB, em média, foram de 17,49; 13,07; 13,27 e 14,87% na 1ª, 2ª, 3ª e 4ª épocas de corte, respectivamente, o que de acordo com o NRC (2000) não seria limitante para os GPD avaliados, independente da categoria animal.

No contexto da interação dos aspectos econômicos e ambientais, o presente sistema desponta como uma opção viável com potencial para a intensificação da produção agrícola e aumento da lucratividade, com redução dos riscos de degradação do solo e melhor aproveitamento das áreas agrícolas durante todo o ano, o que conseqüentemente diminui a necessidade de abertura de novas áreas, principalmente advindas do desmatamento. A diversificação da produção desse sistema também traz benefícios sociais, gerando empregos diretos e indiretos, além da distribuição mais uniforme da renda, o que favorece a fixação do homem no campo, corroborando com Allen et al. (2007); Russelle; Franzluebbbers (2007); Sulc; Tracy (2007); Crusciol et al. (2009); Macedo (2009).

Yokoyama et al. (1999); Macedo (2001) também apresentaram resultados econômicos positivos em sistemas de ILP, principalmente em consórcio com milho. A análise econômica de seis anos com a cultura da soja, dois de milho e cinco ciclos pecuários demonstraram que a

ILP pode minimizar os riscos do negócio agrícola, além de ser uma opção viável para os investidores do agronegócio no Cerrado (COSTA; MACEDO, 2001). No entanto, a sua implementação por poucos produtores em relação a sua área potencial de utilização deve-se principalmente a limitação de infra-estrutura, recursos financeiros, conhecimentos tecnológicos, aptidões pessoais e barreiras sociais à sua adoção (MACEDO, 2001).

No entanto, é importante avaliar o sistema como um todo, com um planejamento de rotação de culturas para garantir a sustentabilidade do SPD e integrar sistemas que envolvam lavoura e pecuária. Neste caso, não apenas o consórcio, mas também o objetivo de uso do capim (pastagem ou palhada) formado pela consorciação, bem como, vantagens, desvantagens e particularidades de cada espécie. Conforme Allen et al. (2007); Franzluebbbers (2007), os resultados deste sistema refletem os avanços nos aspectos de tecnologia, gestão, produtividade e incremento de lucratividade, mas novas pesquisas são necessárias para estabelecer os aspectos logísticos, as limitações ambientais e as consequências dos sistemas de ILP, bem como para compreender a multiplicidade de possíveis interações entre vários componentes.

Vale ressaltar que o presente estudo proporcionou informações a curto prazo (apenas duas safras agrícolas), não contemplou possíveis variabilidades de PG e preços de insumos, @ de carne e venda do milho, além de analisar apenas o custo operacional com insumos e operações, não considerando depreciações de máquinas, equipamentos e infraestrutura. Assim, preços mais baixos, principalmente de adubos podem favorecer ainda mais a utilização da adubação nitrogenada.

5. CONCLUSÕES

A produtividade de grãos nos consórcios MMC, MBC, MRC, MBS e MRS foram semelhantes ao milho sem consorciação (MSC), sendo superior apenas no capim-tanzânia em ambas os consórcios (MTS e MTC). Assim, a escolha do capim e a época de consorciação tornam-se os fatores mais importantes para o sucesso do consórcio visando a produtividade de grãos da cultura do milho. No caso da escolha do capim-mombaça, a melhor opção é a semeadura por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho (MMC), uma vez que o desenvolvimento acelerado do milho limita o crescimento do capim até a colheita de grãos, visto que pelo efeito competição o consórcio simultâneo (MMS) diminuiu tal produtividade.

A adubação nitrogenada no inverno/primavera elevou a produtividade de massa seca e melhorou a composição bromatológica dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis; elevou a quantidade de massa seca residual (palha) depositada na superfície do solo, bem como, a produtividade de grãos da cultura do milho em sucessão, com excessão da semeadura sobre a palhada do capim-tanzânia semeado simultaneamente na safra anterior e diminuiu a relação lignina/N total da palha, que aliada as altas temperaturas aceleraram a sua decomposição, atingindo aproximadamente 30% da quantidade inicial de palha aos 90 dias após o manejo.

