

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

**ADUBAÇÃO NITROGENADA DO CONSÓRCIO
MILHO/BRAQUIÁRIA PARA MANUTENÇÃO DO SISTEMA
PLANTIO DIRETO NO CERRADO SUL-MATOGROSSENSE**

MARCELO ANDREOTTI
Doutor em Agronomia

Ilha Solteira – SP
Fevereiro/2012

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

**ADUBAÇÃO NITROGENADA DO CONSÓRCIO
MILHO/BRAQUIÁRIA PARA MANUTENÇÃO DO SISTEMA
PLANTIO DIRETO NO CERRADO SUL-MATOGROSSENSE**

Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI

Tese apresentada à Faculdade de
Engenharia - UNESP – Campus de Ilha
Solteira, para obtenção do título de Livre
Docente em Solos.

Ilha Solteira – SP
Fevereiro/2012

DEDICATÓRIA

Aos meus pais João Angelo Andreotti e Maria Ermelinda Andreotti, que em sua humildade nunca mediram esforços para minha formação pessoal e profissional, com total apoio, compreensão e carinho. A vocês, ofereço sempre minha eterna gratidão, meu sincero amor, respeito e, principalmente minha total admiração pelo exemplo de vida.

À minha esposa Graciela Romano Bérghamo Andreotti, por sua cumplicidade, amor, carinho e acima de tudo muita compreensão, pois nos momentos da ausência sabia que tudo foi válido para atingir os objetivos profissionais. Amo você .

Aos meus maiores incentivadores e também maiores conquistas da minha carreira, e porque não da minha vida, meus filhos Verônica Bérghamo Andreotti e João Otávio Bérghamo Andreotti, o que dizer se não que vocês são a minha motivação, amo vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por estar presente em todos os momentos de crescimento pessoal e espiritual;

À Faculdade de Engenharia (FE/Unesp) – Campus de Ilha Solteira, meus sinceros agradecimentos pelas condições na formação profissional e no crescimento dentro da carreira acadêmica, essa literalmente é minha casa;

Ao Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos ao qual estou vinculado e que me deu a oportunidade de me tornar o profissional que sou.

Aos colegas ao qual posso chamar de amigos, Professores Doutores Alexandre Ninhaus Silveira, Antônio Fernando Bergamaschine, Enes Furlani Júnior, Luiz Malcolm Mano de Mello, Marco Eustáquio de Sá, Marlene Cristina Alves, Morel de Passos e Carvalho, Rosicleire Veríssimo Silveira e Salatiér Buzetti, pelos grandes momentos de convívio e conhecimentos transmitidos;

A todos os funcionários da FE/Unesp – Campus de Ilha Solteira, sendo em especial, aos do DEFERS: Angela Maria Marcelino, Domingos Pinto Carneiro, Marcia Ikarugi Bonfim de Souza, Marcelo Rinaldi da Silva, Sidival Antunes de Carvalho e Valdivino dos Santos, pela amizade e auxílio nas mais variadas etapas deste trabalho;

À Fazenda de Ensino e Pesquisa da FE/Unesp – Campus de Ilha Solteira, assim como a todos os seus funcionários, pelo auxílio na implantação, condução, avaliações e coleta de dados nos experimentos;

Aos meus queridos orientados aqui homenageados em nome da Doutoranda Nídia Raquel Costa, sem a qual este trabalho não teria total êxito e sem esquecer a grande equipe envolvida neste e em tantos outros projetos: Cleisy Ferreira do Nascimento, Cristiano Magalhães Pariz, Fernanda Garcia do Santos, Francielli Aparecida Cavasano, Lívia Maria Fermino de Souza, Roberta de Aquino Gameiro e Nelson de Araújo Ulian, valeu demais meus queridos;

Enfim, a todos àqueles que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação profissional e no desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Integração Lavoura-Pecuária (ILP) sob Sistema Plantio Direto (SPD).....	14
2.2 Adubação nitrogenada no consórcio milho/ <i>Brachiaria</i> em sistema de ILP.....	15
2.3 Estabelecimento de pastagens consorciadas com o milho em sistemas de ILP submetidos à adubação nitrogenada.....	17
2.4 Formação de palhada para o SPD e decomposição dos resíduos vegetais.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Localização da área experimental e caracterização do local.....	22
3.2 Experimento I – Adubação nitrogenada no consórcio milho/ <i>Brachiaria</i> em sistema de Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado.....	24
3.2.1 Delineamento experimental e tratamentos.....	24
3.2.2 Instalação e condução do experimento.....	24
3.2.3 Obtenção dos resultados.....	26
a) Determinação das leituras de índice de clorofila foliar (ICF) com clorofilômetro.....	26
b) Determinação dos teores de nutrientes em folhas de milho.....	26
c) Determinação das características morfológicas, componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho.....	27
d) Determinação da produtividade de massa seca da parte aérea das espécies de <i>Brachiaria</i>	28
3.2.4 Análise estatística.....	28
3.3 Experimento II – Adubação nitrogenada em espécies do gênero <i>Brachiaria</i> implantadas por ocasião do consórcio com a cultura do milho.....	29
3.3.1 Delineamento experimental e tratamentos.....	29
3.3.2 Condução do experimento.....	29
3.3.3 Obtenção dos resultados.....	30
a) Determinação da produtividade e da porcentagem de massa seca das espécies de <i>Brachiaria</i>	30

	Página
b) Determinação da composição bromatológica das espécies de <i>Brachiaria</i>	30
c) Determinação dos teores de nutrientes da parte aérea das espécies de <i>Brachiaria</i>	31
d) Avaliação da taxa de decomposição da palhada das espécies de <i>Brachiaria</i>	32
3.3.4 Análise estatística.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Experimento I – Adubação nitrogenada no consórcio milho/ <i>Brachiaria</i> em sistema de Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado.....	34
4.2 Experimento II – Adubação nitrogenada em espécies do gênero <i>Brachiaria</i> implantadas por ocasião do consórcio com a cultura do milho.....	45
5 CONCLUSÕES.....	71
6 REFERÊNCIAS.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Teores de nutrientes foliares e índice ICF em plantas de milho em função do consórcio com espécies de <i>Brachiaria</i> (<i>brizantha</i> cv. MG-5 e <i>ruziziensis</i>) e adubação nitrogenada em cobertura. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safras 2008/2009 e 2009/2010.....	35
2. Estande final de plantas (EFP), número de espigas (NE), altura de plantas (ALTP), altura de inserção da espiga principal (AIEP) e diâmetro basal do colmo (DBC) de plantas de milho em função do consórcio com espécies de <i>Brachiaria</i> (<i>brizantha</i> cv. MG-5 e <i>ruziziensis</i>) e adubação nitrogenada em cobertura. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safras 2008/2009 e 2009/2010.....	39
3. Comprimento de espigas (CE), número de fileiras (NF), de grãos por fileira (NGF), de grãos por espiga (NGE), massa de cem grãos (M100), produtividade de grãos (PG) de milho e produtividade de massa seca da parte aérea (PMS) das espécies de <i>Brachiaria</i> (<i>brizantha</i> cv. MG-5 e <i>ruziziensis</i>) em função do consórcio e adubação nitrogenada em cobertura. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safras 2008/2009 e 2009/2010	41
4. Produtividade de massa verde (PMV) e massa seca a 65 °C (PMS) de espécies de <i>Brachiaria</i> , implantadas por ocasião do consórcio com a cultura do milho, após corte de homogeneização e adubação nitrogenada. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Anos agrícolas de 2008/2009	47
5. Teores percentuais de fibras em detergente neutro (FDN), ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), cinzas (CZ), lignina (LIG), proteína bruta (PB), nitrogênio digerível total (NDT) e digestibilidade da matéria seca (DMS) em espécies de <i>Brachiaria</i> implantadas por ocasião do consórcio com a cultura do milho, após corte de homogeneização e adubação nitrogenada. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Anos agrícolas de 2008/2009 e 2009/2010.....	51
6. Teores nutricionais e relação lignina/N total na parte aérea de espécies de <i>Brachiaria</i> implantadas por ocasião do consórcio com a cultura do milho, após corte de homogeneização e adubação nitrogenada. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Anos agrícolas de 2008/2009 e 2009/2010.....	54
7. Extração de macronutrientes pela parte aérea de espécies de <i>Brachiaria</i> implantadas por ocasião do consórcio com a cultura do milho, após corte de homogeneização e adubação nitrogenada. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Dados climáticos obtidos junto à estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul. Período de Novembro/2008 a junho/2010.....	23
2.	Massa seca das espécies de <i>Brachiaria</i> remanescente no solo até 120 DAM, em função da adubação nitrogenada. Onde: a) e b) anos agrícolas 2008/2009 e c) e d) anos agrícolas 2009/2010, respectivamente. Selvíria. Mato Grosso do Sul.....	63
3.	Percentual de palha das espécies de <i>Brachiaria</i> remanescente no solo até 120 DAM, em função da adubação nitrogenada. Onde: a) e b) anos agrícolas 2008/2009 e c) e d) anos agrícolas 2009/2010, respectivamente. Selvíria. Mato Grosso do Sul.....	67

ANDREOTTI, M. **Adubação nitrogenada do consórcio milho/braquiárias para manutenção do sistema plantio direto no cerrado Sul-Matogrossense**. 2012. 85f. Tese (Livre Docência em Solos) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

RESUMO

Como alternativa para aumento da produtividade dos sistemas de produção agrícola, surgiu o Sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Desta maneira, o presente trabalho objetivou avaliar para o consórcio milho/*Brachiaria* submetido a doses de N em cobertura, em um Latossolo Vermelho distroférico do sul do Estado do Mato Grosso do Sul nas condições de integração lavoura/pecuária, o seguinte: 1) os teores nutricionais e as leituras do índice de clorofila foliar (ICF) em folhas de milho, assim como os respectivos componentes da produção e a produtividade de grãos, objetivando caracterizar a melhor dose de N para o consórcio, e 2) em relação às espécies de *Brachiaria*, após o consórcio, com o objetivo de nortear a manutenção do SPD pesquisado, efetuaram-se avaliações da produtividade de fitomassa, dos teores nutricionais, da composição bromatológica e da taxa de decomposição da palhada, durante os anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, da Faculdade de Engenharia - Unesp, Campus de Ilha Solteira, com histórico de oito anos sob SPD. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas espécies de *Brachiaria* (*brizantha* e *ruziziensis*) e cinco doses de N (uréia) em cobertura (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹). A *Brachiaria brizantha*, no consórcio com o milho, foi a espécie menos competitiva. A adubação nitrogenada utilizada nessa consorciação, até a dose de 200 kg ha⁻¹ de N, incrementou a nutrição, o crescimento, os componentes da produção e a produtividade de grãos do milho. Dessa forma, a adubação nitrogenada deve ser recomendada para o consórcio, e não isoladamente para as culturas. Embora tenha havido uma maior produtividade de massa seca da *B. brizantha*, a *B. ruziziensis* apresentou melhor composição bromatológica e nutricional, constituindo-se, nesse caso, como a mais indicada para o fornecimento de nutrientes às culturas em sucessão. Decorridos 60 dias após o corte, tanto a *B. brizantha*, quanto a *B. ruziziensis*, independentemente das doses de N em cobertura, proporcionaram remanescentes de palha suficiente para a manutenção do sistema plantio direto.

Palavras-chave: *Zea mays*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis*, Integração Lavoura-Pecuária, adubação em cobertura.

ANDREOTTI, M. **Nitrogen fertilization of corn/*Brachiaria* consortium for maintenance of no tillage system in savannah of Mato Grosso South, Brazil.** 2012. 85p. Thesis (Associated Professor in Soils) – Faculty of Engineering, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

ABSTRACT

As an alternative to increase the productivity of agricultural production system, the Crop-Livestock Integration has reached success. Thus, this study aimed to evaluate the consortium corn/*Brachiaria* submitted to doses of nitrogen in an Oxisol in the southern of Mato Grosso do Sul in the conditions of integrated crop/livestock, to: 1) nutritional content and leaf chlorophyll index (LCI) readings in corn leaves as well as the components of production and grain yield, aiming to better characterize the N rate for the consortium, and 2) in relation to *Brachiaria*, after the consortium, to maintenance of the no till system, there were evaluations of biomass productivity, the nutritional content, the chemical composition and decomposition rate of straw during the agricultural years 2008/2009 and 2009/2010, at Experimental Station of Faculty of Engineering - UNESP, Campus of Ilha Solteira, with a history of eight years under no till. The experimental design was a randomized complete block with four replications in a factorial 2 x 5, with two species of *Brachiaria* (*brizantha* and *ruziziensis*) and five rates of nitrogen (urea) at sidedressing (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹). *Brachiaria brizantha*, in consortium with corn, was the less competitive specie, and, the nitrogen used in this intercropping, up to 200 kg N ha⁻¹, increased the nutrition, growth, yield components and grain yield of corn. Thus, nitrogen fertilization should be recommended for the consortium, but not to the crops isolated. Although there was a higher productivity of the dry matter of *B. brizantha*, the *B. ruziziensis* showed better nutritional and chemical composition, being, in this case, as the most suitable both for the supply of nutrients to crops in succession. After 60 days of the cut, both *B. brizantha*, and *B. ruziziensis*, regardless of the levels of nitrogen in the remaining straw provided sufficient for the maintenance of no-tillage.

Keywords: *Zea mays*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis*, Crop-Livestock Integration, sidedressing.

1. INTRODUÇÃO

Em regiões de inverno seco e quente, a irregularidade e a baixa precipitação pluvial prejudicam o bom desenvolvimento dos sistemas de cultivo. Portanto, dificultam também o estabelecimento do sistema plantio direto (SPD), pois proporcionam baixa produtividade de fitomassa e em virtude destas condições climáticas favorecem a rápida decomposição dos resíduos vegetais. Desta maneira, a utilização e a ocupação agrícola dessas regiões, têm como necessidades básicas o uso de práticas fundamentadas essencialmente em bases conservacionistas.

Assim, o uso de plantas de cobertura é uma excelente alternativa para aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção, podendo restituir também quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos, uma vez que essas plantas podem absorver considerável quantidade de nutrientes do solo e os liberarem, posteriormente, na camada superficial pela decomposição dos seus resíduos.

No Cerrado, as áreas utilizadas para produção de grãos permanecem em pousio por aproximadamente oito meses do ano, quando se adota apenas uma safra por ano agrícola, em virtude das condições climáticas no início do outono, principalmente relacionado à deficiência hídrica. Como alternativa para solucionar esse problema, muitos agricultores estão optando pela adoção do sistema de Integração Lavoura-

Pecuária (ILP), onde são cultivadas, em consórcio, principalmente as espécies do gênero *Brachiaria* com culturas produtoras de grãos, destacando-se o milho. Este sistema garante a produção de forragem no inverno e a formação de cobertura morta para a próxima estação chuvosa, melhorando de maneira geral o sistema de cultivo e garantindo a utilização mais eficiente da área agrícola. Desta forma, a introdução das braquiárias nos sistemas de produção de grãos é uma das alternativas mais utilizadas atualmente como forma de intensificar a exploração, principalmente, das áreas destinadas à agropecuária no Brasil.

Neste contexto, o cultivo de plantas forrageiras em regiões de inverno seco seria importante também para o estabelecimento do SPD no verão. Portanto, os trabalhos com ILP na região de Cerrado, visando à produção de forragem de qualidade, anterior à semeadura de culturas anuais subsequentes, e principalmente o uso dos resíduos destas atuando na proteção dos solos, são essenciais, pois o clima pode prejudicar o desenvolvimento das culturas e favorecer a rápida decomposição da palhada.

Como a velocidade de decomposição dos resíduos culturais determina o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo pode-se inferir que quanto mais rápida for a sua decomposição, maior será a velocidade de liberação dos nutrientes, diminuindo, entretanto, a proteção do solo. Por outro lado, quanto mais altos forem os conteúdos de lignina e a relação C/N nos resíduos, tanto mais lenta será a sua decomposição.

Os estudos de adubação nitrogenada nestes sistemas de produção são de grande importância, pois há competição nutricional no consórcio. O nitrogênio, além de aumentar a produção forrageira e o desempenho animal, pode gerar aumento na produção de matéria seca para cobertura do solo e excelente reciclagem de nutrientes, o

que pode acarretar em efeito no desenvolvimento de culturas em sucessão, seja pela reciclagem ou efeito residual do N na palhada.

