



JOSÉ LIBÊNCIO BABILÔNIA

**PASTAGENS CONSORCIADAS, ESTOQUES DE
CARBONO E NITROGÊNIO, PRODUTIVIDADE
E PERSISTÊNCIA DE LEGUMINOSAS**

LAVRAS-MG

2013

JOSÉ LIBÊNCIO BABILÔNIA

**PASTAGENS CONSORCIADAS, ESTOQUES DE CARBONO E
NITROGÊNIO, PRODUTIVIDADE E PERSISTÊNCIA DE
LEGUMINOSAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Antônio Ricardo Evangelista

LAVRAS-MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Babilônia, José Libêncio.

Pastagens consorciadas, estoques de carbono e nitrogênio,
produtividade e persistência de leguminosas / José Libêncio
Babilônia. – Lavras : UFLA, 2013.

159 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Antônio Ricardo Evangelista.

Bibliografia.

1. Agroflorestais. 2. *Arachis*. 3. *Brachiária*. 4. *Puerária*. 5.
Stylozanthes. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.3047

JOSÉ LIBÊNCIO BABILÔNIA

**PASTAGENS CONSORCIADAS, ESTOQUES DE CARBONO E
NITROGÊNIO, PRODUTIVIDADE E PERSISTÊNCIA DE
LEGUMINOSAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 01 de abril de 2013.

Dr. José Cardoso Pinto	UFLA
Dr. Afrânio Afonso Ferrari Baião	IFES
Dr. Antônio Augusto Rocha Athayde	IFMG
Dr. Pedro Silva de Oliveira	FEPI

Dr. Antônio Ricardo Evangelista
Orientador

LAVRAS - MG

2013

DEDICO

Aos meus pais; *Sr. Libêncio e D^a Laura*; por ter me dado a oportunidade de pisar neste planeta e segurado em minha mão;

Aos meus filhos; *Ana Paula, Libêncio Neto e Mariayi*, para que essa minha luta sirva de exemplo;

A toda minha família *Paterna (Babilônia) e Materna (Sousa)* e a todos os meus *amigos*, pelo estímulo e companheirismo;

Ao grande Senhor Universo, fonte de todo saber e amor.

Obrigado!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de cursar o Doutorado;

A CAPES/PIQDTEC, pela bolsa de estudo concedida;

A FAPEMAT, pelo financiamento do projeto;

A Direção e colegas do IFMT-Campus São Vicente, pelo apoio durante a minha ausência;

Pela dedicação, paciência, ensinamentos e confiança, agradeço especialmente ao meu Orientador, Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista;

Aos Doutores; José Cardoso, Afrânio Baião, Pedro Oliveira e Antônio Athayde, por se disponibilizarem em fazer parte da banca de defesa de Tese;

Aos Professores da UFLA; José Cardoso Pinto, Márcio Machado Ladeira, Marcos Neves Pereira, Mário Luiz Chizzotti, Thiago Fernandes Bernardes, Carlos Alberto Silva e Renato Luiz Grisi Macedo, com a transmissão de seus conhecimentos, nos ajudaram a atingir esta meta;

Aos Bolsistas do IFMT, Murilo Andrade Barbosa, Ademilson Nogueira Monteiro, Deuzinete Conceição Silva e Douglas Batista Nascimento, pela contribuição e apoio na execução das tarefas;

Ao meu amigo Nilson Moraes Junior, Prof do IFES, pelo incentivo e apoio constante. Sua contribuição estatística foi fundamental para a construção deste trabalho;

Aos meus amigos; Dr. Osvaldo José de Oliveira e Dr. Chales de Araújo, professores do IFMT, pelo estímulo, companheirismo e ajuda na interpretação e análise dos dados;

Ao meu amigo, prof. Dr. Ulisses Nascimento de Souza, pela amizade e apoio incondicional durante nossa jornada em Lavras

Muito obrigado!!!!

“Se um asiático me perguntar por uma definição da Europa, serei forçado a responder-lhe do seguinte modo: É aquela parte do mundo perseguida pela incrível ilusão de que o homem foi criado do nada, e que a sua existência atual é a sua primeira entrada na vida.”

(Shopenhauer (filósofo alemão, 1798 a 1860 d.c.)

“Lê-me, leitor, se encontrar prazer em ler-me, porque muito raramente eu voltarei a este mundo.”

(Leonardo da Vinci, 1452 a 1519 d.c.)

“Respondeu-lhe Jesus: Em verdade, te tigo que se alguém não nascer de novo, não pode ver o reino de Deus.”

(João 3:3)

As preces devem emanar do coração, onde Deus habita, e não da cabeça onde as doutrinas e as dúvidas se chocam.

(Sathya Sai Baba- Mestre espiritual na Índia)

RESUMO GERAL

Este trabalho foi realizado no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus de São Vicente, a partir do dia 15 dezembro de 2008 até o dia 19 de junho de 2012, em pastagens de *Brachiaria humidicola* em monocultivo, estabelecidas há mais de 30 anos, com sinais de degradação, sobre a qual foram introduzidas três leguminosas forrageiras e uma espécie arbórea (*Moringa oleifera*) em consórcio, caracterizando os seguintes tratamentos: T1=*Stylozanthos*-cultivar Campo Grande+*Brachiaria humidicola*+*Moringa oleifera*; T2=*Arachis pintoi*-cultivar Belmonte+*Brachiaria humidicola*+*Moringa oleifera*; T3=*Pueraria phaseoloides*+*Brachiaria humidicola*+*Moringa oleifera* e T4=*Brachiaria humidicola* em monocultivo+*Moringa oleifera*, que foram delineados em DBC com cinco repetições por tratamentos e com duas ou três repetições no tempo em função da variável estudada. Objetivou-se avaliar o desempenho da *Moringa oleifera* nos SAFs; os teores de nitrogênio e carbono e seus respectivos estoques na liteira e no solo; a produtividade animal e a persistência das leguminosas no consórcio com a *Brachiaria humidicola*. Para a avaliação do desempenho da *Moringa oleifera*, mediu-se o diâmetro do caule, a altura e taxa de sobrevivência da espécie em três diferentes períodos. Considerou-se como liteira todo resíduo vegetal desprendido da planta que se encontrava sobre o solo. Os estoques de carbono e nitrogênio do solo foram obtidos em função de seus teores e da densidade nas diferentes camadas de solo avaliadas. Para avaliação da produtividade animal, utilizaram-se ovinos na fase de recria/engorda sob manejo intermitente das pastagens diferidas, durante dois ciclos de pastejo com taxa de lotação variável (LTV). Para avaliação da persistência das leguminosas, considerou a participação de cada espécie no relvado em três diferentes períodos, e quatro ciclos de pastejo foram realizados em todos os tratamentos, nos dois primeiros ciclos utilizaram-se bovinos de corte com elevada carga animal independentemente da forragem disponível, caracterizando pastejo intenso, enquanto que nos dois últimos ciclos foram utilizados ovinos, a uma pressão de pastejo média de 10,3 kg de MS/100 kg de PV. Os dados obtidos foram submetidos ao PROC MIXED do SAS para análises estatísticas e diferenças entre médias de tratamentos foram analisadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A *Moringa oleifera* apresentou baixo desempenho e baixo percentual de sobrevivência nas condições deste experimento. O consórcio constituído pela *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola* apresentou liteira mais recalcitrante com maiores estoques de carbono e nitrogênio na liteira. O consórcio do *Stylozanthos* + *Brachiaria humidicola* apresentou liteira de melhor qualidade e proporcionou os maiores estoques de carbono e nitrogênio no solo, porém, esta leguminosa apresentou baixa persistência. O consórcio constituído pelo *Arachis pintoi* e a *Brachiaria humidicola* apresentou maior persistência e maior produtividade animal.

Palavras-chave: Agroflorestais. *Arachis*. *Brachiária*. *Puerária*. *Stylozanthos*.

GENERAL ABSTRACT

This work was performed at the Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, São Vicente Campus, from December 15th of 2008 to June 19th of 2012. We used the monoculture of *Brachiaria humidicola* pastures, established in over 30 years, with signs of degradation, over which were introduced three fodder legumes and an arboreal species (*Moringa oleifera*) in consortium, characterizing the following treatments: T1 = *Stylozanthes* – Campo Grande cultivar + *Brachiaria humidicola* + *Moringa oleifera*; T2 = *Arachis pintoii* – Belmonte cultivar + *Brachiaria humidicola* + *Moringa oleifera*; T3 = *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola* + *Moringa oleifera* and T4 = *Brachiaria humidicola* in monocultivation + *Moringa oleifera*. The treatments were done in a randomized blocks design with five replicates per treatments and with two or three replicates in time in regard to the studied variables. This work aimed at evaluating: the performance of the *Moringa oleifera* in the agrosilvopastoral systems; nitrogen and carbon content and their respective stocks in the litter and in the soil; animal productivity and the persistence of the legumes in the consortium with *Brachiaria humidicola*. For the evaluation of the *Moringa oleifera*'s performance, we measured the diameter of the stem, height and survival rate of the species in three different periods. We considered as litter all plant residue detached from the plant found on the soil surface. The soil's nitrogen and carbon stocks were obtained in relation to their content and to the density in the different layers of the soil evaluated. For the evaluation of animal productivity, we used sheep in rearing/fattening phase under intermittent management of the differed pastures during two crop cycles with a varying stocking rate (VTR). For the evaluation of the persistence of the legumes, we considered the participation of each species in the field in three different periods, and four crop cycles were performed in all treatments. In the first two cycles we used beef cattle with an elevated animal stock, independent of the forage available, characterizing intense grazing, while in the last two cycles we used sheep, at an average grazing pressure of 10.3 kg of DM/100 kg of LW. The obtained data were submitted to the PROC MIXED of the SAS for statistical analysis, and the differences between treatment means were analyzed by the Tukey test at 5% of probability. The *Moringa oleifera* presented low performance and survival percentages in the conditions of this experiment. The consortium constituted of *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola* presented a more recalcitrant litter, with larger carbon and nitrogen stocks in the soil, however, this legume presented low persistence. The consortium constituted by the *Arachis pintoii* and the *Brachiaria humidicola* presented larger persistence and animal productivity.

Keywords: Agro-forest. *Arachis*. *Brachiaria*. *Pueraria*. *Stylozanthes*.

LISTA DE FIGURAS

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

ARTIGO 1

- Figura 1 Diâmetro do caule (DC) da *Moringa oleifera* a 30 cm do solo, a partir de 16 meses após o plantio no campo, em função dos tratamentos e tempo 47
- Figura 2 Taxa de sobrevivência da *M. oleifera* dos 16 aos 33 meses após plantio no campo em função de tratamentos e tempo..... 49

ARTIGO 2

- Figura 1 Participação percentual da *Brachiaria humidicola* na MS da forragem disponível em função de tratamentos e do tempo 69
- Figura 2 Teores de Carbono (C) da liteira em função de tratamentos e tempo..... 70
- Figura 3 Estoque de nitrogênio (EM) da liteira em função de tratamentos e tempo..... 78

ARTIGO 3

- Figura 1 Densidade do solo (dap) na camada de 0,0 a 5,0 cm de profundidade em função de tratamentos e tempo..... 99
- Figura 2 Densidade do solo (Dap) na camada de 5,0 a 10,0 cm de profundidade em função dos tratamentos e tempo 100
- Figura 3 Participação percentual da *B. humidicola* na MS da forragem disponível em função de tratamentos e tempo 102
- Figura 4 Estoque de nitrogênio total do solo (NTS) na camada de 0,0 a 10 cm de profundidade em função de tratamentos e tempo 115

Figura 5	Estoque de carbono orgânico do solo (COS) na camada de 0 a 10 cm de profundidade em função de tratamentos e tempo	117
----------	---	-----

ARTIGO 4

Figura 1	Densidade do solo aparente do solo (Dap) na camada de 0 a 5 cm de profundidade em função dos tratamentos e tempo	139
Figura 2	Proporção de <i>B. humicola</i> presente na MS da forragem disponível em função de tratamentos e tempo	140
Figura 3	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) das forrageiras coletadas via pastejo simulado no primeiro e segundo ciclo, de pastejo com ovinos em função de tratamentos e tempo.....	147
Figura 4	Produtividade animal em ganho de peso vivo em kg/ha/dia em função do tratamento e tempo	149

LISTA DE TABELAS

SEGUNDA PARTE - ARTIGO

ARTIGO 1

Tabela 1	Desempenho da Moringa oleifera dos 16 aos 33 meses após plantio no campo nos diferentes tratamentos	51
----------	---	----

ARTIGO 2

Tabela 1	Características climáticas de São Vicente, município de Santo Antônio do Leverger – MT	63
Tabela 2	Teor de N, a relação C/N, a disponibilidade de forragem e de liteira e o estoque de carbono da liteira em função de tratamentos	72
Tabela 3	Efeito do fator tempo sobre o teor de N da liteira, a relação C/N, a disponibilidade de forragem, a disponibilidade de liteira e o estoque de C da liteira	80

ARTIGO 3

Tabela 1	Efeito dos tratamentos sobre a disponibilidade de forragem, os teores e estoques de N total e de C orgânico do solo, em diferentes profundidades.....	104
Tabela 2	Efeito da interação entre os tratamentos e tempo sobre o teor de C do solo, a relação C/N e estoques de C e N na camada de 0 a 5 de profundidade do solo	110

ARTIGO 4

Tabela 1	Efeito dos tratamentos sobre a disponibilidade de forragem, a carga animal e a percentagem de leguminosa ingerida, as características bromatológicas da forragem e o consumo de MS por ovinos	144
----------	---	-----

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO 15
2	REFERENCIAL TEÓRICO 18
2.1	<i>Brachiaria humidicola</i> 19
2.2	Importância das leguminosas na recuperação e manutenção da produtividade das pastagens 20
2.3	Amendoim Forrageiro (<i>Arachis pintoi</i>) 23
2.4	Pueraria phaseoloides (Kudzu Tropical) 24
2.5	Estilosantes Campo Grande 25
2.6	Sistemas Agroflorestais..... 27
2.7	<i>Moringa oleifera</i> 28
3	CONCLUSÃO 30
	REFERÊNCIAS 31
SEGUNDA PARTE – ARTIGOS 38	
ARTIGO 1 Desempenho da <i>Moringa oleifera</i> em Sistema Silvopastoris (SAFs) no Mato Grosso 38	
1	INTRODUÇÃO 40
2	MATERIAL E MÉTODOS 43
2.1	Características edafoclimáticas e local do experimento 43
2.2	Implantação e manejo das espécies no SAFs..... 43
2.3	Tratamentos, modelo estatístico, variáveis avaliadas e coleta de dados amostrais 45
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO 46
4	CONCLUSÃO 53
	REFERÊNCIAS 55
ARTIGO 2 Pastagens consorciadas, estoques e de carbono e nitrogênio na liteira 58	
1	INTRODUÇÃO 60
2	MATERIAL E MÉTODOS 62
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO 68
4	CONCLUSÕES 82
	REFERÊNCIAS 84
ARTIGO 3 Pastagens consorciadas, estoques de carbono e nitrogênio do solo 88	
1	INTRODUÇÃO 90
2	MATERIAL E MÉTODOS 93
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO 98
4	CONCLUSÕES 119
	REFERÊNCIAS 121

	ARTIGO 4 Pastagens consorciadas, persistência e produtividade ..	127
1	INTRODUÇÃO	129
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	132
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	138
4	CONCLUSÃO	152
	REFERÊNCIAS	154

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

As pastagens brasileiras constituem a base da alimentação do rebanho. Entretanto, estima-se que 80% delas encontram-se em degradação, fato que além dos prejuízos econômicos, gera impactos ambientais pela degradação do solo, dos mananciais d'água e pela maior emissão de gases de efeito estufa por ruminantes, potencializando a produção de metano consumindo forragens pobres em nutrientes.

É por meio da liteira que grande parte dos nutrientes retorna ao solo, porém é sabido que pastagens constituídas exclusivamente de gramíneas, geralmente pobres em nitrogênio, apresentam alta relação carbono (C)/nitrogênio (N). Esta alta relação C/N dificulta a decomposição e liberação de nutrientes no tempo e em quantidades adequadas para suprir as exigências das plantas para a recomposição do dossel forrageiro, após pastejo, à velocidades e níveis considerados sustentáveis para a atividade pecuária, de tal sorte que nestas condições, há um processo contínuo de empobrecimento do solo e de menor produtividade das pastagens.

A introdução de leguminosas em pastagens de gramíneas apresenta-se como alternativa de uso mais sustentável da terra. Podendo contribuir para reduzir a produção de metano em ruminantes pela oferta de forragem de melhor qualidade, e ainda, prover complementaridade nos processos de decomposição dos resíduos vegetais das espécies C_3 e C_4 no consórcio, resultando em maior disponibilidade do N e menor oxidação do C que passa a compor a matéria orgânica do solo (MO). A MO, além de ser a principal mantenedora de nutrientes às plantas em solos tropicais, apresenta potencial para estocar mais que o dobro de todo carbono presente na superfície do planeta e na atmosfera

terrestre, contribuindo, desta forma, para mitigar os impactos negativos da atividade pecuária.

Por outro lado, o caráter de múltiplo propósito das árvores em Sistemas Silvopastoris constitui-se em alternativa sustentável para aumentar os níveis de produção de forragem, de animais, de madeira, e dentre outros o de biodiesel que podem gerar valores agregados.

A *Moringa oleifera* é uma planta de origem indiana, que, segundo a literatura apresenta crescimento rápido, produz grãos nutritivos com potencial para produção de biodiesel e cultivo em sistemas silvipastoris.

A família Moringaceae é composta apenas de um gênero (*Moringa*), sendo um arbusto, suas flores são procuradas pelas abelhas e produzem frutos verdes com sementes que quando torradas são altamente nutritivas e consumidos em muitas partes do mundo (RANGEL, 2008). A planta requer poucos tratamentos culturais e cresce rapidamente até 4 metros de altura no primeiro ano, e em condições favoráveis, uma única planta pode produzir de 50 a 70 kg de frutos/ano (RANGEL, 2008; RURAL SEMENTES, 2008).

Moringa oleifera, também vulgarmente designada como acácia-branca, é cultivada na África, América Central e do Sul, Sri Lanka, Índia, México, Malásia, e Filipinas, sendo considerada uma das árvores mais úteis para o ser humano, suas sementes são oleosas e sua madeira pode ser utilizada na produção de papel e de fibras têxteis, enquanto que as raízes são consideradas abortivas (SOUZA, 2001).

Análises bromatológicas das sementes de *Moringa oleifera* apresentaram 26% de óleo, 27% de proteína e 44% de digestibilidade enquanto que no resíduo das sementes, após a extração do óleo, o teor de proteína subiu para 34% e a digestibilidade para 56% (RANGEL, 2008).

Objetivou-se, com este trabalho avaliar o efeito dos tratamentos constituídos por diferentes consorciações entre *Brachiaria humidicola* e as

leguminosas *Stylosanthes* – cv Campo Grande; o *Arachis pintoi* – cv Belmonte e a *Pueraria phaseoloides* associadas à *Moringa oleifera* em um Sistema silvipastoril (SAFs), sobre o desempenho da *Moringa oleifera*, os teores e respectivos estoques de C e N na liteira e no solo, a produtividade animal e a persistência das leguminosas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Estima-se que o Brasil tenha mais de 120 milhões de hectares de pastagens cultivadas, e que 85% dessa área estão ocupados por gramíneas do gênero *Braquiarias*, frequentemente apresentando baixos níveis de produtividade forrageira e animal, reflexos de algum estágio de degradação de manejo inadequado (PAULINO; TEIXEIRA, 2009).

Uma das principais causas da redução na produção vegetal de pastagens de gramínea em monocultura é a baixa disponibilidade do N para as plantas por causa da alta relação C/N dos resíduos (palha e raízes), que são constituídos por compostos orgânicos mais recalcitrantes e de mineralização lenta, que tendem à imobilização do N (MYERS; ROBBINS, 1991; SCHUNKE, 2001).

De acordo com Schunke e Silva (2003) o N é considerado o elemento mais limitante em pastagens e a introdução das leguminosas, nesse sistema, aumenta o aporte de N pela simbiose entre a leguminosa e as bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam o N atmosférico, resultando em aumento na produção de biomassa da forrageira.

Atualmente, existe a consciência de que se deve utilizar manejos que, além de propiciar uma boa produtividade animal, melhorem também a “qualidade do solo” (SCHUNKE; SILVA, 2003), a sustentabilidade dos sistemas produtivos pode ser alcançada, pela escolha da espécie forrageira apropriada e a manutenção da fertilidade do solo, aliadas ao aumento da biodiversidade que pode ser alcançada com o uso de leguminosas fixadoras de N atmosférico e ao manejo adequado da pastagem quanto ao uso de taxa de lotação correta e eventualmente, ao diferimento (SCHUNKE, 2001).

2.1 *Brachiaria humidicola*

Dentre as diversas espécies forrageiras utilizadas na produção de ruminantes a pasto no Brasil, a *B. humidicola* tem se destacado por apresentar rápido enraizamento e adaptação a solos de baixa fertilidade natural, mesmo que arenosos ou temporariamente alagados, com boa tolerância à seca prolongada, boa recuperação após queima e razoável valor nutritivo (GALVÃO; LIMA, 1982; CAMARÃO et al., 1983; DIAS FILHO, 1983). Depois de estabelecida, pode atingir alturas de 50 a 80 cm, proporcionando excelente cobertura e proteção do solo, com um rendimento de matéria seca (MS) de até 20 t/ha/ano e teores de até 9% de proteína bruta na MS (TERGAS, 1983).

A *B. humidicola* é uma forrageira perene, podendo ser ereta ou estolonífera e rizomatosa (ALCÂNTARA; BUFARAH, 1992). É pouco exigente quanto ao solo, vegeta bem em locais úmidos ou secos, resistente e muito utilizada para formação de pastagens em diferentes regiões do país (PUPO, 1980; ALCÂNTARA & BUFARAH, 1992).

CAMARÃO et al. (1983), verificaram que o aumento de um dia na idade de corte causou redução diária de 0,13% na digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS); 0,04% no teor de proteína bruta (PB) e elevação de 0,06% de fibra em detergente neutro (FDN); 0,07% de fibra em detergente ácido (FDA) e 0,03% na Lignina, sugerindo que a idade de corte mais apropriada para utilização *B. humidicola* situa-se entre 35 a 65 dias, para o mês maio na região Amazônica.

Por outro lado, Costa et al. (2006) sugerem alturas de corte de 15 a 20 cm para pastagens de *B. humidicola* em pastos manejados sob lotação contínua, enquanto para sistemas com pastejo intermitente a sugestão é que os animais entrem na pastagem quando a forrageira atingir de 30 a 40 cm e a saída deve ocorrer quando for rebaixada entre 15 e 10 cm, com período de descanso de 21 a

35 dias. Ainda, segundo os autores, a *Brachiaria humidicola* suporta de 1,0 a 1,5 UA/ha, respectivamente, nas estações seca e das chuvas em sistema de pastejo contínuo, enquanto que para sistemas rotacionados a capacidade de suporte poderá ser elevada para 1,2 a 2,0 UA/ha, respectivamente, nas estações seca e chuvosa.

2.2 Importância das leguminosas na recuperação e manutenção da produtividade das pastagens

Além de aumentarem, de forma econômica o aporte de N, pela fixação biológica, as leguminosas contribuem com uma dieta mais rica para o animal, contornando, inclusive, o problema da sazonalidade na oferta de forragem. O grande desafio ao uso de leguminosas é a baixa persistência da quase totalidade dos cultivares disponibilizadas (PEREIRA et al., 2011).

As leguminosas podem contribuir para a sustentabilidade das pastagens pela fixação simbiótica de N, como também pela incorporação dos próprios tecidos ao solo, que possuem uma boa relação C:N e aceleram os processos de decomposição, humificação, mineralização e estabilização da matéria orgânica, aumentando, ao longo do tempo, os seus níveis no solo e, conseqüentemente, todas as contribuições benéficas ao sistema (PRIMAVESI, 1999).

Os estudos de Cadisch, Schunke e Giller (1994) e Cantarutti (1997) mostraram que a drenagem de N de uma pastagem pura de gramíneas pode ser revertida com a introdução de leguminosas, por reduzir o tempo de reciclagem do N da liteira para o solo, favorecendo, assim, a produtividade e a sustentabilidade dessas pastagens.

Segundo Cantarutti (1996), as leguminosas contribuem para manter um balanço positivo de N no sistema por meio da fixação biológica do N₂ e pelo aumento da qualidade da serrapilheira, o que favorece os processos de

mineralização. De acordo com Schunke e Silva (2003), os nutrientes não são perdidos e podem ser acumulados no solo, melhorando a capacidade de troca de cátions, potencializando o crescimento e acúmulo de biomassa forrageira na pastagem e a produtividade animal.

A introdução de leguminosas melhora diretamente a qualidade da dieta animal e, indiretamente, a contribuição se dá por transferência de N para a gramínea associada, refletindo em melhoria de atributos forrageiros como teor de proteína e maior capacidade produtiva, traduzindo em maior capacidade de suporte da pastagem (SCHUNKE, 2001).

Parte do N fixado pela leguminosa pode ser transferido direta ou indiretamente para a gramínea associada (CANTARUTTI & BODDEY, 1997). Segundo esses autores, há evidências de que a transferência direta ocorra por meio de produtos nitrogenados secretados pelas raízes, por fluxo de nitrogênio por meio de hifas de micorrizas que interconectam as raízes das duas espécies e por reabsorção do N volatilizado ou lixiviado da folhagem da leguminosa.

Indiretamente, a transferência do N da leguminosa para a gramínea ocorre por mecanismos de ciclagem de resíduos vegetais e nódulos abaixo da superfície do solo e, superficialmente, por meio de fezes e urina dos animais e resíduos vegetais (CANTARUTTI; BODDEY, 1997; LEDGARD; STEELE, 1992).

As pesquisas de Thomas (1992); Cadisch, Schunke e Giller (1994) sugerem que uma composição botânica com cerca de 30% (20 a 45%) de leguminosa (peso seco) na pastagem consorciada, são suficientes para balancear as perdas de N do sistema e manter as produtividades vegetal e animal e a fertilidade do solo, mantendo a sustentabilidade das pastagens. No entanto, segundo Nascimento Junior e Barbosa (2008), uma proporção de leguminosa entre 13 e 23% do total da MS disponível pode assegurar a sustentabilidade das pastagens. Dentre as estratégias para manter a persistência e a proporção

desejada da leguminosa, Nascimento Junior e Barbosa (2008) propõem a seleção de leguminosas menos palatáveis ou mais competitivas juntamente com gramíneas menos agressivas, bem como menores pressões de pastejo.

Neste contexto, dentre as leguminosas que apresentam maior potencial de uso estão: *A. pintoii*, o Estilosantes Campo Grande (*Stylozanthus capitata* x *Stylozanthus Macrocephala*), a *Pueraria phaseoloides*, o *Calopogonium muconoides* e as leguminosas arbóreas (PEREIRA, 2008). No entanto, mesmo essas leguminosas têm tido uso ainda muito restrito e dependem do aperfeiçoamento de técnicas de manejo e de trabalhos de difusão que proporcionem segurança aos produtores e demais membros da cadeia produtiva (PEREIRA et al., 2011).

Segundo PAULINO et al. (2011), o grande entrave para a adoção do sistema gramínea/leguminosa encontra-se na falta de caracterização da função principal da leguminosa que é o de fixar N e fornecê-lo à gramínea associada, melhorando a produção e o valor nutritivo desta.

A melhoria da dieta, em razão do consumo da leguminosa torna-se, portanto, uma função consequente e segundo PAULINO et al. (2011) a caracterização desta função é possível por meio da adoção de um manejo que permita o consumo preferencial da gramínea, com um valor nutritivo melhor no período de primavera/verão, atrasando-se o consumo da leguminosa para quando a quantidade e a qualidade da gramínea diminui.

Os Trabalhos de Peres (1988); Barcellos et al. (2008) destacam a importância da palatabilidade da leguminosa em pastagens consorciadas. Segundo os autores, na fase de maior crescimento das forrageiras a leguminosa não deve ser muito palatável em relação à gramínea, pois é nesta fase que a gramínea tem o máximo desenvolvimento, assegurando à leguminosa a capacidade de competição.

Na época das secas, em que há diminuição da produção e da qualidade da gramínea, a leguminosa passa a ser mais palatável e o animal consumindo a forragem disponível no pasto aproveita melhor a gramínea de baixa qualidade, caracterizando, assim, o conceito de aceitabilidade relativa (PERES, 1988; BARCELLOS, 2008). Com relação a persistência, leguminosas de alta palatabilidade, sobretudo no período das águas, correm o risco de serem eliminadas pela alta frequência de desfolha e menor capacidade de competir com as gramíneas (PERES, 1988).

2.3 Amendoim Forrageiro (*Arachis pintoï*)

O *A. pintoï* é uma espécie nativa dos Cerrados do Brasil adaptada aos solos ácidos e de baixa fertilidade, apresentando alta produção de forragem de boa qualidade, elevada capacidade de fixar N, boa tolerância ao sombreamento e persistência, de sorte que pode ser indicada para uso em sistemas silvipastoris (SILVA, 2004).

A produção rodução de MS do amendoim forrageiro situa-se entre 5 e 13 t/ha/ano, a DIVMS pode atingir de 60 a 70% e os teores de PB estão entre 13 e 25%, com alta aceitabilidade pelos animais durante todo o ano, promove ganhos de peso na ordem de 500 -1000 g/dia. (SILVA, 2004). Segundo ANDRADE et al. (2004); PEREIRA (2008), a boa persistência dessa leguminosa tem sido reportada na literatura mesmo quando submetida a altas intensidades de pastejo.

Em alguns casos, ajustes de manejo devem ser feitos para evitar que a leguminosa, em face de sua agressividade, domine a gramínea, principalmente quando esta é também de boa qualidade e o manejo da pastagem ocorre sob lotação contínua (ANDRADE; KARIA, 2000).

Lascano (1994) verificou que a produção animal em pastagem de *B. humidicola* consorciada com *A. pintoii*, na proporção de 30% da leguminosa foi o dobro da observada em pastagem da gramínea exclusiva, ao passo que em outra pastagem com a mesma consorciação, mas com apenas 10% de *A. pintoii*, os autores acima citados, verificaram que o ganho de peso aumentou somente 30%.

2.4 Pueraria phaseoloides (Kudzu Tropical)

Planta perene, trepadeira de caules volúveis, finos, flexíveis, longos e verdes, produz vagens cilíndricas e estreitas, sendo pouco exigente em fertilidade, multiplicam-se por meio de sementes cuja produção chega a 300 kg/ha, pode ser utilizada como forrageira, em virtude de seu aspecto agressivo pode invadir áreas florestais e agricultáveis caso não haja controle (OJASTI et al., 1986).

Essa leguminosa é originária do sudeste da Ásia, Malásia e Indonésia; é tolerante ao sombreamento e às condições de muita umidade por períodos longos e aos insetos e doenças, suporta relativamente bem à seca, desde que não seja prolongada ou severa, prefere solos argilosos e férteis e com uma precipitação elevada, mas pode se desenvolver em solos franco-arenosos (VILELA, 2010).

Segundo Pereira (2001), a *P. phaseoloides*, por ser de crescimento volúvel ou trepador, com pontos de crescimento pouco protegidos, é uma leguminosa pouco adaptada a regimes de corte, diferindo do *A. pintoii* que possui pontos de crescimento rentes ao chão e, portanto, bem protegidos do corte. Uma menor produção da *P. phaseoloides* em relação ao *A. pintoii* foi constatada por Andrade et al. (2004).

A *P. phaseoloides* têm sido muito utilizada na Amazônia, onde tem apresentado persistência de até quatro anos quando consorciada com *Brachiaria*

spp. (VALENTIM; CARNEIRO, 2000). A *P. phaseoloides* e o *A. pintoi* desenvolvem bem em condições de sombreamento, por isso são também utilizadas como cobertura nos cultivos de seringueira, dendezeiro, fruticultura e em sistemas silvipastoris (CARVALHO; PIRES, 2008).

2.5 Estilosantes Campo Grande

O Estilosantes Campo Grande é composto de duas espécies de leguminosas; *Stylosanthes capitata* e *Stylosanthes macrocephala*. O *Stylosanthes capitata* tem hábito de crescimento ereto, subarbuscivo, podendo atingir até 1 m de altura, enquanto o *Stylosanthes macrocephala* possui hábito de crescimento decumbente ou prostrado em estande puro, podendo tornar-se mais ereto em condições de competição por luz (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2000).

