

RODRIGO CARVALHO MENEZES

**INTENSIDADES DE PASTEJO E ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO DE  
AMENDOIM FORRAGEIRO EM CONSÓRCIO COM CAPIM-BRAQUIÁRIA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2017

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

M543i  
2017 Menezes, Rodrigo Carvalho, 1985-  
Intensidades de pastejo e espaçamentos de plantio de  
Amendoim Forrageiro em consórcio com Capim-Braquiária /  
Rodrigo Carvalho Menezes. – Viçosa, MG, 2017.  
x, 111f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Karina Guimarães Ribeiro.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Fixação biológica de nitrogênio. 2. Deposição de  
serrapilheira. 3. Decomposição de serrapilheira. I. Universidade  
Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de  
Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22 ed. 633.2

RODRIGO CARVALHO MENEZES

**INTENSIDADES DE PASTEJO E ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO DE  
AMENDOIM FORRAGEIRO EM CONSÓRCIO COM CAPIM-BRAQUIÁRIA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 23 de fevereiro 2017.



Daniel Rume Casagrande



Dilermando Miranda da Fonseca



Carlos Augusto de Miranda Gomide



Odilon Gomes Pereira



Karina Guimarães Ribeiro  
(Orientadora)

*Dedico este trabalho à minha família que sempre acredita em mim e nos meus sonhos e ao meu filho “Lipi” que é onde busco força para manter-me em pé!*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me conceder a vida e um filho maravilhoso, possibilitando também conhecer pessoas especiais durante minha passagem nesse planeta.

Ao meu pai (Valter), meus irmãos (Neto e Camila), minha tia (Ciomara) e minha querida mãe (Ciléia) por tudo que representam pra mim, base da minha formação pessoal, exemplo de caráter, honestidade e amor, muito obrigado por me apoiarem em todos os momentos da minha vida.

À minha esposa Ariele que de forma muito especial, agradeço pela força, carinho, compreensão, amor e paciência nesses anos de “união”, presente nos momentos difíceis e alegres, obrigado por tudo.

Aos meus familiares, por sempre acreditarem que tudo é possível com muita persistência, dedicação e fé na vida. Aos velhos amigos que me ajudam a ultrapassar qualquer obstáculo na caminhada da vida.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso. À *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior* (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo. Ao *Conselho Nacional de Pesquisa* (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo na modalidade “Doutorado Sanduíche”. À *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais* (Fapemig) pelo financiamento do projeto e ao *Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal* (INCT). Aos Professores Odilon Gomes Pereira e Sebastião de Campos Valadares Filho pelo apoio técnico e financeiro. À Professora Karina Ribeiro Guimarães pela orientação e por todo apoio durante a realização deste trabalho. Ao Professor José Carlos Batista Dubeux pela orientação, amizade e todo suporte científico durante minha passagem pela Universidade da Flórida e também pela contribuição em meu trabalho de forma geral.

Aos estagiários e amigos da UFV, com destaque para os alunos Douglas, Felipi e João pela dedicação na condução dos trabalhos de campo e laboratório, sem os quais não seria possível realizar essa pesquisa.

Aos amigos da Pós-graduação Róberson, Éverton, Leandro, Cássia, Vanessa, Vítor, Carla, Tiago e João Paulo pela amizade e por compartilharem seus

conhecimentos e experiências. Aos amigos do “Dorm” na Universidade da Flórida Tatiana, Joyce, Erick, Camila, Ulisses, Gustavo entre outros, obrigado pelo apoio e amizade!

A todos os colegas e demais professores que de certa forma participaram da minha vida acadêmica e contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional durante o curso de doutorado.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Rodrigo Carvalho Menezes, filho de Valter Carlos de Menezes e Ciléia Carvalho Menezes, nasceu em Lavras, Minas Gerais, em 22 de julho de 1985. Em julho de 2005, ingressou na Universidade Federal de Lavras – UFLA, no curso de Zootecnia, graduando-se no ano de 2010. Em julho de 2012, obteve o título de Mestre em Zootecnia na área de Forragicultura e Nutrição de Ruminantes, pela Universidade Federal de Lavras – UFLA. Em novembro de 2012, ingressou no curso de Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa – UFV, desenvolvendo pesquisa na área de Forragicultura e Pastagem, com enfoque em manejo do pastejo e ciclagem de nutrientes em pastos consorciados. Realizou “Doutorado Sanduíche” (CNPq) por período de seis meses na estação experimental da Universidade da Flórida, North Florida Research and Education Center, submetendo-se a defesa de Tese em fevereiro de 2017.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	4
<b>1º CAPÍTULO - PRODUÇÃO DE FORRAGEM, COMPOSIÇÃO BOTÂNICA E FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO EM PASTOS DE CAPIM- BRAQUIÁRIA CONSORCIADOS COM AMENDOIM FORRAGEIRO.....</b>	<b>8</b>
1. INTRODUÇÃO .....	10
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
3. RESULTADO E DISCUSSÃO .....	18
4. CONCLUSÕES .....	33
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34
<b>2º CAPÍTULO - MASSA, TAXA DE DEPOSIÇÃO E DINÂMICA DO CARBANO E NITROGÊNIO DA SERRAPILHEIRA EM PASTOS DE CAPIM- BRAQUIÁRIA CONSORCIADOS COM AMENDOIM FORRAGEIRO .....</b>	<b>41</b>
1. INTRODUÇÃO .....	43
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	45
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
4. CONCLUSÕES .....	79
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	80
<b>3º CAPÍTULO - DECOMPOSIÇÃO E MINERALIZAÇÃO DA SERRAPILHEIRA EM PASTOS DE CAPIM-BRAQUIÁRIA CONSORCIADOS COM AMENDOIM FORRAGEIRO.....</b>	<b>84</b>
1. INTRODUÇÃO .....	86
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	88
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	90
4. CONCLUSÕES .....	106
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	107

## RESUMO

Menezes, Rodrigo Carvalho, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2017. **Intensidades de pastejo e espaçamentos de plantio de amendoim forrageiro em consórcio com capim-braquiária.** Orientadora: Karina Guimarães Ribeiro.