A melhor eficiência de conversão do N-fertilizante em forragem foi obtida com a dose de 200 kg/ha/ano de N parcelada em quatro épocas de corte, sendo que os capins do gênero *Panicum* são mais eficientes nessa conversão.

O teor de clorofila foliar (índice ICF) foi um bom indicador da produtividade de massa seca e do teor de proteína bruta nas folhas dos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis; e da produtividade de grãos e do teor de nitrogênio foliar da cultura do milho.

A dose de 800 kg/ha/ano de N aplicada nos capins Tanzânia, Mombaça, Marandu e Ruziziensis no inverno/primavera e as estimativas de produção de carne (@/ha) com ganho de peso vivo médio diário de 0,2 kg/animal foram economicamente inviáveis, enquanto que pelo possível fornecimento de N por meio da mineralização da matéria orgânica do solo em sistema plantio direto consolidado, o desempenho econômico na ausência de adubação da pastagem foi semelhante às doses de 200 e 400 kg/ha/ano de N.

A adubação nitrogenada (200 a 400 kg/ha/ano de N) da pastagem formada pelo consórcio com a cultura do milho na integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto irrigado é uma alternativa viável para elevar a produtividade de grãos e as estimativas de produção de carne, principalmente com animais de maior potencial genético para ganho de peso vivo médio diário (0,6 kg/animal), diminuindo a necessidade de abertura de novas áreas agrícolas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, J.B.R.; MONTEIRO, F.A. Produção e nutrição do capim Marandu em função de adubação nitrogenada e estádios de crescimento. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.56, n.2, p.137-146, 1999.
- AGRAMA, H.A.S. Sequential path analysis of grain yield and its components in maize. **Plant Breeding**, Berlin, v.115, n.5, p.343-346, 1996.
- AGRIANUAL: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2008. 502p.
- AGUIAR, R.A.; SILVEIRA, P.M.; MOREIRA, J.A.A.; WANDER, A.E. Análise econômica de diferentes práticas culturais na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.38, n.4, p.241-248, 2008.
- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Evolução das atividades lavoureiras e pecuária nos cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. 1.ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.25-58.
- AIDAR, H.; RODRIGUES, J.A.S.; KLUTHCOUSKI, J. Uso da integração lavoura-pecuária para produção de forragem na entressafra. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. 1.ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.225-262.
- ALLEN, V.G.; BAKER, M.T.; SEGARRA, E.; BROWN, C.P. Integrated irrigated crop-livestock systems in dry climates. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, n.2, p.346-360, 2007.
- ALMEIDA, R.G.; MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H.; RODRIGUES, J.A.S.; EUCLIDES, V.P.B. Produção de forragem e de palhada no outono-inverno em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: REUNIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ; UEM, 2009. (CD-ROM).
- ALVARENGA, R.C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F.J.; CRUZ, J.C.; GONTIJO NETO, M.M. Cultura do milho na integração lavoura-pecuária. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.233, p.106-126. 2006.

ALVARENGA, R.C.; LARA CABEZAS, W.A.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para SPD. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.49-62, 2001.

AMADO, T.J.C. Manejo da palha, dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes em plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2000. p. 105-111.

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no Rio Grande do Sul e Santa Catarina adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.26, n.1, p.241-248, 2002.

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

AMARAL FILHO, J.P.; BARBOSA, J.C.; FORNASIERI FILHO, D. Avaliação do teor de nitrogênio e estimativa de clorofila pelo clorofilômetro em folhas de milho de alta tecnologia. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. **Anais...** Sete Lagoas: ABMS; EMBRAPA - CNPMS; EPAGRI, 2002. p.86.

AMARAL FILHO, J.P.R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J.C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.29, n.3, p.467-473, 2005.

AMBROSI, I.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; ZOLDAN, S.M. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.10, p.1213-1219, 2001.