O Estilosantes Campo Grande mostrou-se muito bem adaptado à acidez dos solos dos Cerrados, podendo crescer e produzir forragem e sementes em solos cuja saturação por bases (V%), a pH 7, esteja entre 30% e 35%, podendo suportar saturação de alumínio de até 35% sem prejuízos para a produção de forragem (EMBRAPA, 2000).

Maior produtividade animal, ciclagem mais eficiente de nutrientes da liteira e maiores depósitos de nutrientes no solo têm sido verificadas em pastagens de Estilosantes Campo Grande consorciado com *Brachiaria decumbens* em relação à *B. decumbens* em monocultivo (SHUNKE et al., 2000; EMBRAPA, 2000).

Diversos estudos mostram que o Estilosantes Campo Grande tem apresentado baixa persistência quando associado à *Brachiaria* - cv. Marandu com reflexos na produção animal (ANDRADE; KARIA, 2000). O máximo período de persistência para pastejo encontrado na literatura foi de três anos,

permanecendo na pastagem na proporção média de 10% (ALMEIDA; NASCIMENTO JUNIOR; EUCLIDES, 2001). A sua utilização como banco de proteína e para recuperação de pastagens degradadas parece ter maior probabilidade de adoção junto ao produtor (MACEDO, 1993).

Embora o Estilosantes Campo Grande não retenha a folhagem após o período chuvoso em áreas com uma longa e intensa estação seca, ele contribui para fixação de N e nutrição dos animais durante a estação chuvosa, sendo bastante prolífero e o recrutamento de mudas por meio do ressemeio é seu principal mecanismo de persistência GROF; FERNANDES; FERNANDES, 2001). Em termos de ciclo reprodutivo, o gênero *Stylosanthes*, se comporta como anual, uma vez que produz sementes anualmente desde o primeiro ano de cultivo (RESENDE et al., 2011).

Miles e Grof (1997) discutiram vários projetos de produção de *Stylosanthes* spp., particularmente na América tropical, e chegaram à conclusão de que o insucesso na persistência não estava relacionado à diversidade genética do germoplasma envolvido ou aos procedimentos de produção utilizados e sim à capacidade de ressemeadura, vigor da planta em competição, estratégia de assimilação e divisão de nutrientes e certamente à resistência a doenças.

No manejo de formação do Estilosantes Campo Grande recomenda-se promover um pastejo entre 50 e 60 dias após o plantio, para rebaixar a gramínea, evitando que ela o abafe e prejudique o seu estabelecimento, ao passo que no final do período de chuvas e durante o outono o pastejo deve ser mais leve contribuindo para a produção de sementes e maior oferta de forragem no período seco (SAFRASUL, 2011).

2.6 Sistemas Agroflorestais

Sistemas Agroflorestais (SAFs) constituem-se em alternativas sustentáveis para aumentar os níveis de produção agrícola, animal e florestal, nos quais árvores e arbustos são cultivados de forma interativa com cultivos agrícolas, pastagens e/ou animais, visando múltiplos propósitos, constituindo-se numa opção viável de manejo sustentável da terra (RIBASKI; MONTOYA; RODIGHERI, 2002).

Dentre os benefícios ambientais dos SAFs, destaca-se o melhor controle da temperatura, da umidade relativa do ar, da umidade do solo, o que torna o ambiente mais estável trazendo benefícios às plantas e aos animais (RIBASKI; MONTOYA; RODIGHERI, 2002).

Os principais efeitos esperados da presença de árvores nas pastagens cultivadas são: proteção do solo contra erosão e melhoria da fertilidade do solo, com aumentos nos teores de P, K e da CTC (JOFFRE et al., 1988).

A densidade do povoamento florestal nos sistemas silvipastoris é responsável pela maior ou menor produção de forragens e, conseqüentemente, pela pressão de pastejo a ser exercida na área (CLARY et al., 1975). A produtividade das pastagens nesses sistemas depende da quantidade de árvores por hectare, da altura, arquitetura e fenologia de cada espécie (MAGALHÃES et al., 2008).

Resultados de Karlin e Ayrsa (1982); Aviles (1994) demonstraram quando o componente arbóreo não é muito denso, permitindo que a radiação solar penetre pela copa até o solo, as gramíneas existentes sob esse dossel mantêm por mais tempo seus níveis de proteína e maior digestibilidade do que aquelas que estão fora da influência dessa cobertura vegetal.

De outra forma, Montoya et al. (1994) descrevem as seguintes características desejáveis de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris: não

podem ser tóxicas; não podem produzir efeitos alelopáticos sobre as plantas forrageiras; devem ter silvicultura conhecida; ser adequadas às condições ecológicas e ambientais; apresentar crescimento rápido; além disso, preferencialmente, deve ser resistentes aos ventos, propiciar alimentos para os animais, ter boa capacidade de rebrote e de fixação de N.

A introdução de espécies arbóreas em pastagens exerce efeitos positivos sobre a atividade biológica do solo, contribuindo para o surgimento de inimigos naturais, funciona como pontos de pousio e alimentação para pássaros e outros animais, influenciando o equilíbrio ecológico do sistema. Além disso, podem funcionar como cordões de dispersão e integração de sítios de alimentação e reprodução dos animais, fortalecendo a fauna local (EMBRAPA, 2005).

Sistemas agroflorestais que levem em consideração as peculiaridades dos recursos naturais da região como a integração de árvores, forrageiras e animais, devem ser concebidos e testados de modo a tornar a atividade agropecuária mais produtiva, mais sustentável e menos danosa ecologicamente (MAGALHÃES et al., 2008).

2.7 *Moringa oleifera*

A *Moringa oleifera* é originária do Nordeste da Índia, sendo cultivada por vários povos do Oriente por seu alto valor alimentar, medicinal; além disso apresenta rápido crescimento e pode render três colheitas anuais de até 3 mil kg de sementes por hectare com aproximadamente 42% de óleo de excelente qualidade para a indústria química (RURALBIODIESEL, 2008).

A família Moringaceae é composta apenas de um gênero (*Moringa*), sendo um arbusto cujas flores são procuradas pelas abelhas e produzem frutos verdes com sementes que quando torradas são altamente nutritivas e consumidos em muitas partes do mundo (RANGEL, 2008). A planta requer poucos tratamentos

culturais e cresce rapidamente até uma altura de 4 metros no primeiro ano, e em condições favoráveis, uma única planta pode produzir de 50 a 70 kg de frutos por ano (RANGEL, 2008; RURAL SEMENTES, 2008).

Moringa oleifera ou *Moringa moringa*, também vulgarmente designada como acácia-branca, é cultivada na África, à América Central e do Sul, Sri Lanka, Índia, México, Malásia e Filipinas, sendo considerada uma das árvores mais úteis para o ser humano. Suas sementes oleosas são utilizadas para a produção do óleo de “Ben”, usado em pintura artística e a madeira é pode ser utilizada na produção de papel e de fibras têxteis, enquanto que as raízes são consideradas abortivas (SOUSA, 2001).

Análises bromatológicas das sementes de *Moringa oleifera* apresentaram 26% de óleo, 27% de proteína e 44% de digestibilidade enquanto no resíduo das sementes, após a extração do óleo, o teor de proteína subiu para 34% e a digestibilidade para 56% (RANGEL, 2008).

Serra et al. (2006) extraíram 39% de óleo da semente seca de *Moringa oleifera* que apresentou alta viscosidade e acidez de 7,95 mg KOH/g com o seguinte perfil de ácidos graxos: palmítico (7%), palmitoleico (2%), esteárico (4%), oleico (78%), linoleico (1%), araquídico (4%) e behênico (4%). Segundo SERRA et al. (2006), o grande teor de ácido oleico indica que esse óleo é adequado para a obtenção de um biodiesel com um baixo teor de insaturações, o que tem reflexo direto e muito positivo em sua estabilidade à oxidação, facilitando o transporte e armazenamento.

3 CONCLUSÃO

A introdução de leguminosas forrageiras em pastagens degradadas de *Brachiaria humidicola* associadas à *Moringa Oleifera* em Sistemas Silvopastoris pode ser uma alternativa de uso mais sustentável da terra, por agregar valores econômicos e ambientais.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1992.

ALMEIDA, R. G. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B. Pastagens consorciadas de braquiárias com estilosantes, no Cerrado 1. Disponibilidade de forragem, composição botânica e valor nutritivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001^a. p. 62-63.

ANDRADE, C. M. S. de et al. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 3, p. 263-270, mar. 2004.

ANDRADE, R. de; KARIA, C. T. Uso de *Stylosanthes* em pastagens no Brasil. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/NEFOR, 2000. p. 273-310.

AVILES, R. S. La ganaderia: actividade destructora del medio ambiente. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v. 1, p. 4-5, 1994.

BARCELLOS, A. O. de et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, p. 51-67, 2008. Suplemento especial.

CADISH, G.; SCHUNKE, R. M.; GILLER, K. E. Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 28, n. 1, p. 43-52, 1994.

CAMARAO, A. P. et al. **Composição química e digestibilidade "in vitro" do capim quicuío-da-amazonia em três idades de cortes**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1983. 17 p.

CANTARUTTI, R. B. **Disponibilidade de nitrogênio em solo de pastagens de *Brachiaria humidicola* em monocultivo e consorciada com *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela.** 1996. 83 p. Tese (Doutorado em Solos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.

CANTARUTTI, R. B. Transferência de nitrogênio de leguminosas para gramíneas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1997. p. 349-79.

CANTARUTTI, R. B.; BODDEY, R. M. Transferência de nitrogênio das leguminosas para as gramíneas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1997. p. 431-445.

CARVALHO, G. G. P; PIRES, A. J. V. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagens. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 57, p. 103-113, 2008.

CLARY, W. P. et al. Cattle grazing and wood production with different basal areas of ponderosa pine. **Journal of Range Management**, Denver, v. 28, p. 434-437, 1975.

COSTA, N. de L. et al. Formação e manejo de pastagens na Amazônia do Brasil. **Revista Electrónica de Veterinária**, [S. l.], v. 2, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106.html>>. Acesso em: 02 fev. 2011.

DIAS FILHO, M. B. **Limitações e potencial de *Brachiaria humidicola* para o trópico úmido brasileiro.** Belém: Embrapa-CPATU, 1983. 28 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 20).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Estilosantes Campo Grande:** estabelecimento, manejo e produção animal. Campo Grande, 2000. (Comunicado Técnico 61, p. 1). Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicações/cot/COT61.html>>. Acesso em: 16 maio 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Plantio de leguminosas arbóreas para produção de moirões vivos e construção de cercas ecológicas**. Seropédica, 2005. (Sistemas de Produção, 3) Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/publicações/sistemasdeprodução/moirão/bibliografia.hatm#bagio1982a>>. Acesso em: 04 maio 2008.

GALVÃO, F. E.; LIMA, A. F. **Capim quicuío-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*) e suas perspectivas no Estado de Goiás**. Goiânia: EMGOPA, 1982. 27 p. (Circular Técnica, 5).

GROF, B.; FERNANDES, C. D.; FERNANDES, A. T. F. A novel technique to produce polygenic resistance to anthracnose in *Stylosanthes capitata*. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: LGC, 2001. p. 525–526.

JOFFRE, R. et al. The dehesa: an agrosilvopastoral system of the Mediterranean region with special reference to the Sierra Morena area of Spain. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 6, p. 71-96, 1988.

KARLIN, U. O.; AYERSA, R. O programa da algaroba na República Argentina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 1., 1982, Natal. **Anais...** Natal: EMPARN, 1982. p. 146-197.

LASCANO, C. E. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and Agronomy of forages Arachis**. Cali: CIAT, 1994. p. 109-121.

LEDGARD, S. F., STEELE, K.W. Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. **Plant and Soil**, The Hague, v. 141, n. 1/2, p. 137-154, 1992.

MACEDO, M. C. M. Recuperação de áreas degradadas: pastagens e cultivos intensivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 7., 1993, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBSC, 1993. p. 71-72.

MAGALHÃES, J. A. et al. **Sistemas silvipastoris alternativa para Amazônia**. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/v6n3_13Sistemas%20silvipastoris.pdf>. Acesso em: 20 maio 2008.

MILES J. W.; GROF, B. Recent advances in studies of anthracnose of *Stylosanthes*. III. *Stylosanthes* breeding approaches in South America. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 31, n. 5, p. 430-434, 1997.

MONTOYA, L. J. et al. Aspectos de arborização de pastagens e de viabilidade técnica-econômica da alternativa silvipastoril. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTALES NA REGIÃO SUL, 1., 1994, Colombo. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p. 157-170.

MYERS, R. J. K.; ROBBINS, G. B. Sustaining productive pastures in the tropics. 5. Maintaining productive sown grass pastures. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 25, p. 104-110, 1991.

NASCIMENTO JUNIOR, D. de; BARBOSA, M. A. A. de. **Ecologia em relação ao pastejo**. Disponível em: <<http://www.tdnet.com.br/domicio/Ecolog.htm>>. Acesso em: 19 maio 2008.

OJASTI, J. et al. **Informe sobre las especies exóticas em Venezuela**. Caracas: Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, 2001. Disponível em: <www.institutohorus.org.br/download/fichas/Aleurites_moluccana.htm>. Acesso em: 12 abr. 2013

PAULINO, V. T. et al. **Sustentabilidade de pastagens consorciadas: ênfase em leguminosas forrageiras**. Disponível em: <<http://www.forragicultura.com.br/arquivos/sustentabilidadepastagensconsorciadas.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2011.

PAULINO, V. T.; TEIXEIRA, E. M. L. **Sustentabilidade de pastagens: manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa**. [Nova Odessa]: [APTA/SAA], 2009.

PEREIRA, J. M. **Utilização de leguminosas na alimentação de bovinos**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/Artigos/artigo29.htm>>. Acesso em: 19 maio 2008.

PEREIRA, J. M. Produção e persistência de leguminosas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 111- 142.

PEREIRA, J. M.; REZENDE, C. de P.; BORGES, A. M. F. **Atualidades e perspectivas da produção animal à pasto**. Disponível em: <<http://scholar.google.com.br/scholar?q=Jos%C3%A9+Marques+Pereira+de+Paula+Rezende+Augusto+Magno+Ferreira+Borges+&hl=pt-BR&btnG=Pesquisar&lr=> [Doc] de Ceplac.gov.br>. Acesso em: 02 fev. 2011.

PERES, R. M. **Persistência de leguminosas em pastagens consorciadas tropicais**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1988. 26 p. (Boletim Técnico, n. 27).

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1999. 549 p.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1980.

RANGEL, M. S. **Moringa oleira: um purificador natural de água e complemento alimentar para o Nordeste do Brasil**. Disponível em: <<http://www.jardimdeflores.com.br/floresefolhas/A10moringa.htm>>. Acesso em: 16 maio 2008.

RESENDE, R. M. S. et al. Breeding of *Stylosanthes*. Disponível em: <<http://simf.cnpqc.embrapa.br/simf1/anais/palestras/09.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2011.

RIBASKI, J.; MONTOYA, L. J.; RODIGHERI, H. R. **Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e sócio-econômicos**. 2002. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabalhos.ribaski.htm>>. Acesso em: 16 maio 2008.

RURALBIODIESEL. Disponível em <<http://www.ruralbioenergia.com.br/default.asp?tipo=1&secao=moringa.asp>>. Acesso em: 16 maio 2008.

RURAL SEMENTES. **Moringa oleifera, produção de óleos e sementes**. Disponível em: <<http://www.ruralsementes.com.br/produtos/Moringa%20oleifera%20%C3%93leos%20e%20sementes%20%5BModo%20de%20Compatibilidade%5D.pdf>>. Acesso: em 20 maio 2008.

SAFRASUL. **Sementes para pastagens**. Disponível em: <<http://www.safrasulsementes.com.br/estilosantes-campo-grande.html>>. Acesso em: 05 fev. 2011.

SCHUNKE, R. M. Alternativas de manejo de pastagem para melhor aproveitamento do nitrogênio do solo. **Campo Grande: Embrapa, 2001. (Documentos, 111)**. Disponível em <<http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc111/>>. Acesso em: 19 maio 2008.

SCHUNKE, R. M. et al. **Estilosantes Campo Grande**: estabelecimento, manejo e produção animal. 2000. (Comunicado Técnico, n. 61). Disponível em: <<http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/cot/COT61.html>>. Acesso em: 20 maio 2008.

SCHUNKE, R. M.; SILVA, J. M. da. **Estilosantes campo grande consorciado com braquiaria contribui para a sustentabilidade da pastagem**. Campo Grande: Embrapa, 2003. (Comunicado Técnico, n. 83). Disponível em <<http://www.cnpqc.embrapa.br/produtoseservicos/pdf/Roza-COT%2083.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2008.

SERRA, T. M. et al. **Obtenção do biodiesel metílico a partir de óleo de moringa oleifera em presença de catalisador básico e ácido**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 30., 2006. Disponível em: <<https://sec.sbq.org.br/cdrom/30ra/resumos/T1071-2.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2008.

SILVA, M. P. **Amendoim forrageiro - *Arachis pintoi***. Campo Grande: Embrapa, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpqc.embrapa.br/~rodiney/series/arachis/arachis.htm>>. Acesso em 10 maio 2008.

SOUSA, E. Moringa. In: ENCICLOPÉDIA LUSO-BRASILEIRA DA CULTURA: edição século XXI. Braga: Editorial Verbo, 2001. v. 20.

TERGAS, L. El potencial de *Brachiaria humidicola* para suelos ácidos e infértiles en América Tropical. **Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales**, Cali, v. 5, n. 2, p. 18-19, 1983.

THOMAS, R. J. The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 47, p. 133-142, 1992.

VALENTIN, J. F.; CARNEIRO, J. da C. *Pueraria phaseoloides* e *Calopogônio muconoides*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 17., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 359-390.

VILELA, H. **Série leguminosas tropicais**: gênero *Pueraria* (*Pueraria phaseoloides* – Kudzu Tropical). Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_leguminosas_tropicais_pueraria.htm>. Acesso em: 05 nov. 2010.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1 Desempenho da *Moringa oleifera* em Sistema Silvopastoris (SAFs) no Mato Grosso

JOSÉ LIBÊNCIO BABILÔNIA

Artigo normalizado conforme a NBR 6022 (ABNT, 2003).

Autor para correspondência: tel: (66) 81262411 / E-mail: jlbabelonia@yahoo.com.br.
Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG 37200-000
Brasil.

RESUMO

O experimento foi conduzido no IFMT, Campus de São Vicente - MT, de 2008 a 2012, com o objetivo de avaliar o desempenho da *Moringa oleifera* como componente arbóreo associada a três leguminosas forrageiras na implantação de um sistema silvipastoril (SAFs) sobre pastagem de *Brachiaria humidicola* já estabelecida há mais de 30 anos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (BDC) com cinco repetições e quatro tratamentos: T1= *Moringa oleifera* + *Stylozanthes* – cv. Campo Grande + *Brachiaria humidicola*; T2 = *Moringa oleifera* + *Arachis pintoii* – cv. Belmonte + *Brachiaria humidicola*; T3= *Moringa oleifera* + *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola*; T4 = *Moringa oleifera*+ *Brachiaria humidicola*. A *Moringa oleifera* foi implantada por meio de mudas em covas previamente adubadas e espaçadas de 10 em 10 metros. Cada parcela experimental de 2000m² recebeu 20 plantas que foram protegidas com estacas e telas contra a herbivoria. Foi feito o coroamento das mudas na fase inicial e adubações de cobertura com macro e micronutrientes, bem como aplicações de defensivos contra insetos pragas em períodos estratégicos. As sementes de *Stylosanthes* e *P. phaseoloides* foram semeadas a lanço à razão de 3,0 e 6,25 kg de sementes viáveis/há, respectivamente, enquanto o *A. pintoii* foi introduzido por meio de mudas em covas com espaçamento de 1m. As variáveis avaliadas foram diâmetro do caule a altura do peito (Dap), diâmetro do caule a 30 cm de altura do solo (D30), altura das plantas e percentual de sobrevivência. Os dados foram coletados a partir de abril de 2011 até agosto de 2012 em três repetições temporais. Pela análise estatística dos dados, houve interação entre tratamento e tempo sobre o diâmetro do caule da *Moringa oleifera* avaliado a 30 cm do solo e sobre sua sobrevivência, que decresceu durante todo o período avaliado em todos os tratamentos, demonstrando baixa capacidade de adaptação da espécie às condições experimentais.

Palavras-chave: *Arachis*. Agro-florestas. *Stylozanthes*. Sustentabilidade. *Pueraria*. Leguminosas consorciadas.

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que mais de 80% dos 120 milhões de hectares de pastagens cultivadas no Brasil, apresentam sinais de degradação, gerando impactos ambientais, baixa remuneração aos produtores e reduzindo a competitividade da pecuária em relação à agricultura e a mercados exigentes quanto a questões ambientais. Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) se apresentam como alternativa sustentável de uso da terra, permitindo a integração de atividades florestais, agrícolas e animais em uma mesma área, visando múltiplos propósitos com possibilidade de incorporar benefícios sociais, ambientais e econômicos.

Entre os benefícios ambientais dos SAFs destaca-se o melhor controle de temperatura, da umidade relativa do ar, da umidade do solo, maior conforto animal, menores perdas de nutrientes por lixiviação e erosão e maior disponibilidade de nutrientes para o solo liberados pela serapilheira (RIBASKI et al., 2002).

A produtividade das pastagens nos SAFs depende da quantidade de árvores por ha, da altura e arquitetura da espécie, devendo a integração de árvores, forrageiras e animais testados de modo a tornar a atividade agropecuária mais produtiva, mais sustentável e menos danosa ecologicamente (MAGALHÃES et al., 2008). De acordo com MONTROYA et al. (1994), as espécies arbóreas não podem ser tóxicas aos animais e nem apresentar efeitos alelopáticos sobre as forrageiras devendo, ainda, adaptar-se às condições ecológicas e ambientais, propiciar alimento para os animais e apresentar boa capacidade de rebrotação após pastejo.

O consórcio entre espécies com características morfofisiológicas e taxas de crescimento diferenciadas, como é usual em um mesmo agrossistema, pode envolver relações de competição provocando instabilidade nos SAFs em razão da produção ou formação de aleloquímicos que podem ser liberados no

ambiente, seja por meio da exsudação do sistema radicular, da volatilização, pela lavagem de água das chuvas ou ainda pela decomposição de resíduos vegetais nos solos (SILVA et al., 2012).

A atividade pecuária associada às atividades florestais (SAFs), além de ecologicamente correta, permite ao produtor diversificar sua renda e agregar valores aos produtos de origem animal, como alimento limpo. Entretanto, muitas interações entre as espécies consorciadas são desconhecidas pelos produtores, cabendo à ciência investigá-las para fomentar novos arranjos produtivos.

A *Moringa oleifera* é cultivada em vários lugares do planeta, sendo descrita por ampla literatura com características adequadas para ser introduzida em SAFs e com múltiplas alternativas de uso, dentre elas a produção de biodiesel.

De acordo com RURAL SEMENTES (2008), a *M. oleifera Lam* é originária do Nordeste da Índia, sendo perene com aproximadamente 5 metros de altura, de tronco delgado e folhas compostas apresentando flores numerosas. Essa espécie floresce o ano todo, produzindo frutos longos, semelhantes a uma vagem contém muitas sementes. Sua raiz em forma de tubérculo, armazena energia que favorece seu rebrote; possui madeira mole e porosa e quando devidamente podada ramifica-se podendo render três colheitas anuais a partir de 06 meses de idade (RURAL SEMENTES, 2008). Suas folhas são usadas como forragem para os animais, alcançando teor de 27% PB, enquanto as sementes esmagadas chegam a 44% de PB e 56% de digestibilidade. As sementes contém aproximadamente 42% de óleo de boa qualidade e seu cultivo requer poucos tratos culturais e em condições favoráveis pode crescer até 4 metros no primeiro ano e produzir de 50 a 70 kg de frutos/árvore/ano (RANGEL, 2008; RURAL SEMENTES, 2008).

PALADA & CHANGL, (2003) relatam como condições ótimas para o crescimento de *M. oleifera* altitudes de até 600 metros, podendo desenvolver

bem em altitudes de até 1200 m em climas que propiciem precipitações de 250 a 1500 mm anuais e temperaturas entre 25 e 38°C, suportando até 48°C. Essa espécie preferi solos bem drenados com textura franco-arenosa e não resiste a condições prolongadas de alagamento, sendo pouco exigente em fertilidade e desenvolve-se em solos não adubados, com pH entre 5,0 e 9,0.

Vários autores encontraram evidências de que os metabólitos secundários presentes em extratos de *M. oleifera* podem conter atividades inseticida, fungicida e/ou fitoterápicas. SILVA et al. (2009) constataram inibição no crescimento micelial de *Fusarium oxysporum*; ZORZETTI et al. (2011) verificaram atividade inseticida de seu extrato sobre *Hypothenemus hampei* (broca do café), enquanto ROCHA et al. (2011) encontraram efeito inibitório sobre desenvolvimento de cepas de *Candida albicans* e *Microsporium canis*.

Neste contexto, objetivou-se avaliar o desempenho de *Moringa oleifera* como constituinte arbóreo na implantação de um Sistema Silvipastoril associada a três leguminosas forrageiras em pastagem de *Brachiaria humidicola*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Características edafoclimáticas e local do experimento

As parcelas experimentais foram instaladas em pastagens degradadas de *Brachiaria humidicola*, implantadas há mais de 30 anos no IFMT – Campus de São Vicente, município de Santo Antônio do Leverger-MT. As coordenadas geográficas locais são 15° e 45' N e 55° e 25' W, sendo a altitude de 750 m. De acordo com os critérios de W. C. THORNTHWAITE, o clima da região é do tipo úmido, tropical chuvoso, com pequena ou nenhuma deficiência de água, mesotérmico, variante a' com a seguinte fórmula: B₄rB'₄a' apresentada em OLIVEIRA et al. (2004).

O solo do local é classificado um Latossolo vermelho-amarelo distrófico de textura argilosa, de topografia plana. Amostras representativas de solo foram coletadas no perfil de 0,0 a 20 cm de profundidade na fase pré-experimental e os resultados das análises químicas submetidos à análise de variância não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,01$) entre tratamentos, que apresentaram a seguinte composição físico-química média: argila= 403,2 g kg⁻¹; areia= 546,3 g kg⁻¹; silte = 50,5 g kg⁻¹; pH = 5,87; P = 1,24 mg dm⁻³; K = 19,72 mg dm⁻³; Ca + Mg = 1,8 cmol dm⁻³; MO = 25,15 g dm⁻³; V = 29,23%

2.2 Implantação e manejo das espécies no SAFs

As leguminosas Estilosantes Campo Grande e *P. phaseoloides* foram semeadas a lanço após gradagem da pastagem de *B. humidicola* sem enterrio, à razão de 03 e 6,25 kg/ha de sementes viáveis, respectivamente, entre 15/12/2008 e 15/02/2009, cujas precipitações nos três meses foram 35 mm, 69 mm, 218 mm,

e temperaturas médias de 29,2°C, 28,4°C e 32°C, respectivamente. O *A. pintoi* – cv. Belmonte foi introduzido na pastagem recém-gradeada à razão de uma muda/m², simultaneamente ao plantio das demais leguminosas.

Nas covas de *M. oleifera*, com dimensões de 40x40x40 cm foram aplicados 100 gramas de calcário, 100 g de NPK - fórmula 4-14-8, 200 gramas de superfosfato simples, 2 kg de esterco de galinha curtido, que foram incorporados à terra retirada da cova e, posteriormente, utilizada no plantio da muda. As mudas foram preparadas em viveiro por 45 dias em saquinhos plásticos de 15 cm de altura x 5,5 cm de diâmetro. O plantio das mudas foi realizado em janeiro de 2010, aproximadamente um ano após o plantio das leguminosas e manteve-se o coroamento das mudas durante a fase de estabelecimento.

Todos os tratamentos receberam os mesmos tratos culturais. Durante a implantação das leguminosas não se fez calagem e nem adubação do solo. Entretanto, em novembro de 2010 foram aplicadas 2 t ha⁻¹ de calcário calcítico. Em fevereiro de 2011 foram aplicados 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ utilizando o superfosfato simples, ao qual foram adicionados 5 kg/ha de micronutrientes na forma de Fritas usando como fonte o FTE BR-10. O calcário, o P₂O₅ e FTE foram espalhados a lanço sob as forrageiras sem incorporação. Adicionalmente, cada planta de *M. oleifera* recebeu 200 g/cova de NPK na formulação 4-14-8.

Formigas cortadeiras foram monitoradas e controladas com cupinicida/inseticida/formicida a base de Fipronil. Em janeiro de 2011 foram aplicado inseticida e nematicida sistêmico do grupo químico Metilcarbamato de Benzofuranila dissolvidos em água e pulverizados no caule e parte aérea das plantas. Outras pulverizações foram realizadas com inseticida de contato e ingestão do grupo Piretróide, nos picos de infestação, entretanto, a partir de 01/05/2012, suspendeu-se as aplicações de defensivos para não intoxicar animais, ovinos, que foram submetidos ao pastejo. Todas as plantas de *M.*

oleifera foram protegidas contra herbivoria por meio de telas de arame sustentadas por estacas de madeira.

2.3 Tratamentos, modelo estatístico, variáveis avaliadas e coleta de dados amostrais

O delineamento experimental foi blocos ao acaso (DBC) com cinco repetições e quatro tratamentos, sendo eles: T1= *Moringa oleifera* + *Stylosanthes* – cv. Campo Grande + *Brachiaria humidicola*; T2 = *Moringa oleifera* + *Arachis pintoi* – cv. Belmonte + *Brachiaria humidicola*; T3= *Moringa oleifera* + *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola*; T4 = *Moringa oleifera* + *Brachiaria humidicola*.

Para as análises estatísticas utilizou-se o procedimento MIXED do SAS conforme o modelo: $Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + M_k + T*M + e_{ijk}$, em que: μ = média geral; B_i = efeito de bloco ($i = 1$ a 5); T_j = efeito de tratamento ($j = 1$ a 4); M_k = efeito das medidas ao longo do tempo ($k = 1$ a 4); $T*M$ = interação tratamento*medidas ao longo do tempo; e_{ijk} = erro residual. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variáveis avaliadas em *M. oleifera* foram as seguintes: Diâmetro do caule principal, em mm, medido a 1,2 metros de altura ou à altura do peito (Dap); diâmetro do caule principal, em mm, tomado a 30 cm de altura a partir do solo; altura das plantas, em metro; percentagem de plantas sobreviventes. Os dados foram coletados a partir de 28 meses após o plantio das mudas de *M. oleifera* no campo, em três diferentes épocas: 23/04/2011; 20/01/2012 e 19/07/2012.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre tratamento e tempo ($p = 0,02$) para medidas do diâmetro da *M. oleifera* tomadas a 30 cm do solo. Os dados plotados podem ser observados na Figura 1.

A avaliação do diâmetro de caule a 30 cm do solo, adotada neste experimento, não é usual em espécies florestais. Entretanto, apesar das aplicações de defensivos químicos, ocorreram constantes ataques de insetos na parte aérea das plantas de *M. oleifera*, em todos os tratamentos. Tais insetos parasitavam especialmente as regiões meristemáticas, dentre elas o meristema apical, constituído por tecidos mais tenros, ocasionando desfolhas constantes que geralmente levavam à morte de todo o tecido meristemático e de partes ou de todo o caule, que pouco lenhoso, semi-herbáceo, ficava totalmente seco.

Vale lembrar que muitas plantas de *M. Oleifera* já consideradas mortas frequentemente emergiam do solo a partir das raízes subterrâneas, que em forma de tubérculos armazenam energia e apresentam alta capacidade de rebrote, conforme relatado por RURAL SEMENTES (2008). Porém a falta de crescimento contínuo e o ressurgimento de novos caules em plantas já consideradas mortas, inviabilizou que somente avaliações do diâmetro à altura do peito (1,20 m de altura) representasse uma avaliação acurada sobre o desenvolvimento da cultura, daí a opção por avaliar também o diâmetro a 30 cm do solo.