A baixa disponibilidade no solo e a ineficiência no processo de ciclagem de nitrogênio juntamente ao inadequado manejo são indicadas como uns dos principais fatores que causam o declínio da produtividade e a degradação das pastagens. A utilização de pastos consorciados de gramíneas com leguminosas forrageiras é uma alternativa que pode aumentar a disponibilidade de nitrogênio no solo por meio da fixação biológica de nitrogênio atmosférica realizada pela leguminosa. O acúmulo de serrapilheira na superfície do solo, proveniente das plantas em um ecossistema de pastagem, e a disponibilidade de nutrientes desse “pool”, influenciam a composição e persistência da comunidade de plantas. O uso de leguminosa em associação com gramíneas tropicais pode possibilitar deposição de serrapilheira de melhor qualidade e em maior quantidade, o que pode fornecer nitrogênio ao sistema solo-planta-animal de forma mais econômica, tornando atividade mais sustentável. Esse trabalho foi conduzido com objetivo de avaliar a produtividade, a persistência e a dinâmica do carbono e nitrogênio através dos processos de fixação biológica de nitrogênio, acúmulo e decomposição da serrapilheira de pastos consorciados com capim-braquiária e amendoim forrageiro em diferentes espaçamentos de plantio e intensidades de pastejo. **1º Capítulo** - Foram avaliadas duas alturas pós-pastejo (5 e 15 cm de altura) com três espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro (40; 50 e 60 cm entre sulcos de plantio) em esquema fatorial 3 x 2. O delineamento foi em blocos ao acaso com quatro repetições e os dados foram agrupados em ciclos de pastejo. A fixação biológica de nitrogênio e a transferência de nitrogênio do amendoim para o capim-brquiária foram determinadas pela técnica da abundância natural do  $\delta^{15}\text{N}$ . A maior massa de forragem pré-pastejo foi observada no terceiro ciclo de pastejo para ambas as intensidades de pastejo, sendo o mesmo observado para massa de gramínea e leguminosa. No pós-pastejo, de forma geral, a massa de forragem foi maior para o espaçamento de plantio de 40 cm e intensidade de pastejo de 15 cm, já a percentagem de gramínea no pós-pastejo foi maior no espaçamento de 60 com intensidade de 15 cm e para leguminosa foi maior com 40 cm de espaçamento e

intensidade de 5 cm de altura. A fixação biológica de nitrogênio foi crescente ao decorrer dos ciclos de pastejo. A maior transferência de nitrogênio para a gramíneo foi observado nas intensidades de pastejo de 15 cm de altura. **2º Capítulo** - Foram avaliadas as intensidades de pastejo caracterizadas por duas alturas pós-pastejo (5 e 15 cm de altura) com três espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro (40; 50 e 60 cm entre sulcos de plantio) e um tratamento controle (monocultivo de capim-brquiária em degradação) em esquema fatorial  $3 \times 2 + 1$ . O delineamento foi em blocos ao acaso com quatro repetições e os dados foram agrupados em ciclos de pastejo. A taxa de deposição de serrapilheira foi calculada usando os métodos descritos por Rezende et al. (1999), com modificações feitas por Dubeux et al. (2006a; 2006b). Tanto a massa de serrapilheira existente como a depositada foram maiores quando o amendoim forrageiro foi plantado com espaçamento de 40 cm e intensidade de desfolhação de 15 cm. Os mesmos padrões de respostas foram observados para massa de serrapilheira proveniente da leguminosa e a quantidade de nitrogênio na serrapilheira existente no pré-pastejo. No entato, a maior percentagem de amendoim foi obtido quando esse mesmo espaçamento foi associado à maior intensidade de pastejo (5 cm). A taxa de deposição também foi maior quando o tratamento 40/15 foi utilizado. **3º Capítulo** - O estudo da decomposição da serrapilheira foi realizado utilizando-se a técnica “litter bags”, por meio do uso de sacos de “nylon” (0; 4; 8; 16; 32; 64 e 128 dias de incubação na superfície do solo). A serrapilheira foi definida como a massa vegetal morta presente na superfície do solo não mais conectada as plantas. Para isso, foram avaliadas duas intensidades de pastejo caracterizadas por duas alturas de resíduo pós-pastejo (5 e 15 cm) com três espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro (40; 50 e 60 cm entre sulcos de plantio) e um tratamento controle (monocultivo de capim-brquiária em degradação) constituindo esquema fatorial  $3 \times 2 + 1$ . O delineamento foi em blocos ao acaso com quatro repetições e os dados foram agrupados em ciclos de pastejo. As maiores taxas de decomposição foram observadas nas intensidades de pastejo de 15 cm de altura e no espaçamento de plantio do amendoim forrageiro de 40 cm entre sulcos. Em geral, os sistemas consorciados de capim-braquiária e amendoim forrageiro apresentaram como estratégias adequadas e mais eficientes para otimizar o processo de ciclagem de nutrientes via serrapilheira em relação ao sistema monocultivo de capim-braquiária (tratamento controle).

## ABSTRACT

Menezes, Rodrigo Carvalho, D.Sc., Universidade de Federal de Viçosa, February, 2017. **Grazing intensities and planting spacing of forage peanuts in mix with Brachiaria grass.** Advisor: Karina Guimarães Ribeiro.