Diante do exposto, o trabalho teve por objetivos avaliar, para o consórcio milho/*Brachiaria* submetido a doses de N em cobertura, em um Latossolo Vermelho distroférico do sul do Estado do Mato Grosso do Sul nas condições de integração lavoura/pecuária, o seguinte: 1) os teores de nutrientes e as leituras do índice de clorofila foliar (ICF) em folhas de milho, assim como os respectivos componentes da produção e a produtividade de grãos, objetivando caracterizar a melhor dose de N para o consórcio, e 2) em relação às braquiárias, após o consórcio, com o objetivo de nortear a manutenção do SPD pesquisado, efetuaram-se avaliações da produtividade de fitomassa, dos teores nutricionais, da composição bromatológica e da taxa de decomposição da palhada, durante os anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Integração Lavoura-Pecuária (ILP) sob Sistema Plantio Direto (SPD)

De acordo com Macedo (2009), a ILP é definida como: “Sistemas produtivos de grãos, carne, leite, lã, e outros, realizados na mesma área, em semeadura simultânea, sequencial ou rotacionada, 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 e diminuir impactos ao ambiente, visando a sustentabilidade”.

Em diversas regiões do mundo, a recuperação de áreas degradadas, a redução dos custos de produção e o uso intensivo da área durante todo o ano, estão sendo viabilizados pela ILP sob SPD, envolvendo o cultivo de culturas graníferas ou de forragem e a pecuária, gerando resultados sócio-econômicos e ambientais positivos (TRACY e ZHANG, 2008; RUFINO et al., 2009; PARIZ et al., 2009; PARIZ, 2010; CARVALHO et al., 2010). Tais autores também sugerem que este sistema é mais sustentável do que a monocultura muitas vezes mais dependente da maior utilização de insumos, tais como os fertilizantes e principalmente defensivos.

Conforme Balbinot Júnior et al. (2009), sistemas de ILP pressupõem: 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 de corte e/ou entrada e saída dos animais. No entanto, conforme relato de 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.

O cultivo de forrageiras em região de inverno seco seria importante também para o estabelecimento do SPD no verão. Portanto, os trabalhos com Integração Lavoura-Pecuária nessas regiões visando a produção de forragem de qualidade, anterior à semeadura de culturas anuais como a soja, são de extrema importância, visto que o uso dos resíduos destas plantas atua na proteção dos solos, garantindo de maneira geral melhor desenvolvimento das culturas, já que o clima favorece a rápida decomposição dos resíduos vegetais.

2.2 Adubação nitrogenada no consórcio milho/*Brachiaria* em sistema de ILP

A integração de culturas produtoras de grãos com a atividade pecuária limitava-se a restritas opções. Contudo, atualmente, existem muitas opções tecnológicas que se aplicam às mais diversas situações sócio-econômicas dos produtores, onde a integração pode ser feita pelo consórcio, sucessão ou ainda rotação de culturas anuais com espécies forrageiras. Os objetivos da integração na atividade pecuária vão desde a recuperação de pastagens degradadas, a manutenção de altas produtividades das pastagens e,

principalmente, a produção forrageira nos períodos de outono/inverno, com objetivo também de 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 e YOKOYAMA, 2003).

A integração é a forma mais rentável de recuperação das pastagens degradadas, uma vez que tem sido um dos maiores problemas enfrentados ao longo dos anos pela atividade agropecuária. De acordo com Cezar (2007), existe uma estimativa de que, em que do total da área de pastagens cultivadas no Brasil, 80% apresentam algum grau de degradação e 60% já estão degradados, com perda do vigor, e, portanto, redução da capacidade de produção em quantidade e qualidade de forragem. Normalmente, essa degradação ocorre em áreas de solos de baixa fertilidade e é mais visível no Cerrado brasileiro onde existe a maior área de pastagem cultivada.

Desta maneira, a utilização da consorciação/sucessão de culturas é um dos meios para se elevar a produtividade de sistemas de produção, devido aos efeitos benéficos que tal prática proporciona nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (ALTIERI, 1987). Tem ainda, a vantagem de baratear o custo da renovação das pastagens e ofertar alimento para o gado num período de outono/inverno.

Neste contexto, em áreas de lavoura com solos devidamente corrigidos, foi preconizado o sistema consorciado de culturas de grãos com plantas forrageiras na Integração Lavoura-Pecuária (ILP). Esse sistema apresenta grandes vantagens, pois não altera o cronograma de atividades do produtor, é de baixo custo e não exige equipamentos especiais para sua implantação. 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), sendo o consórcio de

culturas produtoras de grãos e forrageiras tropicais somente possível graças ao diferencial de tempo e espaço existente, no acúmulo de biomassa entre as espécies (KLUTHCOUSKI e YOKOYAMA, 2003).

No cerrado, o cultivo de culturas graníferas no outono (safrinha) pode ser inviabilizado principalmente por déficits hídricos. Assim, o consórcio de milho com plantas forrageiras perenes, principalmente as do gênero *Brachiaria* no final do verão e início do outono, é uma opção para produção de forragem do outono até a primavera (KLUTHCOUSKI e YOKOYAMA, 2003), cujo corte que objetiva o fornecimento de volumoso aos animais, é uma alternativa ao invés de armazená-las na forma de silagem. No entanto, 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 do adequado conhecimento sobre o sistema como um todo.

Assim, nesse sistema de cultivo consorciado, o estudo da adubação nitrogenada é de suma importância e pesquisas envolvendo espécies de *Brachiaria* podem viabilizar a utilização dessas forrageiras em sistemas de ILP. Existem também relatos dos benefícios do efeito residual da adubação na ILP (MARTHA JÚNIOR e VILELA, 2007), uma vez que o nutriente é primordial para desenvolvimento e manutenção da pastagem.

2.3 Estabelecimento de pastagens consorciadas com o milho em sistemas de ILP submetidos à adubação nitrogenada

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 muito aquém do potencial das gramíneas forrageiras tropicais (MARTHA JÚNIOR; VILELA;

BARCELLOS, 2006), podendo gerar muitos problemas relacionados principalmente à degradação física, biológica e química do solo.

Como alternativa para aumento da produtividade das pastagens, surgiu o Sistema de ILP, que fundamenta-se na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente o milho, sorgo, milheto, arroz e soja, com plantas forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Brachiaria*, tanto no SPD como no convencional, em áreas de lavoura, com solo parcial ou devidamente corrigido (KLUTHCOUSKI e AIDAR, 2003).

Devido aos grandes investimentos necessários para a formação, recuperação e reforma de pastagens, têm-se buscado diversas técnicas visando a redução desses investimentos (JAKELAITIS et al., 2005). Desta maneira, 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 Cerrado (LANDERS, 2007).

Nestes sistemas, as culturas anuais apresentam bom desempenho no desenvolvimento inicial, exercendo com isto, competição com as plantas forrageiras, evitando assim redução significativa nas suas capacidades produtivas de grãos. A competição existente entre as espécies pode inviabilizar o cultivo consorciado, porém, o conhecimento do comportamento destas 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 (BARREIRO; CRUSCIOL; BORGHI, 2006).

Dos fatores considerados essenciais ao desenvolvimento das plantas, 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, quando passa a contribuir expressivamente para a produtividade de massa seca da parte aérea e a concentração de N na planta, pois causam diversas alterações fisiológicas,

como no número, tamanho, massa e taxa de aparecimento de perfilhos e folhas, além do alongamento do colmo, todos importantes na produção de massa seca e valor nutritivo da planta forrageira (SILVEIRA e MONTEIRO, 2007), além de ser necessário à síntese de ácidos nucleicos, proteínas, hormônios, clorofila e vários outros compostos essenciais ao desenvolvimento das plantas (SANTOS, 2004).

Portanto, as doses de N economicamente viáveis, em que as espécies tenham maior capacidade produtiva sem que outros fatores limitantes possam interromper o seu desenvolvimento, ainda não foram completamente esclarecidas, principalmente quanto às novas tecnologias empregadas nos sistemas de produção que envolvam espécies forrageiras, como pastagens irrigadas e métodos de renovação/recuperação como o sistema de integração com lavouras anuais em consórcio com forrageiras.

O manejo apropriado da pastagem é um fator de extrema importância 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 N 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 por Assmann et al. (2003).

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

Para o sucesso do sistema plantio direto, um dos requisitos indispensáveis é a boa formação da palhada na superfície do solo. A correta escolha da espécie vegetal a ser utilizada é extremamente importante, uma vez que devem ser considerados os fatores climáticos característicos de cada região e tipo de solo. No cerrado, o clima é

caracterizado por inverno seco, altas temperaturas no decorrer do ano que aliado à precipitação pluvial dificulta a implantação dessas espécies de cobertura e principalmente a permanência da palha sobre a superfície do solo.

Portanto, em regiões de clima tropical, a maior limitação na manutenção de palhada é a rapidez com que a massa vegetal se decompõe (LANDERS, 1995). Mesmo quando a palhada é basicamente constituída por gramíneas, a sua decomposição pode ser acelerada pelos fatores climáticos, de forma que a manutenção de uma camada de cobertura do solo nesse ambiente torna-se uma atividade complexa, exigindo conhecimento e experiência do produtor que adota o SPD (ALVARENGA et al., 2001).

O uso de espécies forrageiras, tais como as do gênero *Brachiaria* destinadas à formação de palha, vem despertando o interesse de muitos agricultores e pesquisadores (TORRES, 2003; ANDRIOLI, 2004), pois estas gramíneas podem ser de grande potencial na manutenção da palha sobre o solo devido a sua alta relação C/N e lignina/N total, o que retarda sua decomposição e aumenta a possibilidade de utilização em regiões mais quentes, como o Cerrado brasileiro. Estas espécies se destacam ainda pela excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, facilidade de estabelecimento e considerável produção de biomassa que proporciona excelente cobertura vegetal do solo.

A decomposição de resíduos das culturas é uma variável importante na ciclagem de nutrientes em SPD e o conhecimento de sua dinâmica é fundamental para a compreensão do processo, uma vez que o conhecimento desta ciclagem resultará em sua utilização mais eficiente pelas culturas e principalmente, na redução dos impactos negativos causados ao ambiente. As taxas de decomposição das plantas de cobertura 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 (KLIEMANN; BRAZ; SILVEIRA, 2006). Esta palhada funciona também como um reservatório de nutrientes que são liberados gradualmente pela ação dos microorganismos do solo.

A velocidade de decomposição dos resíduos culturais determina o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo. Quanto mais rápida for a sua decomposição, maior será a velocidade de liberação dos nutrientes, diminuindo a proteção do solo. Entretanto, quanto mais altos forem os conteúdos de lignina e a relação C/N nos resíduos, tanto mais lenta será a sua decomposição (FLOSS, 2000). Pode-se, portanto, agrupar as espécies vegetais em duas classes gerais, uma de decomposição rápida (leguminosas) e outra de decomposição lenta (gramíneas), sendo bem aceito um valor de relação C/N próximo a 25, como referência de separação entre elas (WIEDER e LANG, 1982).

O manejo dos resíduos culturais, em superfície ou incorporados ao solo, resulta em variadas velocidades de decomposição. Todavia, não existe consenso nos trabalhos da literatura, com relação ao melhor método para avaliação desta decomposição, sendo a concentração de N e/ou as relações C/N e lignina/N sugeridas por alguns autores (MELLILO; ABER, MURATORE, 1982; BERG, 1986). Outros autores avaliaram esta decomposição por meio da incubação de material vegetal com solo, em laboratório ou no campo, sendo esta taxa estimada pela perda de massa decorrente da liberação de carbono na forma de CO₂ (SILVA et al., 1997; SCHUNKE, 1998).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi composta de dois experimentos sequenciais instalados em uma área que apresentava um histórico de oito anos sob SPD (fase inicial/transição) com culturas anuais e perenes para formação de palhada na seguinte sucessão: milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*), guandu anão (*Cajanus cajan*), *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e novamente milho, sendo a cultura anterior o feijão de inverno nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010. A área foi irrigada por aspersão (pivô central) quando necessário (baseada no Kc das culturas) durante todo o período experimental, em função de déficits hídricos.

3.1 Localização da área experimental e caracterização do local

O experimento foi conduzido nos anos agrícolas de 2008/2009 e 2009/2010, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, pertencente à Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira (FE/Unesp), 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 médias no período de realização do experimento.

O solo da área é um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, classificado conforme EMBRAPA (2006). Os atributos físicos e químicos anteriormente à instalação do experimento (safra 2008/2009) na camada de 0 a 0,20 m do solo apresentaram os seguintes valores: densidade do solo = $1,31 \text{ kg dm}^{-3}$; macro, micro e porosidade total = 0,147; 0,334 e $0,481 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, respectivamente; $\text{pH} (\text{CaCl}_2) = 5,1$; $\text{M.O.} = 28 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 22,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{P} (\text{resina}) = 18 \text{ mg dm}^{-3}$; K^+ , Ca^{2+} e $\text{Mg}^{2+} = 3,2$; 19,0 e $11,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente, e $V = 60\%$. Na safra 2009/2010, os atributos referentes à fertilidade do solo, também na camada de 0 a 0,20 m de profundidade, apresentaram os seguintes valores: $\text{pH} (\text{CaCl}_2) = 5,0$; $\text{M.O.} = 27 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 33,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{P} (\text{resina}) = 15 \text{ mg dm}^{-3}$; K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SB e CTC = 2,2; 19,7; 12,5; 33,2 e $55,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente, e $V = 50\%$.

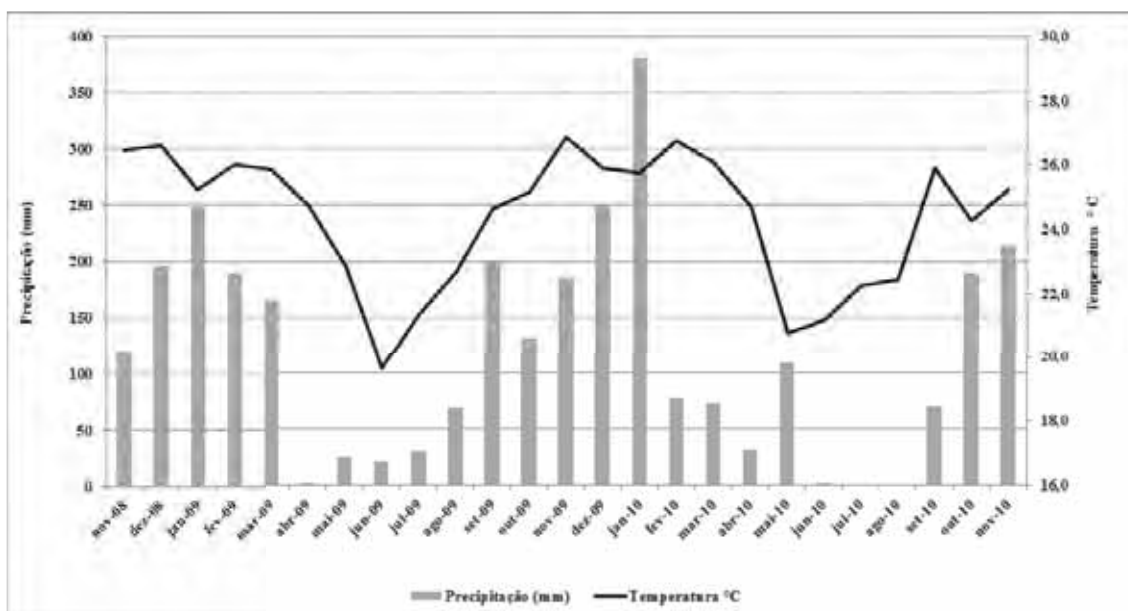


Figura 1. Dados climáticos obtidos junto à estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul. Período de Novembro/2008 a junho/2010.

3.2 Experimento I – Adubação nitrogenada no consórcio milho/*Brachiaria* em sistema de Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado

Este experimento foi conduzido durante os anos agrícolas de 2008/2009 e 2009/2010.

3.2.1 Delineamento experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 5, constituído por dois consórcios de milho (híbrido simples DKB 390 YG) com duas espécies de *Brachiaria* (*B. brizantha* cv. MG-5 e *B. ruziziensis*), e cinco doses de N aplicadas em cobertura na cultura do milho, nos dois anos agrícolas. Os tratamentos de adubação nitrogenada em cobertura, constituíram-se numa testemunha, e 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N, utilizando-se como fonte a uréia (45% de N). As parcelas de 36 m², foram constituídas por quatro linhas do milho (3,6 m) com 10 m de comprimento. Para as avaliações dos componentes da produção e da produtividade de grãos do milho foram consideradas duas linhas centrais, desprezando-se um metro em cada extremidade.