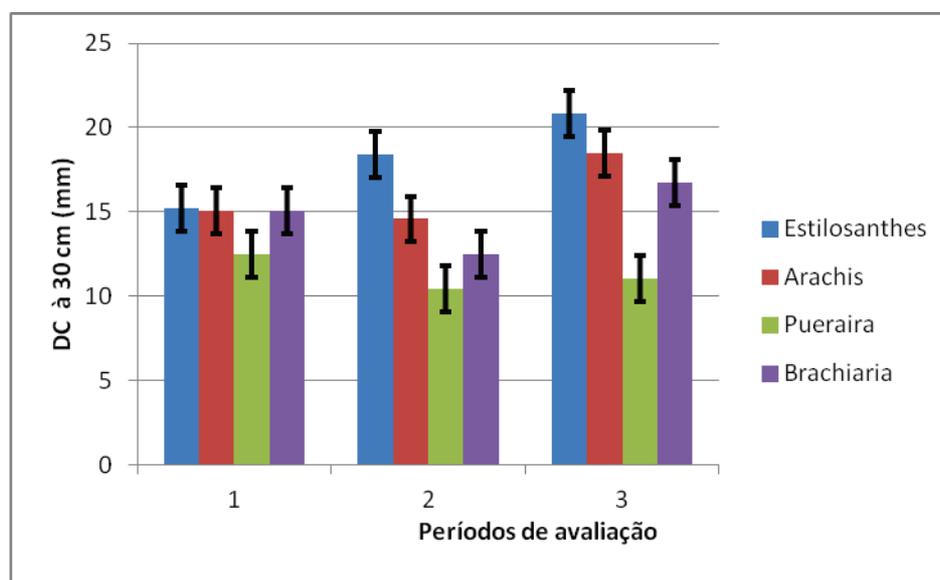


Figura 1 Diâmetro do caule (DC) da *Moringa oleifera* a 30 cm do solo, a partir de 16 meses após o plantio no campo, em função dos tratamentos e tempo

Nota: (Tratamento $P < 0,01$; Tempo $P < 0,01$; Interação entre Tratamento e Tempo $P = 0,02$)

Pela lógica do crescimento das plantas, medidas do diâmetro do caule com o decorrer do tempo, sempre serão maiores do que os valores obtidos em avaliações anteriores. Entretanto, a exemplo do tratamento constituído pela *M. oleifera* + *P. phaseoloides* + *B. humidicola* (T3), houve redução no diâmetro de 12,50 mm para 11,02 mm a 30 cm do solo, entre a primeira e a terceira avaliação, conforme apresentado na Figura 1. Tal fato se explica pelo ressurgimento de novos caules a partir das raízes de plantas já consideradas mortas, de tal sorte que a medida posterior muitas vezes foi realizada em um novo caule, cujo diâmetro naquele momento avaliado era inferior ao diâmetro do antigo caule que sucumbiu, após a medida anterior.

Houve interação entre tratamento e tempo ($p < 0,05$) sobre a sobrevivência da *M. oleifera*. Os dados plotados são apresentados na Figura 2.

A sobrevivência da *M. oleifera* decresceu durante todo o período avaliado em todos os tratamentos (Figura 2), demonstrando alta susceptibilidade a pragas e doenças nas condições experimentais. Embora SILVA et al. (2009); ZORZETTI et al. (2011) tenham relatos de substâncias bioativas da *M. oleifera* no combate a insetos pragas ou fungos, tais metabólitos secundários certamente não foram produzidos ou não foram eficientes, haja vista os intensos ataques de insetos que comprometeram seu desempenho e provocou mortalidade elevada das plantas a partir do ápice.

De acordo com GOBBO-NETO & LOPES (2007), a produção de metabólitos secundários depende da sazonalidade, temperatura, disponibilidade hídrica, radiação ultravioleta, nutrientes, poluição atmosférica, altitude, indução por estímulo mecânico ou ataque de pragas e de suas inter-relações. Por outro lado, segundo VIZZOTTO et al. (2010) esses metabólitos, como o próprio nome indica, são secundários no metabolismo vegetal, podendo ou não ocorrer e sua produção se dá às custas de dispêndio energético que pode ser priorizado para outras atividades metabólicas da planta. Sendo assim, é provável que algum mecanismo fisiológico tenha sido inibido ou alterado, de modo que a autoimunização da *M. oleifera* não se efetivou mediante a produção destes compostos, como preconizado por SILVA et al. (2009); ZORZETTI et al. (2011), resultando em taxa de sobrevivência decrescente durante todo o período avaliado.

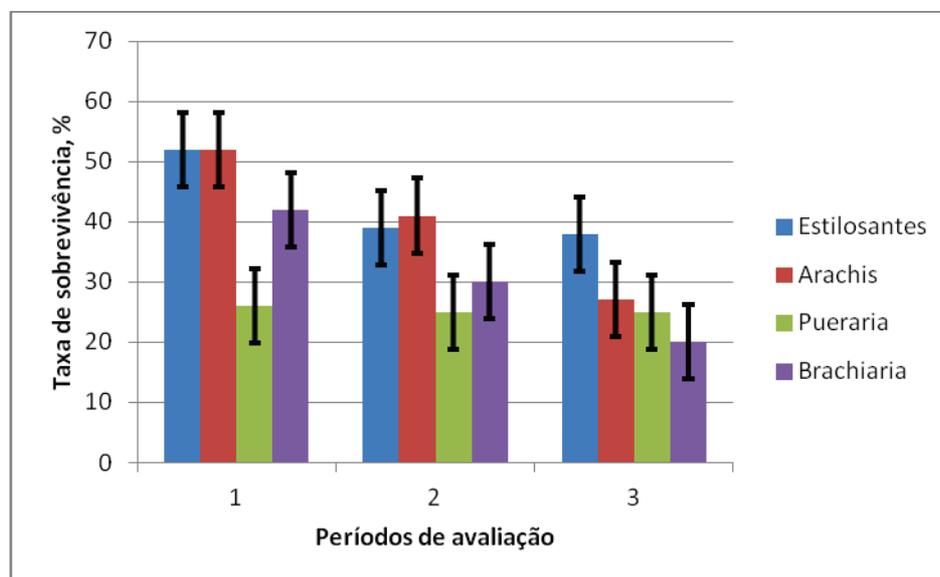


Figura 2 Taxa de sobrevivência da *M. oleifera* dos 16 aos 33 meses após plantio no campo em função de tratamentos e tempo

Nota: (Tratamento P = 0,08; Tempo P < 0,01; Interação entre Tratamento e Tempo P = 0,05)

No interior do caule herbáceo de muitas plantas de *M. oleifera* foram encontrados coleópteros fitófagos da família *Curculionidae*, semelhantes ao bicudo do algodoeiro, que aparentemente completavam todo o seu ciclo reprodutivo na planta parasitada. O ataque de insetos pragas na *M. oleifera* corrobora os relatos de Roa (2003), ao afirmar que a espécie pode sofrer ataques de *Spodoptera* spp, do bicudo (*Phantomonus femoratus*) e de *Atta* spp, sendo este último, causador de maiores prejuízos econômico.

Os autores PALADA & CHANGL, (2003) relataram que apesar da espécie ser resistente à maioria das pragas e doenças, podem ocorrer infestações que causam podridão da raiz em condições de alagamento do solo, provocando murcha e morte da planta. Ainda, segundo os autores, na estação seca, com

menores temperaturas, aumenta a incidência de ácaros que provocam o amarelecimento e queda das folhas, podendo também ocorrer ataque de cupins, pulgões, lagartas e mosca branca. Portanto, o amarelecimento e queda de folhas observadas, em todos os tratamentos deste experimento, podem estar também relacionados a parasitas não observados no solo e no sistema radicular e ainda a outros não observados na parte aérea da planta.

As constantes quedas de folhas da *M. oleifera* seguidas da morte dos caules e galhos a partir de seu ápice, verificadas neste experimento, podem também estar associadas a microrganismos patogênicos. No Estado do Pará, COELHO NETTO et al. (2004) encontraram murcha bacteriana causada por *Ralstonia solanaceum* parasitando plantas *M. oleifera* cultivadas em áreas de várzeas temporariamente alagadas. Segundo HAYWARD (1991), a murcha bacteriana é favorecida por condições de umidade e temperatura elevadas, chegando a inviabilizar o cultivo de diversas espécies em regiões de clima temperado quente, tropical ou subtropical. Condições climáticas semelhantes na região experimental foram descritas por OLIVEIRA et al, (2004), e podem ter contribuído para o surgimento de pragas e doenças que, interagindo com fatores climáticos e possíveis aleloquímicos produzidos pelas forrageiras, resultaram no baixo desempenho e baixa taxa de sobrevivência da *Moringa oleifera*.

Resultados de MONTOYA et al. (1994), chamam a atenção sobre a presença de substâncias alelopáticas em SAFs. Neste sentido, substâncias alelopáticas negativas produzidas por *B. humidicola* também podem estar associadas à baixa sobrevivência da *Moringa oleifera*, haja vista que SILVA et al. (2012), verificaram efeitos alelopáticos negativos ($p < 0,05$) sobre a produção de clorofila em *Cajanus cajan* submetidos a níveis crescentes de serrapilheira desta gramínea aplicada ao solo.

Não houve diferença significativa ($P < 0,05$) para medidas do diâmetro avaliadas a altura do peito e para a altura (Dap) da *M. oleifera*. Os dados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Desempenho da *Moringa oleifera* dos 16 aos 33 meses após plantio no campo nos diferentes tratamentos

	T1	T2	T3	T4	EPM	Trat	Tempo	Trat*tempo
Dap (mm)	10,6 ^a	12,2 ^a	9,2 ^a	9,3 ^a	1,31	0,36	0,21	0,27
D30 (mm)	18,1 ^a	16,0 ^a	11,3 ^b	14,7 ^a	1,08	<0,01	<0,01	0,02
Sobrevi. (%)	43,0 ^a	40,0 ^a	25,3 ^c	30,7 ^b	4,76	0,05	<0,01	0,05
Altura (m)	1,3 ^a	1,5 ^a	0,9 ^a	1,1 ^a	0,22	0,26	<0,01	0,11

Legenda: Dap = diâmetro do caule em mm, a altura de 1,20 m; D30 = diâmetro do caule, em mm, a altura de 30 cm do solo; Sobrevi. = percentual de sobrevivência de *M. oleifera*; T1. = *M. oleifera* + *Stylosanthes* + *B. humidicola*; T2 = *M. oleifera* + *A. pintoi* + *B. humidicola*; T3 = *M. oleifera* + *P. phaseoloides* + *B. humidicola*; T4 = *M. oleifera* + *b. humidicola*; EPM = erro padrão da média; Trat = tratamento; Trat*tempo = Interação entre tratamento e tempo. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A máxima altura média das plantas de *M. oleifera* observada neste experimento, no segundo período de avaliação (Tabela 1), aproximadamente aos 28 meses de idade, é inferior a 4 m que, segundo RANGEL, (2008); RURAL SEMENTES, (2008), a planta poderá alcançar aos 12 meses.

As características de fertilidade do solo nas diferentes parcelas experimentais, se consideradas ainda as adubações de plantio nas covas e posteriormente em cobertura, bem como a textura do solo, são compatíveis ou mesmo superiores aos requisitos da cultura preconizados por PALADA & CHANGL (2003). Segundo os autores, a espécie desenvolve-se bem em solos com pH variando de 5,0 a 9,0, sem necessidade de adubação adicional.

No entanto, as condições regionais de altitudes (750 m), temperatura média de 23,3°C e precipitação pluviométrica de 2007 mm/ano, apresentadas

neste experimento, não são condizentes com os relatos de PALADA & CHANGL (2003) para o máximo desempenho da cultura. De acordo com ROA (2003), a *M. oleifera* não floresce e reduz o crescimento vegetativo em temperaturas inferiores a 14°C, desenvolvendo-se melhor em clima mais seco. Temperaturas inferiores a 14°C são registradas com frequência na região e as poucas flores observadas não completaram o ciclo reprodutivo durante o período de avaliação corroborando com as informações de ROA (2003) que caracterizam como baixa adaptação ao ambiente.

4 CONCLUSÃO

A *Moringa oleifera* não se adapta às condições edafoclimáticas e manejos similares aos observados neste experimento, apresentando baixo desempenho e baixa sobrevivência.

ABSTRACT

The experiment was conducted in Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Campus de São Vicente- MT (Mato Grosso Federal Institute of Science and Technology, São Vicente Campus-MT), from 2009 to 2012 with the purpose of evaluating the performance of *Moringa oleifera* as an arboreal component associated with three forage legumes in the establishment of a silvopastoral system (SAFS) under pasture of *Brachiaria humidicola* already established more than 30 years. The experimental design was in randomized blocks (DBC) with five replications and four treatments: T1= *Moringa oleifera* + *Stylozanthos* - cultivar Campo Grande + *Brachiaria humidicola*; T2 = *Moringa oleifera* + *Arachis pintoii* - cultivar Belmonte + *Brachiaria humidicola*; T3= *Moringa oleifera* + *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola*; T4 = *Moringa oleifera*+ *Brachiaria humidicola*. *Moringa oleifera* was established through seedlings in previously fertilized holes and spaced every 10 meters apart. Each experimental plot of 2000m² was given 20 plants which were protected with both stakes and screens against herbivory. The localized weeding of the seedlings was done in the initial phase and topdressing fertilization was conducted with both macro and micronutrients as well as the applications of defensives against pest insects in strategic periods. The seed of *Stylozanthos* and of *Pueraria phaseoloides* were sown broadcast at the ratio of 3.0 and 6.25kg of viable seeds/ha respectively, while o *Arachis pintoii* was introduced through seedlings in holes with 1-m spacing. The variables evaluated were stem breast height diameter (Dap), diameter at 30 cm high from ground (D30), height of the plants and survival percent. The data were collected from April of 2011 on till August of 2012 in three temporal replications. Through the statistical analysis of the data, effect of the interaction was found between treatment and time upon the stem diameter of *Moringa oleifera* evaluated at 30 cm away from the soil and upon its survival, which decreased during the evaluated period in all the treatments, demonstrating poor capacity of adaptation of the species to the experimental conditions,.

Key Words, Agro-forests. Intercropped legume plants, Sustainability

REFERÊNCIAS

- COELHO NETTO, R. A., PEREIRA, B. G., NODA, H.; BOHER, B. Murcha bacteriana no estado do Amazonas, Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, 2004. p. 21-27. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fb/v29n1/a04v29n1.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2012.
- GOBBO-NETO, L. & LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. Ribeirão Preto. **Química Nova**, 2007. n. 2, v. 30, p. 374-381, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n2/25.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2012.
- HAYWARD, A.C. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. **Annual Review of Phytopathology**. Austrália, 1991. n. 29, p. 65-87. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.py.29.090191.000433>>. Acesso em: 27 out. 2012.
- MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A.; TOWNSEND, C. R.; BIACHELLI, A. Sistemas silvipastoris alternativa para Amazônia. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/v6n3_13Sistemas%20silvipastoris.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2008.
- MONTOYA, L. J. et al. Aspectos de arborização de pastagens e de viabilidade técnica-econômica da alternativa silvipastoril. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTALES NA REGIÃO SUL, 1., 1994. Colombo. Anais... Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1994. p.157-170.
- OLIVEIRA, O. J.; SIQUEIRA, J. L.; SANTOS, V. S. Classificação climática de São Vicente da Serra segundo critérios de W. W KOPPEN e de W. THORNTON. **Boletim Técnico**, Cuiabá, 2004. v.1, n.1, p.1-16.
- PALADA, M.C., CHANGL, L.C., 2003. Suggested Cultural Practices for Moringa. International Cooperators' Guide **AVRDC**. AVRDC pub # 03-545, p. 1-5. Disponível em: <[underutilized-species.org/documents/publications/moringa_cultiva.pdf](http://www.underutilized-species.org/documents/publications/moringa_cultiva.pdf)>. Acesso em: 27 out. 2012.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A.C.; WEBER, G.E.B. **Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância**. EMBRAPA- Clima temperado. Pelotas, RS, 2010. (Documentos 316, 16p.) disponível em <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento_316.pdf> Acesso em 21 de mar. 2013.

ZORZETTI, J.; CONSTANSKI, K. C.; SANTORO, P. H.; NEVES, P. M. H. Ação inseticida de extratos vegetais sobre *hypothenemus hampei* (Ferrari, 1876) (Coleoptera: curculionidae). Araxá – MG, 2011. VII SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 22 a 25 de Agosto de 2011. Disponível em:
<<http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/10820/3876/82.pdf?sequence=2>>
Acesso em 27 out. 2012.

ARTIGO 2 Pastagens consorciadas, estoques e de carbono e nitrogênio na liteira

JOSÉ LIBÊNCIO BABILÔNIA

Artigo normalizado conforme a NBR 6022 (ABNT, 2003).

Autor para correspondência: tel: (66) 81262411 / E-mail: jlbabelonia@yahoo.com.br.
Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG 37200-000
Brasil.

RESUMO

Este trabalho foi realizado no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus de São Vicente, entre dezembro de 2008 e junho de 2012. Foi utilizada uma pastagem de *Brachiaria humidicola* em monocultivo, estabelecida há mais de 30 anos, com sinais de degradação, sobre a qual foram introduzidas três leguminosas, caracterizando os tratamentos: T1= *Stylosanthes* - cv Campo Grande + *Brachiaria humidicola*; T2 = *Arachis pintoi* - cv Belmonte + *Brachiaria humidicola*; T3 = *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola* e T4 = *Brachiaria humidicola* em monocultivo. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) com cinco repetições e três observações repetidas no tempo. Objetivou-se avaliar a persistência das diferentes consorciações e seus efeitos sobre a disponibilidade de forragem; a disponibilidade de liteira; os teores de carbono (C) e de nitrogênio (N); a relação C/N e seus respectivos estoques na liteira. Os dados coletados foram submetidos ao PROC MIXED do SAS para análises estatísticas, e as diferenças entre médias de tratamentos foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A maior disponibilidade de liteira e os maiores estoques de C e N foram observados na liteira das pastagens consorciadas em relação à *B. humidicola* em monocultura. A maior disponibilidade de forragem foi observada no consórcio entre o *Stylosanthes* e a *B. humidicola* que também apresentou liteira com maiores teores de N, menor relação C/N e menor persistência dentre as três leguminosas testadas. O *A. pintoi* apresentou a maior persistência no consórcio e o estoque médio de carbono da liteira foi estatisticamente semelhante aos demais consórcios. O consórcio constituído pela *P. phaseoloides* + *B. humidicola* apresentou a liteira mais recalcitrante que resultou em maiores estoques de C e N no final do período de avaliação.

Palavras chave: *Arachis pintoi*. *Brachiaria humidicola*. Estilosantes Campo Grande. *Pueraria Phaseoloides*. Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

Por meio da liteira é que a maior parte dos nutrientes retirados do solo pelas plantas retorna ao mesmo solo por meio da liteira e a eficiência desse retorno é diretamente ligada à sua qualidade e às condições edafoclimáticas que regulam as taxas de decomposição e perdas de nutrientes durante o processo de mineralização (MONTEIRO et al., 2002; SANCHES et al., 2002; FERREIRA et al., 2007).

De início ocorre a decomposição dos açúcares, amidos, proteínas e hemicelulose, e posteriormente, celulose, ligninas e gorduras, de tal forma que correlações entre os componentes químicos da liteira são usados em estudos de decomposição, sendo a relação entre carbono e nitrogênio (C/N) um dos parâmetros mais utilizados.

VIGIL & KISSEL (1988) propuseram valores críticos da relação C/N da liteira em torno de 30 a 40:1 que separam o predomínio da mineralização ou da imobilização. De acordo com SCHÖMBERG et al. (1994) durante a decomposição de resíduos vegetais de 55 a 70% do C é liberado para a atmosfera na forma de CO₂, 5 a 15% deste elemento é incorporado na biomassa microbiana e os 15 a 40% restantes são estabilizados na forma de húmus.

Por outro lado, segundo DOUGLAS et al. (1980), na decomposição da liteira, parte do N fica imobilizado na biomassa microbiana, podendo ocorrer uma redução inicial na relação C/N do solo. Quando a relação C/N do solo se encontra em torno de 20:1 começa a ocorrer a mineralização do N por meio da decomposição da biomassa microbiana e esta se estabiliza com um valor em torno de 10:1 a 12:1. Entretanto, quando a demanda de N pelos microrganismos não é suprida pela liteira, pode haver prejuízo temporário ou definitivo deste elemento para a cultura em campo, decorrente de sua imobilização (KIEHL, 1985).

No Brasil Central, o clima tipicamente tropical pode potencializar as perdas de nutrientes relacionados aos mecanismos biológicos de decomposição, especialmente em substratos de baixa qualidade, provenientes de pastagens exclusivas de gramíneas, geralmente pobres em N e com alta relação C/N. Segundo MYERS & ROBBINS (1991); MYERS et al. (1991); MYERS et al. (1994); BODDEY et al. (2003); JANTALIA et al. (2006); BARCELLOS et al. (2008), substratos de baixa qualidade resultam em processos de decomposição sujeitos a elevadas perdas por oxidação, imobilização e desnitrificação que impedem que os nutrientes retornem às plantas em quantidade adequada e sincronizada com a demanda nutricional da cultura e então, se instala os processos de degradação das pastagens.

Uma das formas de manter a produtividade das pastagens é por meio da aplicação de adubos nitrogenados comerciais, porém esse processo, além de dispendioso, consome energia na fabricação, transporte e distribuição, portanto, tem suas implicações econômicas, ecológicas e sociais. THOMAS, (1993); CADISCH et al. (1994); Nascimento JUNIOR & BARBOSA, (2008); FORNARA & TILMAN, (2008), dentre outros autores, sugerem como alternativa a utilização de pastagens consorciadas com leguminosas, que por meio da fixação biológica de N e do sistema radicular mais profundo, pode apresentar efeitos de complementaridade na qualidade da forragem e na formação de liteira com melhor qualidade e ciclagem mais eficiente de nutrientes, contribuindo para a sustentabilidade do sistema solo-planta-animal com benefícios ambientais e econômicos.

A condução deste trabalho teve por objetivo avaliar a persistência de três leguminosas no consórcio com *Brachiaria humidicola* e seus efeitos sobre a relação C/N e respectivos teores e estoques de N e C na liteira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a partir de 15 de dezembro de 2008 até 19 de junho de 2012, no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, IFMT – Campus de São Vicente, em uma pastagem de *Brachiaria humidicola*, estabelecida há mais de 30 anos, na qual foram implantadas três leguminosas forrageiras: *Stylosanthes* – cv. Campo Grande, *Arachis pintoi* – cv. Belmonte e *Pueraria phaseoloides*. As coordenadas geográficas locais são 15,° e 45' S e 55° e 25' W e altitude de 750. De acordo com os critérios de W. C. THORNTON, o clima da região é do tipo úmido, tropical chuvoso (Tabela 1).

Tabela 1 Características climáticas de São Vicente, município de Santo Antônio do Leverger – MT

Mês	Dados de 2011			Dados de 2012		
	T (°C)	UR%	Prec.(mm)	T (°C)	UR%	Prec.(mm)
Janeiro	23,09	86,61	473,90	22,76	85,10	409,20
Fevereiro	22,96	87,83	322,90	22,87	82,27	281,90
Março	22,79	90,21	268,30	23,09	84,01	224,20
Abril	23,88	79,44	106,40	23,45	88,13	216,80
Mai	21,36	76,26	9,40	22,00	81,46	177,90
Junho	21,29	69,39	51,60	21,49	80,90	99,40
Julho	21,88	63,11	5,70	20,95	70,46	2,40
Agosto	23,17	55,38	27,10	22,82	54,65	0,00
Setembro	25,13	55,70	27,90	25,24	59,60	84,00
Outubro	24,01	73,75	86,60	24,82	76,23	162,90
Novembro	24,16	73,51	160,00	23,33	86,91	265,10
Dezembro	23,28	84,63	413,40	24,04	82,84	227,80
Media	23,10	75,00	162,80	23,07	77,71	179,30
Soma			1953,20			2308,10

Fonte: 9º Distrito de Meteorologia/INMET.

Legenda: T = Temperatura; UR = Umidade relativa; Prec. = Precipitação pluvial

O solo é classificado como Latossolo vermelho-amarelo distrófico de textura argilosa, de topografia plana. Amostras representativas de solo foram coletadas no perfil de 0,0 a 20 cm de profundidade na fase pré experimental e os resultados das análises químicas foram submetidos à análise de variância e não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,01$) entre as amostras de solo nos diferentes tratamentos, que apresentaram a seguinte composição físico-química média: argila= 403,2 g kg⁻¹; areia= 546,3 g kg⁻¹; silte = 50,5 g kg⁻¹; pH = 5,87; P = 1,24 mg dm⁻³; K = 19,72 mg dm⁻³; Ca + Mg = 1,8 cmol dm⁻³; MO = 25,15 g dm⁻³; V = 29,23%.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso (DBC) com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: T1= *Stylosanthes* – cv Campo Grande + *Brachiaria humidicola*; T2 = *Arachis pintoii* – cv. Belmonte + *Brachiaria humidicola*; T3= *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola*; T4 = *Brachiaria humidicola* em monocultura, sendo este utilizado como referência (testemunha), haja vista a manutenção das condições originais da pastagem, sem revolvimento do solo e sem implantação de leguminosas. A área experimental foi de 5,0 hectares, com 25 parcelas de 2000 m², retangulares de 40 x 50 m.

O experimento foi implantado a partir do dia 15 de dezembro de 2008 até o dia 15 de fevereiro de 2009. Após a implantação a área experimental foi deixada em pousio até maio de 2011, visando o adequado desenvolvimento da espécie arbórea (*Moringa oleifera*). Após o pousio, três coletas de dados foram realizadas, respectivamente em 23/05/2011, 20/02/2012 e 19/06/2012.

As leguminosas *Stylosantes* e *P. phaseoloides* foram semeadas a lanço, sem enterrio, após uma única gradagem sobre a pastagem de *B. humidicola*, a razão de 3 e 6,25 kg/ha de sementes viáveis respectivamente. O *A. pintoii* foi introduzido na pastagem recém-gradeada à razão de uma muda/m², simultaneamente ao plantio das demais espécies.

Exceto a gradagem que não foi realizada na *B. humidicola* em monocultivo, todos os tratamentos receberam os mesmos tratamentos culturais. Durante o plantio das leguminosas não foi realizado calagem e adubações. Entretanto, em novembro de 2010 foram aplicadas 2 t ha⁻¹ de calcário calcítico e em fevereiro de 2011 foram aplicados 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ utilizando o superfosfato simples ao qual foram adicionado a 5 kg ha⁻¹ de micronutrientes (FTE BR-10). O calcário, o P₂O₅ e FTE foram espalhados a lanço sob as forrageiras sem incorporação, antes da entrada dos animais nas parcelas experimentais.

A primeira coleta de dados foi realizada em 23/05/2011, cerca de 29 meses após a introdução das leguminosas na pastagem de *B. humidicola*. Após a primeira coleta de dados, realizou-se o primeiro pastejo utilizando bovinos anelados com carga animal de 4800 kg ha⁻¹ de peso vivo por três dias consecutivos, independentemente da disponibilidade de forragem visando avaliar a tolerância das forrageiras ao pastejo intenso, conforme a técnica do “mob grazing” descrita por GARDNER (1986). Após o primeiro pastejo, as pastagens foram diferidas por aproximadamente nove meses, permitindo, assim, o ressemeio do *Stylosanthes* e da *P. phaseoloides*, quando então, efetuou-se a segunda coleta de dados em 20/02/2012, após a qual procedeu-se o segundo pastejo com carga animal de 5200 kg ha⁻¹ de PV por três dias consecutivos, independentemente da forragem disponível (GARDNER, 1986).

Posteriormente, ao segundo pastejo (“mob grazing”), foi realizada uma roçada mecânica a 10 cm do solo, visando eliminar o material senescente que não havia sido removido pelo pastejo, reduzir a competição sobre o estabelecimento de novas plântulas a partir do ressemeio natural das leguminosas e estimular o surgimento de novos perfilhos da gramínea.

Após a roçada mecânica, as pastagens foram diferidas por 70 dias a partir dos quais foram realizados o terceiro e quarto pastejos utilizando ovinos mestiços na fase de recria/engorda com taxa de lotação variável (TLV) submetidos ao manejo intermitente das pastagens com 5 dias de ocupação e 25 dias de descanso em cada parcela experimental, por dois ciclos de pastejo consecutivos. As pressões de pastejo corresponderam a 11,3 kg e 9,3kg de MS disponível para cada 100 kg de peso vivo animal (PV), respectivamente, para o terceiro e quarto ciclos de pastejo cujo início foi em 01/05/2012 e término em 29/06/2012. Após o quarto pastejo efetuou-se a última coleta de liteira.

As pressões de pastejo foram ajustadas à disponibilidade das forrageiras no dia anterior à entrada dos animais na parcela subsequente e as cargas animais,

medias do terceiro e quarto ciclos de pastejo com ovinos, foram de 719,16 kg, 595,95 kg, 527,95 kg e 432,79 kg de PV/ha/dia, respectivamente, para o T1 (*Stylosanthes* + *B. humidicola*), T2 (*A. pintoi* + *B. humidicola*), T3 (*P. phaseoloides* + *B. humidicola*) e T4 (*B. humidicola* em monocultivo).

Para as avaliações da forragem disponível e da liteira, utilizou-se um quadrado de 0,5 m² lançado aleatoriamente em cinco repetições, em cada parcela experimental. A forragem disponível dentro do quadrado foi cortada junto ao solo com auxílio de tesoura. Foram separadas as gramíneas de leguminosas para pesagem e uma amostra composta das respectivas espécies e parcelas foram encaminhadas ao laboratório para determinação da matéria seca (MS), cálculos de disponibilidade de MS (t ha⁻¹) e análises químicas.

A liteira obtida em cada amostragem foi devidamente pesada e uma amostra composta por cada parcela foi conduzida ao laboratório para análises de matéria seca (MS), C e N, para posteriores cálculos de disponibilidade de liteira, relação C/N, bem como os respectivos estoques de C e N. Considerou-se como liteira todo material vegetal senescente desprendido das plantas que se encontrava sobre o solo.

O N da liteira foi determinado utilizando-se o destilador de Kjeldahl, conforme roteiro metodológico descrito por CAMARGO et al. (2009). Para determinação do C da liteira utilizou-se a metodologia desenvolvida por WALKLEY & BLACK, posteriormente modificada pela EMBRAPA segundo a descrição de CAMARGO et al. (2009).

Os estoques de C e N da liteira (t ha⁻¹) foram obtidos pelo produto da disponibilidade de liteira (kg de MS ha⁻¹) pelo teor do respectivo nutriente na liteira (g kg⁻¹ de MS)/1000.

Para as análises estatísticas das variáveis utilizou-se o procedimento MIXED do SAS, foram testadas as estruturas de covariância auto-regressiva de primeira ordem (AR1) não estruturada (UN) e simetria composta (SC),

utilizando-se a que obteve o menor valor para o critério de Akaike, conforme o modelo: $Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + M_k + T*M + e_{ijk}$, em que : μ = média geral; B_i = efeito de bloco ($i = 1$ a 5); T_j = efeito de tratamento ($j = 1$ a 4); M_k = efeito das medidas ao longo do tempo ($k= 1$ a 3); $T*M$ = interação entre tratamento e medidas ao longo tempo; e_{ijk} = erro residual. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variáveis avaliadas foram: disponibilidade de forragem, em $t\ ha^{-1}$ de MS; participação percentual de *B. humidicola* na MS da forragem disponível; disponibilidade de liteira, em $t\ ha^{-1}$; teores de N e C na liteira em $g\ kg^{-1}$ de MS; relação C/N da liteira em $g\ kg^{-1}$ de MS; Estoque de N e de C da liteira em $t\ ha^{-1}$.

3 RESULTADOS E DISCUSÃO

Houve interação entre tratamento e tempo ($p < 0,01$) sobre a proporção de MS de *B. humidicola* na MS disponível. Os dados estão plotados na Figura 1, que, indiretamente, representam a persistência das leguminosas.