The low soil availability and the inefficiency in the nitrogen cycling process together with the inadequate management are indicated as one of the main factors that cause the productivity decline and the degradation of the pastures. The use of mix grasses with forage legumes is an alternative that can increase the nitrogen availability in the soil through the biological fixation of atmospheric nitrogen by the legume. The accumulation of litter on the soil surface from the plants in a pasture ecosystem and the availability of nutrients from this pool influences the composition and persistence of the plant community. The use of legumes in association with tropical grasses may allow greater quantity and better quality of litter deposition. This way can provide nitrogen to the soil-plant-animal system in a more economical way, making it more sustainable. This work was conducted with the objective of evaluating the productivity, persistence and carbon and nitrogen dynamics through biological nitrogen fixation, accumulation and decomposition of pasture litter consociated with brachiaria grass and forage peanut at different planting spacings and grazing intensities. **1º Chapter** - Two post-harvesting heights (5 and 15 cm high) were evaluated with three planting spacings (40, 50 and 60 cm between planting grooves) in a 3 x 2 factorial scheme. The design was in blocks at random with four replicates and the data were grouped in grazing cycles. The biological nitrogen fixation and nitrogen transfer from the legume to the grass were determined by the  $\delta^{15}\text{N}$  natural abundance technique. The highest mass of pre-grazing forage was observed in the third grazing cycle for both grazing intensities, and the same was observed for grass and legume mass. In the post-grazing period, the forage mass was higher for planting spacing of 40 cm and grazing intensity of 15 cm, while the percentage of grass in post-grazing was greater in the spacing of 60 with intensity of 15 cm. For legumes was larger with 40 cm of spacing and intensity of 5 cm in height. Biological nitrogen fixation increased during grazing cycles. The highest nitrogen to grassy transfer was observed at grazing intensities of 15 cm in height. **2º Chapter** - The grazing intensities were characterized by two post-grazing heights (5 and 15 cm high) were evaluated with three planting spacings of the forage peanut (40; 50 and 60 cm

between planting grooves) and a control treatment (degraded brachiaria-grass pasture) in a 3 x 2 + 1 factorial scheme. The design was in randomized blocks with four replications and the data were grouped in grazing cycles. The litter deposition rate was calculated using the methods described by Rezende et al. (1999), with modifications made by Dubeux et al. (2006a, 2006b). Both the existing and deposited litter mass were higher when the forage peanut was planted with spacing of 40 cm and defoliation intensity of 15 cm. The same patterns of responses were observed for litter mass from the legume and the amount of nitrogen in the pre-grazing litter. However, the highest percentage of peanuts was obtained when the same spacing was associated with the highest grazing intensity (5 cm). The deposition rate was also higher when the 40/15 treatment was used. **3º Chapter** - The study of litter decomposition was carried out using litter bags (nylon bags with 0, 4, 8, 16, 32, 64 and 128 days were incubated at soil surface). The litter was defined as the dead plant mass present on the soil surface no longer connected to the plants. For this, two grazing intensities characterized by two heights of post-grazing residue (5 and 15 cm) were evaluated with three planting spacings of the forage peanut (40; 50 and 60 cm between planting grooves) and a control treatment (degraded brachiaria-grass pasture) constituting a 3 x 2 + 1 factorial scheme. The design was in randomized blocks with four replications and the data were grouped in grazing cycles. The highest decomposition rates were observed in grazing intensity of 15 cm in height and planting spacing of forage peanuts of 40 cm between furrows. In general, mix systems of Brachiaria grass and forage peanut presented as adequate and efficient strategies to optimize the process of nutrient cycling through litter in relation to the degraded brachiaria-grass pasture (control treatment)

## **Introdução Geral**

As alterações ambientais, sociais e econômicas que vêm ocorrendo ao longo dos anos e se intensificaram nas últimas décadas pressionam os produtores em garantir maior produtividade e competitividade em seus sistemas de produção por meio de ajustes nos modelos convencionais de produção. Estes ajustes devem levar em consideração a preservação dos recursos naturais e a biodiversidade, bem como, a mitigação dos impactos ligados às mudanças climáticas, causadas principalmente pelo inadequado uso da terra, além da garantia de qualidade e segurança dos alimentos (Barcellos et al., 2008).

A intensificação dos sistemas de produção em pastos é apontada como uma das principais alternativas de exploração sustentável (Muir et al., 2011), uma vez que a atividade pecuária está, majoritariamente, fundamentada em sistema de produção em pastagens, o que garante a competitividade da atividade no mercado internacional (Tilman et al., 2011).

Nas regiões tropicais e subtropicais, as áreas destinadas às pastagens apresentam solos de baixa fertilidade natural e a produtividade da maioria dos pastos exclusivos de gramíneas é reduzida gradativamente após o estabelecimento, devido às práticas inadequadas de manejo do pastejo e, principalmente, à ausência de reposição dos nutrientes retirados pela atividade pecuária, desencadeando o processo de degradação das pastagens (Boddey et al., 2004). Com base em dados disponibilizados pela Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), a utilização anual de NPK em pastagens no Brasil é de somente 2,9 a 3,6 kg ha<sup>-1</sup> (Martha Júnior & Vilela, 2007).

A sustentabilidade das pastagens cultivadas em regiões tropicais é dependente da reposição do nitrogênio extraído no sistema solo-planta, por ser o nutriente mais exigido para produção de forragem (Boddey et al., 2004). No entanto, a viabilidade econômica é um dos fatores que mais limita o uso de adubos químicos nas pastagens brasileiras, principalmente no que diz respeito à aplicação do nitrogênio (Teixeira et al., 2010), em que o valor da tonelada da ureia agrícola que se elevou mais de 500%, de 1994 a 2012 (IEA, 2012). O Brasil importa 60% do nitrogênio que consome, e em 2007, apenas na forma de ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio, importou cerca de 1,7 milhão de toneladas desse nutriente. A aplicação de apenas 50 kg de N por hectare ao ano, que é a recomendação mínima para forrageiras, nos 50 milhões de hectares de pastagens

cultivadas somente no Cerrado, quiçá em todas as áreas de pastagem do Brasil, implicaria em aumento anual de 2,5 milhões de toneladas nas importações (Karia et al. 2010). Isso seria impossível no cenário atual de preços de adubos, o que demonstra que essa solução não pode ser aplicada de forma generalizada.

Diante desse cenário, renovam-se as expectativas com relação ao uso de leguminosas para a formação de pastos consorciados, devido ao *input* de nitrogênio no sistema via fixação biológica (Cantarutti et al., 2002), podendo aumentar a capacidade de suporte das pastagens (Cantarutti et al., 2002; Castilho et al., 2013), contribuindo assim, para reduzir a abertura de novas áreas naturais para produção agropecuária (Barcellos et al., 2008) e proporcionar alimentos de melhor qualidade para os animais, principalmente na época seca do ano (Barcellos & Ramos, 2009; Castilho et al., 2013).