3.2.2 Instalação e condução do experimento

Antes da semeadura do milho, a área foi dessecada (10/11/2008) com o herbicida Glyphosate na dose de 1440 g i.a. ha⁻¹. A cultura do milho foi semeada mecanicamente com uso de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD no dia 18/11/2008, à profundidade de aproximadamente 0,05 m,

espaçamento de 0,90 m e cerca de 5,4 sementes m^{-1} , objetivando-se atingir o estande final próximo a 55.000 plantas ha^{-1} . Foi realizada a adubação de semeadura no milho com aplicação de 300 $kg\ ha^{-1}$ do formulado 08-28-16 (24 $kg\ ha^{-1}$ de N, 84 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 e 48 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , respectivamente). Como tratamento de sementes, foi feita a aplicação de 150 $g\ L^{-1}$ i. a. imidacloprido + 450 $g\ L^{-1}$ i.a. tiodicarbe.

A semeadura das forrageiras foi realizada simultaneamente à do milho, sendo efetuada com outra semeadora-adubadora com mecanismo sulcador do tipo disco duplo desencontrado para SPD, onde foram semeadas duas linhas dos capins nas entrelinhas da cultura produtora de grãos. As sementes foram acondicionadas no compartimento do fertilizante da semeadora e depositadas na profundidade de 0,08 m, espaçadas em 0,34 m, utilizando-se aproximadamente 7 $kg\ ha^{-1}$ de sementes puras viáveis (VC=76%), localizando-se, dessa forma, abaixo da semente de milho, seguindo as recomendações de Kluthcouski et al. (2000).

A emergência do milho ocorreu em 25/11/2008, enquanto que os capins do gênero *Brachiaria* tiveram sua emergência em 29/11/2008, dada tanto pela sua maior profundidade de deposição no solo em comparação às sementes de milho, quanto à sua emergência normal entre 7 e 12 dias após a semeadura.

Em 23/12/2008, quando a cultura do milho atingiu o estágio fenológico V4 (quatro folhas totalmente desenvolvidas), procedeu-se a adubação de cobertura, aplicando-se manualmente e a lanço as doses de 50, 100, 150 e 200 $kg\ ha^{-1}$ de N, com exceção da testemunha. A adubação de cobertura foi realizada próxima às linhas do milho, utilizando-se a uréia como fonte, sendo feita após a adubação, irrigação da área experimental com uma lâmina de 14 mm, minimizando assim perdas excessivas de N por volatilização.

A colheita manual do milho para avaliação dos componentes da produção e produtividade (área útil da parcela) foi realizada em 25/03/2009, correspondendo a 121 dias após a emergência (DAE) do milho.

3.2.3 Obtenção dos resultados

a) Determinação das leituras de índice de clorofila foliar (ICF) com o clorofilômetro

No período do florescimento, após a emissão da inflorescência feminina, ou seja, no momento em que mais de 50% das plantas encontravam-se pendoadas e com a presença de estilo-estigmas (cabelo), determinaram-se as leituras ICF utilizando-se clorofilômetro digital (CFL 1030 - Falker). As leituras foram realizadas no terço médio das folhas da base da espiga, utilizando-se em média 10 folhas por parcela (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

b) Determinação dos teores de nutrientes em folhas de milho

Para a diagnose foliar, as 10 folhas utilizadas para determinação do ICF foram coletadas, sendo posteriormente descartados os terços inferiores e superiores da folha, seguindo a metodologia proposta por Cantarella, Raij e 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, e em seguida, foram determinadas as concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

c) Determinação das características morfológicas, componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho

Foram determinados um dia antes da colheita o estande final de plantas (EFP) e o número de espigas (NE) por hectare. Realizou-se então a contagem do número de plantas e do número de espigas contidas na área útil da parcela (duas linhas centrais desprezando-se um metro nas extremidades) em cada unidade experimental.

As alturas das plantas (ALTP) e da inserção da espiga principal (AIE) foram determinadas mediante mensuração, 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 segundo entrenó acima do solo com o auxílio de paquímetro. Estas determinações foram efetuadas em 10 plantas aleatoriamente dentro da área útil de cada unidade experimental, por ocasião da avaliação do estande final de plantas.

O comprimento da espiga principal (CE) foi determinado com régua graduada em centímetros, em dez espigas aleatoriamente em cada unidade experimental. Posteriormente foi contado o número de fileiras de grãos por espiga (NF) e o número de grãos por fileira (NGF). O número de grãos por espiga (NGE) foi calculado multiplicando-se o NF pelo NGF, em dez espigas por parcela. 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 (base úmida).

A produtividade de grãos (PG) foi determinada colhendo-se manualmente todas as espigas das plantas contidas na área útil da parcela. Após a colheita, as espigas foram debulhadas mecanicamente, pesando-se os grãos, calculando-se a produtividade da parcela, extrapolada para kg ha^{-1} e corrigida para as condições de 13% de umidade.

d) Determinação da produtividade de massa seca da parte aérea das espécies de Brachiaria

Um dia após a colheita do milho foram realizadas amostragens para determinação da produtividade de massa seca das forrageiras em consórcio (PMS). Coletou-se então 0,25 m² em quatro pontos dentro de cada unidade experimental com auxílio de um quadrado de metal (0,50 m x 0,50 m) lançado aleatoriamente na parcela, adotando-se como referência 0,05 m em relação à superfície do solo, para determinação da massa seca residual das forrageiras (palha). Em cada uma das amostragens o material cortado foi pesado e a amostra colocada em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C até massa constante, para a quantificação da PMS (extrapolada para kg ha⁻¹).

Para a instalação e condução do experimento na safra 2009/2010, foram adotados os mesmos procedimentos descritos anteriormente para a safra 2008/2009. Para tanto, a semeadura do milho e das espécies forrageiras foi realizada em 04/11/2009. A colheita do milho (safra 2009/2010) ocorreu em 11/03/2010, correspondendo também a 121 DAE.

3.2.4 Análise estatística

Os atributos referentes ao milho e às espécies de *Brachiaria* tiveram os resultados, em função das espécies forrageiras, submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste “t” de Student a 5% de probabilidade. O efeito de doses de N no consórcio foi avaliado por análise de regressão polinomial. Todos os cálculos foram efetuados utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1999).

3.3 Experimento II – Adubação nitrogenada em espécies do gênero *Brachiaria* implantadas por ocasião do consórcio com a cultura do milho

Este experimento foi conduzido no ano de 2009 e 2010, após a colheita de grãos da cultura do milho implantado no experimento I (respectivamente colhidos em 25/03/2009 e 11/03/2010 para as safras 2008/2009 e 2009/2010).

3.3.1 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 5, com duas espécies forrageiras (*Brachiaria brizantha* cv. MG-5 e *Brachiaria ruziziensis*) e cinco doses de N aplicadas em cobertura, após o consórcio com a cultura do milho, constituindo-se em testemunha, e 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N. Cada unidade experimental foi constituída por 3,6 m de largura x 10 m de comprimento, totalizando 36 m².

3.3.2 Condução do experimento

Após a operação de colheita do milho (25/03/2009 na primeira safra e 11/03/2010 na segunda safra), as plantas forrageiras foram uniformizadas com roçadora mecânica, adotando-se como referência aproximadamente 0,25 m em relação à superfície do solo. Esse manejo teve por objetivo estimular o perfilhamento e padronizar a idade fenológica dos capins, simulando um corte de homogeneização sem remoção do material da área, portanto, deixando-se a palhada sobre a superfície do solo.

Nos anos agrícolas 2008/09 e 2009/10 efetuaram-se as adubações das plantas forrageiras (respectivamente em 29/03/2009 e 13/03/2010), com as doses de 50, 100, 150 e 200 kg N ha⁻¹, utilizando-se como fonte a uréia (45 % de N), aplicadas a lanço, irrigando-se seguidamente a área experimental com uma lâmina d'água de 15 mm.

3.3.3 Obtenção dos resultados

a) Determinação da produtividade e da porcentagem de massa seca das espécies de Brachiaria

Foram realizadas amostragens para determinação da produtividade de massa seca (PMS) e porcentagem de matéria seca (%MS), cerca de 40 dias após a adubação nitrogenada em ambos os cultivos (abril de 2009 e maio de 2010), antes da área ser manejada com triturador horizontal de resíduos vegetais (Triton). Coletou-se então 0,25 m² em quatro pontos dentro de cada unidade experimental com auxílio de um quadrado de metal (0,50 m x 0,50 m), adotando-se como referência 0,05 m em relação à superfície do solo, para determinação da massa seca residual (palha). Em cada uma das amostragens, o material cortado foi pesado e as amostras foram colocadas em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C até massa constante, para a quantificação da PMS (extrapolada para kg ha⁻¹) e da %MS.

b) Determinação da composição bromatológica das espécies de Brachiaria

Após o corte dos capins e quantificação da PMS e da %MS à 65° C, retirou-se uma subamostra de cada tratamento, pesada e colocada em estufa de ventilação forçada

para determinação dos valores à 105°C para determinação da segunda massa seca ou massa seca definitiva e desta foram corrigidos os valores 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 e Queiroz (2002).

A estimativa dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi realizada por meio da fórmula sugerida por Cappelle et al. (2001), 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 (%)

Para a obtenção da digestibilidade da matéria seca (DMS), foi utilizada a equação proposta por Linn e Kuehn (1997):

$$\text{DMS} = 88,9 - 0,779 \times \text{FDA}$$

Onde:

DMS – digestibilidade da matéria seca (%);

FDA – 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.

c) Determinação dos teores de nutrientes da parte aérea das espécies de Brachiaria

Na massa seca a 65°C foram determinadas também as concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S, de acordo com a metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Essas determinações foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Plantas, da Faculdade de Engenharia (FE/Unesp) – Campus de Ilha Solteira.

d) Avaliação da taxa de decomposição da palhada das espécies de Brachiaria

Em ambos anos agrícolas, após o corte das braquiárias (40 dias após a adubação nitrogenada – abril de 2009 e maio de 2010), acondicionou-se, em sacos de nylon (*litter bags* de 0,06 m², com 0,30 m de comprimento por 0,20 m de largura), uma quantidade proporcional de massa fresca de cada parcela. Tais sacos foram depositados em contato direto com o solo da respectiva parcela da área experimental, logo após a dessecação das forrageiras. As quantidades de palha colocadas dentro de cada saquinho foram proporcionais a massa seca produzida por área, de acordo com as espécies de *Brachiaria* e a adubação nitrogenada. O capim utilizado para enchimento dos sacos de nylon foi o mesmo cortado pelo triturador horizontal (Triton), simulando assim, o tamanho natural dos fragmentos obtidos no manejo de corte.

Aos 30, 60, 90 e 120 dias após dessecação, retirou-se um saquinho de cada parcela, a fim de avaliar o remanescente de palha, objetivando a determinação do tempo de decomposição da massa seca durante o período de 120 dias. Para isso, foi coletada a massa fresca de dentro de cada um, que foi limpa em peneira e determinada a massa seca (estufa a 65°C até massa constante).

O uso do “Litter Bag” ao invés do método do quadrado de metal, para avaliação do tempo de decomposição da palha, foi devido ao fato da área estar sendo cultivada em

SPD há aproximadamente oito anos, onde no momento das avaliações poderia ocorrer contaminação das amostras com palha de cortes anteriores ao objeto de estudo.

Para a obtenção dos resultados referentes ao segundo ano agrícola avaliado (2009/2010), foram realizados os mesmos procedimentos descritos anteriormente para a instalação e condução do experimento no ano agrícola de 2008/2009.

3.3.4 Análise estatística

Os atributos referentes às espécies de *Brachiaria* tiveram os resultados, submetidos à análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste “t” de Student a 5% de probabilidade. O efeito de doses de N e decomposição da palhada foram avaliados por análise de regressão polinomial. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 1999).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I – Adubação nitrogenada no consórcio milho/*Brachiaria* em sistema de Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado

Não houve interação entre os atributos avaliados em nenhuma variável analisada durante a condução do experimento. Assim, pode-se constatar que as espécies forrageiras influenciaram somente os teores foliares de N e S do milho na safra 2008/2009. Na safra 2009/2010, houve somente o efeito nos teores foliares do milho para P, K e Ca, não afetando os demais (Tabela 1).

Desta forma, os teores de nutrientes foliares de milho foram significativamente maiores no consórcio com *B. brizantha* do que em relação à *B. ruziziensis*. Pode-se inferir que a *B. brizantha* apresentou menor competição com a cultura do milho até o florescimento, período este da coleta de folhas para análise. Assim, somente os teores de N e S ficaram abaixo dos valores considerados adequados em folhas de cereais, segundo a análise dos limites preconizados por Malavolta; Vitti, Oliveira (1997).

Tabela 1. Teores de nutrientes foliares e índice ICF em plantas de milho em função do consórcio com espécies *Brachiaria* (*brizantha* cv. MG-5 e *ruziziensis*) e adubação nitrogenada em cobertura. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safras 2008/2009 e 2009/2010.

Tratamentos	Safr 2008/2009						
	N	P	K	Ca	Mg	S	ICF
	g kg ⁻¹						
Espécies	*	ns	ns	ns	ns	**	**
<i>B. brizantha</i>	27,8 a	5,8	19,7	3,6	2,3	1,03 a	65,9 a
<i>B. ruziziensis</i>	25,7 b	5,4	19,1	3,8	2,3	0,78 b	60,5 b
N	*	ns	ns	ns	ns	ns	**
0	23,6 ⁽¹⁾	5,2	19,2	3,7	2,4	0,82	53,9 ⁽²⁾
50	26,5	5,8	19,7	3,9	2,5	0,94	61,6
100	27,4	5,7	19,6	3,7	2,2	0,92	63,5
150	27,5	5,8	19,4	3,8	2,3	0,91	65,7
200	28,7	5,6	19,0	3,5	2,2	0,95	71,2
CV %	11,23	11,34	6,51	15,37	15,82	16,30	7,05
Tratamentos	Safr 2009/2010						
	N	P	K	Ca	Mg	S	ICF
	g kg ⁻¹						
Espécies	ns	**	**	**	ns	ns	*
<i>B. brizantha</i>	26,3	7,4 a	19,2 a	3,4 a	2,4	1,01	51,9 a
<i>B. ruziziensis</i>	25,7	6,9 b	18,4 b	3,0 b	2,2	1,05	48,6 b
N	**	**	ns	ns	ns	**	**
0	20,6 ⁽³⁾	6,3 ⁽⁴⁾	19,1	3,2	2,3	0,95 ⁽⁵⁾	39,9 ⁽⁶⁾
50	24,9	6,9	18,9	3,2	2,2	0,97	50,3
100	26,9	7,3	18,8	3,3	2,4	1,06	52,3
150	28,4	7,6	18,7	3,3	2,3	1,09	52,8
200	29,3	7,5	18,5	3,2	2,4	1,07	56,2
CV %	9,31	9,95	5,11	9,18	13,47	8,49	8,91

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste “t” de Student, onde: **, *, ns: (p<0,01), (p<0,05) e (p>0,05), respectivamente.

⁽¹⁾ N foliar = 24,5 + 0,0225N (r² = 0,844**)

⁽²⁾ ICF = 55,4 + 0,0773N (r² = 0,939**)

⁽³⁾ N foliar = 19,78 + 2,08N (r² = 0,910**)

⁽⁴⁾ P foliar = 6,19 + 0,31N (r² = 0,852**)

⁽⁵⁾ S foliar = 0,92 + 0,036N (r² = 0,843**)

⁽⁶⁾ ICF = 39,78 + 3,51N (r² = 0,807**)

De acordo com Borghi e Crusciol (2007), em virtude da grande exigência de N por ambas as espécies quando consorciadas, pode haver grande competição pelo nutriente, o que foi verificado no presente trabalho, principalmente no consórcio com a *B. ruziziensis* que resultou em menores teores de nutrientes foliares à cultura do milho.

Apesar dos teores de S nas folhas estarem abaixo do recomendado, não foram observados sintomas de deficiência deste nutriente nas plantas. As baixas concentrações de S nas folhas foram ocasionadas, em parte, pela não aplicação de fontes deste nutriente no solo e pelo uso contínuo somente de uréia como fonte de N, onde tal fato pode ter limitado também as respostas nutricionais em folhas de milho à adubação nitrogenada em cobertura.

As leituras ICF em clorofilômetro (Tabela 1) também foram influenciadas pelas plantas forrageiras, com valores variando de 53,8 a 71,2 e 48,6 a 52,0 nas duas safras analisadas, respectivamente. Embora sem efeito significativo das espécies forrageiras nos teores de N, Mg e S (safra 2009/2010), nutrientes estes com função direta na fotossíntese, principalmente para N e Mg, a *B. brizantha* também proporcionou maiores valores em relação à *B. ruziziensis*, e estes refletiram nas leituras ICF.