Conforme pode ser observado na figura 1, admitindo-se o tratamento (T4), *B. humidicola* em monocultivo, como referência, com 100% de MS da gramínea na forragem disponível em todos os períodos avaliados (Figura 1), observam-se participações crescentes desta gramínea nos tratamentos T1 (*Stylosanthes* + *B. humidicola*) e T3 (*P. phaseoloides* + *B. humidicola*), enquanto no T2 (*A. pintoii* + *B. humidicola*), este comportamento foi inverso, ou seja; a participação inicial do *A. pintoii* de 6% chegou a 18% no final do período de avaliação. Por outro lado, o *Stylosanthes* e a *P. Phaseoloides* tiveram suas proporções iniciais de 38,0% e 26,0% reduzidas para apenas 1,0% e 3,0%, respectivamente, no final do período de avaliações.

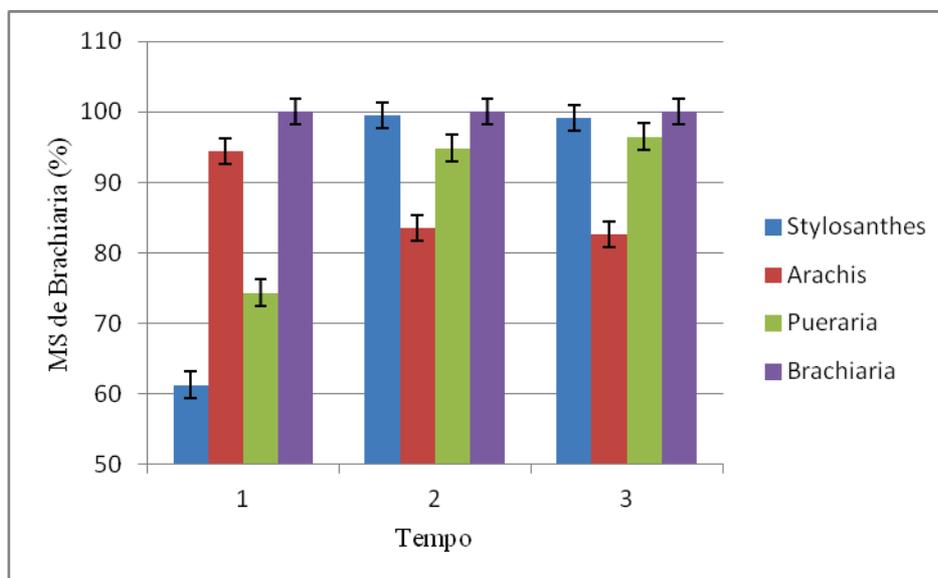


Figura 1 Participação percentual da *Brachiaria humidicola* na MS da forragem disponível em função de tratamentos e do tempo

Nota: (Tratamento $p < 0,01$; Tempo $p < 0,01$; Interação tratamento*tempo $p < 0,01$).

Estes resultados evidenciam a maior resistência à herbivoria e persistência do *A. pintoi* no consórcio em relação as outras duas leguminosas em estudo, corroborando com as informações de FISHER & CRUZ (1994); IBRAHIM & MANNETJE (1998) de que o *A. pintoi* apresenta um maior número de atributos relacionados com a persistência, algo incomum de ser encontrado em um único genótipo.

Houve efeito da interação entre tratamento e tempo sobre os teores de C da liteira ($p = 0,02$). Os dados plotados podem ser observados na Figura 2.

Os menores teores de C da liteira observados no primeiro e terceiro períodos de coleta para todos os tratamentos (Figura 2) podem estar relacionados às condições edafoclimáticas que favoreceram maiores taxas de decomposição e, conseqüentemente, maiores taxas de oxidação do C, nestes períodos.

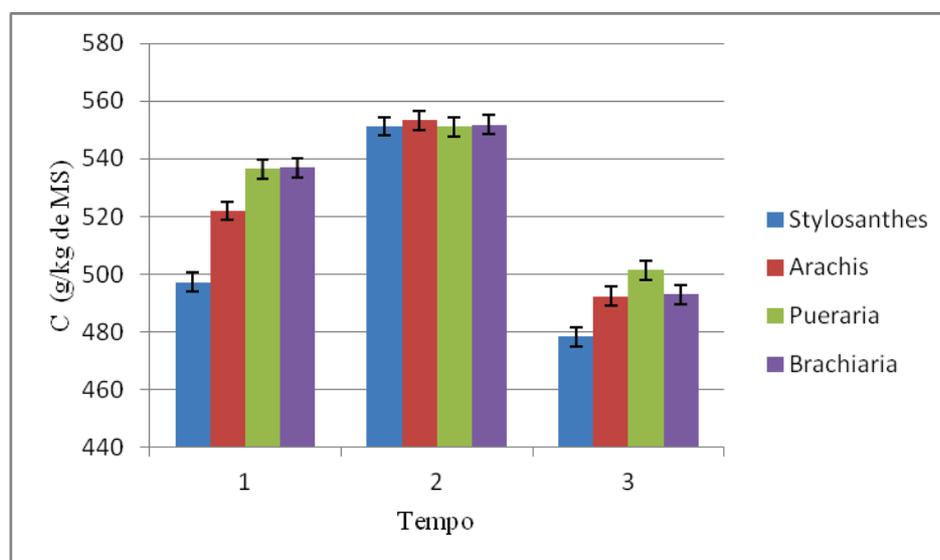


Figura 2 Teores de Carbono (C) da liteira em função de tratamentos e tempo

Nota: (Tratamento $p < 0,01$; Tempo $p < 0,01$; Interação tratamento*tempo $p = 0,02$).

Por outro lado, o maior teor de C apresentados pelo consórcio entre a *P. phaseoloides* e a *B. humidicola* (T3) no terceiro período de avaliação, sugere liteira constituída por resíduos mais recalcitrantes. Esta hipótese corrobora com o trabalho de GAMA-RODRIGUES et al. (2007) que verificaram menor taxa de decomposição da *P. phaseoloides* em relação a outras forrageiras e, segundo MONTEIRO et al. (2002), algumas leguminosas podem conter compostos fenólicos que dificultam sua decomposição, podendo estes compostos estarem presentes na *P. phaseoloides*.

O consórcio constituído pelo *Stylosanthes* e a *B. humidicola* (T1) apresentou 34 g de C a menos por kg de MS do que o consórcio do *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2) e menos 28 g de C por kg de MS em relação aos demais tratamentos (T3 e T4), no primeiro período de avaliação. Por outro lado, no terceiro período de avaliação o consórcio constituído pela *P. phaseoloides* (T3)

apresentou 24 g de C a mais que o *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) e 10 g de C a mais, que a *B. humidicola* em monocultivo (T4) e consorciada com o *A. pintoi* (T2), como apresentados na Figura 2.

Os menores teores de C apresentados pelo consórcio entre o *Stylosanthes* e a *B. humidicola* (T1), no primeiro e terceiro períodos de avaliação, é característico de liteira com menor propensão à imobilização dos nutrientes e com maior sincronia na liberação de nutrientes em conformidade com as exigências das plantas, com menores perdas por oxidação e desnitrificação, haja vista que a elevada participação inicial do *Stylosanthes* (38%) certamente contribuiu para a formação de liteira de melhor qualidade.

Houve efeito de tratamento sobre o teor de N; sobre a relação C/N e a disponibilidade de forragem e de liteira e o estoque de carbono ($p \leq 0,02$). Os dados são apresentados na Tabela 2.

O consórcio entre o *A. pintoi* e a *B. humidicola* (T2) apresentou respectivamente, 1,5 g e 0,99 g de N a menos por kg de MS do que os consórcios constituídos pelo *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) e *P. phaseoloides* + *B. humidicola* (T3), conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 Teor de N, a relação C/N, a disponibilidade de forragem e de liteira e o estoque de carbono da liteira em função de tratamentos

Parâmetro avaliado	Tratamentos				EPM	(P) Probabilidade		
	T1.	T2	T3	T4		Trat.	Tempo	Trat*temp.
N Lit.	5,8 ^a	4,3 ^b	5,2 ^{ab}	4,7 ^{ab}	0,310	0,02	< 0,01	0,41
C/N Lit.	98,3 ^b	139,1 ^a	119,6 ^{ab}	130,4 ^a	5,860	< 0,01	< 0,01	0,23
D. MS	2,75 ^a	2,41 ^b	2,00 ^b	1,74 ^b	0,165	< 0,01	< 0,01	0,24
D. Lit.	2,00 ^{ab}	2,01 ^a	2,32 ^a	1,69 ^b	0,105	0,01	< 0,01	0,05
EC Lit	1,04 ^{ab}	1,06 ^{ab}	1,24 ^a	0,91 ^b	0,570	0,01	< 0,01	0,09

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre se pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Legenda: T1 = *Stylosanthes* + *B. humidicola*; T2 = *A. pintoi* + *B. humidicola*; T3 = *P. phaseoloides* + *B. humidicola*; T4 = *B. humidicola* em monocultivo; N Lit. = Teores de nitrogênio na liteira, em g kg⁻¹ de MS; C/N Lit. = Relação carbono/nitrogênio da liteira, em g kg⁻¹ de MS; D. MS = Disponibilidade de forragem, em t ha⁻¹ de MS; D. Lit. = Disponibilidade de liteira em t ha⁻¹ de MS; EC Lit. = Estoque de carbono da liteira em tonelada por hectare (t ha⁻¹); EPM = Erro padrão da média; Trat. = Tratamento; Trat*temp. = Interação ente tratamento e tempo.

Menores teores de N apresentados no consórcio constituído pelo *A. pintoi* + *B. humidicola* podem estar relacionados à maior velocidade de decomposição e liberação de N do *A. pintoi*. Corrobora com esta hipótese o trabalho conduzido por MONTEIRO et al. (2002) que observaram que enquanto a liteira do *A. pintoi* incubado ao solo apresentou mineralização líquida de 1139,1 mg de N por kg de MS, as mineralizações da *B. humidicola* e do *Stylosanthes guianensis*, foram, respectivamente, de apenas 330,2 mg e 345,4 mg de N por kg de MS, no mesmo período. THOMAS & ASAKWA, (1993); OLIVEIRA et al. (2003); GAMA-RODRIGUES et al. (2007) também evidenciaram rápida decomposição do *A. pintoi*.

Segundo AITA & GIACOMINI (2003), parte do N rapidamente liberado no estágio inicial de decomposição de liteira está associada à perda de frações desse nutriente solúvel em água. Portanto, considerando maior taxa inicial de liberação do N no consórcio constituído pelo *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2), é de se esperar que grande parte do N já houvesse sido liberada para outros

compartimentos do sistema entre os períodos de avaliação, o que certamente resultou em menores teores de N por ocasião da coleta. Corrobora com esta hipótese os resultados de OLIVEIRA et al. (2003) que constataram que 50% do N da liteira do *A. pintoii* incubado com a gramínea *Hyparrhenia rufa* foram liberados em apenas 20 dias na estação chuvosa.

Estes dados sugerem que nas condições deste experimento, com precipitações abundantes, como pode se observar na Tabela 1, para se ter uma avaliação mais acurada da dinâmica do N na liteira constituída por resíduos do *A. pintoii*, as coletas devem ser realizadas em menores intervalos de tempo.

Em se tratando da relação C/N, pode-se observar na Tabela 2 menores valores no consórcio constituído pelo *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1), que apresentou 40,7; 21,3 e 32,0 átomos de C (C_4), respectivamente, a menos para cada átomo de N (N_2) na liteira do que os consórcios da *B. humidicola* + *A. pintoii* (T1), *Pueraria phaseoloides* + *B. humidicola* (T3) e *Brachiaria humidicola* em monocultivo (T4).

È provável que a menor relação C/N observada na liteira do consórcio entre *Stylosanthes* e *B. humidicola* tenha proporcionado maior complementaridade nos mecanismos de decomposição e mineralização da liteira constituída por diferentes espécies. Segundo FORNARA & TILMAN (2008), o conhecimento das relações entre resíduos de culturas que se complementam é promissor para o manejo de pastagens consorciadas, culturas e solo. Por outro lado, a baixa persistência do *Stylosanthes* no consórcio, já anteriormente discutida, pode comprometer a complementaridade deste consórcio no longo prazo.

Quando há sincronismo na decomposição e liberação de nutrientes entre espécies com diferentes relações C/N, ocorre redução nas perdas de nutrientes e racionaliza a oferta destes nutrientes em conformidade com as exigências das culturas, resultando em maior produtividade (MEYRS et al., 1991; MEYRS et

al., 1994; AITA & GIACOMINI, 2003; OLIVEIRA et al., 2003; GAMA-RODRIGUES et al., 2007; FORNARA & TILMAN, 2008) como ocorreu no consórcio entre o *Stylosanthes* e a *B. humidicola* (T1), haja vista a maior disponibilidade de MS apresentada neste tratamento, como pode ser observado na Tabela 2.

A decomposição de resíduos com teores de N inferiores a 2% ou com uma relação C/N maior que 25 conduzem inicialmente para a imobilização de N mineral, enquanto materiais com teores de N superiores a 2% ou com uma relação C/N menor que 25 tendem a liberar o N mineral (MYERS et al., 1994). Os baixos teores de N e as altas relações C/N observadas neste experimento (Tabela 2) são indicativos de liteira de difícil decomposição, que tendem à imobilização e segundo diversos autores (ROBBINS et al., 1989; MYERS & ROBBINS, 1991; BODDEY et al., 2003; JANTALIA et al., 2006) estes fatores estão entre as principais causas de degradação das pastagens.

As proporções das leguminosas nos níveis que se apresentaram neste experimento não foram suficientes para reduzir a relação C/N, que segundo CADISCH et al., 1994; THOMAS (1995), seriam necessárias composições botânicas de 20 a 45% de leguminosa para balancear as perdas de N do sistema e manter a sustentabilidade das pastagens. NASCIMENTO JUNIOR & BARBOSA (2008), sugerem proporções de 13 a 23%. Portanto, o T2 (*A. pintoi* + *B. humidicola*), cuja participação no relvado foi crescente, chegando a 18% da MS disponível no final do período experimental, poderá alcançar índices indicativos de sustentabilidade em avaliações futuras.

O consórcio entre o *Stylosanthes* e a *B. humidicola*, apresentou 1,01; 0,34 e 0,75 t a mais de MS de forragem disponível ($p < 0,01$) do que a *B. humidicola* em monocultivo (T4) e seus respectivos consórcios com o *A. pintoi* (T2) e a *P. phaseoloides* (T3), como apresentados na Tabela 2. Esta maior disponibilidade de forragem apresentada pelo consórcio entre o *Stylosanthes* e *B.*

humidicola pode também estar relacionada ao mais rápido estabelecimento desta leguminosa. Avaliações preliminares realizadas aos oito meses após o plantio evidenciaram melhor estabelecimento do *Stylosanthes* em relação ao *A. pintoii* e à *P. phaseoloides* ($p < 0,01$) que apresentaram, respectivamente, 6,88, 2,04 e 0,84 plantas estabelecidas por metro quadrado.

Embora o *Stylosanthes* tenha apresentado baixa persistência no consórcio, seu rápido estabelecimento inicial, chegando a 38% da MS disponível, pode ter contribuído com maior aporte de N para as plantas consorciadas, o que resultou em maior disponibilidade de forragem. Corroborando esta hipótese trabalho conduzido pela EMBRAPA/CNPQ (2000) em que a produção de *Brachiaria* em consórcio, cerca de 50% maior do que a *B. decumbens* em monocultivo, foi atribuída à fixação biológica de N e à ciclagem mais efetiva da liteira. No presente trabalho, a disponibilidade média de forragem observada no tratamento constituído pelo *Stylosanthes* + *B. humidicola* foi 63,3% maior do que na *B. humidicola* em monocultivo, evidenciando a boa capacidade de recuperar pastagens desta leguminosa.

Maior disponibilidade de liteira foi observada nos tratamentos em que a *B. humidicola* foi consorciada com leguminosas ($p = 0,01$), conforme dados médios apresentados na Tabela 2, provavelmente refletindo a maior disponibilidade de forragem em resposta aos benefícios da consorciação.

Embora, não tenha sido observada diferença significativa quanto à disponibilidade de liteira nos tratamentos em que as leguminosas foram introduzidas na pastagem de *B. humidicola*, verifica-se cerca de 0,32 t ha⁻¹ a mais de liteira no consórcio constituído pela *P. phaseoloides* + *B. humidicola* (T3) do que nos demais consórcios. Tal fato, provavelmente, se deve à sua maior relação C/N em comparação ao *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) e à menor taxa de decomposição desta leguminosa em relação ao *A. pintoii*, como foi verificado por Gama-Rodrigues et al. (2007), que observaram meia vida de 60

dias para a liteira do *A. pintoi*, enquanto a *P. phaseoloides* e Braquiárias levaram 100 dias para perder 50% de matéria orgânica.

Com relação ao estoque de carbono da liteira, a *B. humidicola* em monocultivo (T4) apresentou 0,13; 0,15 e 0,33 t ha⁻¹ a menos de C ($p < 0,01$) que o C estocado nos seus respectivos consórcios com o *Stylosanthes* (T1), *A. pintoi* (T2) e *P. phaseoloides* (T3), conforme os dados médios que podem ser observados na Tabela 2. Este resultado é coerente com a menor disponibilidade de liteira apresentada por este tratamento ($p = 0,01$), haja vista que o estoque de C é resultado do produto da disponibilidade de liteira x teor de C na liteira. Diante de tais resultados, sugere-se maior reserva de matéria orgânica estocada sobre o solo na forma de liteira nas pastagens consorciadas que pode retornar ao sistema solo-planta de maneira a proporcionar maior sustentabilidade destas pastagens em comparação à pastagem de *B. humidicola* em monocultivo.

Por outro lado, considerando-se os estoques médios de carbono apresentados na Tabela 2, verificam 330 kg, 150 kg e 130 kg a mais de carbono (C₄) estocado ou fixado na liteira por hectare, respectivamente, para os consórcios da *B. humidicola* com a *P. phaseoloides* (T3), com o *A. pintoi* (T2) e com o *Stylosanthes* (T1) em comparação com a *B. humidicola* em monocultivo (T4), que foram sequestrados da atmosfera via fotossíntese e que correspondem, respectivamente, a 1,22 t, 0,55 t e 0,48 t ha⁻¹ de CO₂, contribuindo desta forma para mitigar os impactos ambientais da atividade pecuária.

Houve interação entre tratamento e tempo sobre a o estoque de N da liteira ($p = 0,03$), os dados plotados podem ser observados na Figura 3.

Pode se observar na Figura 3 maiores estoques de N no primeiro período de avaliação para o consórcio constituído pelo *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) com reduções significativas nos períodos subsequentes. Este comportamento é coerente com os maiores teores de N ($p = 0,02$) e as menores relações C/N deste tratamento ($p < 0,01$) que embora tenha apresentado a maior disponibilidade de

liteira ($P = 0,01$) apresentou também liteira com melhor qualidade nutricional que propicia rápida decomposição, mineralização e liberação do N e menor propensão à imobilização, portanto resultando em menores estoques finais deste nutriente na liteira.

Como pode ser observado na Figura 3, o consórcio constituído pelo *A. pinto* + *B. humidicola* (T2), apesar da rápida decomposição do *A. pinto* em relação às demais leguminosas, já anteriormente discutidas, aumentou seu estoque inicial de N de 8 kg há^{-1} para $9,6 \text{ kg há}^{-1}$ na última avaliação, provavelmente em decorrência da maior persistência desta leguminosa que disponibiliza substrato de melhor qualidade para compor a liteira.

Por outro lado, embora a *P. phaseoloides* + *B. humidicola* tenha apresentado participação decrescente no dossel, houve aumentos crescentes no estoque de N da liteira deste tratamento, que apresentou de $9,6 \text{ kg há}^{-1}$ na primeira avaliação e $13,6 \text{ kg há}^{-1}$ na última avaliação. Este comportamento pode estar relacionado à menor velocidade de decomposição desta leguminosa, já anteriormente discutido e a sua alta relação C/N ($p < 0,01$), sugerindo liteira mais recalcitrante com menor liberação de nutrientes, dentre eles o N.

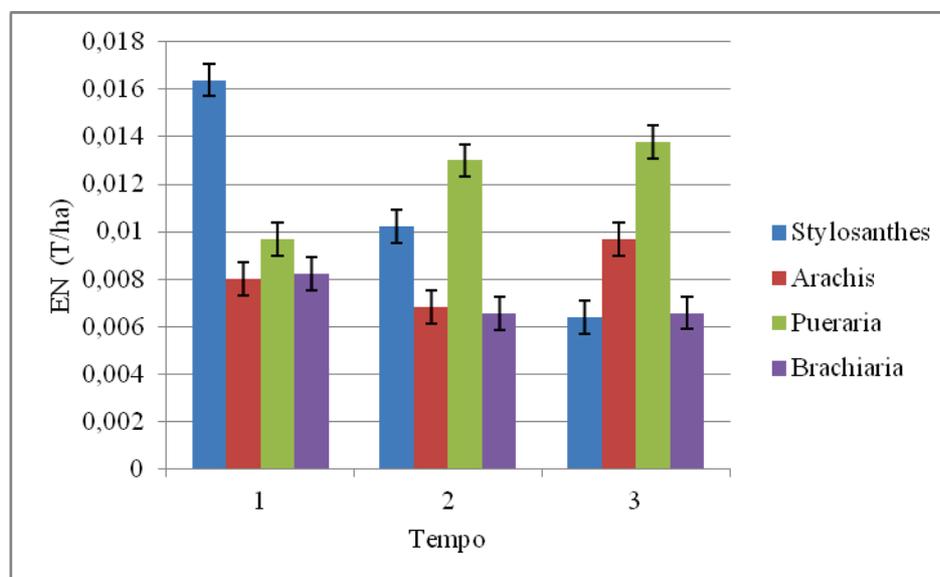


Figura 3 Estoque de nitrogênio (EM) da liteira em função de tratamentos e tempo

Nota: (Tratamento $p < 0,01$); Tempo $p = 0,13$; Interação tratamento*tempo $p = 0,03$).

Pode ser observado na Figura 3 que os consórcios constituídos pela *B. humidicola* com o *A. pintoi* (T2) e com a *P. phaseoloides* (T3) asseguraram um estoque de N na liteira, durante o último período de avaliação, equivalente a 14,6 kg ha⁻¹ e 34,2 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, respectivamente, a mais que a *B. humidicola* em monocultivo (T4) e seu consórcio com o *Stylosanthes* (T1) que podem voltar ao solo sem dispêndios econômicos e ambientais, evidenciando a importância da participação e persistência das leguminosas para a sustentabilidade da pastagem.

Houve efeito do tempo sobre o teor de N da liteira; a relação C/N; a disponibilidade de forragem; a disponibilidade de liteira e o estoque de C da liteira ($p < 0,01$). Os dados são apresentados na Tabela 3.

Maior teor de N na liteira verificado no terceiro período de avaliação ($p < 0,01$), conforme apresentado na Tabela 3, pode estar relacionado a melhor

qualidade da liteira decorrente da melhor composição nutricional do dossel forrageiro, em razão do menor intervalo entre pastejos em relação aos períodos anteriores. Corrobora com esta hipótese, a menor relação C/N encontrada no mesmo período.

A menor relação C/N observada no terceiro período de avaliação ($p < 0,01$), segundo GAMA-RODRIGUES (2007) é indicativa de maiores taxas de decomposição e liberação de nutrientes, características de substratos menos recalcitrantes.

Tabela 3 Efeito do fator tempo sobre o teor de N da liteira, a relação C/N, a disponibilidade de forragem, a disponibilidade de liteira e o estoque de C da liteira

Parâmetro avaliado	Tempo			EPM	P (probabilidade)		
	1	2	3		Trat.	Tempo	Trat*tempo
NT Lit.	4,8 ^b	3,36 ^c	6,9 ^a	0,300	0,02	< 0,01	0,41
C/N Lit.	118,42 ^b	173,51 ^a	73,56 ^c	5,110	< 0,01	< 0,01	0,23
D. MS	3,41 ^a	1,70 ^b	1,28 ^c	0,110	< 0,01	< 0,01	0,24
D. Lit.	2,16 ^b	2,55 ^a	1,31 ^c	0,105	0,01	< 0,01	0,06
EC Lit	1,12 ^b	1,41 ^a	0,65 ^c	0,050	0,01	< 0,01	0,09

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre se pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Legenda: NT Lit. = Teores de N na liteira em, g kg⁻¹ de MS; C/N Lit. = Relação C/N da liteira, em g kg⁻¹ de MS; D. MS = Disponibilidade de forragem, em t ha⁻¹ MS; D. Lit. = Disponibilidade de liteira, em t ha⁻¹ de MS; EC Lit. = Estoque de carbono da liteira, em t ha⁻¹; EPM = Erro padrão da média; Trat. = Tratamento; Trat*temp. = Interação ente tratamento e tempo.

A redução da disponibilidade de forragem no decorrer do tempo ($p < 0,01$) apresentada na Tabela 3 é condizente com os respectivos períodos de acúmulo de forragem entre pastejos, que foram de 29 meses desde o plantio até o primeiro “mob grazing”; posteriormente, de 9 meses entre o primeiro e o segundo “mob grazing” e, finalmente, de apenas 70 dias entre o segundo “mob grazing” e o início do pastejo intermitente com ovinos. Diante do exposto, sugere-se que as taxas de crescimento das forrageiras foram inferiores à defoliação provocadas pela roçada mecânica e os sucessivos pastejos.

Menor disponibilidade de liteira no último período de avaliação ($p < 0,01$), conforme se observa na Tabela 3, além de estar relacionada à sua menor relação C/N, como já discutido anteriormente, pode estar ainda relacionada às condições climáticas e de manejo das pastagens que favoreceram a decomposição mais rápida. De acordo com ALVES et al. (2006); SANCHES et

al. (2009); VIEIRA et al. (2009), em regiões tropicais e subtropicais a produção e disponibilidade de liteira sobre o solo seguem padrões sazonais. A magnitude desta disponibilidade é dependente da fertilidade do solo, do regime pluviométrico, da taxa de decomposição e, principalmente, do tipo de cobertura vegetal (VITAL et al., 2004; FERREIRA et al., 2007). Por outro lado, a mais constante deposição de excretas dos animais em pastejo intermitente e a quebra mecânica do material pela roçadeira após o segundo período de avaliação, associados a condições climáticas favoráveis podem ter acelerado as taxas de decomposição, Segundo HAYNES & WILLIAMS (1993), a quebra física causada pelo pisoteio e as excretas dos animais auxiliam a degradação biológica promovida pela ação de fungos, bactérias e populações de besouros e minhocas que foram observados nesta fase experimental por ocasião das coletas de dados.

O menor estoque de C observado no terceiro período de avaliação ($p < 0,01$) está em consonância com a menor relação C/N e a menor disponibilidade de liteira observadas no mesmo período, conforme podem ser observados na Tabela 3.

4 CONCLUSÕES

O consórcio constituído pela *P. phaseoloides* + *B. humidicola* apresenta liteira mais recalcitrante que resulta em maior estoque de C e N.

O consórcio entre o *Stylosanthes* – cv. Campo Grande e a *B. humidicola* apresenta liteira com maior teor de N, menor relação C/N, maior produção de forragem e baixa persistência da leguminosa;

O *A. pintoi* apresenta maior persistência no consórcio dentre as leguminosas avaliadas.

ABSTRACT

This work was undertaken in Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus de São Vicente (Mato Grosso Federal Institute of Science and Technology, São Vicente Campus), between December of 2008 and June of 2012, on a pasture of *Brachiaria humidicola* in monoculture, established more than 30 years ago, with signs of degradation, on which were introduced three legume plants associated with an arboreal species in intercropping with *Brachiaria humidicola*, characterizing the treatments: T1= *Stylozanthos* - cultivar Campo Grande + *Brachiaria humidicola*; T2 = *Arachis pintoii* - cultivar Belmonte + *Brachiaria humidicola*; T3 = *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola* e T4 = *Brachiaria humidicola* in monoculture, arranged in Randomized Block Design (RBD) with five replications and three observations repeated in time, intending to evaluate the persistence among the different intercroppings and their effects on forage availability; litter availability; contents of carbon (C) and nitrogen (N), C/N ratio and their respective stock in the litter. The collected data were submitted to the PROC MIXED of the SAS for statistical analyses; differences among means of treatments were analyzed by the Tukey test at 5% of probability. The greatest litter availability and the greatest carbon and nitrogen stocks were found in the litter of the intercropped pastures in relation to *Brachiaria humidicola* in monoculture. The highest availability of forage was observed in the intercropping between *Stylozanthos* and *Brachiaria humidicola* which also presented litter with increased N contents, poorer C/N ratio and poorer persistence among the three legumes evaluate. *Arachis pintoii* presents higher persistence in the intercropping and average stock of litter carbon statistically similar to the other intercropping. The intercropping constituted by *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola* presents more recalcitrant litter which resulted into increased carbon and nitrogen stock at the end of the experiment.

KEY WORDS: *Arachis*, *Stylozanthos*, *Pueraria*, *Brachiaria*, Sustainability.

REFERÊNCIAS

- AITA, C. & GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:601- 612, 2003.
- ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Manejo de sistemas agrícolas: impactos no seqüestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa**. Porto Alegre: Gênese, 2006. p.157-170.
- BARCELLOS, A.O. de; RAMOS, B.K.A.; VILELA, L.; JUNIOR, G.B.M. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros **R. Bras. Zootec.**, v.37, *suplemento especial* p.51-67, 2008.
- BODDEY, R.M.; XAVIER, D.F.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. Brazilian agriculture: the transition to sustainability. **Journal of Crop Production**, v.9, p.593-621, 2003.
- CADISH, G.; SCHUNKE, R. M.; GILLER, K. E. Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 28, n. 1, p. 43-52, 1994.
- CAMARGO, O.A. de.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, microbiológica e física de solos**: Instituto Agrônômico de Campinas - IAC. Campinas, 2009. (Boletim técnico, 106).
- DOUGLAS Jr., C.L.; ALLMARAS, R.R.; RASMUSSEN, P.E.; RAMIG, R.E. e ROAGER Jr., N.C. Wheat Straw Composition and Placement Effects on Decomposition in Dryland Agriculture of The Pacific Northwest. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, p. 833- 837, 1980.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – CENTRO NACIONAL DE PESQUISA GADO CORTE. **Estilosantes Campo Grande: estabelecimento, manejo e produção animal**. Campo Grande, EMBRAPA – CNPGC. 2000. (Comunicado Técnico 61). Disponível em: < ABSTRACT.

<http://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&q=ESTILOSANTES+CAMPO+GRANDE%3A++ESTABELECIMENTO%2C+MANEJO+E+PRODU%3%87%3%83O+ANIMAL+Embrapa+Gado+de+Corte&btnG=&lr> Acesso em: 22 dez. 2012.

FERREIRA, R.L.C.; JUNIOR, M.DE.A.L.; ROCHA, M.S.DA.; SANTOS, V.S.DOS.; LIRA, M.A.; BARRETO, L.P. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa Caesalpinifolia* Benth.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.1, p.7-12, 2007.

FISHER, M. J.; CRUZ, P. Some ecophysiological aspects of *Arachis pintoi*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage *Arachis***. Cali: CIAT, 1994. p. 53-70.

FORNARA, D.A.; TILMAN, D. Plant functional composition influences rates of soil carbon and nitrogen accumulation. **Journal of Ecology**, Lancaster, v. 96, p. 314-322, 2008. Disponível em: <
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2745.2007.01345.x/pdf> >
acesso em 20 de fev. 2012.

GAMA-RODRIGUES, A.C. da; GAMA-RODRIGUES, E.F da; BRITO, E.C. de. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em argissolo vermelho-amarelo na região noroeste fluminense. **Rev. bras. ci. solo**, Viçosa, v.31, p.1421-1428, 2007.

GARDNER, A. L. **Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção**. Brasília, IICA/EMBRAPA-CNPGL. 197 p. 1986.

HAYNES, R.J.; P.H. WILLIAMS. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advanced Agronomy**, v.49, p.119-199, 1993.

IBRAHIM, M.A.; MANNETJE, L.T. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixtures in the humid tropics of Costa Rica. 1. Dry matter yield, nitrogen yield and botanical composition. **Tropical Grasslands**, v.32, n. 2, p.96-104, 1998.

JANTALIA, C.P.; TÁRRE, R.M.; MACEDO, R.O.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Acumulação de carbono no solo em

pastagens de *Brachiaria*. In: ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Manejo de sistemas agrícolas: impactos no seqüestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa**. Porto Alegre: Gênese, 2006. p.157-170.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes Orgânicos**, Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda, 1985.