O cultivar Belmonte, lançado comercialmente pela Ceplac, em 1999 (Pereira et al., 1999), é uma planta herbácea, perene, encontrada nos trópicos e subtropicais úmidos (Fisher & Cruz, 1994), que pode alcançar de 20 a 40 cm de altura, apresentando forma de crescimento estolonífero. Normalmente, emite grandes quantidades de estolões ramificados, os quais enraízam e podem formar ramos de até 1,50 m, em crescimento horizontal, em todas as direções, apresenta raiz pivotante, que pode alcançar até 1,60 m profundidade e que determina a capacidade da planta em absorver água das camadas mais profundas do solo, em condições de déficit hídrico (Lima et al., 2003). O cultivar Belmonte pode produzir massa de forragem (MS) de até 20 t ha<sup>-1</sup> ano (Valentim et al., 2000), apresentando 19% de proteína bruta e com digestibilidade variando de 60-70% (Pereira et al., 1999).

Segundo Lima et al. (2003), uma característica que confere grande tolerância ao pastejo é a localização dos pontos de crescimento do amendoim forrageiro que, geralmente, tem baixa acessibilidade aos animal, pela alta densidade de estolões e de raízes, e pela localização de gemas axilares abaixo do nível do solo ou protegidas, quando acima deste, ao contrário da maioria das espécies de leguminosas tropicais, que têm seus pontos de crescimento facilmente removidos em condições de pastejo intensivo. Assim, é possível manter uma área foliar residual, mesmo quando a planta é submetida a um pastejo intensivo. De acordo com Andrade (2010), a reposição das plantas via clonal ou vegetativa é o mecanismo mais eficiente e desejável para a persistência das leguminosas em pastos consorciados e o amendoim forrageiro apresenta esse mecanismo de persistência.

O processo de degradação das pastagens no Brasil, as quais são constituídas majoritariamente de gramíneas do gênero *Brachiaria*, é atribuído à baixa fertilidade dos solos tropicais, principalmente solos do Cerrado, com baixa disponibilidade em P e N (Dubeux Jr. et al., 2007). A ausência de adubação de manutenção, principalmente nitrogenada, a adoção de manejo do pastejo inadequado e à deposição de serrapilheira de baixa qualidade (alta relação C:N e elevado teor de lignina) causam redução na disponibilidade de nutrientes, devido à baixa taxa de mineralização dos resíduos vegetais e imobilização de nitrogênio pela ação de microrganismos (Dubeux Jr. et al., 2006a; Thomas and Asakawa, 1993).

Silva et al. (2012), avaliando a serrapilheira de *Calopogonium mucunoides* com *Brachiaria decumbens* por dois anos verificaram que à medida que a leguminosa aumentava em proporção, havia redução acentuada na relação C:N da mistura de serrapilheira e aumento na sua mineralização. Desta forma, a manutenção da leguminosa na pastagem promoveu melhoria na composição química da serrapilheira e aumento na quantidade e na velocidade de nutrientes reciclados, notadamente o N.

## Referências bibliográficas

- ANDRADE, C. M. S. Produção de ruminantes em pastos consorciados. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 5.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 3., 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, p. 171-214, 2010.
- BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B. Pastagens tropicais consorciadas: Mitos e Verdades. In: VII SIMPÓSIO E III CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2009. Lavras, Brasil. **Anais...** Lavras, 2009. p. 31 - 55.
- BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L. 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**, v.37, suplemento especial p.51-67, 2008.
- BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRE, R. M. et al. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: The key to understanding the process of pasture decline. **Agric. Ecosyst. Environ.** v. 103, p. 389 - 403. 2004.
- DUBEUX, J. C. B., JR., L. E. SOLLENBERGER, S. M. INTERRANTE, J.M.B. VENDRAMINI, R.L. STEWART, JR. Litter decomposition and mineralization in bahiagrass pastures managed at different intensities. **Crop Sci.**, v. 46, p. 1305-1310, 2006a.

- DUBEUX, J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E.; MATHEWS, B. W.; SCHOLBERG, J. M.; SANTOS, H. Q. Nutrient cycling in warm-climate grasslands. **Crop Science**, v. 47, p. 3, 915-928, 2007.
- CANTARUTTI, R.B.; TARRÉ, R.M.; MACEDO, R. et al. The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutr. Cycl. Agroecosyst.**, v. 64, p. 257-271, 2002.
- CASTILHO, M. S.; SOLLENBERGER, L. E.; BLOUNT, A. R.; FERRELL, J. A.; WILLIAMS, M. J.; MACKOWIAK, C. L. Strip Planting a Legume into Warm-Season Grass Pasture: Defoliation Effects During the Year of Establishment. **Crop Science**, v.53, p.724-731, 2013.
- FISHER, M. J.; CRUZ, P. Some ecophysiological aspects of *Arachis pintoi*. In: KERRIDGE, P.C.; HARDY, B. (Eds.). **Biology and agronomy of forage Arachis**. Cali, Colombia: CIAT, p. 53-70, 1994.
- Instituto de Economia Agrícola** - IEA 2012, disponível em: “[http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/Precos\\_Medios.asp?cod\\_sis=5](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/Precos_Medios.asp?cod_sis=5)”, Acesso em 26/01/2013.
- LIMA, J. A; PINTO, J. C; EVANGELISTA, A. R. **Amendoim Forrageiro (Arachis pintoi)**. Técnico-Científico. Universidade Federal de Lavras - UFLA. p. 18, 2003.

- MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. Uso de fertilizantes em pastagens. In:  
MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. (Eds). **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrado, p. 43-68, 2007.
- MUIR, J. P.; PITMAN, W. D.; FOSTER J. L. Sustainable, low-input, warm-season, grass–legume grassland mixtures: Mission (nearly) impossible? **Grass Forage Sci.**, v.66, p.301–315, 2011.
- PEREIRA, J.M.; RESENDE, C.P.; SANTANA, J.R. **Amendoim forrageiro cv. Belmonte (*Arachis pinto* Krapov & Gregory): Uma nova opção de leguminosa forrageira.** CEPLAC. 1999. Disponível em:  
<<http://www.cepec.gov.br/amendoim.htm>> Acesso em 26 jan. 2013.  
(Comunicado Técnico).
- SILVA, H, M, S.; DUBEUX JR , J, C, B.; SANTOS, M,V,F. LIRA, M, A.; MUIR, J, M. Signal grass litter decomposition rate increases with inclusion of Calopo. **Crop Science**, v.52, p.1416-1423, 2012.
- TEIXEIRA, V. I.; DUBEUX JR., J. C. B.; SANTOS, M. V.F. Aspectos agronômicos e bromatológicos de leguminosas forrageiras no nordeste brasileiro. **Arch. Zootec.**, v.59, p.245-254, 2010.

TILMAN, D.; BALZER, C.; HILL, J. et al. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, p. 20260 - 20264, 2011.

THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from grass and tropical legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, p. 1351-61, 1993.

## 1º Capítulo

### **Produção de forragem, composição botânica e fixação biológica de nitrogênio em pastos de capim-braquiária consorciados com amendoim forrageiro**

**Resumo:** A baixa disponibilidade no solo e a ineficiência no processo de ciclagem de nitrogênio juntamente ao inadequado manejo são indicadas como uns dos principais fatores que causam o declínio da produtividade e a degradação das pastagens. A utilização de pastos consorciados de gramíneas com leguminosas forrageiras é uma alternativa que pode aumentar a disponibilidade de nitrogênio no solo por meio da fixação biológica de nitrogênio atmosférica realizada pela leguminosa. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a massa de forragem, composição botânica, a taxa de acúmulo, os componentes morfológicos do capim-braquiária, a fixação biológica de nitrogênio pelo amendoim forrageiro e a transferência de nitrogênio do amendoim para o capim-braquiária em pastagens de *Brachiaria decumbens* (capim-braquiária) em consórcio com *Arachis pintoi* (amendoim forrageiro). Para isso, foram avaliadas duas alturas pós-pastejo (5 e 15 cm de altura) com três espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro (40; 50 e 60 cm entre sulcos de plantio) em esquema fatorial 3 x 2. O delineamento foi em blocos ao acaso com quatro repetições e os dados foram agrupados em ciclos de pastejo. A fixação biológica de nitrogênio e a transferência de nitrogênio do amendoim para o capim-brquiária foram determinadas pela técnica da abundância natural do  $\delta^{15}\text{N}$ . A maior massa de forragem pré-pastejo foi observada no terceiro ciclo de pastejo para ambas as intensidades de pastejo, sendo o mesmo observado para massa de gramínea e leguminosa. No pós-pastejo, de forma geral, a massa de forragem foi maior para o espaçamento de plantio de 40 cm e intensidade de pastejo de 15 cm, já a percentagem de gramínea no pós-pastejo foi maior no espaçamento de 60 com intensidade de 15 cm e para leguminosa foi maior com 40 cm de espaçamento e intensidade de 5 cm de altura. A fixação biológica de nitrogênio foi crescente ao decorrer dos ciclos de pastejo. A maior transferência de nitrogênio para a gramíneo foi observado nas intensidades de pastejo de 15 cm de altura.

Palavras chave: gramínea; leguminosa; transferência de nitrogênio; pós-pastejo; pré-pastejo

## **Forage production, botanical composition and biological nitrogen fixation in pastures of braquiaria grass mixed with forage peanuts**

**Abstract:** Low soil availability and inefficiency in the nitrogen cycling process, together with inadequate management are indicated as one of the main factors causing productivity decline and degradation of pastures. The use of mix pastures of grasses with forage legumes is an alternative that can increase the availability of nitrogen in the soil from the principle that legumes improve soil fertility through the biological fixation of atmospheric nitrogen. The objective of this work was to evaluate the forage mass, botanical composition, accumulation rate, morphological components of brachiaria grass, biological nitrogen fixation by forage peanuts and the transfer of nitrogen from peanut to grass in pasture of grass in a mix with forage peanut under intermittent stocking. For this, two grazing intensities (5 and 15 cm height) were evaluated with three planting distance of forage peanut (40; 50 and 60 cm between planting grooves) in a 3 x 2 factorial with four replications and the data were grouped in grazing cycles. The highest mass of pre-grazing forage was observed in the third grazing cycle for both defoliation intensities, and the same was observed for grass and legume mass. In post-grazing, in general, the forage mass was greater for planting spacing of 40 cm and defoliation intensity of 15 cm while the % of grass in post-grazing was greater in the spacing of 60 with intensity of 15 and for legume was larger with 40 cm of spacing and intensity of 5 cm in height. The biological fixation of nitrogen was increasing along grazing cycles. The highest transfer of nitrogen to grass was observed in defoliation intensities of 15 cm in height.

**Keywords:** grass; legume; nitrogen transfer; post-grazing; pre-grazin

## 1. Introdução

A baixa disponibilidade de N no solo e a ineficiência no seu processo de ciclagem (Boddey et al., 2004; Dubeux Jr. et al., 2007), juntamente ao inadequado manejo (Lira et al., 2006), são indicados como uns dos principais fatores que causam o declínio da produtividade e a degradação das pastagens. A utilização de pastos consorciados de gramíneas com leguminosas forrageiras é uma alternativa que pode aumentar a disponibilidade de nitrogênio no solo, a partir do princípio de que as leguminosas melhoram a fertilidade do solo por meio da fixação biológica de nitrogênio atmosférico (Herridge et al., 2008; Paynel et al., 2008; Dubeux et al., 2007).

Em regiões tropicais, Pereira et al. (2009) e Muir et al. (2011) recomendam a utilização de sistemas com baixas entradas de insumos e uso de taxas lotação moderadas, com objetivo de evitar eventual diminuição da produtividade das pastagens e conseqüentemente sua degradação. Muir et a. (2011), consideram o uso de leguminosas forrageiras em consórcio com gramíneas em regiões tropicais como uma das principais estratégias de manejo para manutenção das pastagens produtivas e sustentáveis.