ANGHINONI, I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema plantio direto. In: NOVAIS, R.F.; V. ALVARES, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. 1.ed. Viçosa, MG: SBCS, 2007. p.873-928.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2008. 380p.

ARAÚJO, F.C.M.; PARIZ, C.M.; AZENHA, M.V.; ANDREOTTI, M.; BERGAMASCHINE, A.F.; BUZETTI, S. Composição bromatológica de diferentes espécies forrageiras em função de épocas de semeadura no cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ; FMVZ/Unesp, 2007. (CD-ROM).

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G. Teor de clorofila na folha como indicador do nível de N em cereais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.3, p.715-722, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Leaf relative chlorophyll content as an indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1379-1387, 2004.

ASSMANN, T.S.; RONZELLI JÚNIOR, P.; MORAES, A.; ASSMANN, A.L.; KOEHLER, H.S.; SANDINI, I. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.27, n.4, p.675-683, 2003.

AZENHA, M.V.; PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; BERGAMASCHINE, A.F.; MELLO, L.M.M.; LIMA, R.C. Produtividade de massa seca e qualidade bromatológica de diferentes espécies de braquiárias consorciadas com milho no Sistema Santa Fé. In: REUNIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ; FMVZ/Unesp, 2007. (CD-ROM).

BALBINOT JÚNIOR, A.A.; BACKES, R.L.; ALVES, A.C.; OGLIARI, J.B.; FONSECA, J.A. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.2, p.161-166, 2005.

BALBINOT JÚNIOR, A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de área agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, p.1925-1933, 2009.

BARDUCCI, R.S; COSTA, C.; CRUSCIOL, C.A.C.; BORGHI, E.; PUTAROV, T.C.; SARTI, L.M.N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, Espanha, v.58, n.222, p.211-222, 2009.

BARROS, C.O; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; MUNIZ, J.A.; ANDRADE, I.F.; SANTOS, R.A. Rendimento e composição química do capim-tanzânia estabelecido com milheto sob três doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.5, p.1068-1075, 2002.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C.; MARTIN-NETO, L.; FERNANDES, S.V. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.54, n.1-2, p.101-109, 2000.

BENETT, C.C.S.; BUZETTI, S.; SILVA, K.S.; BERGAMASCHINE, A.F.; FABRICIO, J.A. Produtividade e composição bromatológica do capim-Marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1629-1636, 2008.

BORGHI, E. **Produção de milho e capins Marandu e Mombaça em função de modos de implantação do consórcio**. 2007. 142f. Tese (Doutorado em Agronomia -Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

BORGHI, E.; COSTA, N.V.; CRUSCIOL, C.A.C.; MATEUS, G.P. Influência da distribuição espacial do milho e da *Brachiaria brizantha* consorciados sobre a população de plantas daninhas em sistema plantio direto na palha. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.26, n.3, p.559-568, 2008.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* no SPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.163-171, 2007.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C.; COSTA, C.; MATEUS, G.P. 2006. Produtividade e qualidade das forragens de milho e de *Brachiaria brizantha* em sistema de cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n.XX, p.369-381, 2006.

BORGHI, E.; MELLO, L.M.M.; CRUSCIOL, C.A.C. Adubação por área e por planta, densidade populacional e desenvolvimento do milho em função do sistema de manejo do solo. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.26, n.3, p.337-345, 2004.

BRAIDA, J.A.; REICHERT, J.M.; VEIGA, M.; REINERT, D.J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.30, n.4, p.605-614, 2006.

BREDEMEIER, C. **Predição da necessidade de nitrogênio em cobertura em trigo e aveia**. 1999. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

CAMARGO-BORTOLIN, L.H.G; SANTOS, P.M.; PRADO, C.H.B.A. Estratégia de sobrevivência de *Panicum maximum* Tanzânia sob pastejo rotacionado. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, Espanha, v.56, n.214, p.169-180, 2007.