MONTEIRO, H.C.F.; CANTARUTTI, R.B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M. Dinâmica de Decomposição e Mineralização de Nitrogênio em Função da Qualidade de Resíduos de Gramíneas e Leguminosas Forrageiras. **R. Bras. Zootec.** Viçosa, v.31, n.3, p.1092-1102, 2002.

MYERS, P.K.R.; ROBBINS, G.B. Sustaining productive pastures in the tropics. 5. Maintaining productive sown grass pastures. **Tropical Grasslands**. Brisbane, v.25, p.104-110, 1991.

MYERS, R.J.K.; PALM, C.A.; CUEVAS, E.; et al. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In: **The Biological Management of Tropical Soil Fertility**, 1994. p.81-116.

NASCIMENTO JUNIOR, D. de; BARBOSA, M. A. A. de. Ecologia em relação ao pastejo. Disponível em: < <http://www.tdnet.com.br/domicio/Ecolog.htm>. > Acesso em 19/05/2008.

OLIVEIRA, C.A.de.; MUZZI, M.R.S.; PURCINO, H. A.; MARRIEL, I.E.; SÁ, N.M.H.de. Decomposition of *Arachis pintoi* and *Hyparrhenia rufa* litters in monoculture and intercropped systems under lowland soil. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1089-1095, set. 2003.

ROBBINS, G.B.; BUSHELL, J.J.; MCKEON, G.M. Nitrogen immobilization in decomposing litter contributes to productivity decline in ageing pastures of green panic (*Panicum maximum* var. *trichoglume*). **Journal of Agricultural Science**, v.113, p.401-406, 1989.

SANCHES, L.; VALENTINI, C.M.A.; BIUDES, M.S.; NOGUEIRA, J. S. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serapilheira em floresta

tropical de transição. **Rev. Bras. de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.2, p.183-189, 2009.

SCHÖMBERG, H.H.; STEINER, J.L.; UNGER, P.W. Decomposition and Nitrogen Dynamics of Crop Residues : Residue Quality and Water Effects. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.58, p. 372- 381, 1994.

THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 25, p. 1351-1361, 1993.

THOMAS, R.J. Role of legumes in providing N for sustainable tropical pasture systems. **Plant and Soil**, v.174, n.1-2, p.103-118, 1995.

VIEIRA, J.A.G.; TEIXEIRA, M.B.; LOSS, A.; LIMA, E.; ZONTA, E. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes ao solo pela espécie *Eucalyptus urograndis*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, 2009.

VIGIL, M.F. e KISSEL, D.E. Equations for Estimating the Amount of Nitrogen Mineralized from Crop Residues. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.55, p.757-761, 1988.

VITAL, A.R.T. GUERRINI, I.A.; FRANKKEN, W.K.; FONSECA, R.C.B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecídua em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.6, p.793-800, 2004. BERN, O.; AVTALION, R. R. Some morphological aspects of fertilization in tilapias. **Journal of Fish Biology**, London, v.

ARTIGO 3 Pastagens consorciadas, estoques de carbono e nitrogênio do solo

JOSÉ LIBÊNCIO BABILÔNIA

Artigo normalizado conforme a NBR 6022 (ABNT, 2003).

Autor para correspondência: tel: (66) 81262411 / E-mail: jlbabelonia@yahoo.com.br.
Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG 37200-000
Brasil.

RESUMO

Este experimento foi realizado no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, entre dezembro de 2008 e junho de 2012, em uma pastagem de *Brachiaria humidicola* em monocultivo, estabelecida há mais de 30 anos, com sinais de degradação, sobre a qual foi introduzida três leguminosas em consórcio, caracterizando os tratamentos: T1= *Stylosanthes* - cv Campo Grande + *Brachiaria humidicola*; T2 = *Arachis pintoi* - cv Belmonte+ *Brachiaria humidicola*; T3 = *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola* e T4 = *Brachiaria humidicola* em monocultivo, delineados em DBC com cinco repetições e três observações repetidas no tempo, objetivando avaliar a persistência das consorciações e seus efeitos sobre os teores de nitrogênio (N) e carbono (C) e respectivos estoques no solo. Os dados coletados foram submetidos ao PROC MIXED do SAS para análises estatísticas, diferenças entre médias de tratamento foram analisadas pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. O *Stylosanthes* consorciado com a *B. humidicola* apresentou rápido estabelecimento e proporcionou maior disponibilidade de forragem. O *A. pintoi* apresentou persistência crescente no consórcio no decorrer do período experimental. Os tratamentos constituídos pelo *Stylosanthes* e *Arachis pintoi* consorciados com *Brachiaria humidicola* proporcionaram, respectivamente, os maiores teores de nitrogênio e carbono e os maiores estoques destes nutrientes no solo, porém a baixa persistência do *Stylosanthes* em pastagens instaladas em Latossolos argilosos pode comprometer a complementaridade desta espécie em consórcio quando se busca sustentabilidade.

Palavras-chave: *Arachis pintoi*. *Brachiaria humidicola*. Estilosantes Campo Grande. Sustentabilidade. *Pueraria phaseoloides*.

1 INTRODUÇÃO

O solo pode estocar mais que todo o carbono existente na superfície do planeta e na atmosfera (LAL, 2002), de tal modo que os ecossistemas agropecuários apresentam um grande potencial para estocar carbono e mitigar o efeito estufa e ainda se beneficiarem, pois ao sequestrar carbono ampliam a matéria orgânica (MO) do solo, que é um dos principais componentes responsáveis pela sustentabilidade dos empreendimentos agropecuários (SWIFT et al., 1993; MIELNICZUK et al., 2003), respondendo por pelo menos 50% da capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos tropicais e constituindo-se na principal fonte de nutrientes do sistema com estreita relação com as demais propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (RAIJ, 1991; CIOTTA et al., 2003). Ao decompor a MO os microrganismos obtêm energia para seu desenvolvimento, liberando CO₂ para atmosfera, enquanto os nutrientes e compostos orgânicos passam a compor a MO do solo (VEZZANI, 2001) que é caracterizada por complexos organominerais que se formam por mecanismos de interação e resultam em diversas partículas ou agregados secundários (TISDALL & OADES, 1982).

Ações do sistema radicular das plantas e hifas de fungos potencializam estas interações na formação de agregados estáveis, pela aproximação de partículas e exsudações, diminuindo a ação dos microrganismos decompositores (MILLER & JASTROW, 1990), favorecendo o acúmulo de compostos orgânicos no solo e, dependendo da magnitude do fluxo de carbono propiciado pelo subsistema vegetal, haverá maior ou menor atividade biológica e produção de compostos orgânicos que irão influenciar a qualidade do solo, CTC, balanço de N, dentre outras (VAN BREEMER, 1993; VEZZANI, 2001). Segundo CIOTTA et al., (2003), pequenos aumentos nos estoques de MO propiciam

expressivo aumento na CTC em Latossolos argilosos com predominância de argila de baixa atividade.

Do mesmo modo que o C, o N é um elemento relevante nos estudos da MO pois cerca de 90% da fração nitrogenada do solo encontra-se na MO, que disponibiliza as formas nítrica e amoniacal para vegetais e microrganismos (STEVENSON, 1986; D'ANDRÉA et al., 2004) a uma taxa de 2% a 5% de N ao ano (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002).

Geralmente, os teores de MO do solo de pastagens exclusivas de gramíneas aumentam com o tempo, porém os teores de N disponível são insuficientes para manter a produtividade (HUMPHREYS, 1994) em virtude da baixa taxa de decomposição de gramíneas que implica em baixa mineralização líquida de N no solo (Thomas & ASAKWA, 1993; HAYNES & WILLIAMS, 1993); da imobilização de N por microrganismos e pela desnitrificação que é caracterizada pela redução bioquímica do NO_3^- e NO_2^- em gases pela ação de bactérias anaeróbicas facultativas (FOLLET & PERTERSON, 1988; MONTEIRO & WERNER 1989; MYERS et al., 1994; FOLLET & WILKINSON 1995).

Segundo FORNARA & TILMAN (2008), a principal variável que reflete o acúmulo de C e N do solo é o acúmulo de raízes. As gramíneas produzem elevada biomassa de raízes com alta relação C/N, baixa taxa de mineralização e decomposição, alta eficiência no uso de nutrientes e baixa produção de nitrato, características que resultaram em boa estocagem de C no solo, enquanto resíduos de leguminosas exclusivas apresentam características praticamente inversas. Entretanto, aqueles autores verificaram que quando espécies diferentes (C3 e C4) foram consorciadas, houve efeito de complementaridade, haja vista que a fixação de N pelas leguminosas proporcionou maior crescimento radicular das gramíneas e maiores estoques de C e N em relação às duas espécies em cultivos isolados. LOVATO et al. (2004)

também verificaram que o consórcio entre leguminosas e gramíneas contribuíram para maior adição anual de C e N ao solo.

Diante da plausibilidade da hipótese de complementaridade entre espécies de diferentes grupos funcionais, objetivou-se com a condução deste trabalho avaliar a persistência do *Stylosanthes* – cv. Campo Grande, do *A. pintoi* e da *P. phaseoloides* consorciados com *B. humidicola* e seus efeitos sobre os teores de nitrogênio e carbono e respectivos estoques destes nutrientes no solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de 15/12/2008 a 19/06/2012, no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, IFMT – Campus de São Vicente, em uma pastagem de *B. humidicola* estabelecida há mais de 30 anos, sobre a qual foram implantadas três leguminosas forrageiras: *Stylosanthes* - cv Campo Grande, *A. pintoi* - cv Belmonte e *P. phaseoloides*. As coordenadas geográficas locais são 15° 45' e 55° 25' W, altitude de 750 m. De acordo com os critérios de W. C. THORNTHWAITE o clima da região é do tipo úmido, tropical chuvoso.

O solo é classificado como Latossolo vermelho-amarelo distrófico de textura argilosa, de topografia plana. Amostras representativas de solo foram coletadas no perfil de 0,0 a 20 cm de profundidade, na fase pré experimental, e os resultados das análises químicas submetidos à análise de variância não apresentaram diferenças ($p > 0,01$) entre as amostras de solo nos diferentes tratamentos, que apresentaram a seguinte composição físico-química média: argila= 403,2 g kg⁻¹; areia= 546,3 g kg⁻¹; silte = 50,5 g kg⁻¹; pH = 5,87; P = 1,24 mg dm⁻³; K = 19,72 mg dm⁻³; Ca + Mg = 1,8 cmol dm⁻³; MO = 25,15 g dm⁻³; V = 29,23%.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: T1= *Stylosanthes* + *B. humidicola*; T2 = *A. pintoi* + *B. humidicola*; T3= *P. phaseoloides* + *B. humidicola*; T4 = *B. humidicola* em monocultura, sendo este utilizado como referência (testemunha), haja vista a manutenção das condições originais da pastagem, sem revolvimento do solo e sem implantação de leguminosas. A área experimental foi de 5,0 ha, com 25 parcelas de 2000 m² cada, retangulares de 40 x 50 metros.

O experimento foi implantado de 15/12/2008 a 15/02/2009. Após a implantação, a área experimental foi deixada em pousio até maio de 2011, visando adequado desenvolvimento das leguminosas. Após o pousio, três coletas de dados foram realizadas, respectivamente em 23/05/2011, 20/02/2012 e 19/06/2012.

As leguminosas *Stylosanthes* e *P. phaseoloides* foram semeadas a lanço, sem enterrio, após uma única gradagem sobre a pastagem de *B. humidicola*, a razão de 3 e 6,25 kg ha⁻¹ de sementes viáveis, respectivamente. O *A. pintoi* foi introduzido na pastagem recém-gradeada à razão de uma muda/m², simultaneamente ao plantio das demais espécies.

Exceto a gradagem que não foi realizada na *B. humidicola* em monocultivo, todos os tratamentos receberam os mesmos tratamentos culturais. Durante o plantio das leguminosas não foi realizado calagem e adubações. Entretanto, em novembro de 2010 foram aplicadas 2 t ha⁻¹ de calcário calcítico e em fevereiro de 2011 foi aplicado 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ utilizando-se o superfosfato simples ao qual foram adicionados 5 kg ha⁻¹ de micronutrientes (FTE BR-10). O calcário, o P₂O₅ e o FTE foram espalhados a lanço sobre as forrageiras sem incorporação, antes da entrada dos animais nas parcelas experimentais.

A primeira coleta de dados foi realizada em 23/05/2011, cerca de 29 meses após a introdução das leguminosas na pastagem de *B. humidicola*. Após a primeira coleta de dados, realizou-se o primeiro pastejo utilizando bovinos anelados com carga animal de 4800 kg ha⁻¹ de peso vivo (PV) por três dias consecutivos, independentemente da disponibilidade de forragem visando avaliar a tolerância das forrageiras ao pastejo intenso, conforme a técnica do “mob grazing” descrita por GARDNER (1986). Após o primeiro pastejo as pastagens foram diferidas por aproximadamente nove meses permitindo assim o ressemeio do *Stylosanthes* e da *P. phaseoloides*, quando então efetuou-se a

segunda coleta de dados em 20/02/2012, após a qual efetuaram-se o segundo pastejo com carga animal de 5200 kg ha⁻¹ de PV por três dias consecutivos, independentemente da forragem disponível (GARDNER, 1986).

Posteriormente ao segundo pastejo (“mob grazing”), foi realizada uma roçada mecânica a 10 cm do solo, visando eliminar o material senescente que não havia sido removido pelo pastejo, reduzir a competição sobre o estabelecimento de novas plântulas a partir do ressemeio natural das leguminosas e estimular o surgimento de novos perfilhos da gramínea.

Após a roçada mecânica, as pastagens foram diferidas por 70 dias a partir dos quais foi realizado o terceiro e quarto pastejos utilizando-se ovinos mestiços na fase de recria/engorda, com taxa de lotação variável (TLV) submetidos ao manejo intermitente das pastagens com 5 dias de ocupação e 25 dias de descanso em cada parcela experimental, por dois ciclos de pastejo consecutivos, com pressão de pastejo de 11,3 kg e 9,3 kg de MS disponível para cada 100 kg de PV, respectivamente, para o terceiro e quarto ciclos de pastejo, cujo foi em 01/05/2012 e término em 29/06/2012. Após o quarto pastejo, realizou-se a última amostragem de solo.

As pressões de pastejo foram ajustadas à disponibilidade de forragem, sempre pela manhã, após a pesagem dos animais em jejum, antes da entrada dos animais na parcela subsequente. A carga animal, média do terceiro e quarto ciclo de pastejo com ovinos foram de 719,16 kg, 595,95 kg, 527,95 kg e 432,79 kg de PV/ha/dia, respectivamente, para o T1(*Stylosanthes* + *B. humidicola*), T2 (*A. pintoi* + *B. humidicola*), T3 (*P. phaseoloides* + *B. humidicola*) e T4 (*B. humidicola* em monocultivo).

Para avaliação da forragem disponível, utilizou-se um quadrado de 0,5 m² lançado aleatoriamente em cinco repetições, em cada parcela experimental. A forragem disponível dentro do quadrado foi cortada junto ao solo com auxílio de tesoura. Foram separadas as gramíneas de leguminosas para pesagem e uma

amostra composta das respectivas espécies de cada parcela foi encaminhada a laboratório para determinação da MS e cálculos de disponibilidade, em $t\ ha^{-1}$ de MS.

Para avaliação da densidade do solo ($kg\ dm^{-3}$) utilizou-se o anel volumétrico de Uhland, conforme descrito por CAMARGO et al. (2009), em três repetições aleatórias por cada parcela, nas duas profundidades avaliadas. Para os cálculos dos estoques de C e N do solo ($Mg\ ha^{-1}$) nos diferentes tratamentos, nas profundidades 0,0 a 5,0 cm e de 5,0 a 10,0 cm, foi utilizada a fórmula: estoque de CO ou NT ($Mg\ ha^{-1}$) = teor de CO ou NT ($g\ kg^{-1}$) da amostra x Ds x E/10, em que Ds = densidade do solo na profundidade avaliada ($kg\ dm^{-3}$); E = espessura da camada de solo avaliada (cm) descrita por RANGEL & SILVA (2007).

Para os cálculos dos estoques de C e N do solo na camada de 0,0 a 10,0 cm de profundidade efetuou-se o somatório dos respectivos estoques de C e N obtidos na camada de 0,0 a 5,0 cm com aqueles encontrados na camada de 5,0 a 10,0 cm de profundidade.

As amostras de solo para determinação dos teores de C e do N foram coletadas em três repetições por parcela em cada período de avaliação, nas duas profundidades estudadas e nos mesmos locais onde foram amostrados com o anel de Uhland para determinação da densidade do solo.

O N total do solo foi determinado utilizando-se o destilador de Kjeldahl, conforme roteiro metodológico descrito por CAMARGO et al. (2009). Para determinação do C orgânico do solo utilizou-se a metodologia desenvolvida por WALKLEY & BLACK, posteriormente modificada pela EMBRAPA, segundo a descrição de CAMARGO et al. (2009).

Para as análises estatísticas dos dados utilizou-se o procedimento MIXED do SAS onde foram testadas as estruturas de covariância auto-regressiva de primeira ordem (AR1), não estruturada (UN) e simetria composta (SC), utilizando-se a que obteve o menor valor para o critério de Akaike,

conforme o modelo: $Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + M_k + T*M + e_{ijk}$, em que : μ = média geral; B_i = efeito de bloco ($i = 1$ a 5); T_j = efeito de tratamento ($j = 1$ a 4); M_k = efeito das medidas ao longo do tempo ($k = 1$ a 3); $T*M$ = interação tratamento*medidas ao longo tempo; e_{ijk} = erro residual. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variáveis avaliadas foram: densidade do solo em kg dm^{-3} em duas profundidades (0,0 a 5,0 e de 5,0 a 10,0 cm), proporção de MS de *B. Humidicola* presente na forragem disponível; disponibilidade de forragem, em t ha^{-1} ; teores de N total e C orgânico do solo, em g kg^{-1} e seus respectivos estoques, em Mg ha^{-1} , e a relação C/N do solo em duas profundidades.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito da interação entre tratamento e tempo sobre a densidade do solo na camada de 0,0 a 5,0 a cm de profundidade ($p < 0,01$) Os dados podem pode ser observados na Figura 1.

Sendo a densidade um atributo físico indicativo da compactação e qualidade do solo em função do manejo que lhe é atribuído (REICHERT et al., 2003), pode-se inferir que o pisoteio animal reduziu a qualidade do solo, haja vista que entre a primeira e última avaliação o solo ficou mais denso, como pode ser observado na Figura 1 ($p < 0,01$), porém de forma não significativa entre tratamentos ($p > 0,05$) com aumentos de 0,03; 0,21; 0,14 e 0,17 kg dm^{-3} de solo, respectivamente para a *B. humidicola* em monocultivo (T4) e seu consórcio com o *Stylosanthes* (T1), com o *A. pintoi* (T2) e com a *P. phaseoloides* (T3).

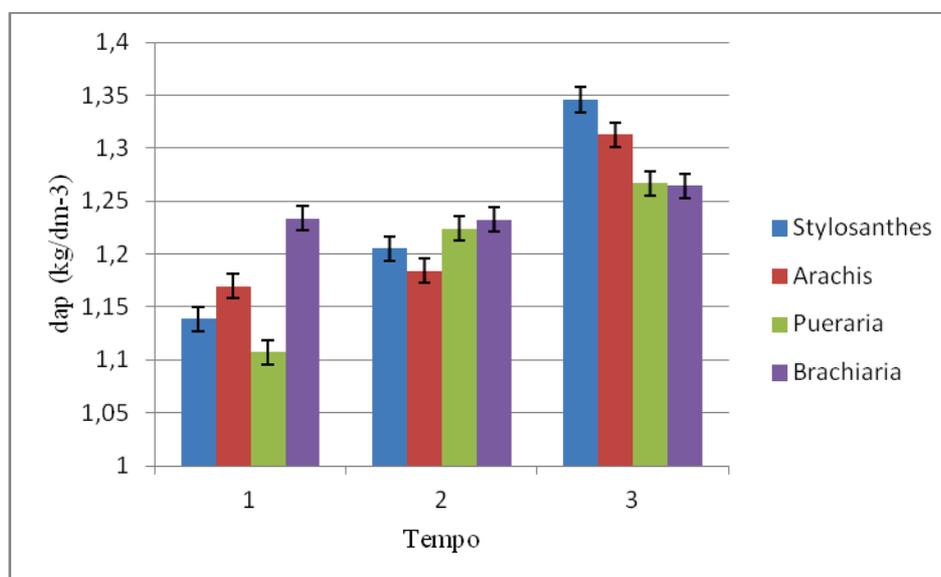


Figura 1 Densidade do solo (dap) na camada de 0,0 a 5,0 cm de profundidade em função de tratamentos e tempo

Nota: (Tratamento $p = 0,1$; Tempo $p < 0,01$; Interação entre tratamento e tempo $p < 0,01$).

Os valores médios da densidade variaram de $1,19 \text{ kg dm}^{-3}$ no consórcio constituído pela *P. phaseoloides* + *B. humidicola* (T3) a $1,24 \text{ kg dm}^{-3}$ de solo para a *B. humidicola* em monocultivo (T4), chegando a $1,34 \text{ kg dm}^{-3}$ no *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1), na última avaliação, como pode ser observado na Figura 1, pode ter sido restritivo ao estabelecimento de novas plântulas de leguminosas que dependem do ressemeio natural para permanecerem no sistema.

Houve efeito da interação entre tratamento e tempo sobre a densidade do solo na camada de 5 a 10 cm de profundidade ($p < 0,01$). Os dados estão plotados na Figura 2.

É provável que as variações na densidade do solo na camada de 5,0 a 10,0 cm de profundidade, no decorrer do período experimental, tenham sido mais influenciadas por processos naturais e menos pela interferência dos

tratamentos ou da carga e manejo dos animais nas pastagens, haja vista maiores densidade no primeiro período de avaliação, e à exceção do consórcio constituído pelo *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1), todos os demais tratamentos apresentaram redução da densidade no segundo período, como pode ser observado na figura 2.

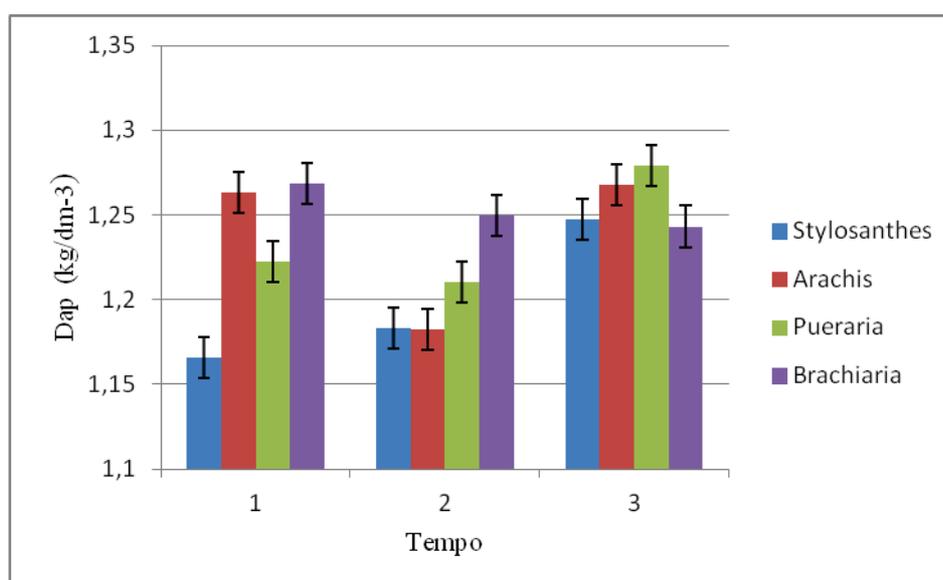


Figura 2 Densidade do solo (Dap) na camada de 5,0 a 10,0 cm de profundidade em função dos tratamentos e tempo

Nota: (Tratamento $p = 0,04$; Tempo $p < 0,01$; Interação entre tratamento e tempo $p < 0,01$).

Segundo KONDO & DIAS JUNIOR (1999); VZZOTTO et al. (2000) a ação do pisoteio animal é mais notória na superfície do solo e de acordo com ROTH et al. (1992); BENNIE (1996), pode ocorrer alterações na densidade do solo decorrentes de mecanismos naturais relativos à emissão e decomposição radicular das plantas que provocam desarranjos na estrutura física do solo e após sua decomposição deixa bio-poros que melhoram sua qualidade física e reduz a

susceptibilidade do solo à compactação. Esta hipótese parece se aplicar a este experimento, dado a falta de linearidade no comportamento da densidade nesta camada do solo.

Houve interação entre tratamento e tempo ($p < 0,01$) sobre a percentagem de MS de *B. humidicola* da forragem disponível. Os dados plotados podem ser observado na Figura 3, que, indiretamente, representam a persistência das leguminosas.

Admitindo-se o tratamento T4 (*B. humidicola* em monocultivo) como referência, com 100% de MS da gramínea em todos os períodos avaliados (Figura 3), observa-se participações crescentes desta gramínea nos tratamentos T1 (*Stylosanthes* + *B. humidicola*) e T3 (*P. Phaseoloides* + *B. humidicola*), enquanto no T2 (*A. pintoii* + *B. humidicola*) este comportamento foi inverso, ou seja; a participação inicial do *A. pintoii* de 6% chegou a 18% no final do período de avaliação. Por outro lado, o *Stylosanthes* e a *P. phaseoloides* tiveram suas proporções iniciais de 38,0% e 26,0% reduzidas para apenas 1,0% e 3,0%, respectivamente, no final do experimento.

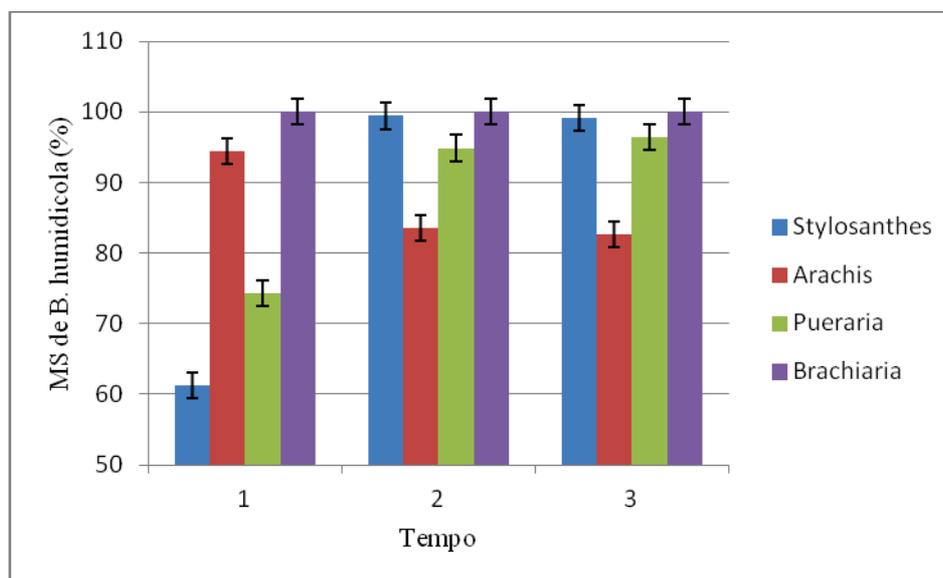


Figura 3 Participação percentual da *B. humidicola* na MS da forragem disponível em função de tratamentos e tempo

Nota: (Tratamento $p < 0,01$; Tempo $p < 0,01$; Interação entre tratamento e tempo $p < 0,01$).

Estes resultados evidenciam a maior resistência à herbivoria e persistência do *A. pintoi* no consórcio em relação às outras duas leguminosas em estudo, corroborando com as informações de FISHER & CRUZ (1994); IBRAHIM & MANNETJE (1998), de que o *A. pintoi* apresenta maior número de atributos relacionados com a persistência em diferentes consorciações, algo incomum de ser encontrado em um único genótipo.

Entretanto, CADISCH et al. (1994); THOMAS (1995) sugerem que seriam necessárias composições botânicas de 20 a 45% de leguminosas para balancear as perdas de N do sistema e manter a sustentabilidade das pastagens, enquanto NASCIMENTO JUNIOR & BARBOSA (2008) sugerem proporções de 13 a 23%. Portanto, o T2 (*A. pintoi* + *B. humidicola*), cuja participação no relvado foi crescente, chegando a 18% da MS disponível no final do período

experimental, se mantida esta tendência poderá alcançar maior participação no realvado e sustentabilidade do sistema.

Por outro lado, o aumento da densidade na camada de 0,0 a 5,0 cm de profundidade do solo, conforme observado na Figura 1, pode ter dificultado o restabelecimento de novas plântulas de *P. phaseoloides* e do *Stylosanthes*, afetando, sobretudo, a persistência desta última espécie, que por apresentar características anuais e bienuais depende do repovoamento a partir do ressemeio natural para permanecer no sistema. Corrobora com esta hipótese, as informações da EMBRAPA-CNPQC (2000) de que essa leguminosa prefere solos arenosos, menos densos, onde o estabelecimento de novas plântulas é mais efetivo a partir do ressemeio natural, podendo apresentar persistência estável por até cinco anos, mesmo em areias quartzosas. Portanto, essa baixa persistência do *Stylosanthes* em pastagens instaladas em Latossolos argilosos pode comprometer a complementariedade desta espécie em consórcio quando se busca sustentabilidade de longo prazo.

Embora o *Stylosanthes* não tenha apresentado persistência satisfatória no consórcio com a *B. humidicola*, seu rápido estabelecimento inicial, chegando a 38% de participação no dossel por ocasião da primeira avaliação, pode ter promovido melhorias na qualidade do solo pela fixação de N biológico e ciclagem de N da liteira, de tal forma que este tratamento apresentou 1,01; 0,75 e 0,34 t ha⁻¹ a mais de forragem disponível, respectivamente em relação à *B. humidicola* em monocultivo (T4) e aos consórcios com a *P. phaseoloides* (T3) e com o *A. pintoii* (T2), como pode ser observado na Tabela 1.

Houve efeito de tratamento sobre a disponibilidade de forragem, teores e estoques de carbono e nitrogênio do solo, nas duas profundidades avaliadas ($p < 0,05$). Os dados são apresentados na Tabela 1.

Avaliações preliminares realizadas aos oito meses após o plantio demonstraram respectivamente, 6,88; 2,04 e 0,84 plantas estabelecidas por m²

para o *Stylosanthes* o *A. pintoi* e a *P. phaseoloides*. Portanto, a maior disponibilidade de forragem observada no consórcio constituído pelo *Stylosanthes* + *B. humidicola* (Tabela 1) em relação aos demais tratamentos, provavelmente, se deve ao mais rápido estabelecimento desta leguminosa que proporcionou maior fixação biológica de N e ciclagem mais eficiente de liteira de melhor qualidade nutricional.

Tabela 1 Efeito dos tratamentos sobre a disponibilidade de forragem, os teores e estoques de N total e de C orgânico do solo, em diferentes profundidades

Parâmetro avaliado	Tratamentos				EPM	P (Probabilidade)		
	T1	T2	T3	T4		Trat.	Tempo	Trat*t.
Disp. MS	2,75 ^a	2,04 ^b	1,99 ^b	1,74 ^b	0,165	< 0,01	< 0,01	0,24
NTS 0-5	1,46 ^a	1,33 ^{ab}	1,25 ^b	1,22 ^b	0,056	< 0,05	< 0,01	0,06
NTS 5-10	1,19 ^{ab}	1,30 ^a	1,11 ^b	1,07 ^b	0,038	< 0,01	< 0,01	0,88
COS 5-10	17,39 ^a	15,92 ^{ab}	15,44 ^{bc}	14,31 ^c	0,381	< 0,01	< 0,01	0,47
C/N 5-10	13,41	13,38	13,99	13,30	0,317	0,43	0,62	0,88
ENT 5-10	0,77 ^a	0,75 ^{ab}	0,69 ^{ab}	0,67 ^b	0,025	< 0,05	< 0,05	0,37
ECO 5-10	10,37 ^a	9,76 ^a	9,55 ^{ab}	8,86 ^b	0,204	< 0,01	< 0,05	0,37

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre se pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Legenda: T1 = *Stylosanthes* + *B. humidicola*; T2 = *A. pintoi* + *B. humidicola*; T3 = *P. phaseoloides* + *B. humidicola*; T4 = *B. humidicola* em monocultivo; Disp. MS = Disponibilidade de forragem, em t ha⁻¹; NTS 0-5 = Teores de N total do solo de 0 a 5 cm de profundidade, em g kg⁻¹ de solo; NTS 5-10 = Teores de N total do solo na camada de 5 a 10 cm de profundidade em g kg⁻¹ de solo; COS 5-10 = Teores de carbono do solo na camada de 5,0 a 10 cm de profundidade, em g/kg de solo; C/N 5-10 = Relação C/N do solo na camada de 5 a 10 cm de profundidade; ENT 5-10 = Estoque de N total do solo na camada de 5 a 10 cm de profundidade, em Mg ha⁻¹; ECO 5-10 = Estoque de C orgânico do solo na camada de 5 a 10 cm de profundidade, em Mg ha⁻¹; EPM = Erro padrão da média; Trat. = Tratamento; Trat*t.= Interação entre tratamento e tempo.