Os resultados para as leituras ICF na safra 2008/2009 estão, em sua maioria, acima dos 55,0-58,0 considerados por Malavolta, Vitti 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 2 anos de avaliação, aplicando até 300 kg ha⁻¹ de N (20% na semeadura e o restante em cobertura no estágio V4 da cultura do milho). Portanto, pode-se considerar que os índices ICF do presente trabalho na safra 2008/2009 foram elevados, além do que, conforme Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), para atingir 100% de colheita relativa de grãos da cultura do milho seria necessário em torno de 53,83 SPAD que correspondem a 63,83 ICF.

Os valores ICF para a safra 2009/2010 ficaram abaixo do recomendado para a cultura, devendo-se destacar nesta safra o efeito de maior pluviosidade (Figura 1) após a adubação nitrogenada em cobertura, o que pode ter aumentado a lixiviação de N-NO₃⁻. Entretanto, cabe salientar que, numa análise de correlação linear simples entre os

atributos avaliados no presente trabalho, nos dois anos constataram-se correlações significativas e diretas entre: a) leitura ICF e os teores de N foliar no milho ($r^2=0,817$ **), b) N foliar e produtividade de grãos ($r^2=0,751$ **) e c) ICF com a produtividade de grãos ($r^2=0,807$ **).

As doses de N em cobertura (2008/2009) influenciaram de maneira significativa somente os teores foliares de N e os valores ICF (Tabela 1), apresentando aumento linear em função das doses. Esse comportamento demonstrou que como o N faz parte da molécula de clorofila, o aumento de N foliar reflete diretamente na leitura ICF, que no presente trabalho apresentou correlação positiva de $r^2= 0,745$ **.

Na safra 2009/2010, as doses de N em cobertura apresentaram ajustes lineares positivos para os teores foliares de N, P e S, bem como para as leituras ICF do clorofilômetro (Tabela 1), demonstrando assim a importância do N na nutrição do milho em consórcio com as espécies de *Brachiaria*, principalmente na safra de verão, onde as precipitações pluviais do período foram altas (mais de 400 mm entre novembro e dezembro de 2009), aumentando os riscos de perda de N por lixiviação (Figura 1). Novamente pode-se notar que o incremento do N foliar resultou em maiores leituras ICF ($r^2= 0,813$ **), uma vez que este nutriente é primordial na constituição da clorofila.

Considerando-se que no consórcio pode ocorrer competição pelo N entre a planta produtora de grãos e a planta forrageira, o manejo adequado da adubação nitrogenada deve atender a demanda pelo elemento nos estádios cruciais das espécies consorciadas, sem prejudicar a produtividade de ambas. Nesse contexto, Argenta et al. (2002) destacaram a possibilidade de se inferir sobre o estado nutricional de N em milho a partir de leituras com clorofilômetro. Dessa forma, o emprego do medidor portátil de clorofila (equipamento que permite medições instantâneas e indiretas do teor de clorofila na folha por índices SPAD ou ICF), constitui alternativa promissora para

avaliação do teor de N nas plantas, com possibilidade no 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.

O crescimento da planta de milho não foi influenciado pelas espécies forrageiras (Tabela 2). O estande final de plantas (EFP) de milho, nas duas safras, não foi influenciado pelas espécies forrageiras e a adubação nitrogenada em cobertura. Diferentemente dos resultados de Borghi e Crusciol (2007), que observaram em decorrência de maior população de *B. brizantha* proporcionado pelo consórcio simultâneo na entrelinha do milho, uma diminuição no EFP para o mesmo espaçamento entrelinhas utilizado no presente experimento (0,90 m), em virtude da maior competição exercida pelo capim, principalmente no período inicial de desenvolvimento do milho. O mesmo não foi observado no presente ensaio, uma vez que não foi constatada competição inicial das espécies forrageiras com a cultura produtora de grãos, sendo verificada também excelente germinação e emergência da cultura do milho e somente alguns dias após, a emergência das espécies forrageiras, pois estas foram semeadas em maior profundidade comparada ao milho, justamente para evitar maiores problemas com competição no período de desenvolvimento inicial das culturas.

Nota-se que, de maneira geral, o crescimento da planta de milho também não foi influenciado significativamente pelos consórcios na safra 2009/2010, exceto para a altura de plantas (ALTP) e número de espigas por área (NE). Mesmo sem variação significativa do estande final de plantas (EFP), a competição da *Brachiaria ruziziensis* com o milho resultou em plantas de menor estatura e com menor número de espigas por área. Entretanto, este componente da produção não resultou em menor produtividade de grãos, uma vez que esta depende do efeito conjunto em todos os componentes da produção.

Tabela 2. Estande final de plantas (EFP), número de espigas (NE), altura de plantas (ALTP), altura de inserção da espiga principal (AIEP) e diâmetro basal do colmo (DBC) de plantas de milho em função do consórcio com espécies de *Brachiaria* (*brizantha* cv. MG-5 e *ruziziensis*) e adubação nitrogenada em cobertura. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safras 2008/2009 e 2009/2010.

Safra 2008/2009					
Tratamentos	EFP	NE	ALTP	AIEP	DBC
	(plantas ha ⁻¹)	(espigas ha ⁻¹)	(m)	(m)	(mm)
Espécies	ns	ns	ns	ns	ns
<i>B. brizantha</i>	52.111	52.111	2,76	1,40	25,2
<i>B. ruziziensis</i>	51.387	51.778	2,72	1,41	24,7
N	ns	ns	ns	ns	ns
0	51.994	51.667	2,72	1,40	25,0
50	50.556	51.528	2,77	1,45	24,3
100	51.806	52.639	2,72	1,41	25,1
150	52.917	52.917	2,73	1,38	25,4
200	51.580	50.972	2,76	1,39	25,0
CV %	8,93	8,51	3,26	4,42	5,91
Safra 2009/2010					
Tratamentos	EFP	NE	ALTP	AIEP	DBC
	(plantas ha ⁻¹)	(espigas ha ⁻¹)	(m)	(m)	(mm)
Espécies	ns	**	**	ns	ns
<i>B. brizantha</i>	57.993	56.611 a	2,36 a	1,23	21,4
<i>B. ruziziensis</i>	56.982	53.074 b	2,29 b	1,16	21,7
N	ns	ns	ns	ns	ns
0	58.009	53.241	2,33	1,16	21,1
50	57.593	54.120	2,33	1,16	21,0
100	58.333	54.398	2,29	1,17	21,6
150	56.667	55.602	2,36	1,27	21,3
200	56.833	56.852	2,32	1,20	22,5
CV %	7,89	5,81	4,13	10,25	7,84

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste “t” de Student, onde: **, *, ns: (p<0,01), (p<0,05) e (p>0,05), respectivamente.

Quanto aos componentes morfológicos, os resultados assemelham-se aos obtidos por Pariz (2010) que, comparando espécies de *Brachiaria* em consórcio com milho, concluíram que a *Brachiaria ruziziensis* também proporcionou menor desenvolvimento, bem como redução nos componentes da produção e produtividade de grãos de milho, em relação ao consórcio com *B. brizantha* cv. Marandu. De acordo com Kluthcouski et al. (2000), a deposição do fertilizante de semeadura, misturado com as sementes da espécie forrageira, em maiores profundidades (0,07 a 0,10 m), permitiu o atraso da emergência da forrageira, de maneira a diminuir a competição com a cultura produtora

de grãos. Verifica-se ainda que, por efeito das doses de N em cobertura nas duas safras (Tabela 2), não houve ajustes de regressões para as variáveis analisadas.

Outra vantagem constatada em relação às espécies de *Brachiaria* foi que, no consórcio houve tanto ótima germinação, quanto boa emergência dos capins (VC= 76%). Isso fez com que a área fosse ocupada homoganeamente, diminuindo a incidência de luz no solo, reduzindo ao longo do ciclo a incidência de plantas daninhas sem a necessidade de utilização de herbicidas comumente aplicados na cultura do milho.

Apesar de não terem ocorrido diferenças significativas no diâmetro basal do colmo (DBC), os resultados (Tabela 2) foram superiores aos obtidos por Pariz (2010), com o mesmo tipo de consórcio e híbrido de milho avaliado, uma vez que plantas com colmos mais grossos, normalmente pela maior quantidade de tecidos de reserva, têm maior capacidade de translocação de nutrientes, bem como, tornam-se mais resistentes ao tombamento, demonstrando a viabilidade do consórcio do milho com espécies de braquiária.

Estes resultados foram semelhantes aos de Borghi et al. (2008), que também não verificaram efeito dos consórcios adubados com N, em relação à altura de plantas (ALTP) e diâmetro basal do colmo (DBC). Vale ressaltar ainda que em híbridos modernos, as plantas com maior matéria seca, normalmente acumulam mais nutrientes, translocando-os para as espigas na época de enchimento dos grãos. Portanto, após a colheita, depositam maior quantidade de palha na superfície do solo, o que é muito favorável para o SPD. A não resposta do milho em crescimento, por ação da adubação nitrogenada, pode ser atribuído ao histórico da área, que se encontrava há oito anos sob SPD na época das avaliações, possivelmente já apresentando mineralização de N maior do que a imobilização desse nutriente pela palhada.

Tabela 3. Comprimento de espigas (CE), número de fileiras (NF), de grãos por fileira (NGF), de grãos por espiga (NGE), massa de cem grãos (M100), produtividade de grãos (PG) de milho e produtividade de massa seca da parte aérea (PMS) das espécies de *Brachiaria* (*brizantha* cv. MG-5 e *ruziziensis*) em função do consórcio e adubação nitrogenada em cobertura. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safras 2008/2009 e 2009/2010.

Safra 2008/2009							
Tratamentos	CE	NF	NGF	NGE	M100	PG	PMS
	(cm)				(g)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)
Espécies	**	ns	ns	ns	**	ns	ns
<i>B. brizantha</i>	19,3 a	16,8	36,2	598	36,5 a	7.571	6.000
<i>B. ruziziensis</i>	18,2 b	16,8	35,8	603	34,6 b	6.607	5.600
N	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
0	18,2	16,7	33,4	557	33,5 ⁽¹⁾	6.292	5.575
50	18,9	16,7	37,5	626	35,9	7.594	5.675
100	18,6	16,4	35,6	571	35,3	7.084	6.050
150	19,3	17,3	35,9	622	36,5	6.512	5.950
200	18,7	16,7	37,4	628	36,3	7.963	5.900
CV %	6,14	2,74	7,31	6,63	4,71	24,35	26,94
Safra 2009/2010							
Tratamentos	CE	NF	NGF	NGE	M100	PG	PMS
	(cm)				(g)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)
Espécies	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>B. brizantha</i>	15,7	16,4	32,7	536	33,0	6.683	5.650
<i>B. ruziziensis</i>	15,5	16,3	31,6	515	33,6	6.011	4.995
N	**	*	**	**	**	**	ns
0	13,5 ⁽²⁾	15,87 ⁽³⁾	27,4 ⁽⁴⁾	435 ⁽⁵⁾	30,7 ⁽⁶⁾	3.940 ⁽⁷⁾	5.130
50	14,6	16,20	30,3	491	32,3	5.183	5.255
100	16,2	16,12	32,9	532	33,7	6.838	5.900
150	16,8	16,93	34,7	589	33,8	7.428	5.420
200	16,8	16,68	35,1	581	35,8	8.344	5.375
CV %	5,97	4,14	6,76	8,61	3,59	18,87	19,28

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste "t" de Student, onde: **, *, ns: (p<0,01), (p<0,05) e (p>0,05), respectivamente.

⁽¹⁾ M100= 34,3 + 0,0124N (r²= 0,660**)

⁽²⁾ CE=11,37+2,24N-0,23N² (r²= 0,980**; PM= 48,7 kg ha⁻¹)

⁽³⁾ NF= 15,71+0,21N (r²= 0,644**)

⁽⁴⁾ NGF=26,16+1,98N (r²= 0,935**)

⁽⁵⁾ NGE=408,42+39,04N (r²= 0,922**)

⁽⁶⁾ M100=29,75+1,18N (r²= 0,954**)

⁽⁷⁾ PG=3030,77+1105,3N (r²= 0,974**)

O comprimento de espigas (CE) e massa de cem grãos (M100) foram os únicos componentes da produção influenciados pelos consórcios na safra 2008/2009 (Tabela 3), semelhante ao obtido por Pariz (2010), onde os maiores valores também foram proporcionados com o consórcio milho/*B. brizantha*. Na safra 2009/2010 não foram

constatadas diferenças significativas nos componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho entre as espécies analisadas.

A presença de espigas menores na consorciação do milho com *B. ruziziensis* deve-se a maior capacidade de competição com a cultura produtora de grãos quando comparada à *B. brizantha*, uma vez que a *B. ruziziensis* tem hábito de crescimento mais prostrado, ocupando mais rapidamente o solo. Essa maior competição pode comprometer a taxa de acúmulo de nutrientes e fotoassimilados pelo milho e, conseqüentemente aumento da massa dos grãos, afetando a produtividade.

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).

A adubação nitrogenada apresentou ajuste significativo somente para a massa de cem grãos (M100) na safra 2008/2009 (Tabela 3), apresentando resposta linear positiva, não influenciando nos demais componentes da produção e produtividade do milho. Provavelmente, tal fato ocorreu devido ao histórico de oito anos sob SPD da área em questão e o cultivo antecessor de feijão de inverno nas duas safras (fonte de N residual e também baixa relação C/N), assim a mineralização de N possivelmente já era maior do que a imobilização desse nutriente pela palhada, fornecendo-o de maneira satisfatória ao desenvolvimento da cultura produtora de grãos e das plantas forrageiras. Contudo, o aumento da massa de cem grãos não resultou em aumento de produtividade, uma vez que essa depende da interação de todos os componentes da produção e não somente de alguns.

A produtividade de grãos (PG), também não foi influenciada pelos consórcios (Tabela 3), demonstrando que a competição existente entre as espécies consorciadas não

prejudicou este atributo, tendo em vista as altas produtividades obtidas neste sistema de produção em ambos os anos agrícolas. Em algumas situações, pesquisadores relataram que a presença da planta forrageira não afetou a produtividade de grãos de milho, porém, em alguns casos, houve necessidade da aplicação do herbicida nicosulfuron em subdoses para reduzir o crescimento da forrageira, como forma de garantir o pleno desenvolvimento do milho (JAKELAITIS et al., 2004; BORGHI e CRUSCIOL, 2007; PARIZ, 2010), o que não ocorreu no presente trabalho.

Kluthcouski et al. (2000), avaliando a produtividade de grãos de 18 cultivares de milho em consórcio com plantas forrageiras na estação chuvosa em diversos locais, concluíram que em geral, a competição interespecífica não reduziu significativamente a produtividade de grãos. Verificaram também que, na maioria dos locais, ocorreram aumentos de produtividade no sistema consorciado, provavelmente em função da não aplicação de herbicida graminicida em pós-emergência, que reduziu possíveis efeitos fitotóxicos. Em experimentos mais recentes, onde há maior adoção de tecnologias adequadas às condições do Cerrado e com foco também na produção de grãos, a produtividade do milho consorciado com espécies de *Brachiaria* é alta (em geral, acima de 6 t ha^{-1}) e, muitas vezes, supera as obtidas em cultivo solteiro (JAKELAITIS et al. 2005; ALVARENGA et al., 2006; BORGHI e CRUSCIOL, 2007; PARIZ, 2010).

Entretanto, na safra 2009/2010, os componentes da produção e produtividade de grãos apresentaram efeito significativo das doses de N em cobertura (Tabela 3). Os componentes: número de fileiras (NF), de grãos por fileira (NGF) e de grãos por espiga (NGE) estão diretamente associados e apresentaram o mesmo comportamento linear em função das doses de N em cobertura, demonstrando o papel fundamental deste nutriente para o “pegamento” e formação dos grãos de milho na espiga. Este comportamento linear positivo pode ser atribuído à competição com as forrageiras e aos altos valores de

precipitação pluvial durante a condução do trabalho (Figura 1) que pode ter acelerado as perdas de N por lixiviação.

Assim, com este efeito no número de grãos, os demais componentes da produção e a produtividade de grãos apresentaram ajustes lineares com as doses de N em cobertura, novamente por efeito da competição com as forrageiras, bem como ao efeito de excessivas chuvas no período de condução do experimento na safra 2009/2010 (Figura 1).

Lara-Cabezas e Pádua (2007), estudando a dinâmica do N no sistema Santa-Fé, não verificaram respostas positivas do milho às doses de N em cobertura, em cultivo exclusivo ou consorciado com braquiária, não havendo diferenças significativas na produtividade entre os tratamentos, como o verificado neste trabalho para a safra 2008/2009, demonstrando desta forma, a importância de se realizar mais pesquisas sobre a adubação nitrogenada nestes sistemas de produção em variadas condições de clima e solo.