CAMPOS, A.X.; ORIOLI, F.P.; VIANNA, J.S. Aplicação de níveis de nitrogênio para recuperação e produção da cultura do capim-braquiária e disponibilização desse nutriente para produção da cultura sucessiva do milho. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9, 2008, Brasília. **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. (CD-ROM).

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; V. ALVARES, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. 1.ed. Viçosa, MG: SBCS, 2007. p.375-470.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van.; CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Boletim Técnico 100: Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1996. p.43-71.

CANTO, M.W.; JOBIM, C.C.; GASPARINO, E.; HOESCHL, A.R. Características do pasto e acúmulo de forragem em capim-tanzânia submetido a alturas de manejo do pasto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.429-435, 2008.

CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.

CECATO, U., PEREIRA, L.A.F.; JOBIM, C.C.; MARTINS, E.N.; BRANCO, A.F.; GALBEIRO, S.; MACHADO, A.O. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a composição químico-bromatológica do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, Maringá, v.26, n.3, p.409-416, 2004.

CECCON, G. **Palha e pasto com milho safrinha em consórcio com braquiária**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. 2p. (Circular Técnica).

CHAPMAN, S.C.; BARRETO, H.J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, n.4, p.557-562, 1997.

COBUCCI, T.; WRUCK, J.; KLUTHCOUSKI, J.; CAVALCANTE, L.M.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; CARNEVALLI, R.A.; TEIXEIRA, S.R.; POLINÁRIA, A.; TEIXEIRA, M. Opções de integração lavoura-pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.28, n.240, p.64-79, 2007.

COLOZZA, M.T. **Rendimento e diagnose foliar dos capins Aruana e Mombaça cultivados em Latossolo Vermelho Amarelo adubado com doses de nitrogênio**. 1998. 127f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Levantamento de dados do milho: safra 2007/08. 2009. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 02 fev. 2009.

CORRÊA, L.A. Produção intensiva de carne bovina a pasto. In: POTT, E.B.; PAINO, C.R.S.; ALENCAR, S.B. (Eds.). **CONVENÇÃO NACIONAL DA RAÇA CANCHIM**, 3., 1997, São Carlos. Anais... São Carlos: EMBRAPA-CPPSE/São Paulo: ABCCAN, 1997. p.99-105.

COSTA, F.P.; MACEDO, M.C.M. Economic evaluation of agropastoral systems: some alternatives for Central Brazil. In: **WORKSHOP ON AGROPASTORAL SYSTEM IN SOUTH AMERICA**, 2001, Japan. **Proceedings...** Japan: JIRCAS, 2001. p.57-62. (Working Report, 19).

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; RODRIGUES, R.B.; OLIVEIRA, M.A.; MEDEIROS, L.S. Doses e fontes de nitrogênio na composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em estágio moderado de degradação. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ; FMVZ/Unesp, 2007. (CD-ROM).

COSTA, K.A.P.; FRANÇA, A.F.S.; OLIVEIRA, I.T.P.; MONTEIRO, F.A.; BARIGOSI, J.A.F. Composição química-bromatológica do capim-tanzânia em função de doses de nitrogênio, potássio e enxofre. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.5, n.2, p.83-91, 2004.

CRUSCIOL, C.A.C. Qualidade química do solo. In: DECHEN, S.C.F. (Org.). **WORKSHOP SOBRE O SISTEMA PLANTIO DIRETO NO ESTADO DE SÃO PAULO**, 2005, Campinas. **Anais...** Piracicaba: Fundação Agrisus; FEALQ; IAC, 2007. p.103-114.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; BORGHI, E.; MATEUS, G.P. Integração lavoura-pecuária: benefícios das gramíneas perenes nos sistemas de produção. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.125, p.2-15, 2009.

DEKALB. Semente híbrida de milho DKB 390 com a tecnologia YieldGard®. Disponível em: <http://www.dekalb.com.br/produto_milho.aspx?id=10>. Acesso em: 15 jan. 2010.

DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; SILVA, S.C.; BARBOSA, R.A.; GONÇALVES, W.V. Sward structure and nutritive value of tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.1, p.9-19, 2009.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SOLLENBERGER, L.E.; INTERRANTE, S.M.; VENDRAMINI, J.M.B.; STEWART JÚNIOR, R.L. Litter decomposition and mineralization in Bahiagrass pastures managed at different intensities. **Crop Science**, Madison, v.46, n.3, p.1305-1310, 2006a.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SOLLENBERGER, L.E.; VENDRAMINI, J.M.B.; STEWART JÚNIOR, R.L.; INTERRANTE, S.M. Litter mass, deposition rate, and chemical composition in Bahiagrass pastures managed at different intensities. **Crop Science**, Madison, v.46, n.3, p.1299-1304, 2006b.

DUPAS, E. **Produtividade de massa seca e atributos de valor nutritivo do capim-Marandu relacionados à adubação nitrogenada e irrigação no cerrado paulista**. 2008. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

DWYER, L.M.; TOLLENAAR, M.; HOUWING, L. A nondestructive method to monitor leaf greenness in corn. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.71, n.2, p.505-509, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: CNPS, 2006. 306p.

ENTZ, M.H.; BARON, V.S.; CARR, P.M.; MEYER, D.W.; SMITH JÚNIOR, S.R.; McCAUGHEY, W.P. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v.94, n.2, p.240-250, 2002.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H.; JANK, L.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.1, p.18-26, 2008.

FANCELLI, A.L. **Plantas alimentícias: guia para aula, estudos e discussão**. Piracicaba: ESALQ, 1986. 131p.

FERREIRA, D.F. **SISVAR: Sistema de análise de variância**. Lavras: UFLA/DEX, 1999.

FIORIN, J.E. Plantas recuperadoras da fertilidade do solo. In: __. **Fertilidade do solo em plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1999. p. 39-55.

FONTANELI, R.S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H.P.; IGNACZAK, J.C.; ZOLDAN, S.M. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2129-2137, 2000.

FOX, R.H.; PIEKIELEC, W.P.; MACNEAL, K.E. Comparison of late-season diagnostic tests for predicting nitrogen status of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.93, p.590-597, 2001.

FRANZLUEBBERS, A. J. Integrated crop-livestock systems in the Southeastern USA. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, n.2, p.361-372, 2007.

GARAY, A.H.; SOLLENBERGER, L.E.; McDONALD, D.C.; RUEGSEGGER, G.J.; KALMBACHER, R.S.; MISLEVY, P. Nitrogen fertilization and stocking rate affect stargrass pasture and cattle performance. **Crop Science**, Madison, v.44, n.4, p.1348-1354, 2004.

GODOY, L.J.G.; VILLAS BÔAS, R.L. Variação do índice relativo de clorofila com o manejo da adubação nitrogenada e com o ciclo da cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. **Anais...** Sete Lagoas: ABMS; EMBRAPA - CNPMS; EPAGRI, 2002. p.112.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA). Preços médios mensais recebidos pelos agricultores e área da produção de milho em 2007/2008. 2009. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php>>. Acesso em: 02 fev. 2009.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.F.; FREITAS, F.C.L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-bracquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta daninha**, Viçosa, MG, v.22, n.4, p. 553-560, 2004.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.F.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; FREITAS, F.C.L.; VIANA, R.G. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta daninha**, Viçosa, MG, v.23, n.1, p.59-67, 2005.

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36. n.1. p.21-28, 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. 1.ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.185-223.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P. COSTA, J.L.S.; SILVA, J.G.; VILELA, L.; BACELLOS, A.O.; MAGNABOSCO, C.U. **Sistema Santa Fé** – Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Circular Técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. Manejo sustentável dos solos dos cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. 1.ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.59-104.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. 1.ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.131-141.

LANDERS, J.N. Tropical crop-livestock systems in conservation agriculture: the Brazilian experience. In: __. **Integrated Crop Management**. v.5, 1.ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2007. 92 p.

LAVRES JÚNIOR, J.; MONTEIRO, F.A. Diagnose nutricional de nitrogênio no capim-aruana em condições controladas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.30, n.5, p.829-837, 2006.