A hipótese de que a maior disponibilidade forrageira no consórcio entre o *Stylosanthes* e a *Brachiaria humidicola* pode ser decorrente da fixação biológica e ciclagem de N da liteira, corrobora com trabalhos da

EMBRAPA/CNPGC (2000); SHUNKE (2001, 2003), onde o aumento de até 50% na produção forrageira nos tratamentos consorciados, em comparação à *Brachiaria* em monocultivo, foi atribuído ao maior aporte de N proveniente desta leguminosa.

Com relação aos teores de N, pode-se observar na Tabela 1, que o consórcio constituído pelo *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) apresentou na camada de 0 a 5 cm do solo, teores de N no solo estatisticamente semelhante ao *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2). Entretanto, a *B. humidicola* + *P. phaseoloides* (T3) e a *B. humidicola* em monocultivo (T4) apresentaram, respectivamente, 0,21 e 0,24 g N a menos por kg de solo ($p < 0,05$) em comparação ao *Stylosanthes* + *Brachiaria humidicola* (T1). Este fato pode ser devido a pior qualidade da liteira nestes tratamentos, certamente constituída por resíduos mais recalcitrantes que apresentam menor mineralização e liberação líquida de N para o solo.

Observou-se também maior teor de N do solo na camada de 5 a 10 cm de profundidade, no consórcio constituído pelo *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2) que é estatisticamente semelhante ao consórcio do *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1). Entretanto, em relação à *B. humidicola* + *P. phaseoloides* (T3) e a *B. humidicola* em monocultivo (T4), o *A. pintoi* + *B. humidicola* (T1) apresentou, respectivamente, 0,19 e 0,23 g de N a mais por kg de solo ($p < 0,01$). Os dados podem ser observados na Tabela 1, e são coerentes com a grande quantidade de nódulos ativos (colônias de bactérias fixadoras) que foram verificados, aderidos às raízes do *A. pintoi*.

Os maiores teores de N no solo, observados nos tratamentos T1 (*Stylosanthes* + *B. humidicola*) e T2 (*A. pintoi* + *B. humidicola*) nas duas profundidades do solo avaliadas (Tabela 1) podem estar associados à maior fixação biológica de N atmosférico, haja vista que nestes tratamentos houve maior participação média das respectivas leguminosas no relvado, (acima de

13%). Corroboram com esta hipótese, os relatos de THOMAS (1995), pois segundo o autor, as leguminosas forrageiras tropicais podem fixar de 2 a 183 kg de N por ha/ano. SEGUNDO BARCELLOS et al. (2008), as transferências do N biológico ocorrem diretamente ou indiretamente da leguminosa para o solo e de acordo com FORNARA & TILMAN (2008) pode haver efeito de complementaridade entre diferentes espécies que resultam em maior fixação de N no solo.

Os teores de N do solo são controlados especialmente pelas condições climáticas, pela vegetação e a qualidade da liteira depositada sobre o solo. Em solos sob clima tropical, a concentração de N total pode variar entre 0,02 e 0,4%, podendo, em casos extremos de solos orgânicos, chegarem a 2% (STEVENSON, 1994). Portanto, os valores médios encontrados neste experimento, variando de 0,107% a 0,146%, respectivamente, no T4 (*B. humidicola* em monocultivo) na camada de 5,0 a 10,0 cm de profundidade e no T1 (*Stylosanthes* + *B. humidicola*) na camada de 0,0 a 5,0 cm de profundidade do solo (Tabela 1), estão dentro dos parâmetros considerados normais para solos tropicais.

Entretanto, os teores de N no solo encontrados neste trabalho, para *Stylosanthes* (T1) e o *A. pintoi* (T2) consorciados com *B. humidicola* na camada de 0 a 5 cm de profundidade, são menores do que os obtidos por FREIXO et al (2002) em solo de cerrado sem intervenção antrópica ($2,6 \text{ g kg}^{-1}$), porém semelhantes ao teor de 1,4 g de N por kg de solo, encontrados pelos autores anteriormente citados, em solos sob plantio direto de arroz alternado com *Crotalaria*, evidenciando que embora exista perdas em relação ao ambiente natural, os teores de N observados nas consorciações da *B. humidicola* com o *Stylosanthes* (T1) e *A. pintoi* (T2), neste experimento, encontram-se em conformidade com tecnologias conservacionistas.

Com relação aos teores de C, o consórcio entre o *Stylosanthes* e *B. humidicola* (T1) apresentou na camada de 0 a 5 cm do solo, teores de C no solo estatisticamente semelhante ao consórcio do *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2). Por outro lado, verifica-se que a *B. humidicola* + *P. phaseoloides* (T3) e *B. humidicola* em monocultivo (T4) apresentaram, respectivamente, 1,95 e 3,08 g de C a menos por kg de solo do que o consórcio constituído pelo *Stylosanthes* + *B. humidicola* ($p < 0,01$). Os dados podem ser observados na Tabela 1.

Os maiores teores de C encontrados nos solo das pastagens consorciadas em relação ao solo da *B. humidicola* em monocultivo (Tabela 1) na camada de 0 a 5 cm do solo ($p < 0,01$) podem estar associados à maior diversidade do sistema radicular das culturas consorciadas. LAL (2002) atribui ao sistema radicular de gramínea grande capacidade para acumular C no solo. Segundo DIEKOW et al. (2005); FORNARA & TILMAN (2008), a utilização de diferentes espécies em consórcio podem ocasionar interações positivas na decomposição e liberação de resíduos culturais que resultam em maiores teores de nutrientes no solo, dentre eles o C e o N.

Pode-se observar, pelos dados apresentados na Tabela 1, que na camada de 5 a 10 cm de profundidade, os estoques médios de N para os consórcios entre a *B. humidicola* e o *Stylosanthes* (T1) e *A. pintoi* (T2) foram, respectivamente, 0,1; 0,08 Mg ha⁻¹ maiores do que a *B. humidicola* em monocultivo (T4) e este não diferiu do estoque apresentado pelo consórcio constituído pela *P. phaseoloides* + *B. humidicola* (T3).

Pode-se observar, ainda, pelos dados apresentados na Tabela 1, que as pastagens consorciadas também foram mais eficientes em estocar C na camada de 5 a 10 cm de profundidade ($p < 0,01$), cujos estoques médios apresentaram 1,51; 0,9 e 0,69 Mg ha⁻¹ de C a mais, respectivamente, para o *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1), *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2) e *P. phaseoloides* + *B. humidicola* (T3) em comparação à *B. humidicola* em monocultivo (T4).

Houve efeito da interação entre tratamentos e tempo sobre o teor de C e a relação C/N do solo, e ainda sobre os estoques de C e N do solo na camada de 0 a 5 cm de profundidade. Os dados podem ser observados na Tabela 2.

Pode ser observado nos dados apresentados na Tabela 2, que o *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) aumentou o teor de C em 2,17 g kg⁻¹ de solo na camada de 0 a 5 cm de profundidade durante o período avaliado, enquanto que na *B. humidicola* em monocultivo (T4) e no *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2) os teores de C decresceram, respectivamente, em 1,98 g e 0,6 g kg⁻¹ de solo. Estes resultados corroboram com a hipótese de maior complementariedade nos processos de decomposição e liberação de nutrientes nos resíduos vegetais, no consórcio constituído pelo *Stylosanthes* + *B. humidicola* em relação aos demais tratamentos, que segundo FORNARA & TILMAN (2008), resultam em maior capacidade de fixação de C.

Embora a interação entre tratamento e tempo tenha constatado redução no teor de C no consórcio constituído pelo *A. pintoi* + *B. humidicola* (T1), não se verificou diferença significativa ($p > 0,05$) entre os teores médios de C na camada de 0 a 5 cm de profundidade deste tratamento (T1) e o consórcio do *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) que apresentaram, respectivamente, 18,40 e 20,46 g de C por kg de solo (Tabela 2).

Por outro lado, pode-se verificar nos dados apresentados na Tabela 2 que o consórcio constituído pelo *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) apresentou 2,99 g e 3,29 g a mais de C por kg de solo, respectivamente, do que a *B. humidicola* em monocultivo (T4) e seu consórcio com a *P. phaseoloides* (T3). Estes dados sugerem maior sustentabilidade nas pastagens de *B. humidicola* consorciada com o *Stylosanthes* (T1) e com o *A. pintoi* (T2) em relação aos outros tratamentos, haja vista os relatos de vários autores (TISDALL & OADES, 1982; SWIFT et al., 1993; VEZZANI, 2001; MIELNICZUK et al., 2003; CIOTTA et al., 2003) ao afirmarem que o maior aporte de C fixado ao solo

resulta em melhor fertilidade e menores perdas deste nutriente pela oxidação da matéria orgânica.

Tabela 2 Efeito da interação entre os tratamentos e tempo sobre o teor de C do solo, a relação C/N e estoque na camada de 0 a 5 de profundidade do solo

Parâmetro avaliado	Primeiro período				Segundo período				Terceiro período				EPM	EPM Trat.
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4		
COS 0-5	19,20	18,84	16,93	17,53	20,79	18,09	17,34	19,33	21,37	18,24	17,32	15,55	0,880	0,03
C/N 0-5	13,18	13,49	13,49	13,27	13,66	13,73	13,66	15,46	10,46	9,32	8,86	9,09	0,390	0,41
ENT 0-5	0,82	0,81	0,69	0,81	0,92	0,78	0,78	0,77	0,92	0,84	0,78	0,68	0,030	0,02
ECO 0-5	10,87	10,92	9,38	10,79	12,51	10,70	10,61	11,91	14,35	11,95	10,90	9,82	0,480	0,01

Legenda: COS 0-5 = Teores de C orgânico do solo na camada de 0 a 5 de profundidade, em $g\ kg^{-1}$ de solo; C/N do solo na camada de 0 a 5 cm de profundidade; ENT 0-5 = Estoque de N total do solo na camada de 0 a 5 cm em $Mg\ ha^{-1}$; ECO 0-5 = Estoque de C orgânico do solo na camada de 0 a 5 cm de profundidade, em $Mg\ ha^{-1}$; EPM = média; Trat. = Tratamento; Trat*temp.= Interação entre tratamento e tempo; T1 = *Stylosanthes* + *B. humidicola*; T2 = *Stylosanthes* + *B. humidicola*; T3 = *P. phaseoloides* + *B. humidicola*; T4 = *B. humidicola* em monocultivo.

Os teores de C obtidos neste trabalho são condizentes com os resultados obtidos por SALTON et al. (2011) que encontraram concentrações de C em torno de 18 g kg⁻¹ a 25 g kg⁻¹ em solos de pastagens com diferentes composições botânicas nas camadas superficiais de Latossolos. Entretanto, os teores médios de 20,46 g e 18,40 g de C por kg de solo encontrados neste trabalho, respectivamente, para o *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) e *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2) na camada de 0 a 5 cm de profundidade (Tabela 2), são menores do que 32 g kg⁻¹ (57,1 g kg⁻¹ de MO) e 34,51 g kg⁻¹ (60,4 g kg⁻¹ de MO) encontrados por PIGNATARO NETO et al. (2009), respectivamente, para cerrado nativo e pastagens de *B. brizantha* sob Latossolos vermelho-amarelo distrófico, de textura argilosa. Por outro lado, D'ANDRÉA et al. (2004) encontraram 18,5 g kg⁻¹ de carbono em Latossolos de Cerrado sem intervenção antrópica, portanto, semelhantes aos valores encontrados no T1 (*Stylosanthes* + *B. humidicola*) e T2 (*A. pintoi* + *B. humidicola*) deste experimento.

Mesmo o consórcio constituído pela *B. humidicola* + *Stylosanthes* (T1), cujo solo apresentou o maior teor médio de C, equivalente a 20,46 g kg⁻¹, segundo LILIENFEIN et al. (2003) apresenta algum grau de degradação, haja vista que os autores consideraram pastagens degradadas aquelas instaladas em solos que apresentaram teores de C inferiores a 22 g kg⁻¹ e produtivas aquelas com teores de C acima 27 g kg⁻¹. Entretanto, segundo PAUSTIAN et al. (1995); WANDER et al. (1998), a comparação dos teores de C orgânico em solos sob diferentes usos e manejos deve considerar além do tempo, a textura do solo, o clima local, a quantidade e a característica dos resíduos adicionados no solo.

A relação C/N não diferiu entre tratamentos na camada de 0 a 5 cm de profundidade, porém considerando os valores observados entre a primeira e a última avaliação (Tabela 2), verificam-se reduções de 4,1; 2,72; 4,17 e 4,63 átomos de C por átomo de N, respectivamente, na *B. humidicola* em

monocultivo (T4) e seus respectivos consórcios com o *Stylosanthes* (T1), com o *A. pintoi* (T2) e com a *P. phaseoloides* (T3).

Os valores médios das relações C/N encontrada neste experimento, variando de 12,00 a 13,99, estão abaixo dos valores encontrados por FREIXO et al. (2002) em solos de cerrados e próximos àqueles encontrados por RANGEL & SILVA (2007). Segundo estes autores, esta baixa relação é coerente com pH adequado e ausência de alumínio (Al), fatores que favorecem o aumento da decomposição da matéria orgânica do solo. PRIMAVESI (1980) reporta que a decomposição da matéria orgânica por microrganismos é feita por meio de enzimas de microrganismos que se apresentam mais ativas com pH entre 5 e 6, compatíveis com o nível de acidez deste experimento. Portanto, a redução da relação C/N pode ter ocorrido simultaneamente à ação da calagem, haja vista que a aplicação de calcário foi realizada sem incorporação ao solo em novembro de 2010, aproximadamente 6 meses antes da primeira avaliação.

Por outro lado, redução nas relações C/N também pode estar associada a intensa oxidação da MO do solo ocasionada por microrganismos, ocasionando paralelamente perdas de N. Corroborando com estas hipóteses, a constatação de que entre a primeira e última avaliação houve redução de 0,09 g; 0,11g; 0,02 g e 0,23 g de N por kg de solo na camada de 0 a 5 cm de profundidade, respectivamente, para a *B. humidicola* consorciada com o *Stylosanthes* (T1), com o *A. pintoi* (T2), com a *P. phaseoloides* (T3) e com a *B. humidicola* em monocultivo (T4).

A deposição instantânea de considerável quantidade de palhada decorrente da roçada mecânica, mais a adição dos excrementos animais decorrentes da maior intensidade de pastejo (“mob grazings” e pastejo rotacionado) proporcionaram mudanças bruscas no ambiente do solo. Isto adicionou energia rapidamente oxidável na superfície do solo, que associadas às condições climáticas favoráveis, desencadearam intensa atividade de minhocas e besouros e provavelmente altas taxas de decomposição microbiológica. Segundo

STEVENSON (1986); HAYNES & WILLIAMS, (1993); MYERS et al., (1994); SOUZA, (2008) podem ocasionar perdas de N₂ e CO₂ via respiração ou por decomposição microbiana ou, ainda, segundo DALAL & MAYER (1986), por erosão e lixiviação. Por outro lado, desfolhas intensas podem aumentar as exportações de N do solo (MONTEIRO et al., 2002) com rápido declínio nos teores de C e aumento das emissões de CO₂ (LAL, 1997).

Corroborando com esta hipótese, os trabalhos de MONTEIRO et al. (2002) que observaram até 128% de oxidação do C durante a decomposição de alguns resíduos de leguminosas associadas a gramíneas, sugerindo oxidação adicional do C da MO do solo (efeito priming). Segundo KIEHL (1985); CAUSARANO et al. (2008); SALTON et al. (2011), caso o solo não tenha adequada quantidade de nutrientes na forma lábil da MO, processos intensos de oxidação resultarão em redução dos teores de C enquanto o N pode ficar imobilizado na massa microbiana ou se perder definitivamente, dando início ao processo de degradação do solo.

O estoque de N no tratamento constituído pela *B. humidicola* em monocultivo (T4) reduziu 0,13 Mg ha⁻¹ entre a primeira e a última avaliações na camada de 0 a 5 cm de profundidade (Tabela 2). Por outro lado, nas pastagens consorciadas este comportamento foi inverso, com aumento significativo ($p = 0,02$) de 0,1 Mg de N ha⁻¹ para o *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) em relação aos consórcios do *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2) e *P. phaseoloides* + *B. humidicola* (T3), que acumularam, respectivamente, 0,03 e 0,09 Mg ha⁻¹ de N entre a primeira e última avaliações. Esta maior capacidade de estocar N no consórcio do *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1), reforça a hipótese de maior complementariedade descrita por FORNARA & TILMAN (2008) entre estas duas espécies em relação aos outros consórcios avaliados.

Parece contraditório que embora os teores de N tenham reduzido entre a primeira e última avaliação, na camada de 0 a 5 cm de profundidade, o estoque

deste nutriente na mesma camada aumentou durante o mesmo período. Este fato se deve ao aumento da densidade do solo, que é utilizada na metodologia do cálculo para obtenção dos estoques de N e C. Segundo CAMARGO et al. (2008) a densidade aparente ou global do solo é utilizada para transformar dados volumétricos em gravimétricos. RANGEL & SILVA (2007), também já encontraram situações similares e atribuíram os maiores estoques de nutrientes a determinados tratamentos em consequência do aumento da densidade do solo.

Com relação ao estoque de C, o tratamento constituído pela *B. humidicola* em monocultivo (T4) teve seu estoque de carbono reduzido em 0,97 Mg ha⁻¹ entre a primeira e a terceira avaliações na camada de 0 a 5 cm de profundidade, em consonância com a redução do estoque de N observado na mesma camada (Tabela 2), portanto, evidenciando ausência de sustentabilidade da pastagem de *B. humidicola* em monocultivo (T4). Por outro lado, o *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) acumulou 3,48 Mg ha⁻¹ de C enquanto que o *A.* + *B. humidicola* (T2) e a *P. phaseoloides* + *B. humidicola* (T3), acumularam, respectivamente, 1,03 Mg e 1,52 Mg ha⁻¹ de C no período avaliado, na camada de 0 a 5 cm de profundidade.

Houve interação entre tratamento e tempo para o estoque de N total do solo na camada de 0 a 10 cm de profundidade ($p = 0,03$). Os dados plotados podem ser observados na Figura 4.

Verifica-se na Figura 4 que houve redução no estoques de N na *Brachiaria humidicola* em monocultivo (T4) durante o período avaliado, caracterizando evolução do processo de degradação neste tratamento. Por outro lado, pode se observar maiores estoques de N na *B. humidicola* consorciada com o *Stylosanthes* (T1) e com o *A. pintoii* (T3) evidenciando o maior poder de recuperação do solo nestes tratamentos, haja vista que, segundo vários autores (VAN BREEMER, 1993; VEZZANI, 2001; CIOTTA et al., 2003), pequenos

aumentos nos estoques de MO propicia significativas respostas na fertilidade do solo.

Os consórcios entre o *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) e *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2) apresentaram estoques médios de 1,67 e 1,56 Mg ha⁻¹ de N na camada de 0 a 10 cm de profundidade, que são estatisticamente semelhantes entre si ($P < 0,05$) e superiores aos valores de 1,44 e 1,42 Mg ha⁻¹ de N, respectivamente, apresentados pela *B. humidicola* + *P. phaseoloides* (T3) e a *B. humidicola* em monocultivo (T4). Por outro lado, pode se observar na Figura 4 que houve redução de 0,07 Mg ha⁻¹ de N no tratamento constituído pela *B. humidicola* em monocultivo (T4), entre a primeira e a última avaliações, mostrando coerência com a redução dos teores deste nutriente nas duas camadas avaliadas, anteriormente já discutidos.

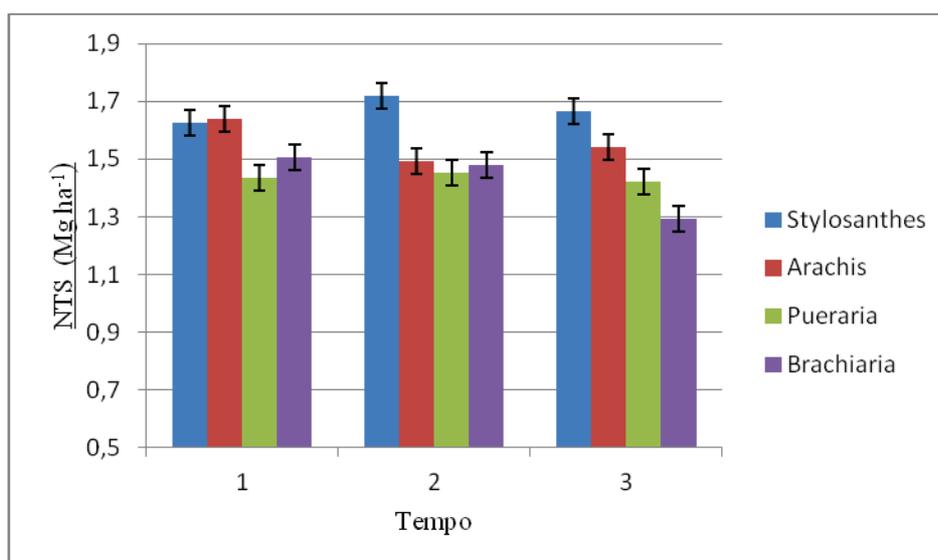


Figura 4 Estoque de nitrogênio total do solo (NTS) na camada de 0,0 a 10 cm de profundidade em função de tratamentos e tempo

Nota: (Tratamento $p < 0,01$; Tempo $p = 0,08$; Interação entre tratamento e tempo $p = 0,03$).

Os estoques médios de N encontrados neste trabalho na camada de 0 a 10 cm de profundidade, respectivamente, para a *B. humidicola* consorciada com o *Stylosanthes* (T1) e com o *A. pintoi* (T2) são inferiores a 2,23 Mg ha⁻¹ encontrados por D'ANDRÉA et al. (2004) e de 2,56 Mg ha⁻¹ obtidos por RANGEL & SILVA, (2007) em pastagens instaladas em Latossolos. Entretanto, comparações de estoques de N em solos com diferentes históricos de manejo estão sujeitas a valores discrepantes, haja vista a grande mobilidade deste nutriente e as inter-relações complexas de seu ciclo com as condições edafoclimáticas, composição da MO e manejo.

Por outro lado, considerando-se o estoque médio de 1,42 Mg ha⁻¹ de N apresentado no tratamento referência (*B. humidicola* em monocultivo - T4) e o estoque médio do solo das pastagens consorciadas deste experimento, verifica-se 270 kg, 140 kg e 30 kg ha⁻¹ de N a mais no solo, respectivamente, para a *B. humidicola* consorciada com o *Stylosanthes* (T1), com o *A. pintoi* (T2) e a *P. phaseoloides* (T3) que foram fixados ao solo a partir da implantação do experimento até a última avaliação, cerca de 37,5 meses, que além de ganhos econômicos pela maior disponibilidade de forragem, proporciona também ganhos ambientais em comparação à industrialização dos adubos nitrogenados.

Houve efeito de interação entre tratamento e tempo sobre o estoque de C na camada de 0,0 a 10 cm de profundidade do solo (P = 0,04), os dados plotados são apresentados na Figura 5.

Pode ser observado na Figura 5 que enquanto o *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) aumentou o estoque em 1,67 Mg ha⁻¹ de C a *B. humidicola* em monocultivo (T4) teve seu estoque de C reduzido em 2,24 Mg ha⁻¹ durante o período de avaliação, evidenciando pastagem em contínuo processo de degradação.

Por outro lado, os consórcios constituídos pelo *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) e *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2) apresentaram, respectivamente, médias de 22,95 e 20,95 Mg ha⁻¹ de C, estatisticamente semelhantes entre si (P <

0,05), enquanto a *P. phaseoloides* + *B. humidicola* (T3) e a *B. humidicola* em monocultivo (T4) apresentaram, respectivamente, 19,84 e 19,69 Mg ha⁻¹ de C que são menores e semelhantes.

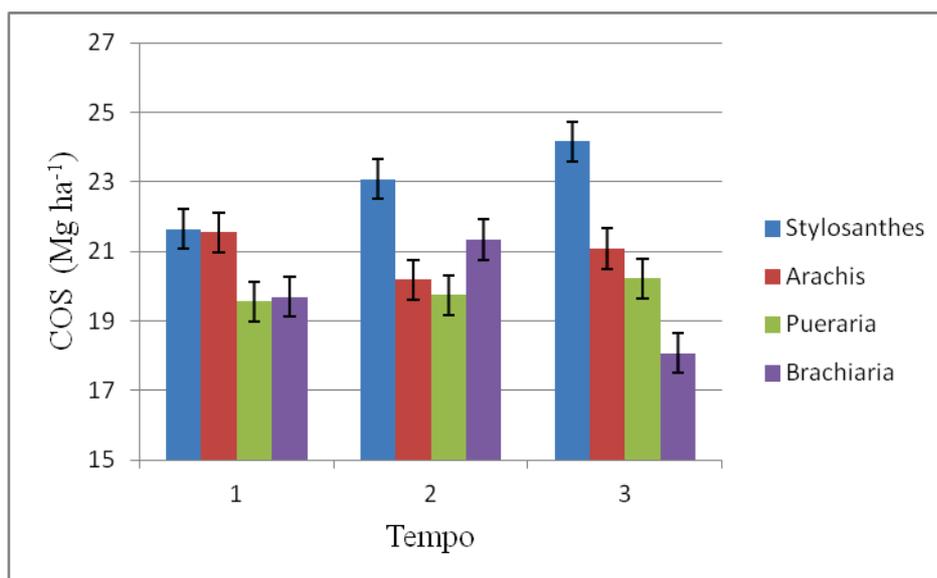


Figura 5 Estoque de carbono orgânico do solo (COS) na camada de 0 a 10 cm de profundidade em função de tratamentos e tempo

Nota: (Tratamento $p < 0,01$; Tempo $p = 0,15$; Interação entre tratamento e tempo $p = 0,04$).

Os estoque de C de 24,6 Mg ha⁻¹ obtidos no terceiro período de avaliação para o *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) na camada de 0 a 10 cm de profundidade (Figura 5), são próximos aos observados em pastagens por D'ANDRÉIA et al. (2004); SCHUNKE et al (2004); RANGEL & SILVA (2007) que encontraram, respectivamente, 23,27 Mg ha⁻¹; 24,2 Mg ha⁻¹ e 27,32 Mg ha⁻¹.

Por outro lado, considerando que por época da implantação dos consórcios as análises químicas do solo nos diferentes tratamentos não

apresentaram diferenças ($p < 0,01$), inclusive para o teor de MO, pode-se inferir que os estoques médios de C ($p < 0,01$) para o *Styloanthus* + *B. humidicola* (T1) e *A. pintoii* + *B. humidicola* (T2) em relação à *B. humidicola* em monocultura (T4) proporcionaram, respectivamente, mais 3,26 e 1,25 Mg ha⁻¹ de C₄, correspondentes a 11,96 e 4,59 t de CO₂, que foram sequestradas da atmosfera e fixadas no solo, desde a implantação do experimento até a última avaliação (aproximadamente 37,5 meses) e que poderiam ser válidas como crédito de carbono. Portanto, a utilização destas leguminosas pode ser uma alternativa econômica e ecologicamente correta para mitigar os impactos ambientais ocasionados pela atividade pecuária.

4 CONCLUSÕES

O *Stylosanthes* – cv. Campo Grande consorciado com a *B. humidicola* proporciona maior disponibilidade de forragem, porém apresenta baixa persistência.

O *A. pinto* apresenta maior persistência no consórcio do que o *Stylosanthes* – cv. Campo Grande e a *P. phaseoloides*;

O *Stylozanthes* – cv. Campo Grande e o *A. pinto* consorciado com *B. humidicola* proporcionam, respectivamente, maiores teores de N e C nas duas profundidades estudadas e provêm maiores estoques destes nutrientes ao solo.

ABSTRACT

This experiment was carried out in Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, between December of 2008 and June of 2012, on a pasture of *Brachiaria humidicola* in monoculture, established more than 30 years ago, with signs of degradation, on which was introduced three legumes in consórcio characterizing the treatments: T1= *Stylozanthos* - cultivar Campo Grande + *Brachiaria humidicola*; T2 = *Arachis pintoii* – cultivar Belmonte+ *Brachiaria humidicola*; T3 = *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola* e T4 = *Brachiaria humidicola* in monoculture, arranged in Randomized Block Design (RBD) with five replications and three observations repeated in time, aiming to evaluate the persistence of the intercroppings and their effects upon the nitrogen and carbon contents and respective stocks in soil. The collected data were submitted to the PROC MIXED of the SAS for statistical analyses, differences among means of treatment were analyzed by the by the Tukey test at 5% of probability. *Stylozanthos* consorciado with *Brachiaria humidicola* presented fast establishment and **provided** greater forage availability. *Arachis pintoii* presented growing persistence in the intercropping over the experimental period. The treatments constituted by *Stylozanthos* and *Arachis pintoii* consorciados with *Brachiaria humidicola* provided respectively the greatest nitrogen and carbon contents and the greatest stocks of these nutrients in soil, but, the low persistence of *Stylozanthos* on pastures installed on clayey Latosols can hamper the complementarity of this species in intercropping when sustainability is sought.

Palavras chaves: *Arachis pintoii*. *Brachiaria humidicola*. Estilosantes Campo Grande. Sustainability. *Pueraria phaseoloides*.

REFERÊNCIAS

- BARCELLOS, A.O. de; RAMOS, B.K.A.; VILELA, L.; JUNIOR, G.B.M. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.37, *suplemento especial* p.51-67, 2008.
- BENNIE, A.T.P. Growth and mechanical impedance. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A. & KAFKAFI, U., eds. *Plant roots*. 2.ed. New York, M. Dekker, 1996. p.453-470.
- CADISH, G.; SCHUNKE, R. M.; GILLER, K. E. Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 28, n. 1, p. 43-52, 1994.
- CAMARGO, O.A. de.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, microbiológica e física de solos**: Instituto Agrônomo de Campinas - IAC. Campinas, 2009. (Boletim técnico, 106).
- CAUSARANO, H.J.; FRANZLUEBBERS, A.J.; SHAW, J.N.; REEVES, D.W.; RAPER, R.L.; WOOD, C.W. Soil organic carbon fractions and aggregation in the Southern Piedmont and coastal plain. **Soil Science Society of America Journal**, v.72, p.221-230, 2008.
- CIOTTA, M.N.; CIMÉLIO BAYER. C.; FONTOURA, S.M.V.; ERNANI, P.R.; ALBUQUERQUE, J.A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, nov-dez, 2003.
- D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, n. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.39, n.2, p.179-186, fev. 2004
- DALAL, R.C. & MAYER, R.J. Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in southern Queensland. I. Total organic carbon and its rate of loss from the soil profile. **Aust. J. Soil Res.**, 24:281-292, 1986.

DIEKOW, J.; MIELNICZUK, J.; KNICKER, H.; BAYER, C.; DICK, D.P.; KOGEL-KNABNER, I. Carbon and nitrogen stocks in physical fractions of a subtropical Acrisol as influenced by long-term no-till cropping systems and N fertilization. **Plant and Soil**, v.268, p.319-328, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – CENTRO NACIONAL DE PESQUISA GADO CORTE. **Estilosantes Campo Grande: estabelecimento, manejo e produção animal**. Campo Grande, EMBRAPA – CNPQC. 2000. (Comunicado Técnico 61). Disponível em: <<http://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&q=ESTILOSANTES+CAMPO+GRANDE%3A++ESTABELECIMENTO%2C+MANEJO+E+PRODU%C3%87%C3%83O+ANIMAL+Embrapa+Gado+de+Corte&btnG=&lr>> Acesso em: 22 dez. 2012.