Com relação às produtividades de massa seca (PMS) das espécies forrageiras, avaliadas após a colheita do milho, pode-se verificar que elas, apesar de não terem apresentado diferenças significativas entre as espécies e adubação nitrogenada em cobertura (Tabela 3), demonstraram o grande potencial deste sistema de produção, garantindo grande quantidade de fitomassa, tanto para o fornecimento à alimentação animal, uma vez que o pasto já fica estabelecido, quanto para a sustentabilidade e continuidade do sistema plantio direto, tendo em vista que as espécies de *Brachiaria* garantem boa cobertura do solo e uma ótima reciclagem de nutrientes.

Produtividades médias de 12 t ha^{-1} são frequentemente obtidas e proporcionam plena cobertura do solo (palhada da forrageira + palhada do milho), com boa espessura de resíduos vegetais, principalmente quando o consórcio é feito com a cultura do milho

(CRUSCIOL et al., 2009). Assim, devido aos grandes investimentos necessários para a formação, recuperação e reforma de pastagens, têm-se buscado diversas técnicas visando a redução desses investimentos (JAKELAITIS et al., 2005), de maneira que o consórcio da cultura do milho com espécies do gênero *Brachiaria* venha a atender de maneira satisfatória essa necessidade. Cabe salientar que as produtividades de matéria seca (PMS), constantes na Tabela 3, referem-se exclusivamente às forrageiras, sem somar a elas os resíduos vegetais totais da palhada advinda dos restos culturais do milho, que podem chegar facilmente a 6-8 t ha⁻¹ em cultivos de verão.

Além disso, a eficiência no aproveitamento do N nesse sistema (ILP) pode ser comprovada na comparação com as menores PMS do monocultivo do capim-marandu, adubado com N e ceifado no final da primavera/início de verão, como relatado por Benett et al. (2008) 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 um arranjo interessante.

Portanto, a utilização da consorciação/sucessão de culturas é um dos meios para se elevar a produtividade de sistemas de produção, devido aos efeitos benéficos que tal prática proporciona nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Há que se ressaltar ainda que pode haver a vantagem de baratear o custo da renovação das pastagens e ofertar alimento para o gado num período de entressafra da forrageira.

4.2 Experimento II – Adubação nitrogenada em espécies do gênero *Brachiaria* implantadas por ocasião do consórcio com a cultura do milho

Não houve interação entre as espécies de *Brachiaria* e as doses de N para nenhuma variável avaliada nas plantas forrageiras. Assim, de acordo com os valores constantes da Tabela 4, nota-se que somente a PMS no primeiro ano agrícola (2008/2009) diferenciou-se entre as espécies de braquiária, obtendo-se os melhores resultados com a *B. brizantha*, que produziu aproximadamente 900 kg ha⁻¹ de massa seca a mais que a *B. ruziziensis*. No caso da *B. ruziziensis*, tais resultados podem ter sido influenciados pelo corte de homogeneização, pois esta espécie apresenta meristema apical mais alto e rebrota mais lentamente que a *B. brizantha* (PIRES, 2006). Em trabalho realizado por Leonel et al. (2009) foi comprovada a eficiência desse sistema, concluindo-se 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 MG-5 nas entrelinhas do milho é o arranjo mais interessante.

A adubação nitrogenada, realizada após a colheita do milho, influenciou significativamente a PMV no ano agrícola de 2008/2009, resultando no aumento linear crescente, com a produtividade de 33.450 kg ha⁻¹ em combinação com a aplicação de 200 kg ha⁻¹ de N.

De maneira geral, a PMS não foi influenciada pela adubação nitrogenada, ainda que comparando os tratamentos Testemunha com a dose de 200 kg ha⁻¹ de N, a produtividade de massa seca foi 41% e 17% maior no primeiro e segundo anos, respectivamente. Isso quando. Assim, mesmo não havendo diferenças significativas entre os tratamentos, verificou-se que o fornecimento de N às plantas forrageiras aumentou o potencial produtivo. Tal fato pode trazer inúmeros benefícios ao sistema produtivo, tanto quando o objetivo for o fornecimento de alimento aos animais, pois há um incremento na PMS, quanto para a formação de palhada para o SPD, onde haverá maior proteção do solo com relação a problemas com erosão, e principalmente pela

cobertura vegetal garantir o fornecimento de nutrientes à cultura em sucessão pelo processo de decomposição e mineralização dos resíduos vegetais.

Tabela 4. Produtividade de massa verde (PMV) e massa seca a 65°C (PMS) de espécies de *Brachiaria*, implantadas por ocasião do consórcio com a cultura do milho, após corte de homogeneização e adubação nitrogenada. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Anos agrícolas de 2008/2009 e 2009/2010.

Tratamentos	2008/2009		2009/2010	
	PMV	PMS	PMV	PMS
	kg ha ⁻¹			
Espécies	ns	*	ns	ns
<i>B. brizantha</i>	27.550	3.957 a	14.770	4.824
<i>B. ruziziensis</i>	23.700	3.073 b	16.311	4.366
N	**	ns	ns	ns
0	14.025 ⁽¹⁾	2.445	13.963	4.123
50	25.400	3.676	15.431	4.512
100	28.300	3.854	16.645	4.837
150	28.950	3.440	15.008	4.543
200	33.450	4.159	16.656	4.962
CV (%)	32,9	33,9	28,7	20,6

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste “t” de Student, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05), respectivamente.

⁽¹⁾ PMV= 17.545 + 80,8N (r²= 0,797**)

O sombreamento proporcionado no consórcio com a cultura do milho pode fazer também com que as forrageiras diminuam sua taxa de acúmulo de massa seca. Kluthcouski e Aidar (2003) verificaram que a partir da senescência do milho, o desenvolvimento do capim torna-se rápido, podendo atingir 2.000 kg ha⁻¹ de massa seca com 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, resultando também em melhoria na composição bromatológica. De acordo com Severino, Carvalho e Christoffoleti (2006), a alta produtividade das forrageiras, mesmo quando em competição com o milho, se deve à semeadura simultânea das culturas, permitindo maior acúmulo de biomassa pela forrageira devido ao menor efeito de competição interespecífica.

Martha Júnior e Vilela (2007) constataram o efeito residual da adubação nitrogenada da cultura produtora de grãos na ILP. Contudo, não ignoraram a adubação nitrogenada da pastagem, visto que a baixa disponibilidade de N proveniente apenas desse residual pode limitar o desenvolvimento do capim. 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 N, principalmente pelos processos de imobilização microbiana.

Nesta mesma linha, Vilela et al. (2004) afirmaram que o N é um dos elementos minerais mais limitantes da produtividade de massa seca dos capins destinados ao pastejo, à colheita como forragem ou destinados à cobertura morta.

No entanto, mesmo na ausência da adubação nitrogenada, no presente trabalho a PMS média foi maior do que 2.400 kg ha^{-1} , na época de maior escassez de volumoso para os animais (inverno). Desta forma, fica demonstrada a viabilidade destas espécies em sistemas de produção como a ILP. Conforme Pariz et al. (2009), as análises econômicas, principalmente em trabalhos com doses de N em ILP, permitem melhor interpretação dos resultados quanto a produtividade de forragem e/ou palhada visando a sustentabilidade do SPD, uma vez que se trata de um insumo de alto valor econômico.

De acordo com Martha Júnior, Vilela e Barcellos (2006), em pastagens de gramíneas tropicais na região do cerrado, a eficiência de conversão do N-fertilizante em forragem é em média de $26 \text{ kg de massa seca kg}^{-1}$ de N aplicado. Pode, contudo, chegar a $83 \text{ kg de massa seca kg}^{-1}$ de N, sendo que as maiores eficiências médias foram observadas para as doses de até $150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N. No presente trabalho ocorreu

uma conversão no primeiro ano, com valores de 24,6 kg⁻¹ de massa seca kg⁻¹ de N na dose de 50 kg ha⁻¹ de N. Entretanto, no segundo ano a conversão foi muito baixa, com 7,8 kg de massa seca kg⁻¹ de N na dose de 50 kg ha⁻¹ de N.

Conforme Pires (2006), a *B. ruziziensis* é sensível ao pisoteio excessivo. Assim, o corte ao invés do pastejo pode viabilizar sua utilização na ILP, já que essa forrageira foi ligeiramente semelhante a *B. brizantha* na PMS e superior na composição bromatológica (Tabela 5). Além disso, necessita de menores doses de herbicida para o manejo de dessecação, apresenta produção uniforme de sementes, enquanto que a *B. brizantha* floresce de forma desuniforme, o que favorece a criação de bancos de sementes no solo podendo dificultar as semeaduras subsequentes (TRECENZI, 2005; CECCON, 2007).

Foi verificado que as percentagens de FDN e de FDA diferiram significativamente entre as espécies de *Brachiaria*, onde na *B. brizantha* foram contados os maiores valores (Tabela 5), para os dois anos agrícolas avaliados. Na literatura, a relação entre adubação nitrogenada e FDA é inconsistente. Barros et al. (2002) obtiveram aumento de 0,075 g kg⁻¹ de massa seca no teor de FDA por kg de N aplicado. De acordo com Leonel et al. (2009) houve melhor composição bromatológica da *B. brizantha* cv MG-5, com incremento da dose de N aplicado. Corroborando esses resultados, Cecato et al. (2004), quando fez aplicação de quantidades de N, embora não constatando melhorias na digestibilidade *in vitro* da massa seca de *B. brizantha* (cv. Marandu), observaram redução da FDN e da FDA.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e a digestibilidade da matéria seca (DMS) também diferiram entre as espécies forrageiras nos dois anos de estudo. Houve diferença para os teores de celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) respectivamente aos anos de 2008/2009 e 2009/2010 (Tabela 5), com maiores valores

de CEL e HEM na *B. brizantha*, e maiores valores de NDT e DMS na *B. ruziziensis*. Isso confirmou os resultados de Azenha et al. (2007), quando compararam espécies de *Brachiaria*, e 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. De acordo com Silva e Queiroz (2002), normalmente, o aumento do teor de lignina e outros compostos estruturais da parede celular tem correlação significativa e inversa com a digestibilidade e aproveitamento de nutrientes pelos animais.

As doses de N proporcionaram ajustes significativos aos valores de FDN e hemicelulose (HEM), apresentando efeitos lineares (ano agrícola 2008/2009). Isso fez com que houvesse redução destes valores na medida em que se aumentaram as doses de N em cobertura. Portanto, pode melhorar a digestibilidade e o provável aproveitamento nutricional pelos animais. Da mesma forma como o observado, Silva e Queiroz (2002), Azenha et al. (2007) e Barducci et al. (2009), também verificaram um efeito linear negativo nos teores de FDN em função das doses de N, sendo que no geral também ocorreu aumento do teor de NDT e decréscimo de FDA, com a elevação das doses de N (Tabela 5).

Os teores de FDA não foram influenciados pela adubação nitrogenada no período estudado (Tabela 5). 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 (Van SOEST, 1994). Portanto, os valores de FDA situaram-se abaixo de 40%, porém os teores de FDN estiveram próximos e em alguns casos superiores a 60%, sendo considerados estes valores altos. Contudo, vale ressaltar que a idade pós corte e avaliação destas forrageiras foi de 40

dias, enquanto que na literatura o ideal de consumo para forrageiras do gênero *Brachiaria* deveria estar entre 28 e 35 dias de rebrotação.

Tabela 5. Teores percentuais de fibras em detergente neutro (FDN), ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), cinzas (CZ), lignina (LIG), proteína bruta (PB), nitrogênio digerível total (NDT) e digestibilidade da matéria seca (DMS) em espécies de *Brachiaria* implantadas por ocasião do consórcio com a cultura do milho, após corte de homogeneização e adubação nitrogenada. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Anos agrícolas de 2008/2009 e 2009/2010.

Tratamentos	FDN	FDA	HEM	CEL	CZ	LIG	PB	NDT	DMS
	2008/2009								
Espécies	**	**	ns	**	ns	ns	ns	**	**
<i>B. brizantha</i>	60,3 a	32,0 a	28,3	28,8 a	9,5	2,3	13,7	58,6 b	64,0 b
<i>B. ruziziensis</i>	55,7 b	28,4	27,3	25,4 b	9,7	2,2	14,7	60,5 a	66,7 a
N	*	ns	*	ns	ns	ns	**	*	ns
0	61,5 ⁽¹⁾	32,0	29,6 ⁽²⁾	28,5	9,2	2,5	10,3 ⁽³⁾	58,1 ⁽⁴⁾	64,0
50	58,2	30,1	28,1	26,9	9,3	2,1	12,8	59,5	65,5
100	57,9	30,1	27,8	27,0	9,5	2,3	15,0	59,7	65,5
150	56,4	29,1	27,3	26,1	9,8	2,1	16,6	60,3	66,2
200	56,2	29,9	26,3	26,8	10,2	2,1	16,1	60,3	65,6
CV (%)	5,6	6,9	6,2	7,3	8,7	33,0	17,0	2,3	2,5
Tratamentos	2009/2010								
Espécies	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**	**
<i>B. brizantha</i>	65,2 a	34,1 a	29,9 a	30,1	7,4	2,5	7,3	57,1 b	62,3 b
<i>B. ruziziensis</i>	59,2 b	30,5 b	28,7 b	28,5	7,0	2,3	8,1	59,1 a	65,2 a
N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0	62,2	32,7	29,5	27,8	6,9	2,6	7,3	57,9	63,4
50	60,9	31,5	29,5	28,9	7,4	2,4	7,8	58,4	64,4
100	62,6	33,4	29,2	33,5	6,8	2,3	7,6	57,7	62,9
150	61,4	32,3	29,1	28,6	7,2	2,4	7,5	58,2	63,7
200	60,9	31,5	29,5	27,7	7,7	2,3	8,4	58,4	64,4
CV (%)	3,6	6,8	3,4	26,1	11,2	24,7	18,9	1,6	2,7

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste “t” de Student, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05), respectivamente.

⁽¹⁾ FDN= 60,5 – 0,0250N (r²= 0,846**)

⁽²⁾ HEM= 29,3 – 0,0148N (r²= 0,948**)

⁽³⁾ PB= 10,2 + 0,068N – 0,00019N² (r²= 0,986**; PM=178,9 kg ha⁻¹ de N)

⁽⁴⁾ NDT= 58,5 + 0,0104N (r²=0,846**)

Os teores de proteína bruta (PB) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram influenciados pela adubação nitrogenada no ano agrícola de 2008/2009. Para o teor PB ocorreu ajuste quadrático enquanto que, para o NDT, foi linear (Tabela 5). No geral, os

teores de NDT ficaram acima dos 55% relatados como ideais por Van Soest (1994) em forrageiras tropicais. O maior valor obtido para PB correspondeu à dose de 178,9 kg ha⁻¹ de N, concordando com os resultados de Cecato et al. (2004), onde a aplicação de doses de N (até 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹) proporcionou incremento nos teores de PB na forragem, sendo os maiores valores encontrados 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, pelo período de três anos. Ficou constatado que o aumento das doses de N até 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ promoveu acréscimos expressivos no teor de PB e redução dos teores de FDN e de FDA. O maior teor de PB foi obtido no terceiro ano de recuperação, demonstrando desta maneira, que a adubação nitrogenada em forrageiras tropicais garante menor teor de fibra e melhor valor nutritivo (aumento da PB e do NDT), como o verificado no presente trabalho.

Nota-se que os teores de PB, mesmo na ausência de adubação nitrogenada (10,3% e 7,3% para os dois anos em avaliação, respectivamente), mostraram-se razoáveis para alimentação animal (Tabela 5), uma vez que pode ter ocorrido influência da adubação residual da cultura do milho e principalmente pela área em estudo, que se encontrava há oito anos sob o SPD. Assim, a mineralização da matéria orgânica pode ter disponibilizado nutrientes às espécies forrageiras, garantindo desta forma o suprimento apropriado de N às plantas. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Benett et al. (2008) e Pariz (2010) em condições similares às do presente trabalho. Os teores de 10,3 a 16,6% (2008/2009) e de 7,3 a 8,4% (2009/2010) de PB verificados neste experimento são satisfatórios, visto que foram superiores aos 7% considerados por Van

Soest (1994) como mínimo para manutenção da população de microorganismos do rúmen de bovinos.

De maneira geral, a adubação nitrogenada não influenciou os componentes bromatológicos no segundo ano de avaliação, conforme verifica-se na Tabela 5. Os teores de lignina ficaram em média entre 2,1 a 2,6%, valores estes semelhantes aos relatados por Leonel et al. (2009) nas folhas do capim-MG-5 aos 128 dias após a colheita do milho; por Maranhão et al. (2009) no capim-Marandu submetido às doses de N e por Pariz (2010), com as espécies *B. brizantha* cv. Marandu e *B. ruziziensis*, também submetidos à adubação nitrogenada. Os baixos valores obtidos para os teores de lignina se foram devidos à idade dos capins (40 dias após o corte), uma vez que eles não tiveram tempo suficiente para maior desenvolvimento vegetativo e, portanto, maior acúmulo de componentes da parede celular.