LEONEL, F.P.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G.; De MARCO JÚNIOR, P.; LARA, L.A.; QUEIROZ, A.C. Comportamento produtivo e características nutricionais do capim-braquiária cultivado em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.1, p.177-189, 2009.

LUNARDI, R.; CARVALHO, P.C.F.; TREIN, C.R.; COSTA, J.A.; CAUDURO, G.F.; BARBOSA, C.M.P.; AGUINAGA, A.A.Q. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.795-801, 2008.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: alternativa para sustentabilidade da produção animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.257-283.

MACEDO, M.C.M.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, supl. especial, p.133-146, 2009.

MACHADO, L.A.Z. Produção animal em sistemas integrados de agricultura e pecuária. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 24, 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2007, p.227-242.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MANARIN, C.A.; MONTEIRO, F.A. Nitrogênio na produção e diagnose foliar do capim-mombaça. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.59, n.2, p.115-123, 2003.

MARANHÃO, C.M.A.; SILVA, C.C.F.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V. Produção e composição bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. **Acta Scientiarum: Animal Scieces**, Maringá, v.31, n.XX, p.117-122, 2009.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P.C.O.; VILELA, L. Recuperação de ¹⁵N-ureia no sistema solo-planta de pastagem de capim-tanzânia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.33, n.1, p.95-101, 2009.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L. Resultado econômico e estratégias de intensificação da adubação de pastagens. In: MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. (Ed.) **Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. 1.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. p.69-92.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O. A produção animal em pastagens no Brasil: uso do conhecimento técnico e resultados. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23, 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2006, p.87-137.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. Adubação nitrogenada. In: MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. (Ed.) **Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. 1.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. p.117-144.

MARTHA JR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. Economia de fertilizantes na integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 17, n.4, p.14-19, 2008.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.E.N. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.23, n.1, p.123-139, 1976.

MELLO, S.Q.S.; FRANÇA, A.F.S.; LANNA, A.C.; BERGAMASCHINE, A.F.; KLIMANN, H.J.; RIOS, L.C.; SOARES, T.V. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.9, n.4, p.935-947, 2008.

MORAES, A.; LANG, C.R.; ALVES, S.J.; PELISSARI, A.; CARVALHO, P.C.F. Integração agropecuária em sistema plantio direto In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 9, 2004, Chapecó. **Anais...** Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2004. p.19-23.

MOTT, G.O. Measuring forage quantity and quality in grazing trials. In: SOUTHERN PASTURE AND FORAGE CROP IMPROVEMENT CONFERENCE, 37, 1980, Nashville. **Anais...** Nashville: AESA/ARS, 1980. p.3-9.

MÜLLER, M.S.; FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; GARCÍA, A.G.; OVEJERO, R.F.L. Produtividade do *Panicum maximum* cv. Mombaça irrigado, sob pastejo rotacionado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.3, p.427-433, 2002.

MUNIZ, L.C.; FIGUEIREDO, R.S.; MAGNABOSCO, C.U.; WANDER, A.E.; MARTHA JÚNIOR, G.B. Análise econômica da integração lavoura e pecuária com a utilização do *system dynamics*. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45, 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: SBEASR, 2007a. (CD-ROM).

MUNIZ, L.C.; FIGUEIREDO, R.S.; MAGNABOSCO, C.U.; WANDER, A.E.; MARTHA JÚNIOR, G.B. Análise de risco da integração lavoura e pecuária com a utilização do *system dynamics*. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45, 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: SBEASR, 2007b. (CD-ROM).

NARIMATSU, K.C.P. **Plantio direto de soja sobre *Brachiaria brizantha* no sistema integração agricultura-pecuária**. 2004. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.

NARIMATSU, K.C.P. **Plantio direto de soja e milho no sistema integração agricultura-pecuária: condicionamento do solo e rotação de culturas**. 2008. 181f. Tese (Doutorado em Agronomia - Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; BARBOSA, R.A.; MARCELINO, K.R.A.; GARCEZ NETO, A.F.; DIFANTE, G.S.; LOPES, B.A. A planta forrageira e o agroecossistema. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20, 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003, p.1-82.

NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M.E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1799-1805, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of beef cattle**. 8.ed. Washington: National Academic Press, 2000. 248p.

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M.V.; ARAÚJO, F.C.M.; BERGAMASCHINE, A.F.; BUZETTI, S. Tempo de decomposição de massa seca de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura no cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS (FERTBIO 2008), 28, 2008, Londrina. **Anais...** Viçosa, MG: SBCS, 2008. (CD-ROM).

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M.A.A.; BERGAMASCHINE, A.F.; BUZETTI, S.; CHIODEROLLI, C.A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.39, n.4, p.360-370, 2009.

PENG, S.; GARCIA, F.V.; LAZA, R.C.; SANICO, A.L.; VISPERAS, R.M.; CASSMAN, K.G. Increased N-use efficiency using a chlorophyll meter on high yielding irrigated rice. **Field Crop Research**, Amsterdam, v.47, n.2-3, p.243-252, 1996.

PIRES, W. **Manual de pastagem: formação, manejo e recuperação**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2006. 302p.

QUADROS, D.G.; RODRIGUES, L.R.A. Valor nutritivo dos capins Tanzânia e Mombaça adubados com nitrogênio e sob lotação rotacionada. **Acta Scientiarum: Animal Science**, Maringá, v.28, n.4, p.385-392, 2006.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Boletim Técnico 100: Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1996. 285p.

RAMBO, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1637-1645, 2004.

RAMBO, L.; SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; DELATORRE, C.A.; BAYER, C.; ARGENTA, G. Adequação de doses de nitrogênio em milho com base em indicadores de solo e de planta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.401-409, 2008.

RAMBO, L.; SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; SANGOI, L.; BAYER, C.; ARGENTA, G. Monitoramento do nitrogênio na planta e no solo para predição da adubação nitrogenada em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.3, p.407-417, 2007.

RIBEIRO, E.G.; FONTES, C.A.A.; PALIERAQUI, J.G.B.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; SILVA, R.C. Influência da irrigação, nas épocas seca e chuvosa, na produção e composição química dos capins napier e mombaça em sistema de lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.8, p.1432-1442, 2009.

ROCHA, R.N.C.; GALVÃO, J.C.C.; TEIXEIRA, P.C.; MIRANDA, G.V.; AGNES, E.L.; PEREIRA, P.R.G.; LEITE, U.T. Relação do índice SPAD, determinado pelo clorofilômetro, com teor de nitrogênio na folha e rendimento de grãos em três genótipos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n.2, p.161-171, 2005.

ROSOLEM, C.A.; PACE, L.; CRUSCIOL, C.A.C. Nitrogen management in maize cover crops rotations. **Plant and Soil**, Amsterdam, v.264, n.1-2, p.261-271, 2004.

RUEDELL, J. A soja numa agricultura sustentável. In: SILVA, M.T.B. (ed.). **A soja na rotação de culturas no plantio direto**. Cruz Alta: Fundacep; Fecotrig, 1998. p. 1-34.

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

RUSSELLE, M.P.; FRANZLUEBBERS, A.J. Introduction to "Symposium: integrated crop-livestock systems for profit and sustainability. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, n.2, p.323-324, 2007.

SANTOS, G.J.; MARION, J.C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2008. 165p.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; BALBINO, E.M.; MONNERAT, J.P.I.S.; SILVA, S.P. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.650-656, 2009.

SCHERER, E.E. Avaliação de fontes e épocas de aplicação de adubo nitrogenado na cultura do milho no SPD. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.14, n.1, p.48-53, 2001.

SEVERINO, F.J.; CARVALHO, S.J.P; CHRISTOFFOLETI, P.J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. II- Implicações sobre as espécies forrageiras. **Planta daninha**, Viçosa, MG, v.24, n.1, p.45-52, 2006.