FISHER, M. J.; CRUZ, P. Some ecophysiological aspects of *Arachis pintoi*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage Arachis**. Cali: CIAT, 1994. p. 53-70.

FOLLET, R.F. & WILKINSON, S.R. Nutrient management of forages. In: **Forages: the science of grassland agriculture**. 1995. p. 55-82.

FOLLET, R.F. & PETERSON, G.A. Surface Soil Nutrient Distribution as Affected by Wheat-fallow Tillage Systems, **Soil Science Society of America Journal**, v.52, p.141-147, 1988.

FORNARA, D.A.; TILMAN, D. Plant functional composition influences rates of soil carbon and nitrogen accumulation. **Journal of Ecology**, Lancaster, v. 96, p. 314-322, 2008. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2745.2007.01345.x/pdf>> acesso em 20 de fev. 2012.

FREIXO, A.A.; MACHADO, P.L.O.A.; GUIMARÃES, C.M.; SILVA, C.A.; FADIGAS, F.S. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **R. Bras. Ci. Solo**, 26:425-434, 2002.

GARDNER, A. L. **Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção**. Brasília, IICA/EMBRAPA-CNPGL. 197 p. 1986.

HAYNES, R.J.; P.H. WILLIAMS. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advanced Agronomy**, v.49, p.119-199, 1993.

HUMPHREYS, L.R. **Tropical forages: their hole in sustainable agriculture**. Esses, UK: Longman Scientific & Technical, 1994. 414p.

IBRAHIM, M.A.; MANNETJE, L.T. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixtures in the humid tropics of Costa Rica. 1. Dry matter yield, nitrogen yield and botanical composition. **Tropical Grasslands**, v.32, n. 2, p.96-104, 1998.

MILLER, R.M. & JASTROW, J.D. Hierarchy of root and mycorrhizal fungal interactions with soil aggregation. **Soil Biol. Biochem.**, 22:579-584, 1990.

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

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 626p.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes Orgânicos**, Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda, 1985.

KONDO, M.K.; DIAS JUNIOR, M.S. Compressibilidade de três Latossolos em função da umidade e uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.211-218, 1999.

LAL, R. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂- enrichment. **Soil Till. Res.**, 43:81-107, 1997.

LAL, R. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. **Environmental Pollution**, v.116, p.353-362, 2002.

LILIENFEIN, J.; WILCKE, W.; VILELA, L.; AYARZA, M.A.; LIMA, S.C.; ZECH, W. Soil fertility under native Cerrado and pasture in the Brazilian savanna. **Soil Science Society of American Journal**, v.67, p.1195-1205, 2003

LOVATO, T.; J. MIELNICZUK, J.; BAYER.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 28:175-187, 2004

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.M.; LOVATO, T.; FERNANDES, F.F. & DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. & ALVAREZ V., V.H. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.209-248.

MONTEIRO, H.C.F.; CANTARUTTI, R.B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M. Dinâmica de Decomposição e Mineralização de Nitrogênio em Função da Qualidade de Resíduos de Gramíneas e Leguminosas Forrageiras. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.3, p.1092-1102, 2002.

MYERS, R.J.K.; PALM, C.A.; CUEVAS, E.; et al. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In: **The Biological Management of Tropical Soil Fertility**, 1994. p.81-116.

NASCIMENTO JUNIOR, D. de; BARBOSA, M. A. A. de Ecologia em relação ao pastejo. Disponível em: <http://www.tdnet.com.br/domicio/Ecolog.htm>. Acesso em 19/05/2008.

PAUSTIAN, K.; COLLINS, H.P. & PAUL, E.A. Management controls on soil carbon. In: PAUL, E.A.; PAUSTIAN, K.; ELLIOTT, E.T. & COLE, C.V., eds. Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America. Boca Raton, CRC Press, 1995. p.15-49.

PIGNATARO NETTO, I.T.; KATO, E.; GOEDERT, W.L. Atributos físicos e químicos de um latossolo vermelho-amarelo sob pastagens com diferentes históricos de uso. **R. Bras. Ci. Solo**, 33:1441-1448, 2009

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 1980. 541p.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do Solo e Adubação**, Ed. Ceres, Potafos, Piracicaba São Paulo, 1991. 142p

RANGEL, O.J.P. & SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1609-1623, 2007.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Revista Ciência e Ambiente**, v.27, p.29-48, 2003.

ROTH, C.H.; CASTRO-FILHO, C.; MEDEIROS, G.B. Análise de fatores físicos e químicos relacionados com a agregação de um Latossolo Roxo distrófico. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 15:241- 248, 1992.

SALTON, J.C;MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M.C.M.; BROCH. L.D. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura - pecuária. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.46, n.10, p.1349-1356, out. 2011.

SCHUNKE, R. M. Alternativas de manejo de pastagem para melhor aproveitamento do nitrogênio do solo. EMBRAPA. CNPGC. **Documentos 111**. Campo Grande - MS. Dez. 2001. Disponível em <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc111/> , acesso em 19/05/2008.

SCHUNKE, R. M.; SILVA, J. M. da Estilosantes Campo Grande Consorciado com Braquiária Contribui Para a Sustentabilidade da Pastagem. **COMUNICADO TÉCNICO N. 83**. Campo Grande, MS. Dez., 2003. Disponível em <http://www.cnpqc.embrapa.br/produtoseservicos/pdf/Roza-COT%2083.pdf>. Acesso em 19/05/2008.

SCHUNKE, R.M.; SILVA, J.M.; BARROS, J. V.; MELLO, E.V.; ARCE, L.D. Estoques de carbono em pastagens de braquiária consorciada com leguminosa – EBRAPA, CNPQC, Campo Grande, 2004. Disponível em: < <http://www.cnpqc.embrapa.br/produtoseservicos/pdf/RozaMSchunkeFertibio2004.pdf> > Acessado em 13 fev. 2013.

SOUZA, E.D, de.; COSTA, S.E.V.G.A, ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F., ANDRIGUETI, M.; CAO, E. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo **R. Bras. Ci. Solo**, 33:1829-1836, 2009.

STEVENSON, F.J. **Cycles of Soil: C,N,P,S, Micronutrients**, John Willey and Sons, 1986.

SWIFT, M.J.; WOOMER, P. Organic matter and the sustainability of agricultural systems: definition and measurement. In: MULONGOY, K.; MERCKX, R. (Eds.). **Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture**. Chichester, UK: IITA/K.U. Leuven, 1993, p. 3-18.

THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 25, p. 1351-1361, 1993.

THOMAS, R.J. Role of legumes in providing N for sustainable tropical pasture systems. **Plant and Soil**, v.174, n.1-2, p.103-118, 1995.

TISDALL, J.M. & OADES, J.M. Organic matter and waterstable aggregates in soils. **J. Soil Sci.**, 33:141-163, 1982.

VAN BREEMER, N. Soils as biotic construct favouring net primary productivity. **Geoderma**, 57:183-211, 1993.

VEZZANI, F.M. Qualidade do sistema solo na produção agrícola. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 184p. (Tese de Doutorado)

VZZOTTO, V.R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.965-969, 2000.

WANDER, M.M.; BIDART, M.G. & AREF, S. Tillage impacts on depth distribution of total and particulate organic matter in three Illinois soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 62:1704 1711, 1998.

ARTIGO 4 Pastagens consorciadas, persistência e produtividade

JOSÉ LIBÊNCIO BABILÔNIA*

Artigo normalizado conforme a NBR 6022 (ABNT, 2003).

Autor para correspondência: tel: (66) 81262411 / E-mail: jlbabelonia@yahoo.com.br.
Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG 37200-000
Brasil.

RESUMO

Este trabalho foi conduzido no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus de São Vicente, entre 15/12/2008 e 29/06/2012, em pastagens de *Brachiaria humidicola*, estabelecidas há mais de 30 anos, com sinais de degradação, sobre a qual foram introduzidas três leguminosas em consórcio caracterizando os tratamentos: T1= *Stylosanthes* – cv. Campo Grande + *Brachiaria humidicola*; T2 = *Arachis pintoi* – cv. Belmonte + *Brachiaria humidicola*; T3 = *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola* e T4 = *Brachiaria humidicola* em monocultivo, em um delineamento de blocos ao acaso (DBC) com cinco repetições. Ovinos na fase de recria/engorda foram introduzidos nas pastagens que foram manejadas sob sistema intermitente por dois ciclos de pastejo e taxa de lotação variável (LTV), a uma pressão de pastejo média de 10,3 kg de MS/100 kg de peso vivo por dia, objetivando avaliar a persistência das leguminosas e a produtividade animal nas diferentes consorciações. Os dados coletados foram submetidos ao PROC MIXED do SAS para análises estatísticas e as diferenças entre as médias dos tratamentos foram testadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O consórcio constituído por *Arachis pintoi* + *Brachiaria humidicola* apresentou maior persistência e produtividade animal.

Palavras- chave: *Arachis pintoi*. *Brachiaria humidicola*. Estilosantes Campo Grande. Sustentabilidade. *Pueraria phaseoloides*.

1 INTRODUÇÃO

A produção animal em pastagens é marcada pela sazonalidade da produção de forragem. Segundo EUCLIDES et al. (1990), animais em pastagens tropicais podem atingir bons ganhos de peso quando a disponibilidade e a qualidade da forragem são adequadas, o que geralmente acontece entre o final da primavera e meados do verão. Entretanto, durante a estação seca as pastagens apresentam baixa disponibilidade e pouca qualidade em razão da avançada idade fisiológica das forrageiras e da baixa capacidade de rebrote decorrente de grande quantidade de perfilhos maduros, baixa umidade no solo, das temperaturas mais baixas e dos dias mais curtos. Assim, a sazonalidade da produção forrageira conduz frequentemente à sazonalidade da produção animal em sistemas extensivos de produção animal.

Uma das alternativas para reduzir a sazonalidade na oferta de forragem no período seco é o uso do diferimento de pastagens, caracterizado pela vedação de parte das pastagens da fazenda a partir do final das chuvas, propiciando o acúmulo de forragem para utilização na seca. No entanto, as gramíneas C₄ exibem alterações em suas características morfológicas e químicas, associadas à maturidade fisiológica e à senescência natural, que deprime a qualidade da forragem e a estrutura do relvado, influenciando negativamente o consumo e o desempenho dos animais (EUCLIDES et al., 1990), pois à medida que as plantas amadurecem, ocorrem espessamento e lignificação da parede e redução dos nutrientes potencialmente digestíveis.

O desempenho animal em pastagens é altamente correlacionado com o consumo de MS. Segundo DESTÉFANI et al.(2004), os bovinos só atingem produções elevadas quando consomem quantidades adequadas de alimentos de alta qualidade e para que isso ocorra, em regime de pastejo, há necessidade de grande disponibilidade e proporção de folhas verdes nas plantas da pastagem.

Nas condições de diferimento, quando a oferta é alta geralmente o desempenho animal é limitado pelo baixo consumo de MS digestível que, na maioria das vezes, é suficiente apenas para manutenção do peso vivo (Euclides et al., 1990), haja vista que associados ao declínio do consumo de MS e da qualidade do pasto ingerido pode ocorrer aumento do tempo de pastejo e do gasto de energia pelo animal ao selecionar componentes de melhor qualidade no relvado.

Uma alternativa possível para melhorar a qualidade da forragem das pastagens diferidas é a introdução de leguminosas nas pastagens de gramíneas. Segundo BARCELLOS et al. (2008), a maioria das leguminosas tropicais apresenta baixa aceitabilidade pelos bovinos na estação chuvosa, de forma que seu efeito na dieta animal se tornaria mais marcante a partir do período de transição das águas para a seca, quando as condições ambientais para crescimento e a qualidade da gramínea são bastante críticas e, de acordo com HUMPHREYS (1991) em situações em que a gramínea apresenta menor valor nutritivo, o desempenho animal pode responder linearmente à maior oferta de proteína.

Além do maior teor de proteína bruta (PB), em geral as leguminosas tropicais apresentam menor proporção de parede celular, e a digestibilidade da MS é semelhante ou maior que a registrada nas gramíneas tropicais, para um mesmo estágio de desenvolvimento (BARCELLOS et al., 2008). No entanto, as principais vantagens das leguminosas decorrem da menor taxa de declínio nos teores de PB e da digestibilidade como avanço da idade e, principalmente, do baixo tempo de retenção da forragem no rúmen, conferido pelo formato e o arranjo das células e a menor proporção de tecido vascular, que resultam em aumento do consumo de MS mais digestível (BARCELLOS et al., 2008).

Conhecendo-se as características adaptativas dos cultivares, a persistência e a distribuição da produção de forragem ao longo do ano, diversas combinações de pastagens consorciadas poderão existir visando o melhor

suprimento em quantidade e qualidade para os animais. Segundo HUMPREYS (1991) a persistência das leguminosas nas pastagens pode decorrer da longevidade das plantas originais e da reposição de plantas por via reprodutiva (sementes) ou vegetativa (rizomas e estolões). Entretanto, muitas vezes, a leguminosa pode possuir grande reserva de sementes no solo e, mesmo assim apresentar problemas de persistência em virtude da fraca sobrevivência das plântulas (FORDE et al., 1989; JONES & CARTER, 1989).

Por outro lado, leguminosas que possuem eficientes mecanismos de resistência ao pastejo têm maior probabilidade de persistir no consórcio. Segundo BRISKE (1996); ANDRADE (2004), os mecanismos que conferem resistência ao pastejo são caracterizados por escape e tolerância. As espécies que apresentam tais mecanismos isolados ou combinados apresentam vantagem competitiva dentro da comunidade de plantas. Os mecanismos de escape são aqueles que reduzem a probabilidade e a severidade do pastejo, ao passo que a tolerância ao pastejo consiste em mecanismos que promovem a retomada do crescimento das plantas após a desfolha, tais como disponibilidade de meristemas.

Objetivou-se com a condução deste trabalho avaliar a persistência do *Stylosanthes* – cv. Campo Grande, do *Arachis pintoi* e da *Pueraria phaseoloides* em consórcio com a *Brachiaria humidicola* e o respectivo desempenho animal sob pastejo diferido nas diferentes consorciações.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre 15/12/2008 e 29/06/2012, no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, IFMT – Campus de São Vicente, sobre uma pastagem de *Brachiaria humidicola*, estabelecida há mais de 30 anos, a qual foram implantadas três leguminosas forrageiras: *Stylozanthos* - cultivar Campo Grande, *Arachis pintoi* – cultivar Belmonte e *Pueraria phaseoloides*. As coordenadas geográficas locais são 15° e 45'S e 55° 25'W, altitude de 750 m. De acordo com os critérios de W. C. THORNTON, o clima da região é do tipo úmido, tropical chuvoso.

O solo é classificado como Latossolo vermelho-amarelo distrófico de textura argilosa, de topografia plana. Amostras representativas de solo foram coletadas no perfil de 0,0 a 20 cm de profundidade na fase pré experimental e os resultados das análises químicas foram submetidos à análise de variância e não apresentaram diferenças ($p < 0,01$) entre as amostras de solo nos diferentes tratamentos, que apresentaram a seguinte composição físico-química média: argila= 403,2 g kg⁻¹; areia= 546,3 g kg⁻¹; silte = 50,5 g kg⁻¹; pH = 5,87; P = 1,24 mg dm⁻³; K = 19,72 mg dm⁻³; Ca + Mg = 1,8 cmol dm⁻³; MO = 25,15 g dm⁻³; V = 29,23%.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso (DBC) com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: T1= *Stylozanthos* – cultivar Campo Grande + *Brachiaria humidicola*; T2 = *Arachis pintoi* – Cultivar Belmonte + *Brachiaria humidicola*; T3= *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola*; T4 = *Brachiaria humidicola* em monocultura, sendo este utilizado como referência (testemunha), haja vista a manutenção das condições originais da pastagem, sem revolvimento do solo e sem implantação de leguminosas. A área experimental foi de 5,0 hectares, com 25 parcelas de 2000 m² cada, retangulares de 40 x 50 metros.

O experimento foi implantado a partir do dia 15 de dezembro de 2008 até o dia 15 de fevereiro de 2009. Após a implantação a área experimental foi deixada em pousio até maio de 2011, visando adequado desenvolvimento das leguminosas. Após o pousio, três coletas de dados foram realizadas, respectivamente, em 23/05/2011, 20/02/2012 e 29/06/2012.

As leguminosas *Stylosanthes* e *Pueraria phaseoloides* foram semeadas a lanço, sem enterrio, após uma única gradagem sobre a pastagem de *Brachiaria humidicola*, a razão de 3 e 6,25 kg ha⁻¹ de sementes viáveis respectivamente. O *Arachis pintoi* foi introduzido na pastagem recém-gradeada à razão de uma muda/m², simultaneamente ao plantio das demais espécies.

Exceto a gradagem que não foi realizada na *B. humidicola* em monocultivo, todos os tratamentos receberam os mesmos tratamentos culturais. Durante o plantio das leguminosas não foi realizado calagem e adubações. Entretanto, em novembro de 2010 foram aplicadas 02 t ha⁻¹ de calcário calcítico e em fevereiro de 2011 foram aplicados 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ utilizando o superfosfato simples ao qual foram adicionados 5 kg/ha de micronutrientes (FTE BR-10). O calcário, o P₂O₅ e FTE foram espalhados a lanço sob as forrageiras sem incorporação, antes da entrada dos animais nas parcelas experimentais.

A primeira coleta de dados foi realizada em 23/05/2011, cerca de 29 meses após a introdução das leguminosas na pastagem de *B. humidicola*. Após a primeira coleta de dados, realizou-se o primeiro pastejo utilizando bovinos anelados com carga animal de 4800 kg ha⁻¹ de peso vivo (PV) por três dias consecutivos, independentemente da disponibilidade de forragem visando avaliar a tolerância das forrageiras ao pastejo intenso, conforme a técnica do “mob grazing” descrita por GARDNER (1986). Após o primeiro pastejo, as pastagens foram diferidas por aproximadamente nove meses, permitindo, assim, o ressemeio do *Stylosanthes* e da *P. phaseoloides*, quando, então, procedeu-se a segunda coleta de dados em 20/02/2012, após a qual efetuou-se o segundo

pastejo, com carga animal de 5200 kg ha⁻¹ de PV por três dias consecutivos, independentemente da forragem disponível (GARDNER, 1986).

Posteriormente, ao segundo pastejo (“mob grazing”), foi realizada uma roçada mecânica a 10 cm do solo, visando eliminar o material senescente que não havia sido removido pelo pastejo, reduzir a competição no estabelecimento de novas plântulas a partir do ressemeio natural das leguminosas e estimular o surgimento de novos perfilhos da gramínea.

Após a roçada mecânica, as pastagens foram diferidas por 70 dias, a partir dos quais foram realizados o terceiro e quarto pastejos utilizando ovinos mestiços na fase de recria/engorda com taxa de lotação variável (TLV), que foram submetidos ao manejo intermitente das pastagens com 5 dias de ocupação e 25 dias de descanso em cada parcela experimental, por dois ciclos de pastejo consecutivos. As ofertas de forragens foram correspondentes a 11,3 e 9,3 kg de MS disponível para cada 100 kg de PV por três dias, respectivamente, para o terceiro e quarto ciclos de pastejo que iniciou em 01/05/2012 e terminou em 29/06/2012.

As ofertas de forragens (11,3 kg e 9,3 kg de MS/100 kg de PV), respectivamente, para o primeiro e o segundo ciclo de pastejo, foram ajustadas pela manhã, antes dos animais entrarem na parcela subsequente, de tal sorte que os animais foram pesados a cada 5 dias, em jejum, sempre pela manhã. Utilizaram-se os dados de peso semanal para a análise estatística, ou seja, foram cinco repetições de peso por tratamento em cada ciclo de pastejo, caracterizando o DBC para a variável produtividade animal.

Para a avaliação da produtividade aplicou-se a técnica “put and take” descrita por GARDNER (1986), utilizando 63 ovinos machos e fêmeas, mestiços em fase de recria/engorda, constituídos por dois grupos: Os “testers” (experimentais) com 20 animais e os grazers (reserva) com 43 animais que

apresentavam respectivamente 24,35 e 25,20 kg, de peso médio no início da avaliação.

A carga animal média do terceiro e quarto ciclos de pastejo com ovinos foram de 719,16 kg, 595,95 kg, 527,95 kg e 432,79 kg de PV/ha/dia, respectivamente, para o T1(*Stylosanthes* + *B. humidicola*), T2 (*A.* + *B. humidicola*), T3 (*P. phaseoloides* + *B. humidicola*) e T4 (*B. humidicola* em monocultivo).

Para avaliação da forragem disponível e do resíduo pós-pastejo utilizou-se um quadrado de 0,5 m² lançado aleatoriamente em cinco repetições em cada parcela experimental. A forragem disponível dentro do quadrado foi cortada junto ao solo com auxílio de tesoura. Separaram-se as gramíneas de leguminosas para pesagem e uma amostra composta das respectivas espécies de cada parcela foi encaminhada ao laboratório para determinação da matéria seca (MS), cálculos de disponibilidade de MS (t ha⁻¹) e análises bromatológicas. A MS foi determinada em forno micro-ondas conforme descrito por LACERDA et al. (2009).

Água e suplemento mineral foram oferecidos *ad libitum* e os animais foram mantidos durante o dia e a noite nas parcelas experimentais, exceto na noite correspondente ao quinto dia, quando então foram recolhidos em aprisco com baias específicas ao referidos tratamentos, onde permaneceram em jejum por 12 horas, para a pesagem em balança eletrônica.

Após a pesagem efetuavam-se os ajustes da pressão de pastejo, inserido ou retirando animais “grazers” ao grupo dos “testers” para adequar a pressão de pastejo à disponibilidade de forragem de cada parcela experimental, de tal sorte que a produtividade animal por unidade de área foi calculada mediante a multiplicação da produção média dos animais experimentais mais os animais reserva, como reportado por GARDNER (1986). Todos os animais foram

submetidos à escolinha por 30 dias para adaptação, previamente vermifugados e novas aplicações de vermífugos foram realizadas a cada 21 dias.

Realizou-se o pastejo simulado para coleta das forragens que foram encaminhadas ao laboratório para análises de FDN e FDA que foram realizadas de forma seqüencial por meio da técnica da autoclave conforme descrito em PELL & SCHOFIELD (1993). A PB foi determinada segundo descrito em SILVA (1981) e a digestibilidade “in vitro” da MS (DIVMS) foi determinada segundo TILLEY & TERRY (1963).

Para avaliação da densidade aparente ou global do solo (kg dm^{-3}) foi utilizado o anel volumétrico de Uhland, conforme descrito por CAMARGO et al. (2009) em três repetições aleatórias por cada parcela, na camada de 0 a 5 cm de profundidade do solo.

Para as análises estatísticas dos dados utilizou o procedimento MIXED do SAS, onde foram testadas as estruturas de covariância auto-regressiva de primeira ordem (AR1), não estruturada (UN) e simetria composta (SC), utilizando-se a que obteve o menor valor para o critério de Akaike, conforme o modelo: $Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + M_k + T^*M + e_{ijk}$, em que: μ = média geral; B_i = efeito de bloco ($i = 1$ a 5); T_j = efeito de tratamento ($j = 1$ a 4); M_k = efeito das medidas ao longo do tempo ($k =$ de 1 a 3) para as variáveis: Disponibilidade de forragem em kg de MS/ha; Persistência das leguminosas nos consórcios, medida indiretamente, usando como referência 100% da MS da *B. humidicola* em monocultura (T4); Densidade do solo na camada de 0,0 a 5,0 cm de profundidade) e ($K =$ de 1 a 2) para as variáveis: A carga animal média em kg ha^{-1} de PV; Percentagem de MS ingerida durante o período de ocupação da parcela em relação à forragem disponível; Percentagem de leguminosa ingerida em relação ao total de MS ingerida; FDN, FDA, PB e DIVMS da forragem coletada via pastejo simulado; Consumo percentual de MS em relação ao PV ($\text{kg de MS}/100 \text{ kg PV}$); Produtividade ($\text{kg de ganho de PV}/\text{ha}/\text{dia}$); T^*M = interação

entre tratamento e medidas ao longo tempo; e_{ijk} = erro residual. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito da interação entre tratamentos e tempo sobre a densidade do solo na camada de 0 a 5 a cm de profundidade ($p < 0,01$). Os dados podem ser observados na Figura 1.

Sendo a densidade um atributo físico indicativo da compactação e qualidade do solo em função do manejo que lhe é atribuído (REICHERT et al., 2003), pode-se inferir que o pisoteio animal reduziu a qualidade do solo, haja vista que entre a primeira e última avaliações o solo ficou mais denso, como pode ser observado na Figura 1 ($p < 0,01$), porém de forma não significativa entre tratamentos ($p > 0,05$) com aumentos de 0,03; 0,21; 0,14 e 0,17 kg/dm^3 de solo, respectivamente, para a *B. humidicola* em monocultivo (T4) e seus consórcios com o *Stylosanthes* (T1), com o *A. pintoi* (T2) e com a *P. phaseoloides* (T3).

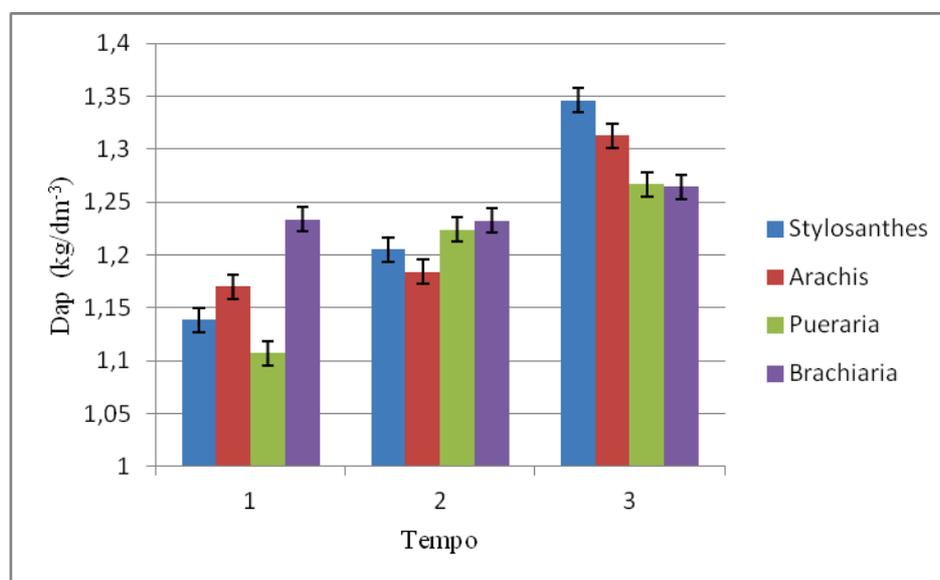


Figura 1 Densidade do solo aparente do solo (Dap) na camada de 0 a 5 cm de profundidade em função dos tratamentos e tempo

Nota: (Tratamento $p = 0,1$; Tempo $p < 0,01$; Interação entre tratamento e tempo $p < 0,01$).

Os valores médios da densidade variaram de $1,19 \text{ kg/dm}^3$ no consórcio entre a *P. phaseoloides* e *B. humidicola* a $1,24 \text{ kg/dm}^3$ de solo para a *B. humidicola* em monocultivo, chegando a $1,34 \text{ kg/dm}^3$ no *Stylosanthes* + *B. humidicola* na última avaliação, que está muito próximo de valores considerados restritivos ou limitantes para o estabelecimento de novas plântulas de muitas culturas (REICHERT et al., 2007; REINERT et al., 2008).

Houve interação entre tratamentos e tempo ($p < 0,01$) sobre a percentagem de MS de *Brachiaria humidicola* na MS disponível. Os dados plotados são apresentados na Figura 2, que, indiretamente, representam a persistência das leguminosas.

Admitindo-se o tratamento (T4) *B. humidicola* em monocultivo como referência, com 100% de MS da gramínea em todos os períodos avaliados

(Figura 2), observam-se participações crescentes desta gramínea nos tratamentos T1 (*Stylosanthes* + *B. humidicola*) e T3 (*P. Phaseuloides* + *B. humidicola*), enquanto no T2 (*pinto* + *Brachiaria humidicola*), este comportamento foi inverso, ou seja; a participação inicial do *A. pinto* de 6% chegou a 18% no final do período de avaliação. Por outro lado, o *Stylosanthes* e a *P. Phaseuloides* tiveram suas proporções iniciais de 38,0% e 26,0% reduzidas para apenas 1,0% e 3,0%, respectivamente, no final do experimento.

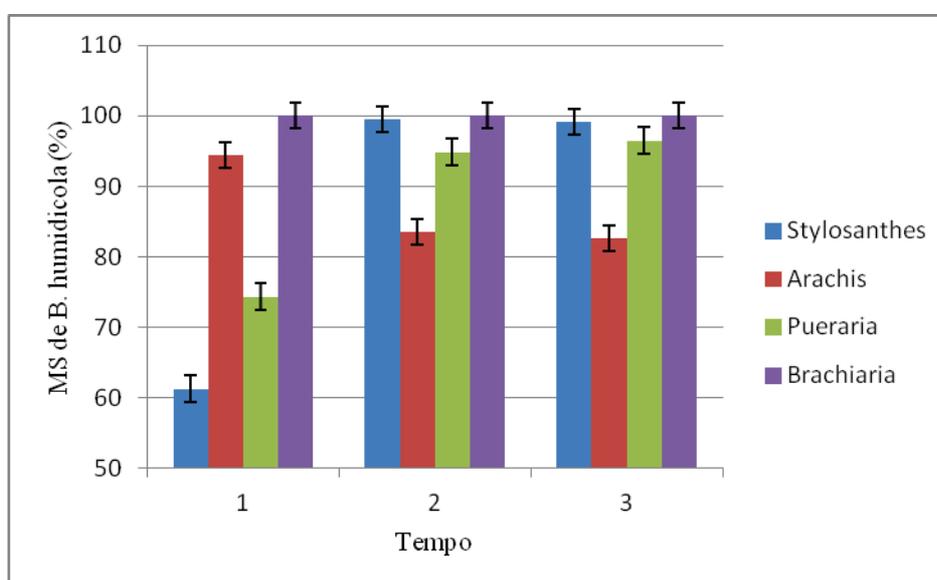


Figura 2 Proporção de *B. humidicola* presente na MS da forragem disponível em função de tratamentos e tempo

Nota: (Tratamento $p < 0,01$; Tempo $p < 0,01$; Interação entre tratamento e tempo $p < 0,01$).

Estes resultados evidenciam a maior resistência à herbivoria e persistência do *A. pinto* no consórcio em relação às outras duas leguminosas em estudo. Estes resultados estão de acordo com as informações de FISHER & CRUZ (1994); IBRAHIM & MANNETJE, (1998) de que o *A. pinto* apresenta

maior número de atributos relacionados com a persistência em diferentes consorciações, algo incomum de ser encontrado em um único genótipo.

Entretanto, CADISCH et al., (1994); THOMAS (1995), sugerem que seriam necessárias composições botânicas de 20 a 45% de leguminosa para balancear as perdas de N do sistema e manter a sustentabilidade das mesmas, enquanto Nascimento JUNIOR & BARBOSA (2008), sugerem valores de 13 a 23%. Portanto, o T2 (*A. pintoi* + *B. humidicola*), cuja participação no relvado foi crescente, chegando a 18% da MS disponível no final do período experimental, se mantida esta tendência, poderá alcançar maior participação no relvado e sustentabilidade do sistema.

Por outro lado, o aumento da densidade na camada de 0 a 5 cm de profundidade do solo com o decorrer do período experimental, pode ter dificultado o estabelecimento de novas plântulas da *P. phaseoloides* e do *Stylosanthes*, afetando, sobretudo a persistência desta última espécie, que por apresentar características anuais e bienais depende do repovoamento a partir do ressemeio natural para permanecer no sistema. Corrobora com esta hipótese, informações da EMBRAPA-CNPGC (2000) de que essa leguminosa prefere solos arenosos, menos densos, onde o estabelecimento de novas plântulas é mais efetivo a partir do ressemeio natural, podendo apresentar persistência estável por até cinco anos, mesmo em areias quartzosas. Portanto, essa baixa persistência do *Stylosanthes* em pastagens instaladas em Latossolos argilosos pode comprometer a complementariedade desta espécie em consórcio quando se busca sustentabilidade de longo prazo.