Há várias experiências bem-sucedidas com pastagens de gramíneas e leguminosas em regiões de clima temperado, particularmente na Nova Zelândia, onde a associação entre azevém (*Lolium perenne*) e trevo branco (*Trifolium repens*) compõem a base alimentar dos sistemas de produção de gado de leite (Caradus et al., 1996; Muir et al., 2011). Em contraste, há poucos casos de uso bem sucedido de pastagens de gramíneas e leguminosas nos trópicos, com apenas alguns trabalhos relatados na literatura, a maioria dos quais foram realizados nas últimas duas décadas (Valentim & Andrade, 2004; Shelton et al., 2005).

A intensidade de pastejo pode ser descrita em termos de taxa de lotação, pressão de pastejo, massa de forragem e oferta, ou pela altura do dossel (Sollenberger et al. 2012). As respostas das plantas a níveis de intensidade de pastejo é dependente das espécies envolvidas, da freqüência de pastejo e do ambiente (Sollenberger et al., 2012). A intensidade de desfolhação tem sido sugerida como fator primordial para determinar a produtividade da planta, persistência e sustentabilidade em um determinado ecossistema de pastagem (Sollenberger & Newman, 2007). O acúmulo de forragem (Ortega-S et al., 1992a), a composição botânica, o desempenho animal (Stewart et al., 2005), a qualidade do solo e água (Franzluebbers et al., 2000; Liu et al., 2011c) podem ser grandemente

influenciados pela intensidade de pastejo, o que torna necessário o desenvolvimento de estudos com finalidade de definir metas de intensidade e frequência de desfolhação para as diversas possibilidades de associação entre gramíneas e leguminosa em pastos consorciados, metas essas que possibilitem boa produtividade e persistência das espécies componentes do sistema a longo prazo.

Segundo Curl & Jones (1989), pastejos frequentes e intensos em pastos consorciados pode favorecer leguminosas prostradas, tanto as de clima temperadas como leguminosas tropicais, que normalmente são suscetíveis ao sombreamento pela gramínea associada. *Arachis pintoii* (amendoim forrageiro) é atualmente a leguminosa forrageira mais promissora para a formação de pastos consorciados em regiões tropicais (Andrade et al., 2006). Com origem na região central da América do Sul, notadamente nos Cerrados e nas regiões costeiras do Brasil (Valls, 1992), o amendoim forrageiro é uma leguminosa perene, de crescimento prostrado e com alta densidade de estolões, onde apresenta muitos pontos de crescimento, conferindo-lhe alta resistência à desfolhação pelo pastejo o que permite boa persistência e produção quando submetido em manejos mais intensivos.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a massa de forragem, a composição botânica, a taxa de acúmulo, os componentes morfológicos do capim-braquiária, a fixação biológica de nitrogênio pelo amendoim forrageiro e sua transferência de nitrogênio para o capim-braquiária em pastos consorciados com amendoim forrageiro.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1 Localização e caracterização da área experimental**

O experimento foi conduzido em área do Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, MG. As coordenadas geográficas do local são 20°45' de latitude Sul e 52°55' de longitude Oeste e altitude de 649 m. O clima da região é do tipo Cwa (mesotérmico) segundo Köppen, e definido como clima subtropical, com inverno ameno e seco, e períodos seco e chuvoso bem definidos. A temperatura média dos últimos 10 anos foi de 19 °C, oscilando entre 22 e 15 °C, para as médias de máxima e mínima respectivamente. A umidade relativa do ar é de aproximadamente 80% e a precipitação média nos últimos 10 anos foi de 1.340 mm. As informações das condições climáticas durante o período experimental foram fornecidas pela estação meteorológica do Departamento de

Engenharia Agrícola da UFV, situada a 3 km da área experimental. Os dados adquiridos foram apresentados na forma de precipitação acumulada, temperatura e umidade relativa média mensal (Figura 1).

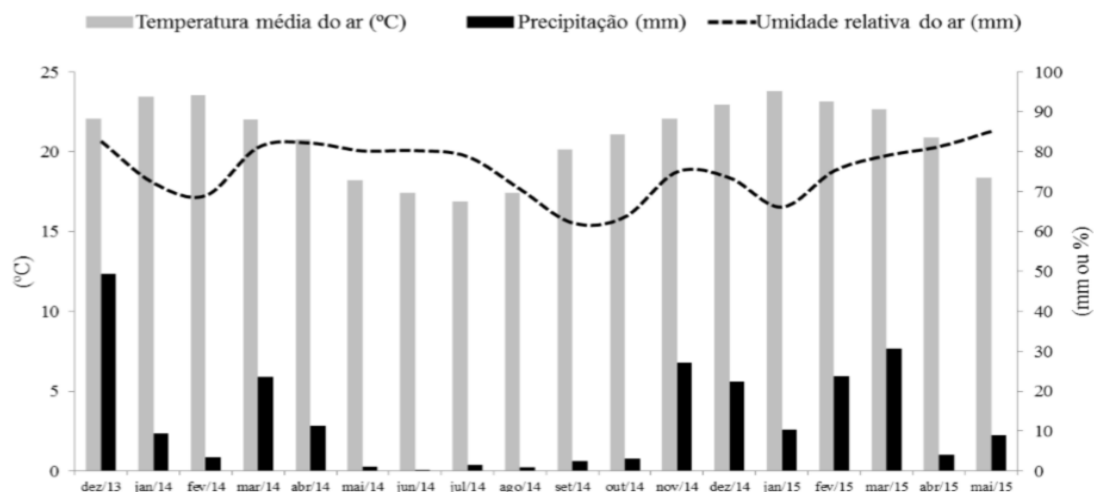


Figura 1. Dados climáticos de dezembro de 2013 a maio de 2015, em Viçosa. Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Climatológica Principal de Viçosa. Boletim meteorológico. Viçosa, 2016.

O experimento foi instalado em uma área de aproximadamente 0,40 ha de um pasto de 35 ha de capim-braquiária (*Braquiaria decumbens*) implantado em 1984 e atualmente encontra-se em processo de degradação agrícola, manejado de forma extensiva, com falta de reposição de nutrientes e de manejo adequado, representando as pastagens da Zona da Mata mineira e outras no Brasil. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com textura argilo-arenosa (Embrapa, 2006).