Na Tabela 6 constam os valores médios dos teores de macronutrientes na parte aérea e a relação lignina/N total, nas duas espécies forrageiras e durante os dois anos agrícolas avaliados, em função das doses de N. Verifica-se que os teores de Ca, Mg e S diferiram entre as espécies forrageiras, sendo os maiores valores proporcionados pela *B. ruziziensis* (2008/2009), enquanto que os demais nutrientes não diferiram significativamente.

De acordo com as doses de N fornecidas às espécies forrageiras após consórcio com o milho, verificou-se que estas influenciaram os teores médios de N do material vegetal, apresentando ajuste quadrático com o maior teor deste nutriente na dose de 181,7 kg ha⁻¹ de N (Tabela 6). Os teores médios de K, do mesmo modo, foram influenciados pela adubação nitrogenada, onde também houve um ajuste quadrático, cujo maior valor foi obtido com a dose de 162 kg ha⁻¹ de N para o ano agrícola de 2008/2009, respectivamente.

Os teores de Mg e S, por sua vez, foram afetados pelas doses de N no ano agrícola de 2008/2009, com ajustes lineares positivos para estes nutrientes conforme se aumentou a disponibilidade de N às plantas. Isso demonstra que o fornecimento de N às forrageiras garante também maior absorção e acúmulo de nutrientes pela parte aérea, melhorando assim o valor nutritivo das mesmas, o que favorece pelo processo de decomposição dos resíduos vegetais, a liberação e a reciclagem de nutrientes aos cultivos seguintes.

Tabela 6. Teores nutricionais e relação lignina/N total na parte aérea de espécies de *Brachiaria* implantadas por ocasião do consórcio com a cultura do milho, após corte de homogeneização e adubação nitrogenada. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Anos agrícolas de 2008/2009 e 2009/2010.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Lig/N total
	g kg ⁻¹						
Tratamentos	2008/2009						
Espécies	ns	ns	ns	**	**	*	ns
<i>B. brizantha</i>	21,9	6,2	25,4	3,6 b	3,2 b	1,17 b	1,05
<i>B. ruziziensis</i>	23,5	6,3	25,5	4,8 a	3,9 a	1,31 a	0,94
N	**	ns	**	ns	**	**	ns
0	16,5 ⁽¹⁾	7,5	21,2 ⁽²⁾	4,1	2,9 ⁽³⁾	1,01 ⁽⁴⁾	1,52
50	20,5	5,8	25,7	4,0	3,2	1,16	1,02
100	24,0	6,0	27,4	4,0	3,6	1,24	0,96
150	26,6	6,0	27,2	4,5	3,9	1,38	0,79
200	25,7	5,9	28,2	4,5	4,1	1,43	0,82
CV(%)	17,0	11,3	10,4	20,8	15,6	15,1	24,7
Tratamentos	2009/2010						
Espécies	ns	ns	*	**	**	**	ns
<i>B. brizantha</i>	11,7	2,3	21,17 b	2,71 b	2,23 b	0,99 b	2,14
<i>B. ruziziensis</i>	13,0	2,5	23,23 a	3,69 a	2,60 a	1,24 a	1,77
N	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
0	11,6	2,30	22,13	3,30	2,49	1,18 ⁽⁵⁾	2,24
50	12,4	2,56	22,75	3,62	2,35	1,26	1,94
100	12,2	2,26	21,19	2,93	2,48	1,19	1,88
150	12,1	2,30	21,63	3,04	2,24	1,10	1,98
200	13,4	2,45	23,30	3,40	2,54	0,95	1,72
CV (%)	18,9	15,96	10,72	12,42	15,71	20,27	27,9

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste “t” de Student, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05), respectivamente.

⁽¹⁾ Teor de N= 16,3 + 0,109N – 0,0003N² (r²=0,986**; PM=181,7 kg ha⁻¹ de N)

⁽²⁾ Teor de K= 21,56 + 0,081N – 0,00025N² (r²=0,946**; PM=162 kg ha⁻¹ de N)

⁽³⁾ Teor de Mg= 2,91 + 0,0063N (r²= 976**)

⁽⁴⁾ Teor de S= 1,03 + 0,0021N (r²= 0,977**)

⁽⁵⁾ Teor de S= 1,24 – 0,0012N (r²= 0,700*)

Para o ano agrícola 2009/2010, verificou-se que os teores de K, Ca, Mg e S diferiram entre as espécies forrageiras, sendo os maiores valores proporcionados pela *B. ruziziensis*, enquanto que os demais nutrientes não diferiram significativamente. De acordo com as doses de N fornecidas às espécies forrageiras, após o consórcio com o milho, verificou-se que tais doses influenciaram os teores médios de S do material vegetal, apresentando um ajuste linear negativo.

A relação lignina/N total, em função da adubação nitrogenada em cobertura e das espécies forrageiras, não diferiu estatisticamente nas duas safras avaliadas (Tabela 6). Apesar da *B. ruziziensis* apresentar maior quantidade de colmos geniculados na parte inferior da planta, formados a partir da base dos estolões curtos, não houve maior percentagem de lignina, como era esperado, uma vez que quanto maior a quantidade de colmos, maior a quantidade de componentes da parede celular. Mas, como apresentou teor relativamente maior de N quando comparado à *B. brizantha*, proporcionou relação lignina/N total menor, entretanto, não significativo. Tal fato pode ter ocorrido devido ao estágio fenológico das plantas (aproximadamente 40 dias após o corte), onde estas não tiveram tempo suficiente para maior desenvolvimento vegetativo.

A adubação nitrogenada diminuiu a relação lignina/N total (Tabela 6), entretanto sem ajustes de regressão. Dubeux Júnior et al. (2006a) também verificaram que a adubação nitrogenada da pastagem com capim-Pensacola diminuiu esta relação, acelerando desta maneira a velocidade de decomposição e a mineralização dos nutrientes contidos nos resíduos vegetais. No entanto, este sistema indicou que o capim pode armazenar N e P pela imobilização nos restos vegetais, principalmente no início e final do pastejo, mineralizando-os para a cultura em sucessão durante a decomposição da palhada (DUBEUX JÚNIOR et al., 2006b). Tal fato potencializa o sistema ILP, com redução das perdas de nutrientes, sendo fator muito favorável nos sistemas de produção.

No entanto, os resultados da relação lignina/N total do presente trabalho foram inferiores aos obtidos por Pariz (2010) com valores de 1,81, 2,95, 1,60 e 2,97 para *B. brizantha* cv. Marandu e *B. ruziziensis* implantadas por ocasião da semeadura do milho e/ou adubação de cobertura, ambas submetidas à adubação nitrogenada, respectivamente, o que pode ter ocorrido em função da idade das espécies forrageiras analisadas. Do mesmo modo, Ulian et al. (2008) também no mesmo local do presente trabalho, avaliando o capim-marandu, o capim-moa (*Setaria* spp.), o milheto 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. Portanto, pode-se afirmar que apesar da adubação nitrogenada ter aumentado o teor de N na parte aérea das espécies forrageiras (Tabela 6), conseqüentemente diminuindo a relação lignina/N total, no geral, tal atributo também pode ter sido influenciado pela relação folha/colmo, idade do capim e época do ano.

Segundo Bernardes (2003), as forrageiras do gênero *Brachiaria* são amplamente difundidas e bem aceitas pelos produtores rurais, o que facilita a eventual adoção delas para a produção de massa destinada à cobertura do solo no sistema plantio direto. Entretanto, nos trabalhos realizados por Pelá (2002) e Torres (2003), ficou constatado um menor acúmulo de massa vegetal, quando cultivou-se a *B. brizantha* semeada na primavera. Contudo, quando em consórcio com a cultura do milho, essa forrageira proporcionou maior aporte de massa seca no solo. Assim, essas constatações já haviam sido descritas por Borghi, Mello e Crusciol (2004), no mesmo local do presente experimento, em condições de cultivo semelhantes, demonstrando que em SPD a cultura do milho tem potencial para atingir cerca de 9.000 kg ha⁻¹ de massa seca de palhada.

Para a quantidade de macronutrientes extraídos pelas duas espécies forrageiras

pode-se observar que somente o P extraído (safra 2008/2009), diferiu estatisticamente entre as duas espécies de *Brachiaria* avaliadas (Tabela 7). Os maiores resultados foram obtidos com a *B. brizantha*, em decorrência da maior PMS produzida por esta espécie (Tabela 4), aproximadamente 900 kg ha⁻¹ a mais que a *B. ruziziensis*. Para a safra de 2009/2010, pode-se observar que somente os teores de Ca diferiram entre as espécies analisadas. Com relação aos outros nutrientes, não houve diferença significativa entre as duas espécies de *Brachiaria*, onde os maiores resultados foram obtidos com a *B. brizantha*, em decorrência da maior PMS produzida por esta espécie (Tabela 4), aproximadamente 500 kg ha⁻¹ a mais que a *B. ruziziensis*.

De acordo com Lima et al. (2005), a quantidade potencial de P a ser liberada dos tecidos orgânicos pode ficar disponível tanto para absorção do sistema radicular da cultura subsequente, quanto para imobilização em compostos minerais de baixa solubilidade. Assim, conforme Jones e Woodmansee (1979), cerca de 77% do P das folhas e 79% do P das raízes mortas ficam disponíveis para absorção e crescimento das plantas cultivadas logo após o cultivo da cultura de cobertura. Desse total de P na parte aérea da planta, cerca de 60% a 80% são solúveis em água, a maior parte na forma orgânica (BROMFIELD e JONES, 1970). Embora parte do P seja pouco solúvel, grande quantidade pode retornar ao solo por chuvas de alta intensidade (BROMFIELD, 1961), visto que a intensidade e duração da chuva também afetam as quantidades de P que retornam ao solo proveniente da biomassa da palhada.

A adubação nitrogenada influenciou de maneira significativa o acúmulo de N, K, Mg e S na parte aérea das espécies forrageiras, após o consórcio com milho na safra 2008/2009 (Tabela 7), e somente para o N, na segunda safra em estudo (2009/2010). Todos os tratamentos resultaram ajustes lineares, independentemente de não ter havido aumento da produção de MS, conforme estabelecido na Tabela 4. Portanto, de acordo

com o aumento das doses de N fornecidas aos capins após consórcio com o milho, houve incremento nutricional na MS, caracterizando uma matéria prima de melhor qualidade seja para alimentação animal ou para uso como palhada e ciclagem de nutrientes. Fica evidente também que em relação à adubação, é inegável que a maioria das espécies forrageiras exibe elevada resposta produtiva frente à melhoria da disponibilidade de nutrientes, podendo aproveitar até nutrientes de adubações residuais de outros cultivos na área, como provavelmente tenha ocorrido no presente trabalho.

Tabela 7. Extração de macronutrientes pela parte aérea de espécies de *Brachiaria* implantadas por ocasião do consórcio com a cultura do milho, após corte de homogeneização e adubação nitrogenada. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010.

	N	P	K	Ca	Mg	S
kg ha⁻¹						
Tratamentos 2008/2009						
Espécie	ns	*	ns	ns	ns	ns
<i>B. brizantha</i>	87,0	23,9 a	100,8	15,0	13,1	4,7
<i>B. ruziziensis</i>	74,2	18,6 b	83,2	14,8	12,1	4,1
N	**	ns	**	ns	**	**
0	39,3 ⁽¹⁾	18,0	50,9 ⁽²⁾	9,6	6,9 ⁽³⁾	2,4 ⁽⁴⁾
50	74,4	20,9	94,7	14,3	11,3	4,1
100	91,2	23,4	105,3	15,2	13,8	4,7
150	91,3	20,5	109,1	15,8	13,8	4,7
200	106,4	23,7	116,0	19,7	17,4	5,9
CV(%)	36,9	31,2	32,7	40,3	41,3	36,1
Tratamentos 2009/2010						
Espécies	ns	ns	ns	*	ns	ns
<i>B. brizantha</i>	56,5	10,9	103,4	13,1 b	10,8	4,7
<i>B. ruziziensis</i>	56,7	10,7	100,9	16,1 a	11,4	5,4
N	*	ns	ns	ns	ns	ns
0	47,6 ⁽⁵⁾	9,4	91,3	13,6	10,2	4,8
50	55,3	11,4	104,5	14,7	10,3	5,4
100	59,3	10,8	102,6	14,3	12,1	5,3
150	54,2	10,3	97,9	13,7	10,0	5,0
200	65,8	12,1	114,4	16,6	12,7	4,7
CV (%)	28,2	22,4	26,3	25,4	29,0	31,5

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste “t” de Student, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05), respectivamente.

⁽¹⁾ N= 50,4 + 0,302N (r²= 0,862**)

⁽²⁾ K= 66,3 + 0,257N (r²= 0,675**)

⁽³⁾ Mg= 7,93 + 0,0468N (r²= 0,913**)

⁽⁴⁾ S= 2,89 + 0,0149N (r²= 0,881**)

⁽⁵⁾ N= 49,18 + 0,075N (r²= 0,695*)

Quanto ao acúmulo de nutrientes, podem-se destacar os altos valores de N e K, confirmando serem os nutrientes mais absorvidos e acumulados no tecido vegetal das plantas de cobertura (Tabela 7). Por outro lado, os resíduos culturais que permanecem na superfície do solo constituem importante reserva de nutrientes, cuja disponibilização pode ser rápida e intensa (ROSOLEM; CALONEGO, FOLONI, 2003), ou lenta e gradual, conforme a interação que pode haver entre fatores climáticos (precipitação pluvial e temperatura), atividade biológica do solo e a quantidade e a qualidade do resíduo vegetal (ALCÂNTARA et al., 2000; OLIVEIRA; CARVALHO, MORAES, 2002).

Em trabalho realizado por Torres, Pereira e Fabian (2008), avaliando-se o acúmulo de nutrientes em espécies vegetais, notou-se que os maiores valores de N, K e Ca foram obtidos com o milho, sorgo, braquiária e a crotalaria. Tal fato foi atribuído à maior absorção destes elementos pelas gramíneas. O valor elevado de N nas gramíneas deveu-se à alta produção de fitomassa seca, e na leguminosa à fixação biológica de N. Verificaram também, com relação ao acúmulo de P, Mg e S, o bom desempenho do milho, sorgo, braquiária e da crotalaria, com valores diretamente relacionados à produção de fitomassa seca, porém em menores quantidades.

Torres et al. (2005), avaliando a taxa de decomposição e liberação de nutrientes em diversas espécies de cobertura na região de Cerrado, durante dois anos agrícolas, verificaram valores de N acumulado pela *B. brizantha* de 130,8 a 41,6 kg ha⁻¹, com produtividades de massa seca respectivamente de 6,0 e 2,1 t ha⁻¹. Em trabalho realizado por Lima et al. (2005), avaliando o acúmulo de nutrientes pela palhada de espécies forrageiras, foi verificado que o nutriente acumulado em maior quantidade, pelas espécies Sorgo de Guiné, milho e painço, foi o K, seguido pelo N, Ca, Mg e P. Esses maiores acúmulos de K confirmam a alta reciclagem desse elemento pelas gramíneas, o

que pode favorecer a rotação e a sucessão com leguminosas fornecedoras de N (RAIJ et al., 1997).

A mineralização dos restos de culturas de cobertura, considerando somente os compartimentos planta e solo, é um sistema aberto com entrada de nutrientes via adubos e restos vegetais, que mineralizam em variadas velocidades, sem considerar outras entradas, como a água da chuva. As saídas ocorrem pelas perdas por volatilização, lixiviação, percolação e escoamento por erosão laminar. No caso do N, que é um elemento muito móvel no sistema, e, mesmo com as perdas citadas, estima-se que de 60% a 70% desse nutriente é encontrado na biomassa vegetal heterotrófica e pode ser reciclado novamente, ou ser absorvido pelas plantas do cultivo seguinte (SPAIN e SALINAS, 1985). Portanto, a quantidade de N que retorna ao solo na forma de resíduos de plantas constitui considerável porção do N total absorvido pelas plantas em sucessão, comparada à pequena parte que é liberado pelas raízes e lavado das folhas pela chuva. Por outro lado, as gramíneas, como no caso do milho, pelo elevado potencial de produção de MS, em alguns casos podem depositar mais N no solo do que as leguminosas (PRIMAVESI, PRIMAVESI e ARMELIN, 2002). Essas grandes quantidades de N acumuladas, por estarem fixadas em compostos orgânicos, ficam à disposição para a ciclagem no complexo planta-palha-solo, formado pelos agroecossistemas. Esses fatos podem confirmar a importância do uso do consórcio adubado milho/braquiárias que objetiva a reciclagem futura de nutrientes da palhada para cultivos em sucessão, como no presente trabalho.