A persistência de leguminosas consorciadas depende da longevidade das plantas, da reposição de plantas por ressemeadura natural, e/ou da reposição por via vegetativa (HUMPHREYS, 1991). A estratégia de manejo utilizada neste experimento de oportunizar um período de 29 meses do plantio ao primeiro pastoreio (“mob grazing”) possibilitou duas ressemeaduras a todos os

tratamentos. Por outro lado, a aplicação da técnica do “mob grazing”, nos dois primeiros pastoreios, (respectivamente, 4800 e 5200 kg de PV ha/dia) seguido de roçada mecânica a 10 centímetros do solo após o segundo “mob grazing”, visou criar condições amenizadas de competição com a *B. humidicola*. Entretanto, somente algumas plântulas do *Estilosanthes* foram observadas, não chegando a se estabelecer, enquanto que nenhuma plântula de *P. phaseoloides* foi observada.

Portanto, o insucesso na germinação e no estabelecimento de novas plantas pode ter sido influenciado pela constituição e estrutura física do solo, dentre elas o teor de argila, o selamento do solo, a porosidade e a densidade do solo que podem interferir no desenvolvimento de raízes e no fluxo de água e nutrientes (RAGHAVAN et al., 1977; REICHERT et al., 2007; REINERT et al., 2008). Segundo ZIMMER (1981), a superfície ressequida do solo pode ultrapassar temperaturas de 50°C impedindo a fixação de raízes e sobrevivência de plântulas no início da germinação.

Por outro lado, existem relatos na literatura científica de que a *P. phaseoloides* pode apresentar consorciações persistentes com *B. humidicola* em manejo menos intensivo. Segundo MINSON et al. (1993), leguminosas trepadeiras são instáveis sob taxas de lotações mais intensivas em função de suas características morfofisiológicas, haja vista que os animais removem a parte superior do dossel constituída de tecidos jovens e que, por serem fotossinteticamente mais ativos, segue-se uma longa fase de recuperação após serem removidos. Portanto, intensas remoções de tecidos meristemáticos decorrentes de elevadas taxas de lotação, seguida de roçada mecânica a 10 cm do solo, associada à maior densidade do solo, pode ter restringido o estabelecimento de novas plantas a partir do ressemeio e limitado o seu crescimento vegetativo, que resultaram em sua baixa persistência no consórcio.

Embora o *Stylosanthes* não tenha apresentado persistência satisfatória no consórcio com a *B. humidicola*, seu rápido estabelecimento inicial, chegando a 38% de participação no dossel por ocasião da primeira avaliação, pode ter promovido melhorias na qualidade do solo pela fixação de N e ciclagem de N da liteira, de tal forma que este tratamento apresentou 1,01; 0,75 e 0,34 t a mais de forragem disponível, respectivamente, do que à *B. humidicola* em monocultivo (T4) e aos consórcios com a *P. Phaseoloides* (T3) e com o *A. pinto* (T2), como pode ser observado na Tabela 1.

Houve efeito de tratamentos sobre a disponibilidade de forragem, a carga animal, a percentagem de leguminosa ingerida ($p < 0,01$) e a composição bromatológica das forragens ($p < 0,05$). Os dados são apresentados na Tabela 1.

A maior disponibilidade de matéria seca no tratamento constituído pelo *Stylosanthes* + *B. humidicola* ($p < 0,01$), conforme pode ser observado na Tabela 1, pode estar relacionado ao mais efetivo estabelecimento inicial do *Stylosanthes* em relação as outras leguminosas. Avaliação preliminar realizada oito meses após a introdução das leguminosas constatou 6,88; 2,04 e 0,84 plantas estabelecidas por m², respectivamente, para o *Stylosanthes* o *A. pinto* e a *P. phaseoloides* ($p < 0,01$).

Este melhor estabelecimento inicial do *Stylosanthes* pode ter contribuído com maior aporte de N para a *B. humidicola* em consórcio resultando em maior produção total de forragem. Corroboram com esta hipótese, experimentos realizados pela EMBRAPA/CNPGC (2000); SCHUNKE (2001; 2003) de que esta leguminosa apresenta boa capacidade para recuperar solos degradados e em resposta à ciclagem do N a produção de forragem aumentou cerca de 50% nos tratamentos consorciados, em comparação ao monocultivo da gramínea. Neste experimento, a disponibilidade de forragem obtida pelo *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) a disponibilidade de forragem, foi em média, 63,27% superior à

da *B. humidicola* em monocultivo (T4). Os dados podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 Efeito dos tratamentos sobre a disponibilidade de forragem, a carga animal e a percentagem de leguminosa ingerida, as características bromatológicas da forragem e o consumo de MS por ovinos

Variável avaliada	Tratamentos				EPM	P (Probabilidade)		
	T1	T2	T3	T4		Trat.	Temp.	Trat*temp
Disp MS	2,75 ^a	2,04 ^b	1,99 ^b	1,74 ^b	0,165	< 0,01	< 0,01	0,24
Carg An	719,2 ^a	595,9 ^{ab}	527,9 ^{bc}	432 ^c	34,58	< 0,01	0,21	0,29
MS Ing.	42,16	42,13	37,14	35,02	2,580	0,15	0,30	0,13
Leg Ing	0,72 ^b	16,89 ^a	4,32 ^b	0,00 ^b	2,700	< 0,01	0,94	0,85
FDN	67,57	63,26	67,67	69,65	2,230	0,28	0,052	0,55
FDA	39,75	36,30	39,84	37,57	1,760	0,44	< 0,01	0,43
PB	5,91 ^b	7,40 ^a	6,23 ^{ab}	5,60 ^b	0,340	< 0,05	0,50	0,12
Dig vitro	63,43	66,26	66,38	64,80	1,250	0,34	< 0,01	0,39
Cons/PV	4,34	4,27	3,77	3,54	0,280	0,19	0,17	0,12

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Legenda: T1 = *Stylosanthes* + *B. humidicola*; T2 = *A. pintoi* + *B. humidicola*; T3 = *P. phaseoloides* + *B. humidicola*; T4 = *B. humidicola* em monocultivo; Disp.MS = Disponibilidade de forragem, em t ha⁻¹ de MS; Carg.An = Carga animal média em kg de PV/ha/dia; MS ing. = Percentagem de MS ingerida pelos ovinos, em relação à MS disponível; (%); Leg ing = Percentagem de leguminosa ingerida em relação ao total de MS ingerida pelos ovinos (%); FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; PB = Proteína bruta; Dig vitro = Digestibilidade “in-vitro” da MS da forragem coletada mediante pastejo simulado; Cons/PV = Consumo de forragem em relação ao peso vivo animal (kg de MS/100kg de PV); EPM = erro padrão da média; Trat = efeito de tratamento; Temp = efeito de tempo; Trat*temp= efeito da interação entre tratamento e tempo.

Com relação à carga animal, pode ser observado na Tabela 1 que o consórcio constituído pelo *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) suportou a maior carga animal, porém não diferindo estatisticamente ($p > 0,05$) do *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2). Porém, em termos numéricos o referido tratamento (T1) suportou, respectivamente, 123,3; 191,1 e 287,2 kg de PV/ha/dia a mais que os

consórcios do *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2), *P. phaseoloides* + *B. humidicola* (T3) e à *B. humidicola* em monocultivo (T4), sendo estes valores coerentes com a disponibilidade de forragem dos respectivos tratamentos, haja vista que os valores apresentados estão em consonância com a metodologia da taxa de lotação variável (TLV) que consiste em ajustar à pressão de pastejo à forragem disponível, conforme descrito por GARDNER (1986).

A participação de leguminosa na MS ingerida no consórcio constituído pelo *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2) foi 16,17% e 12,57%, respectivamente, superior aos valores observados no *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) e na *P. phaseoloides* + *B. humidicola* (T3), que não diferiram do tratamento da *B. humidicola* em monocultivo ($p < 0,01$), como pode ser observado na Tabela 1. Este maior consumo de leguminosa no referido tratamento é coerente com a maior participação desta leguminosa no relvado, que se apresentava em torno de 18% na época do ensaio com ovinos, portanto, refletindo sua boa aceitação pelos animais.

Embora não tenha havido diferença estatística ($p > 0,05$) entre os teores de FDN nos diferentes tratamentos, pode ser observado na Tabela 1 que o valor de 63,26% apresentado no T2 (*A. pintoi* + *B. humidicola*) é numericamente menor que os demais tratamentos, certamente refletindo a maior participação da leguminosa no relvado. Por outro lado, os valores de FDN variando de 67,57% no T1 (*Stylosanthes* + *B. humidicola* “com apenas 1% de leguminosa”) a 69,65% de FDN no T4 (*Brachiaria humidicola* em monocultivo) são semelhantes aos valores de 68,80% e 70,28% encontrados por DEMINICIS et al. (2010) para a planta inteira de *B. humidicola* coletada a 10 cm do solo, aos 56 dias de idade.

Verifica-se, portanto, no trabalho de DEMINICIS et al. (2010) que mesmo com a menor maturação fisiológica da *B. humidicola*, cujos cortes foram realizados em pelo menos 14 dias antes do que se fez neste experimento, os

valores de FDN são similares, provavelmente em decorrência das diferentes metodologias de coleta utilizadas. Estes dados corroboram com informações de EUCLIDES & MACEDO (1992); EUCLIDES & MEDEIROS (2003), de que a avaliação da dieta de animais em pastejo é mais acurada quando se coleta a forragem via pastejo simulado, como foi o caso deste experimento, ou via extrusa esofágica (SANTOS et al., 2004), haja vista a seleção do animal por forragem de melhor qualidade.

Os teores de PB não foram estatisticamente diferentes entre os consórcios do *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2) e a *P. phaseoloides* + *B. humidicola* (T3) ($p < 0,05$). Porém, o consórcio entre *Arachis pintoi* + *B. humidicola* (T2) apresentou, respectivamente, 1,80%; 1,49% e 1,17% a mais de PB que a *B. humidicola* em monocultivo (T4) e seus consórcios com o *Stylosanthes campo grande* (T1) e a *P. phaseoloides* (T3), conforme pode ser observado na Tabela 1.

Teores de PB abaixo de 6% são considerados críticos por não atenderem a exigência mínima para manutenção da flora intestinal, podendo comprometer o equilíbrio do ambiente ruminal e a manutenção do peso vivo (MINSON, 1990; VAN SOEST 1994; DETMANN et al., 2005). Portanto, estes dados demonstram a importância do *A. pintoi* e da *P. phaseoloides* que nas respectivas proporções de 18% e 3% da MS do relvado, contribuíram com 16,89% e 4,32% da MS ingerida (Tabela 1) e atenderam as exigências mínimas de PB para os ruminantes.

Por outro lado, os valores de PB observados no T1(*Stylosanthes* + *B. humidicola* “com apenas 1% de leguminosa”) e no o T4 (*B. humidicola* em monocultivo) são similares aos valores de 5,41 a 5,93% encontrados por DEMINICIS et al. (2010) e aos teores de 5,03 a 5,27% obtidos por SANTANA et al (1993) para a *B. humidicola* em diferentes situações de manejo, caracterizando esta gramínea como de baixo valor protéico.

Houve maior digestibilidade das forragens no segundo ciclo de pastejo em relação ao primeiro ciclo ($p < 0,01$) conforme apresentado na Figura 3. Esta maior digestibilidade das forrageiras no segundo ciclo de pastejo pode ser decorrente do menor período entre cortes, haja vista que o primeiro corte na primeira parcela de cada tratamento ocorreu no mínimo após 70 dias de diferimento das pastagens, enquanto que o segundo corte foi de apenas 25 dias após o primeiro pastejo.

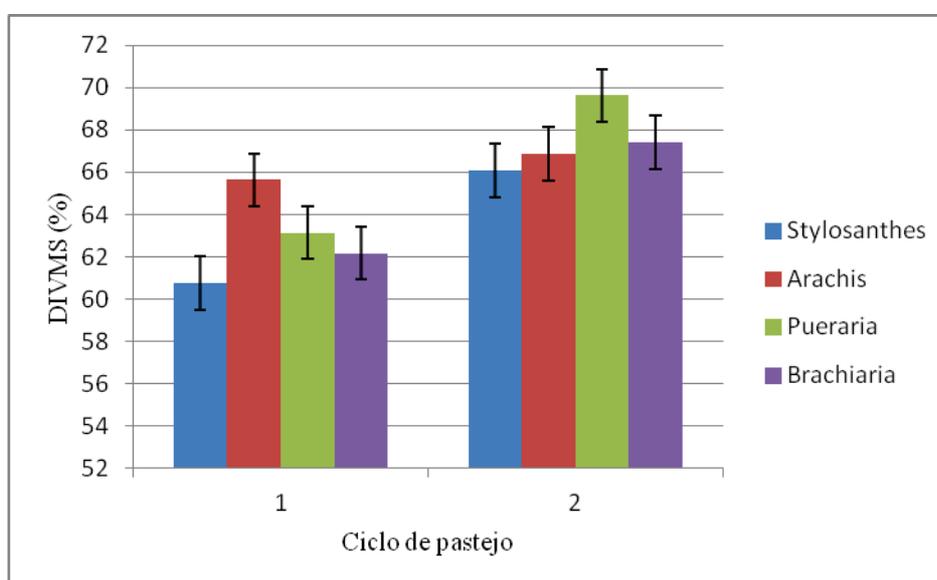


Figura 3 Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das forrageiras coletadas via pastejo simulado no primeiro e segundo ciclo, de pastejo com ovinos em função de tratamentos e tempo

Nota: (Tratamento $p = 0,34$; Tempo $p < 0,01$; Interação entre tratamento e tempo $p = 0,39$).

Pode ser observado, na Figura 3, aumento da digestibilidade no segundo ciclo em relação ao primeiro. Entretanto, este aumento parece incoerente se levado em consideração que os valores de FDN e PB que não sofreram

alterações significativas entre o primeiro e segundo ciclos de pastejo, enquanto a FDA, contraditoriamente à maior digestibilidade, aumentou de 34,24% para 42,49% do primeiro para o segundo ciclo de pastejo ($p < 0,01$). Segundo vários pesquisadores (PEREZ, 1997; ANTÔNIO et al., 1998; SENGER, 2005; SILVEIRA, 2006) a técnica desenvolvida por TILLEY & TERRY (1963) para determinação da digestibilidade *in vitro* é de pouca acurácia para comparações entre forragens de baixa qualidade, como as encontradas neste experimento.

Embora não tenha havido diferenças significativas entre tratamentos para a variável consumo ($p > 0,05$), como pode ser observado na Tabela 1, os valores encontrados neste trabalho variando de 3,54 a 4,34 kg de MS/100 kg de PV são menores do que os obtidos por FARINATTI et al. (2006), em pastagens exclusivas de azevém, que é uma gramínea de clima frio e forragem de melhor qualidade, que submetem ovinos a uma pressão de pastejo de 8 kg de MS/100 kg de PV. Portanto, maior do que a pressão de pastejo utilizada neste experimento, onde diferentemente do trabalho de FARINATTI et al. (2006), os ovinos permaneceram durante a noite nas pastagens e, conseqüentemente tinham mais tempo para atividades de pastejo.

Por outro lado, BRÂNCIO et al. (2003), trabalhando com ovinos em pastagens constituídas por diferentes forrageiras do gênero *Panicum* sob manejo rotacionado com 7 dias de ocupação e 35 dias de descanso, obtiveram consumo variando de 1,9 a 2,3 kg de MS/100 kg de PV, menores do que os obtidos neste trabalho. Portanto, dado às condições de manejo, pressão de pastejo e à fase de desenvolvimento dos animais (cria/recria), o consumo obtido neste trabalho encontra-se em conformidade com a literatura científica.

Houve interação entre tratamento e tempo ($p < 0,01$) para produtividade animal em kg de ganho de PV/dia. Os dados plotados podem ser observados na Figura 4.

A menor produtividade registrada no segundo ciclo de pastejo, como pode ser observada na Figura 4, demonstra coerência com a menor disponibilidade de forragem e a menor carga animal que foi atribuída aos tratamentos no referido ciclo de pastejo, haja vista que em decorrência do avançado ciclo vegetativo das forrageiras, especialmente da *B. humidicola*, o intervalo entre pastejos de 25 dias não foi suficiente para que a atividade fotossintética proporcionasse os mesmos níveis de disponibilidade de forragem encontrados no realvado a partir de 70 dias de diferimento, quando se iniciou o primeiro ciclo de pastejo.

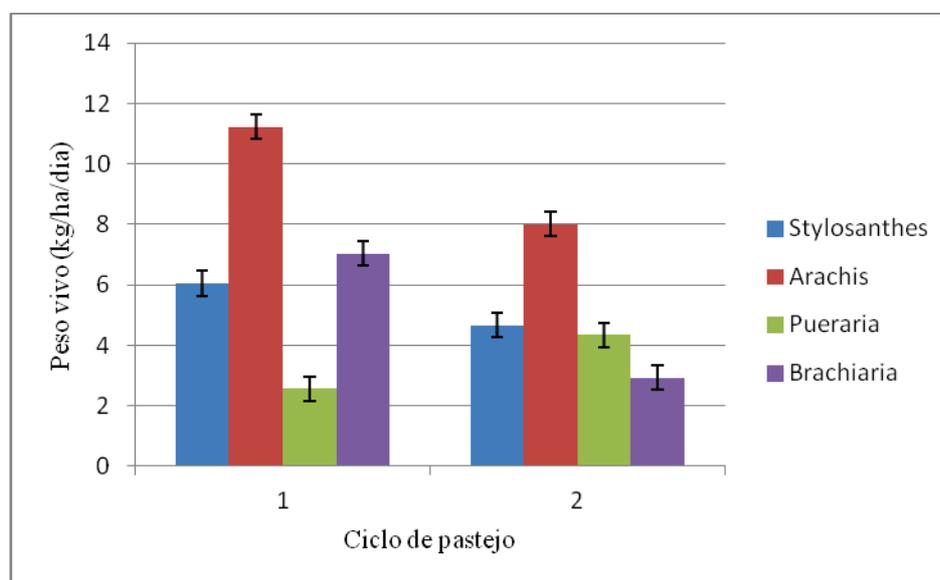


Figura 4 Produtividade animal em ganho de peso vivo em kg/ha/dia em função do tratamento e tempo

Nota: (Tratamento $p < 0,01$; Tempo $p < 0,01$; Interação Tratamento*tempo $p < 0,01$).

A maior produtividade animal no consórcio constituído pelo *Arachis pintoi* + *Brachiaria humidicola*, conforme pode ser observada na Figura 4, pode

ser atribuído à maior percentagem de PB (7,40%) deste tratamento, onde houve maior persistência da leguminosa, sugerindo que é mais importante a qualidade do que a quantidade da forragem, haja vista que embora quantitativamente o *Stylosanthes* + *B. humidicola* (T1) apresentou, em média, 0,34 t a mais de forragem disponível e 123,3 kg a mais de carga animal, como media diária, em comparação com o *A. pintoi* + *B. humidicola* (T2), esta maior disponibilidade não foi correspondida em maior ganho de peso vivo animal por hectare e, conseqüentemente, com o melhor uso da terra.

Por outro lado, segundo vários pesquisadores (NELSON et al., 2001; PRIMAVESI et al., 2004; IQBAL et al., 2008), o aumento da produtividade pelo uso de pastagens melhoradas pode reduzir a emissão de gases de efeito estufa, gerando menor quantidade de metano por kg de produto animal produzido. Assim, é de se esperar que a maior carga animal atribuída ao T1 (*Stylosanthes* + *B. humidicola*) tenha gerado maior emissão de metano por kg de ganho do que o T2 (*Arachis pintoi* + *Brachiaria humidicola*) que com menor carga animal apresentou maior produtividade. Portanto, a introdução de leguminosas persistentes em pastagens apresenta-se como alternativa viável para aumentar a produtividade e mitigar os impactos ambientais decorrentes da atividade pecuária.

A produtividade animal de 5,36; 9,62; 3,46 e 4,98 kg de ganho de PV ha por dia, apresentada, respectivamente, para a *B. humidicola* consorciada com o *Stylosanthes* (T1), com o *A. pintoi* (T2), com a *P. phaseoloides* (T3) e à *B. humidicola* em monocultivo (T4), apesar da baixa qualidade nutricional da forragem das pastagens diferidas, foram maiores do que os ganhos encontrada por FARINATTI et al. (2006) que, trabalhando com ovinos em pastagens exclusivas de azevém, obtiveram produtividade de 310,9 kg de PV/ha no período de 14/07 a 29/10, correspondente a aproximadamente 2,96 kg de PV/ha/dia. Provavelmente, este fato decorre da menor pressão de pastejo e do

maior tempo de pastejo que proporcionaram mais oportunidade de seleção aos ovinos, neste experimento em comparação ao trabalho de FARINATTI et al. (2006). Entretanto, comparações de produtividade devem considerar além da qualidade da forragem, outros fatores, tais como a categoria e o manejo animal; o potencial genético dos animais; a espécie forrageira e o clima que afeta o desempenho animal e a produção de forragem.

4 CONCLUSÃO

O consórcio constituído por *Arachis pintoi* + *Brachiaria humidicola* produz forragem com maior valor nutritivo, proporcionando maior produtividade animal e maior persistência em comparação ao *Stylosanthes* – cv. Campo Grande e à *Pueraria phaseoloides* consorciados com *Brachiaria humidicola*.

ABSTRACT

This work was conducted in Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus de São Vicente (Mato Grosso Federal Institute of Science and Technology, São Vicente Campus) from day 15 of December of 2008 on till day 19 of June of 2012 on pastures of *Brachiaria humidicola* in monoculture established more than 30 years ago, with signs of degradation, on which were introduced three legume plants and an arboreal species (*Moringa oleifera*) in intercropping characterizing the treatments: T1= *Stylozanthos* - cultivar Campo Grande + *Brachiaria humidicola*; T2 = *Arachis pintoi* – cultivar Belmonte + *Brachiaria humidicola*; T3 = *Pueraria phaseoloides* + *Brachiaria humidicola* and T4 = *Brachiaria humidicola* in monoculture, arranged in Randomized Block Design with five replications. Sheep in the growing/fattening phase were introduced on the pastures which were managed under the intermittent system for two grazing cycles and varying stocking rate (LTV) at an average grazing pressure of 10.3 kg of DM/100 kg of live weight, intending to evaluate the persistence of the legumes and animal yield in the different intercropping. The collected data were submitted to the PROC MIXED of the SAS for statistical analyses and differences between means of treatments were surveyed by the Tukey test at 5% of probability. The intercropping constituted by *Arachis pintoi* and *Brachiaria humidicola* presented greater persistence and animal yield.

KEY WORDS: *Arachis*, *Stylozanthos*, *Pueraria*, *Brachiaria*, Sustainability.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. M. S. Estratégias de manejo do pastejo para pastos consorciados na Amazônia Ocidental. UFV, Viçosa 2004 (Tese de doutorado, 170p.)

ANTÔNIO, S.D.; GONÇALVES, M.B.F.; SANCHEZ, L.M.B.; BACKES, A.A.; SILVA, L.F. Modificações na técnica de digestibilidade in vitro para avaliar forragens de baixa qualidade. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.28, n.4, p.671-676, 1998.

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros R. Bras. Zootec. Viçosa, v.37, *suplemento especial* p.51-67, 2008

BRÂNCIO, P.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; FONSECA, D.M.; ALMEIDA, R.G.; MACEDO, M.C.M.; BARBOSA, R.A. Avaliação de Três Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob Pastejo: Composição da Dieta, Consumo de Matéria Seca e Ganho de Peso Animal. R. Bras. Zootec. Viçosa, v.32, n.5, p.1037-1044, 2003.

BRISKE, D. D.; HEITSCHMIDT, R. K. An ecological perspective. In: HEITSCHMIDT, R. K.; STUTH, J.W. (Ed.) *Grazing Management: an ecological perspective*. Portland: Timber Press, 1991. p.11-26.

CADISH, G.; SCHUNKE, R. M.; GILLER, K. E. Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. *Tropical Grasslands*, Brisbane, v. 28, n. 1, p. 43-52, 1994.

CAMARGO, O.A. de.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, microbiológica e física de solos: Instituto Agrônomo de Campinas - IAC. Campinas, 2009. (Boletim técnico, 106).

DEMNICIS, B.B.; ABREU, J.B.R.; VIEIRA, H.D., ARAÚJO, S.A.C.. *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick em diferentes idades de rebrota submetida a doses de nitrogênio e potássio. *Ciênc. Agrotec. Lavras*, v. 34, n. 5, p. 1116-1123, set./out., 2010.

- DESTÉFAN, E.; SANTOS, G; PAULINO, M.F.; QUEIROZ, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; FONSECA, D.M.; LANA, R.P. Avaliação de Pastagem Diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf:1. Características Químico-Bromatológicas da Forragem Durante a Seca. R. Bras. Zootec., Viçosa, v.33, n.1, p.203-213, 2004
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R.; VALADARES FILHO, S.C.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S.; LEÃO, M.I.; LANA, R.P.; PONCIANO, N.J. Níveis de Proteína em Suplementos para Terminação de Bovinos em Pastejo Durante o Período de Transição Seca/Águas: Consumo Voluntário e Trânsito de Partículas. R. Bras. Zootec. Viçosa, v.34, n.4, p.1371-1379, 2005
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – CENTRO NACIONAL DE PESQUISA GADO CORTE. Estilosantes Campo Grande: estabelecimento, manejo e produção animal. Campo Grande, EMBRAPA – CNPGC. Campo Grande – MS. 2000. (Comunicado Técnico 61).
- EUCLIDES, V.P.B. & MEDEIROS, S.R. Valor nutritivo das principais gramíneas cultivadas no Brasil. EMBRAPA-CNPGC, Campo Grande, 43p. 2003.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem [para se estimar o valor nutritivo de forragens] sob pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.21, n.4, p.691-701, 1992.
- EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.; SILVA, J.M. et al. Avaliação de forrageiras tropicais manejadas para produção de feno em- pé. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.25, n.3, p.393-407, 1990.
- FARINATTI, L.H.E.; ROCHA, M.G.; POLI, C.H.E.C.; PIRES, C.C.; PÖTTER, L.; SILVA, J.H.S. Desempenho de ovinos recebendo suplementos ou mantidos exclusivamente em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). R. Bras. Zootec., Viçosa, v.35, n.2, p.527-534, 2006.
- ISHER, M. J.; CRUZ, P. Some ecophysiological aspects of *Arachis pintoi*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). Biology and agronomy of forage *Arachis*. Cali: CIAT, 1994. p. 53-70.

- FORDE, M. B.; HAY, M. J. M.; BROCK, J. L. Development and growth characteristics of temperate perennial legumes. In: MARTEN, G. C.; MATCHES, A. G.; BARNES, R. F. et al. (Ed.) Persistence of Forage Legumes. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1989. p. 91-108.
- GARDNER, A. L. Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção. Brasília, IICA/EMBRAPA-CNPGL. 197 p. 1986.
- HUMPHREYS, L. R. Tropical pasture utilization. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 206 p.
- IBRAHIM, M.A.; MANNETJE, L.T. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixtures in the humid tropics of Costa Rica. 1. Dry matter yield, nitrogen yield and botanical composition. Tropical Grasslands, Australia, v.32, n. 2, p.96-104, 1998.
- IQBAL, M.F; CHENG, Y.F., ZHU, W.V.; ZESHAN, B. Mitigation of ruminant methane production: current strategies, constraints and future options. World J Microbiol Biotechnol. 24:2747–2755, 2008.
- JONES, R. M.; CARTER, E. D. Demography of pastures legumes. In: MARTEN, G. C.; MATCHES, A. G.; BARNES, R. F. et al. (Ed.) Persistence of Forage Legumes. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1989. p. 139-156.
- LACERDA, M.J.R; FREITAS, K.R.; SILVA, J.W.da. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional. Biosci. J., Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 185-190, 2009.
- MINSON, D.J. Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- MINSON, D.J.; COWAN, T.; HAVILAH, E. Northern dairy feedbase 2001. 1. Summer pasture and crops. Tropical Grasslands, Australia, v.27, p.131-149, 1993.

NASCIMENTO JUNIOR, D. de; BARBOSA, M. A. A. de Ecologia em relação ao pastejo. Disponível em: <http://www.tdnet.com.br/domicio/Ecolog.htm>. Acesso em 19/05/2008.

NELSON, M.L.; H. H. WESTBERG, H.H; PARISH, S.M.Effects of tallow on the energy metabolism of wethers fed barley finishing diets. *J Anim Sci.*, v. 79, p.1892-1904, 2001.

PELL, A.N. & SCHOFIELD, P. Nutrition, feeding, and calves computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro, *J Dairy Sci* . NY, v.76, p.1063-1073, 1993.

PEREZ, J.R.O. Sistemas para a estimativa de digestibilidade in vitro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES. Ed. TEIXEIRA, J.C. Lavras: UFL – FAEPE, p.55-68, 1997.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.S.; PEDREIRA, M.S.; LIMA, M.A.; BERCHIELL, T.T.; BARBOSA, F.B. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.39, n.3, p.277-283. 2004.

RAGHAVAN, G.S.V.; MCKYES, E.; CHASSÊ, M. Effect of wheel slip on soil compaction. *Journal of Agricultural Engineering Research*, Itália, v.22, p.79-83, 1977.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *Revista Ciência e Ambiente*, UFSMA, Santa Maria, v.27, p.29-48, 2003.

REICHERT. J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT. D.J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. *Tópicos Ciência do Solo*. Viçosa, V.5, p.5 – 49. 2007.

REINERT, D.J.; ALBUQUERQUE, J.A.; REICHERT, J.M.; AITA, C.; ANDRADA, M.M.G. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. *Revista Brasileira Ciência do Solo*. Viçosa, V.32, p;1805-1816, 2008.

- SANTANA, J.R.; PEREIRA, J.M.; MORENO, M. A.; SAPAIN, J.M. Persistência e qualidade protéica da consorciação *Brachiaria humidicola* – *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela sob diferentes sistemas e intensidades de pastejo. *Pasturas tropicales*, v.15, n.2, 1993.
- SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; QUEIROZ, D.S.; VALADARES FILHO, S. C.; FONSECA, D. M.; LANA, R.P. Avaliação de Pastagem Diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf: 1. Características Químico-Bromatológicas da Forragem Durante a Seca. *R. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.33, n.1, p.203-213, 2004.
- SCHUNKE, R. M. Alternativas de manejo de pastagem para melhor aproveitamento do nitrogênio do solo. EMBRAPA. CNPGC. Documentos 111. Campo Grande - MS. Dez. 2001. Disponível em <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc111/> , acesso em 19/05/2008.
- SCHUNKE, R. M.; SILVA, J. M. da Estilosantes Campo Grande Consorciado com *Braquiaria* Contribui Para a Sustentabilidade da Pastagem. COMUNICADO TÉCNICO N. 83. Campo Grande, MS. Dez., 2003. Disponível em <http://www.cnpqc.embrapa.br/produtoseservicos/pdf/Roza-COT%2083.pdf>. Acesso em 19/05/2008.
- SENGER, C.C.D. Comparação de técnicas na avaliação da qualidade de silagens de milho. 2005. 126f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- SILVA, D.J. da. Análise dos alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa, UFV, Impr. Univ. 1981. 166p.
- SILVEIRA, M.F. Comparação de métodos *in vivo* e laboratoriais para estimar o valor nutritivo de dietas para bovinos de corte. (Dissertação de mestrado). Santa Maria, RS, Brasil, 60p. 2006.
- THOMAS, R.J. Role of legumes in providing N for sustainable tropical pasture systems. *Plant and Soil*, v.174, n.1-2, p.103-118, 1995.
- Tilley, J.M.A. & Terry, R.A. A two-stage technique for the “in vitro” digestion of forage crops. *J. British Grasses. Soc.* 18:104-111.1963.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

ZIMMER, A.H. Fatores limitantes associados à formação de pastagens no Brasil tropical. Revista Brasileira de Sementes, v.3, nº 1, p.73-84, 1981. Disponível em: <<http://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&q=Ademir+hugo+ZIMMER.+Fatores+limitantes+associados+%C3%A0+forma%C3%A7%C3%A3o+de+pastagens+no+Brasil+tropical.+Revista+Brasileira+de+Sementes%2C+vol.+03%2C+n%C2%BA+1%2C+p.73-84%2C+1981&btnG=&lr>> Acesso em: 23 dez. 21012.