SILVA, A.A.; SILVA, P.R.F.; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L.; RAMBO, L. Sistemas de coberturas do 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.

SILVA, C.C.F.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V.; MARANHÃO, C.M.A.; PATÊS, N.M.S.; SANTOS, L.C. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.4, p.657-661, 2009a.

SILVA, E.C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; ESPINAL, F.S.C.; TRIVELIN, P.C.O. Utilização de nitrogênio da palha de milho e de adubos verdes pela cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.32, n.spe, p.2853-2861, 2008.

SILVA, M.A.G.; PORTO, S.M.A.P.; MANNIGEL, A.R.; MUNIZ, A.S.; MATA, J.D.V.; NUMOTO, A.Y. Manejo da adubação nitrogenada e influência no crescimento da aveia preta e na produtividade do milho em plantio direto. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.31, n.2, p.275-281, 2009b.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.

SOEST, P.J.van. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University, 1994. 476p.

SULC, R.M.; TRACY, B.F. Integrated crop-livestock systems in the U.S. Corn Belt. **Agronomy Journal**. Madison, v.99, n.XX, p.335-345, 2007.

SUNDERMAN, H.D.; PONTUS, J.S.; LAWLESS, J.R. Variability in leaf chlorophyll concentration among full-fertilized corn hybrids. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.28, n.19, p.1793-1803, 1997.

TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated crop-livestock system in Illinois. **Crop Science**, Madison, v.48, n.3, p.1211-1218, 2008.

TRECENTI, R. Técnicas de consórcio ajudam na formação de palha para o plantio direto. **Revista Planio Direto**, Passo Fundo, n.86. 2005. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=616>. Acesso em: 04 dez. 2009.

TRECENTI, R.; OLIVEIRA, M.C.; HASS, G. **Integração lavoura-pecuária-silvicultura**. Brasília: MAPA/SDC, 2008. (Boletim técnico). 54p.

TSUMANUMA, G.M. **Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de Marandus, em Piracicaba, SP.** 2004. 83f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ULIAN, N.A.; ARAÚJO, F.C.M.; PARIZ, C.M.; CAVASANO, F.A.; ANDREOTTI, M.; BERGAMASCHINE, A.F. Composição bromatológica de diferentes espécies forrageiras em função de épocas de semeadura no cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS (FERTBIO 2008), 28, 2008, Londrina. **Anais...** Viçosa, MG: SBCS, 2008a. (CD-ROM).

ULIAN, N.A.; ARAÚJO, F.C.M.; PARIZ, C.M.; CAVASANO, F.A.; ANDREOTTI, M.; BUZZETTI, S. Tempo de decomposição de massa seca de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura na safrinha em região de cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS (FERTBIO 2008), 28, 2008, Londrina. **Anais...** Viçosa, MG: SBCS, 2008b. (CD-ROM).

VIDELA, C. D. C. **Mineralização bruta de nitrogênio em um Molissol do sudeste da província de Buenos Aires (Argentina).** 2004. 124f. Tese (Doutorado em Ciências/Energia Nuclear na Agricultura) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B.; BARCELLOS, A.; BARIONI, L.G. Integração lavoura/pecuária: a sustentabilidade dos Cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 25, 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Embrapa – CNPMS, 2004. (CD-ROM).

WASKOM, R.M.; WESTFALL, D.G.; SPELLMAN, D.E.; SOLTANPOUR, P.N. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.27, n.3, p.545-560, 1996.

WHITEHEAD, D.C. **Nutrient element in grassland: soil-plant-animal relationships.** Wallingford: CAB International, 2000. 330p.

YOKOYAMA, L.P.; VIANA FILHO, A.; BALBINO, L.C.; OLIVEIRA, I.P.; BARCELLOS, A.O. Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.8, p.1335-1345, 1999.

ZEBARTH, B.J.; YOUNIE, M.; PAUL, J.W.; BITTMAN, S. Evaluation of leaf chlorophyll index for making fertilizer nitrogen recommendations for silage corn in a high fertility environment. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.33, n.5-6, p.665-684, 2002.