## 2.2 Implantação da área experimental

Amostras de solo foram coletadas em agosto de 2013, antes da implantação do experimento, com o auxílio de trado holandês, na camada de 0-10 e 10-20 cm. O solo da área experimental foi analisado em laboratório de análise do solo para determinação dos atributos químicos (Tabela 1). De acordo com os resultados, foram realizadas a correção e adubação do solo conforme recomendações de Cantarutti et al, (1999) e as exigências das espécies forrageiras.

**Tabela 1** - Análise química das amostras de solo antes do estabelecimento da área experimental nas camadas de 0-10 e 10 – 20 cm de profundidade

Camadas	pH	P	K	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>3+</sup>	SB	(t)	(T)	V	m	P-rem
(cm)	H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%		mgL <sup>-1</sup>	
0 - 10	5,5	1,4	54	1,6	0,9	0,0	2,64	2,64	710	37	0	9,6
10 - 20	5,1	1,0	24	0,9	0,3	0,4	1,26	1,66	5,06	25	24	14,0

pH em água, KCl e CaCl<sub>2</sub> - Relação 1:2,5; P -K - Extrator Mehlich<sup>1</sup>; Ca-Mg - Extrator KCl-1 mol/L; SB - Soma de bases trocáveis; t - Capacidade de troca catiônica efetiva; T - Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V - Índice de saturação de bases; m - Índice de saturação de alumínio; P-rem - Fósforo remanescente,

A limpeza da área, como quebra de cupins, arranquio de tocos e roçada da vegetação a 5 cm de altura com o uso de roçadora acoplada em um trator, foi feita em agosto de 2013. Após a limpeza da área, em setembro de 2013, foi feita a correção do solo, com a aplicação de 2,1 t/ha de calcário dolomítico (PRNT de 78%), objetivando-se elevar a saturação por bases para 50%. No dia seguinte à aplicação do calcário, foi feito o revolvimento do solo, na camada de 20 cm, por meio de aração, com intuito de incorporar o resíduo vegetal proveniente da roçada e o calcário aplicado para correção do solo, bem como, para o preparo do mesmo para o plantio das espécies forrageiras. A área experimental foi cercada e, em novembro de 2013, foram feitas duas gradagens para compactar a preparação do solo para o estabelecimento das forrageiras. Antes do plantio do amendoim forrageiro, foi feita o dimensionamento e demarcação dos piquetes, com o uso de estacas de madeira e fios de nylon. Metade da dose de adubo recomendada para o plantio foi aplicada no fundo dos sulcos de plantio de amendoim forrageiro e a outra metade foi aplicada a lanco, nas entrelinhas dos sulcos.

Foram aplicados 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 50 kg ha<sup>-1</sup> de FTE 8 (Fritted Trace Elements), na formulação BR-12 (2,5 % de B; 0,1 % de Co; 1,0 % de Cu; 4,0 % de Fe; 4,0 % de Mn; 0,1 % de Mo; 7,0 % de Zn).

Em janeiro de 2015, foi realizada outra amostragem de solo, para posterior análise química (Tabela 2) e recomendação da adubação de manutenção. Foram coletadas 4 amostras por tratamento, em cada bloco, com trado tipo holandês. Foram feitas amostras composta por bloco, totalizando assim, quatro amostras compostas, B1, B2, B3 e B4, que representaram os blocos 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Foram aplicados, em março de 2015, doses de 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, nos quatro blocos, e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, nos blocos 1, 3 e 4. Não foi feita a aplicação de potássio no bloco 2, em razão de sua elevada concentração no solo.

**Tabela 2** - Análise química de amostras de solo da área experimental na camada de 0-10 cm

Amostras	pH	P	K	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>3+</sup>	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem
	H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%		dag/kg	mgL <sup>-1</sup>	
B1	5,1	2,4	58	1,7	0,9	0,0	2,75	2,75	7,7	36	0	3,99	20,7
B2	5,0	1,9	126	1,4	0,9	0,1	2,62	2,92	7,74	34	4	3,73	18,8
B3	5,4	2,1	67	1,9	0,9	0,0	2,97	2,97	6,77	44	0	3,86	22,9
B4	5,3	4,2	72	1,8	1,0	0,0	2,98	2,98	6,94	43	0	3,60	22,1

B1, B2, B3 e B4: blocos 1, 2, 3 e 4 respectivamente, pH em água, KCl e CaCl<sub>2</sub> - Relação 1:2,5; P -K - Extrator Mehlich 1; Ca-Mg - Extrator KCl-1 mol/L; SB - Soma de bases trocáveis; t - Capacidade de troca catiônica efetiva; T - Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V - Índice de saturação de bases; m - Índice de saturação de alumínio; P-rem - Fósforo remanescente,

As mudas de amendoim forrageiro foram colhidas no Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa. O plantio do amendoim forrageiro foi realizado entre os dias 3-17 de dezembro de 2013. Os sulcos foram abertos a 10 cm de profundidade, nos espaçamentos propostos para o plantio do amendoim forrageiro (40, 50 e 60 cm). No fundo dos sulcos de plantio, foram aplicados os adubos fosfatado, potássico e micronutrientes, utilizando-se como fonte superfosfato simples, cloreto de potássio e FTE BR 12, respectivamente. O amendoim forrageiro foi plantado por meio de mudas (20-25 cm de comprimento), na proporção de 6 mudas por metro linear (Rasmo et al., 2010), equivalente 1,125 kg ha<sup>-1</sup>, 900 kg ha<sup>-1</sup> e 750 kg ha<sup>-1</sup> para os espaçamentos de 40; 50 e 60 cm, e foi utilizado o inoculante turfoso para *Arachis pintoi* (Estirpe CPAC X44), proveniente da Embrapa Agrobiologia, que foi aplicado nos sulcos de plantio em quantidade de 9 g dissolvidos em 120 L de água, para uma área de 900 m<sup>2</sup> (área de cada bloco). O capim-braquiária foi semeado a lanço, nas entrelinhas do amendoim forrageiro, utilizando-se uma taxa de semeadura de 3 kg/ha de sementes puras viáveis.