Em relação ao K, por ser o cátion mais abundante no citoplasma das células vegetais e não possuir função estrutural (MARSCHNER, 1995), ele forma ligações com complexos orgânicos de fácil reversibilidade (ROSOLEM; CALONEGO, FOLONI, 2003) e, portanto de fácil liberação dos restos vegetais. O K é normalmente o mineral

mais abundante no tecido vegetal, e apresenta-se predominantemente na forma iônica K^+ , sendo que a decomposição dos restos vegetais o libera na sua totalidade rapidamente. Assim, pode-se considerar como aproximadamente 100% o aproveitamento do K proveniente dos restos culturais, porém podem ocorrer perdas por lixiviação, quando se trata de solos arenosos (SPAIN e SALINAS, 1985). Por outro lado, quanto ao Ca, Mg e micronutrientes, são escassos na literatura registros de concentração desses nutrientes na matéria seca de plantas forrageiras (CALEGARI, 1990, 1995; DERPSCH e CALEGARI, 1992).

A utilização de culturas na entressafra objetivando a cobertura do solo e a ciclagem de nutrientes, direcionada à diversificação da produção agrícola com sustentabilidade (CHAVES e CALEGARI, 2001), é uma estratégia para melhoria da qualidade ambiental, e diminuir os efeitos nocivos do monocultivo. Para que uma espécie seja eficaz na ciclagem de nutrientes deve haver sincronia entre o nutriente liberado pelo resíduo da planta de cobertura e a demanda da cultura de interesse comercial, cultivada em sucessão (BRAZ et al., 2004). No entanto, não se deve esquecer de que se trata de uma reciclagem, devendo haver tempo suficiente para todos esses nutrientes serem disponibilizados no solo, ou seja, os benefícios não são imediatos. As práticas vegetativas, que envolvem a cobertura vegetal do solo, além de simples, auxiliam no controle da erosão e, na maioria dos casos, melhoram a disponibilidade de nutrientes para a cultura subsequente. Dessa forma, analisando-se a Figura 2, verificou-se que a produtividade de massa seca remanescente das espécies forrageiras, durante os dois anos agrícolas avaliados, de maneira geral, foi influenciada pela adubação nitrogenada na pastagem, apresentando efeito negativo (linear ou exponencial) em função do número de dias após o manejo de corte (DAM).

Os ajustes matemáticos da remanescência de palha, para ambas as espécies de *Brachiaria* em ambos os anos agrícolas (Figura 2), no geral, foram lineares ou exponenciais decrescentes no período de 120 dias após o manejo de dessecação e corte (DAM). A palhada das forrageiras, nos dois anos agrícolas, apresentou tempo de meia vida (tempo gasto para que 50% dos resíduos vegetais presentes na área havia se decomposto), entre 90 e 120 DAM (Figura 2), demonstrando ser muito benéfica a utilização dessas espécies em SPD na região de Cerrado, onde o clima favorece a rápida decomposição da palhada sobre a superfície do solo, mesmo em condições distintas de precipitação como foram os dois períodos de avaliação. Estes resíduos protegem o solo durante grande parte do desenvolvimento da cultura em sucessão, garantindo menor variação na temperatura do solo, maior umidade e principalmente disponibilização de nutrientes durante o processo de decomposição do material vegetal e mineralização, da M.O., características muito acentuadas no SPD.

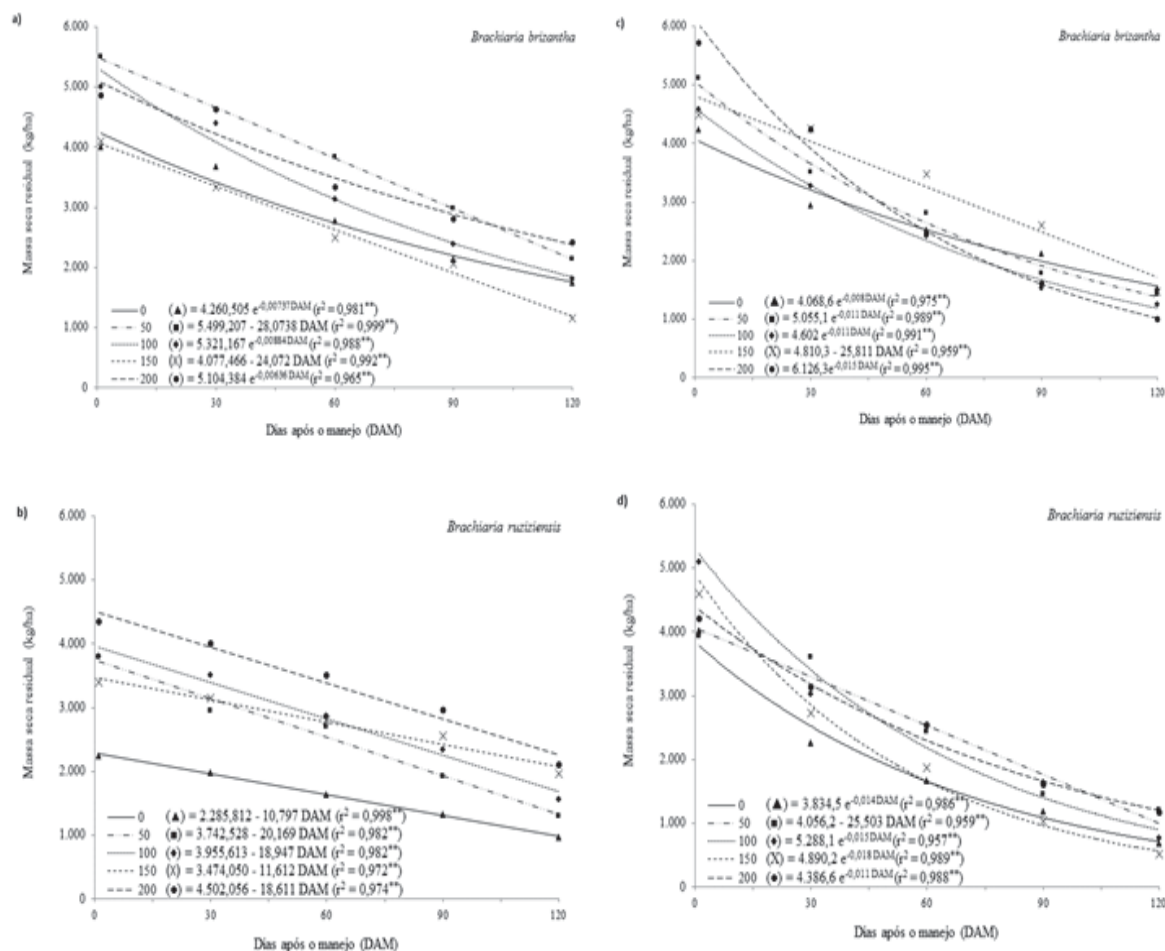


Figura 2. Massa seca das espécies de *Brachiaria* remanescente no solo até 120 dias após o manejo de corte (DAM), em função da adubação nitrogenada. Onde: a) e b) anos agrícolas 2008/2009 e c) e d) anos agrícolas 2009/2010, respectivamente. Selvíria. Mato Grosso do Sul.

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

Torres et al. (2005), avaliando o tempo de meia-vida ($T_{1/2}$) para decomposição de resíduos vegetais, observaram que metade da palhada proveniente da área de pousio e da área de braquiária havia se decomposto, respectivamente aos 65 e aos 52 dias. Também, o baixo tempo de meia-vida foi decorrente da baixa relação C/N destes materiais, respectivamente com valores de 16,1 e 19,6 para o pousio e a braquiária, nos dois anos agrícolas avaliados. No presente trabalho, aos 120 DAM, época da última avaliação do remanescente de palha, tanto a *B. brizantha* quanto a *B. ruziziensis* apresentaram maior quantidade de cobertura nos tratamentos com as maiores doses de

N, em virtude de maior PMS destes (Tabela 4), e pouco influenciada pela relação lignina/N total (Tabela 6), a qual não variou significativamente com as doses de N. No geral, o remanescente de palha foi superior a 1000 kg ha⁻¹, demonstrando a viabilidade na utilização destas espécies forrageiras como cobertura do solo para o SPD em região de Cerrado nas duas safras em estudo, respectivamente.

A *B. brizantha* apresentou maior massa seca residual em comparação à *B. ruziziensis*, pois produziu, respectivamente, as quantias de 900 e 500 kg ha⁻¹ de massa seca a mais nas safras 2008/2009 e 2009/2010. Normalmente a decomposição da palha das espécies forrageiras acompanha a produtividade de massa seca total, ou seja, quanto mais palha for produzida maior será a remanescência, conforme verificado no presente trabalho, aos 120 DAM. A maior quantidade de palha resulta em menor contato com a superfície do solo, proporcionando redução no processo de decomposição dos resíduos vegetais, e garantindo que a palhada permaneça sobre o solo durante maior período de tempo.

Em trabalho realizado por Kliemann, Braz e Silveira (2006), avaliando a taxa de decomposição de diversas espécies de cobertura, verificaram que a *B. brizantha*, em termos relativos, apresentou perdas de massa que corresponderam a 48% até os 150 dias de avaliação, e de 62%, para uma um período de 360 dias, sendo este calculado em função da equação de regressão, valores estes próximos aos encontrados no presente trabalho.

Resultados de decomposição de palhada semelhantes aos do presente trabalho também foram relatados por Rezende et al. (1999) com *B. humidicola*, sendo verificadas reduções de fitomassa próximas a 60% no período de 112 DAM na estação chuvosa, e de 50% no período de 140 DAM na estação seca. Dessa forma, os resultados presentes nas Figuras 2 e 3, assim como os dados observados por Teixeira Neto (2002), estiveram

próximos a um percentual de decomposição de 75%, aos 180 DAM, em palhada de *Brachiaria* em cultivo solteiro no período chuvoso.

Segundo Cobucci (2001), o sistema plantio direto depende para a sua evolução, de fontes eficientes de cobertura morta com longevidade adequada. Essa característica, segundo o autor, é garantida com as forrageiras do gênero *Brachiaria*, as quais têm produzido, em média, mais de 15 t ha⁻¹ de biomassa seca que persistem por mais de seis meses na superfície do solo.

Uma das maiores vantagens da decomposição dos resíduos vegetais é a liberação de nutrientes às culturas em sucessão. Torres, Pereira e Fabian (2008), avaliando a liberação de nutrientes do milheto, *B. brizantha*, sorgo forrageiro, guandu, crotalária juncea, aveia preta e pousio (vegetação espontânea), em dois anos de cultivo, notaram que no primeiro ano de avaliação, o pousio e a *B. brizantha* foram as coberturas com as maiores taxas de decomposição e liberação de nutrientes, aos 42 DAM. Também verificaram que os menores T_{1/2}, foram aos 42 DAM para os macronutrientes, com exceção do N, Ca e Mg. De forma contrária à esses resultados, Gama-Rodrigues, Gama-Rodrigues e Brito (2007), observaram que a *B. brizantha* apresentou T_{1/2} respectivamente de 131, 112, 198 e 122 DAM para o N, P, Ca e o Mg.

Da mesma forma que para a produtividade de massa seca residual, o percentual de palha remanescente das espécies forrageiras também foi influenciado pela adubação nitrogenada, ajustando-se de maneira geral, tanto linear quanto exponencialmente em função do DAM (Figura 3). Pode-se verificar que o percentual de palha remanescente das espécies forrageiras aos 120 DAM situou-se em média, no ano de 2008/2009, entre 30 a 60%, e no ano de 2009/2010 entre 15 a 40%, demonstrando o grande potencial de uso destas espécies na formação de palha para os sistemas de produção. Cabendo destaque a decomposição mais gradual para a *B. ruziziensis* em relação à *B. brizantha*,

em virtude, provavelmente, pelo hábito de crescimento mais prostrado e estolonífero da *ruzizensis*, sendo assim, com mais resíduos de colmos e menor quantidade de folhas, o que determina maior tempo para decomposição microbiana (maior relação C/N).

Em função da maior pluviosidade (Figura 1) no ano 2009/2010, o processo de decomposição da palhada pode ter sido acelerado pela maior umidade do solo aliada às altas temperaturas, comuns mesmo no outono/inverno na região de cerrado de baixa altitude. Resultados semelhantes foram descritos por Silva et al. (1997), que avaliaram a taxa de decomposição de crotalária, guandu, mucuna-preta e braquiária em solo sob cerrado nativo e solos descobertos, obtendo-se respectivamente as taxas de decomposição de 61,3; 61,9; 65,6 e 78,9%, decorridos 60 dias após a implantação das bolsas de decomposição.

Boer et al. (2007) avaliaram a ciclagem de nutrientes no Cerrado, utilizando plantas de cobertura semeadas na safrinha. Constataram que a maioria dos nutrientes é liberada de forma precoce para aproveitamento da safra seguinte, em razão da acelerada decomposição dos resíduos vegetais. Para compensar essa defasagem torna-se necessário o uso de técnicas que aumentem o acúmulo de fitomassa por parte das plantas de cobertura (KLIEMANN; BRAZ; SILVEIRA, 2006) e que sincronizem a decomposição da palhada com a taxa de liberação dos nutrientes e a demanda das culturas anuais semeadas em sucessão (GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES; BRITO, 2007).

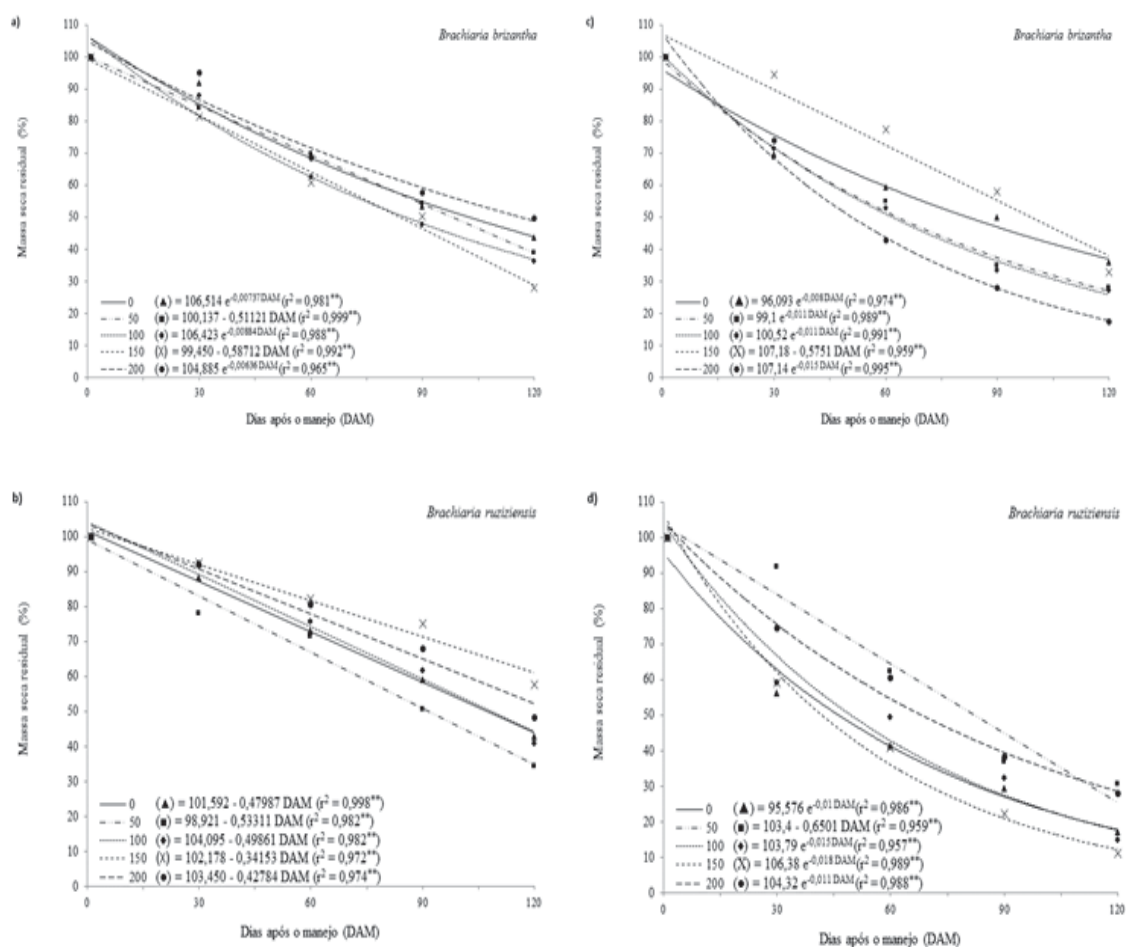


Figura 3. Percentual de palha das espécies de braquiárias remanescente no solo até 120 DAM, em função da adubação nitrogenada. Onde: a) e b) anos agrícolas 2008/2009 e c) e d) anos agrícolas 2009/2010, respectivamente. Selvíria, Mato Grosso do Sul.

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

A decomposição da palhada proveniente de gramíneas é mais lenta, quando comparada às leguminosas e crucíferas, estando este comportamento diretamente relacionado à relação C/N e ao teor de lignina do material vegetal. Kliemann, Braz e Silveira (2006), estudando taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura no cerrado, em Latossolo Vermelho distroférrico, concluíram que as palhadas mais frágeis e menos persistentes, em ordem decrescente, foram do capim-Mombaça (maior quantidade de folhas em corte à 0,35 m de altura), sorgo granífero, milheto, estilosantes, guandu e da *B. brizantha* em cultivo exclusivo e em consórcio com milho. Neste mesmo

trabalho, as perdas relativas de massa seca das palhadas aos 150 DAM mostraram a seguinte ordem decrescente de decomposição: sorgo (80%), estilosantes (72%), guandu (65%), capim-Mombaça (64%), milheto (58%), *B. brizantha* em cultivo exclusivo (56%) e em cultivo consorciado com milho (48%), sendo, portanto, com valores semelhantes aos verificados na presente pesquisa no consórcio milho/*Brachiaria*.

Ulian et al. (2010), avaliando três espécies de cobertura (sorgo forrageiro, milheto e *B. brizantha* cv. MG-5) quanto a produção de palha e tempo de decomposição, notaram que na primeira época de avaliação (semeadura em início de setembro), o sorgo e o milheto apresentaram residual de palha por volta de 25% da massa seca inicial aos 180 DAM (idade de corte de 45 DAE). Tais valores foram inferiores aos 52% da *Brachiaria brizantha* aos 150 DAM (idade de corte de 57 DAE) verificados por Kliemann, Braz e Silveira (2006). Ainda, Ulian et al. (2010) verificaram também que a *B. brizantha* apresentou a maior taxa de decomposição em todas as épocas avaliadas, a partir principalmente dos 30 DAM, independentemente da época, pois foi a espécie com maior teor de PB. Consequentemente, a de maior teor de N e menor de lignina, além de menor produtividade de massa seca, quando comparada às outras espécies. Fica evidente, portanto, que quanto maior o contato de palha com o solo, maior será a velocidade de decomposição dos resíduos vegetais. Cabe salientar que em tal trabalho, as forrageiras produtoras de palha foram semeadas em setembro e outubro, com manejo aos 45 DAM e, portanto, com período de decomposição coincidente com a primavera/verão onde as temperaturas e pluviosidades são mais elevadas no local.

Ulian et al. (2008), avaliando a decomposição de espécies forrageiras, constataram que as percentagens de palha remanescente foram de 70, 65, 55 e 45%, respectivamente para o sorgo forrageiro, *B. brizantha*, milheto e capim moa, quando

semeados em meados de setembro (120 DAM). Valores estes superiores aos 45% do milho aos 15 dias após o manejo (DAM – idade de corte de 30 DAE), obtidos por Andreotti, Siqueira Filho e Buzetti (2006) em Palotina-PR no verão, e aos 52% da *Brachiaria brizantha* aos 150 DAM (idade de corte de 57 DAE), verificados por Kliemann, Braz e Silveira (2006).

No mesmo trabalho de Ulian et al. (2008), os autores observaram ainda que, somente nas duas épocas finais (final de setembro e meados de outubro), os valores de massa seca das espécies forrageiras atingiram valores inferiores aos 50% de palha remanescente sobre o solo aos 120 DAM, semelhante ao obtido para o ano de 2008/2009 quando do cultivo das espécies de *Brachiaria* adubadas com N no presente trabalho. Outro aspecto interessante na quantidade e persistência da palhada sobre o solo é o efeito supressivo no controle de plantas daninhas e, conseqüentemente, na redução dos custos com herbicidas (PARIZ, 2010).

A adoção do SPD em condições tropicais tem indicado a necessidade de grandes quantidades de resíduos culturais para que o sistema possa expressar satisfatoriamente o seu potencial, sendo que quantidades cada vez mais elevadas de palhada tem sido preconizadas por pesquisadores e produtores. Ruedell (1998) sugeriu adição anual de 6.000 kg ha⁻¹ de massa seca, enquanto que, para Fiorin (1999) e Bayer et al. (2000), o aporte deveria ser de 10.000 a 12.000 kg ha⁻¹ de massa seca. No entanto, em regiões de Cerrado com inverno seco e quente, como da presente pesquisa, caracterizado pela rápida decomposição dos resíduos vegetais, o aporte deverá ultrapassar essas quantidades supracitadas.

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos para avaliar o potencial de decomposição e mineralização de várias espécies de plantas de cobertura, especialmente em sistema plantio direto (BERTOL et al., 1998; TORRES et al., 2005) e pastagens

consorciadas (OLIVEIRA et al., 2003). Os resultados da presente pesquisa demonstram o potencial de utilização dessas espécies como plantas de cobertura para a região do Cerrado, principalmente em períodos de entressafra, pois além de acumularem biomassa, promovem a reciclagem de nutrientes e sua liberação gradativa, onde a respectiva disponibilidade pode ser rápida e intensa, dependendo, dentre outros fatores, do regime de chuvas, da espécie empregada e do tipo de solo (PRIMAVESI, PRIMAVESI e ARMELIN, 2002; ROSOLEM; CALONEGO; FOLONI, 2003). A maior cobertura do solo contribui para manter os níveis de umidade do solo elevados e redução das perdas de solo pela erosão, reforçando a indicação dessas espécies para uso como plantas de cobertura.

Desta maneira, elevadas quantidades de resíduos somente são possíveis em sistemas de produção que incluam a utilização de culturas de cobertura, rotação de culturas e mais recentemente a ILP. Nesse contexto, os resultados do trabalho em questão demonstram o elevado potencial de utilização das espécies forrageiras em sistemas de ILP sob SPD, tanto como forragem para o inverno/primavera (entressafra), tendo em vista os apreciáveis teores de nutrientes e a boa composição bromatológica da parte aérea, e/ou palhada para a cultura subsequente na região do Cerrado, pois além de seus resíduos protegerem o solo contra a erosão, promovem a reciclagem de nutrientes, favorecendo o cultivo de culturas em sucessão.

5. CONCLUSÕES

- a) A *Brachiaria brizantha*, no consórcio com o milho, foi a espécie menos competitiva. A adubação nitrogenada utilizada nessa consorciação, até a dose de 200 kg ha⁻¹ de N, incrementou a nutrição, o crescimento, os componentes da produção e a produtividade de grãos do milho. Dessa forma, a adubação nitrogenada deve ser recomendada para o consórcio, e não isoladamente para as culturas;
- b) Embora tenha havido maior produtividade de massa seca da *B. brizantha*, a *B. ruziziensis* apresentou melhor composição bromatológica e nutricional, constituindo-se, nesse caso, como a mais indicada para o fornecimento de nutrientes às culturas em sucessão, e
- c) Decorridos 60 dias após o corte, tanto a *B. brizantha*, quanto a *B. ruziziensis*, independentemente das doses de N em cobertura, proporcionaram remanescentes de palha suficiente para a manutenção do sistema plantio direto.

6. REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B. de; MESQUITA, H.A. de; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35, n.2, p.277-288, 2000.

ALTIERI, M. A. **Agroecology**: the scientific of alternative agriculture. London: United Kingdon, 1987. p.139-147.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v.22, n.208, p.25-36. 2001.

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, MG, v.27, n.233, p.106-126, 2006.

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.

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.

ANDREOTTI, M.; SIQUEIRA FILHO, R.; BUZETTI, S. Produção e tempo de decomposição de biomassa de plantas de cobertura em sistema plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 27, 2006, Bonito. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste/SBCS, 2006. v.1. (CD-ROM).

ANDRIOLI, I. **Plantas de cobertura em pré-safra à cultura do milho em plantio direto, na região de Jaboticabal-SP.** 2004. 78 f. Tese (Livre-Docente) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2004.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; MIELNICZUK, J.; BORTOLINI, C.G. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.37, n.4, p.519-527, 2002.

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.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de área agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, 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.

BARREIRO, A.S.; CRUSCIOL, C.A.C.; BORGHI, E. Características agronômicas da cultura do milho em duas épocas de consorciação com forrageiras tropicais. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 18., 2006, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: UNESP,2006. 1 CD-ROM.

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 milho sob três doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, 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 an 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, MG, v.32, n.5, p.1629-1636, 2008.

BERG, B. Nitrogen release from litter and humus in coniferus forest soil - a mini review. **Scandinavian Journal of Forest Research**, Stockholm, v.1, p.359-369, 1986.

BERNARDES, L.F. **Semeadura de capim-braquiária em pós-emergência da cultura do milho para obtenção de cobertura morta em sistema de plantio direto**. 2003. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2003.

BERTOL, I.; CIPRANDI, O.; KURTZ, C.; BAPTISTA, A.S. Persistência de resíduos culturais de aveia e milho sobre a superfície do solo em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.22, n.4, p.705-712, 1998.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.42, n.9, p.1269-1276, 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, DF, v.42, n.2, p.163-171, 2007.

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, PR, v.26, n.3, p.337-345, 2004.

BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M. da; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v.34, p.83-87, 2004.

BROMFIELD, S. M. Sheep faces in relation to the phosphorus cycle under pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 12, n. 1, p. 111-123, 1961.

BROMFIELD, S. M.; JONES, O. L. The effect of sheep on the recycling of phosphorus in hayed-off pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 21, n. 4, p. 699-711, 1970.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde no Paraná**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1995. 118 p. (Circular, 80).

CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná.** Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1990. 37 p. (Boletim técnico, 35).

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

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**, Viçosa, MG, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.

CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E.D.; SULC, R.M.; LANG, C.R.; FLORES, J.P.C.; LOPES, M.L.T.; SILVA, J.L.S.; CONTE, O.; WESP, C.L.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R.S.; BAYER, C.. 2010. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**. v.87, Online First, 2010.

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, PR, 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. 2 p. (Circular Técnica).

CEZAR, E. **Técnicas simples e baratas evitam a degradação das pastagens.** 2007. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/index.php?pagina=bancodenoticias/03082007_degradacao.htm>. Acesso em: 24 maio 2010.

CHAVES, J.C.D.; CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v.22, n.212, p.53-60, 2001.

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).

COBUCCI, T. **Manejo integrado de plantas daninhas em sistema plantio direto**. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa: UFV, 2001. p.583-624.

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.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1992. 80 p. (Circular, 73).

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.

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

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.

FLOSS, E. Benefícios da biomassa de aveia ao sistema de semeadura direta. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, RS, v. 57, n. 1, p. 25-29. 2000.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; BRITO, E.C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região Noroeste Fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, n.6, v.31, n. p.1421-1428, 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.

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.

JONES, M. B.; R. G. WOODMANSEE. Biogeochemical cycling in annual grassland ecosystems. **Botanical Review**, Bronx, v.45, n. 2, p. 111-144, 1979.

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

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema santa fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração**

lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. cap.15, p.409-441.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, J. L. S.; VILELA, L.; BARCELLOS, 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 Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de Integração Lavoura-Pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. Cap.4, p.131-141.

LANDERS, F. N. **Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado.** Goiânia: APDC, 1995. 261p.

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

LARA-CABEZAS, W. A. R.; PÁDUA, R. V. Eficiência e distribuição de nitrogênio aplicado em cobertura na cultura de milho consorciada com *Brachiaria ruziziensis*, cultivada no Sistema Santa Fé. **Bragantia**, Campinas, SP, v.66, n.1, p.131-140, 2007.

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.

LIMA, E. V.; CRUSCIOL, A. C.; LEITÃO-LIMA, P. S.; CORRÊA, J. C. Espécies para cobertura e qualidade dos resíduos vegetais na implantação do sistema de plantio direto em região de inverno seco. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 4, n. 2, p. 180-194, 2005.

LINN, J.; KUEHN, C. The effects of forage quality on performance and cost of feeding lactating dairy cows. In: WESTWERN CANADIAN DAIRY SEMINAR, 1997, Alberta. **Proceedings...** Alberta. 1997, p.236.

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. Esp., p.133-146, 2009.

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.

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 Sciences**, Maringá, PR, v.31, n.20, p.117-122, 2009.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889 p.

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**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. Cap.3, 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.

MELLILO, J.M.; ABER, J.D.; MURATORE, J.F. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. **Ecology**, Durham, v.63, n.3, p.621-626, 1982.

OLIVEIRA, C.A.; MUZZI, M.R.S.; PURCINO, H.A.; MARIEL, I.E.; SÁ, N.M.H. Decomposition of *Arachis pintoii* and *Hyparrhenia rufa* litters in monoculture and intercropped systems under lowland soil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.38, n.9, p.1089- 1195, 2003.

OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.37, n.8, p.1079-1087, 2002.

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. 153 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZETTI, S.; CHIODEROLI, 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, GO, v.39, n.4, p.360-370, 2009.

PELÁ, A. **Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto na região de Jaboticabal-SP.** 2002, 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

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

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; ARMELIN, M. J. A. Qualidade mineral e degradabilidade potencial de adubos verdes conduzidos sobre Latossolos, na região tropical de São Carlos, SP, Brasil. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, SP, v.77, n.1, p. 89-102, 2002.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

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, DF, v.43, n.3, p.401-409, 2008.

REZENDE, C. de P. ; CANTARUTTI, R. B.; BRAGA, J. M.; GOMIDE, J. A. ; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, B. J. R.A.; URQUIAGA, G.S.; CADISCH, G; GILLER, K.E.; BODDEY, R.M. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in the Atlantic Forest region of South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v.54, n.2, p.99- 112, 1999.

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.27, n.2, p.355-362, 2003.

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; Fecotrigo, 1998. p. 1-34.

RUFINO, M.C.; TTTTONELL, P.; REIDSMA, P.; LÓPEZ-RIDAURA, S.; HENGSDIJK, H.; GILLER, K.E.; VERHAGEN, A. Network analysis of N flows and food self-sufficiency - a comparative study of crop-livestock systems of the highlands of East and southern Africa. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Amsterdam, v.85, n.2, p.169-186, 2009.

SANTOS, P. M. Aspectos fisiológicos e metabólicos da nutrição nitrogenada de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21, 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p.139-154.

SCHUNKE, R.M. **Qualidade, decomposição e liberação de nutrientes da liteira de quatro cultivares de *Panicum maximum***. 1998. 88 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

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. Implicações sobre as espécies forrageiras. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.24, n.1, p.45-52, 2006.

SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; BLANCANEUX, P.; LIMA, J.M.; CARVALHO, A.M. Rotação adubo verde – milho e adsorção de fósforo em Latossolo Vermelho-Escuro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.32, n.6, p.649-654, 1997.

SILVEIRA, C. P.; MONTEIRO, F. A. Morfogênese e produção de biomassa do capim-tanzânia adubado com nitrogênio e cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.36, n.2, p.335-342, 2007.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.

SPAIN, J. M.; J. G. SALINAS. **A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 1985, Ilhéus. **Anais... Ilhéus: s.n.**, 1985. p. 159-299.

TEIXEIRA NETO, M. L. **Efeito de espécies vegetais para cobertura, no sistema plantio direto na região dos cerrados, sobre as propriedades do solo**. 2002. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

TORRES, J.L.R. **Estudo de plantas de cobertura na rotação milho-soja em sistema de plantio direto no cerrado, na região de Uberaba-MG**. 2003. 108f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M.G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J.C.; FABIAN, A.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.29, n.4, p.609-618, 2005.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008.

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: 15 maio 2010.

ULIAN, N.A.; ARAÚJO, F.C.M.; PARIZ, C.M.; CAVASANO, F.A.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, 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, 2008. (CD-ROM).

ULIAN, N.A.; CAVASANO, F.A.; NASCIMENTO, C. F.; COSTA, N. R.; ALVES, R. D.; ANDREOTTI, M. 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 2010), 29, 2010, Guarapari/ES. **Anais...** Viçosa, MG: SBCS, 2010. (CD-ROM).

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

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. (CDROM).

WIEDER, R. K.; LANG, G. E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, Durham, v. 63, n. 6, p. 1636-1642. 1982.