Foram construídas cercas para delimitação de 24 piquetes, com área de 150 m<sup>2</sup> cada um (10 x 15 m), mais quatro áreas de 150 m<sup>2</sup>, uma para cada bloco, foram delimitadas no pasto de capim-braquiaria, porem, sem a confecção de piquetes, pois ficavam sujeitas ao pastejo adotado na área, para efeito de comparação.

O período de avaliações neste experimento totalizou 190 dias, iniciando em 17/11/2014 e finalizando em 26/05/2015, onde os ciclos de pastejo foram divididos em: 1º- dezembro/2014 (verão); 2º- janeiro/2015-fevereiro/2015 (primavera); e 3º- março/2015-abril/2015-maio/2015 (outono) no pré-pastejo e no pós-pastejo foi 1º- novembro/2014 (verão); 2º- dezembro/2014 (verão); 3º- janeiro/2015-fevereiro/2015 (primavera); e 4º- março/2015-abril/2015-maio/2015 (outono).

### **2.3 Tratamentos e delineamento experimental**

Foi estudada a consorciação entre gramínea e leguminosa, sendo a gramínea o capim-braquiária (*Braquiaria decumbens* cv. Basilisk) e a leguminosa o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv, Belmonte), em esquema fatorial (3x2), no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram estudados três espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro (40; 50 e 60 cm entre sulcos) e duas intensidades de pastejo (alturas pós-pastejo de 5 e 15 cm), tendo como referência a gramínea.

### **2.4 Manejo do pastejo**

A altura de pré-pastejo foi de 25 cm para todos os tratamentos, tendo como referência a gramínea. O rebaixamento da massa de forragem dos piquetes até as alturas residuais preconizadas foi realizado via pastejo por vacas secas (450-500 kg PC) da raça Gir, no primeiro ano, adotando-se a técnica “mob-grazing” (Mislevy et al, 1983). Em cada pastejo foi utilizada quantidade suficiente de animais para garantir o rebaixamento da massa de forragem até atingir as alturas de resíduo pré-estabelecidas (5 e 15 cm), em no máximo 8 horas de pastejo. Após o pastejo, nos piquetes experimentais, os animais foram mantidos em pastos reserva de capim-braquiária, até o pastejo subsequente.

Ao longo dos ciclos de pastejo, a altura dos pastos foi mensurada (no horizonte visual do dossel) uma vez por semana, sendo que em cada piquete foram tomados 24 pontos de forma aleatória, utilizando-se régua com bastão graduado, com caminhamento na forma de “zigue-zague”, para estimativa da altura média de entrada dos animais nos piquetes.

### **2.5 Massa de forragem pré e pós-pastejo, taxa de acúmulo, composição botânica das plantas**

No pré-pastejo e no pós-pastejo, em todos os ciclos de pastejo, a massa de forragem (MF) foi calculada utilizando-se o método de dupla amostragem, descrito por Haydock & Shaw (1975). A medida indireta foi a distância entre o nível do solo e a altura de um disco de alumínio, "disk-plate" (1,6 kg), sendo essa medida correlacionada com a densidade do pasto. Foram realizadas 12 medidas indiretas em cada parcela, antes e depois de cada pastejo. A calibração do método foi realizada a cada ciclo de pastejo, em todas as parcelas, colhendo-se duas amostras de 0,25 m<sup>2</sup> por unidade experimental. Com esses dados, equações de regressão relacionando a massa de forragem com a altura

do disco foram obtidas e usadas para calcular a MF, a partir da altura média das 12 amostragens feitas com a utilização do "disk-plate".

Após a colheita da MF, as amostras foram pesadas em laboratório e separadas em gramínea e leguminosa. A composição botânica foi determinada subtraindo-se a massa de leguminosa da massa de forragem total em MS. Após a separação, todas as frações foram levadas para pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55 °C até estabilizar o peso das amostras. Também foi feita a contagem de perfilhos da massa total de gramínea para a determinação da densidade populacional de perfilhos.

A taxa de acúmulo de forragem (TAF) foi estimada em cada ciclo de pastejo e em cada tratamento pela diferença entre a massa de forragem colhida no pré-pastejo subtraída da massa de forragem residual do pastejo anterior, dividida pelo número de dias necessários para a recuperação da área foliar do pasto (período de descanso) até a altura pré-estabelecida para todos os tratamentos (25 cm).

## 2.6 Fixação biológica e transferência de nitrogênio

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) do amendoim forrageiro foi estimada usando o método da abundância natural do  $^{15}\text{N}$ . A percentagem de N derivado da atmosfera ( $\%N_{\text{dfa}}$ ) presente na biomassa do amendoim forrageiro foi estimada usando a equação abaixo (Unkovich et al., 2008):

$$\%N_{\text{dfa}} = 100 \times (\delta^{15}\text{N}_{\text{referência}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{Leg}} / \delta^{15}\text{N}_{\text{referência}} - \mathbf{B}), \text{ onde:}$$

$\%N_{\text{dfa}}$ : percentagem de N da leguminosa proveniente da atmosfera;

$\delta^{15}\text{N}_{\text{referência}}$ : composição isotópica da parte aérea da amostra de referência (monocultivo de capim-braquiária);

$\delta^{15}\text{N}_{\text{Leg}}$ : composição isotópica da amostra da parte aérea da leguminosa;

**B**: valor da  $\delta^{15}\text{N}$  do amendoim forrageiro em condições de hidroponia e sem fornecimento de nitrogênio.

A FBN total foi calculada utilizando os valores de  $\%N_{\text{dfa}}$ , massa de leguminosa e gramínea, a concentração de N na massa de leguminosa e gramínea e a quantidade de nitrogênio transferido para gramínea. De acordo com Nyfeler et al. (2011), a FBN total é a soma da quantidade de N na massa de leguminosa derivado da fixação biológica mais a quantidade de N na massa da gramínea que foi transferido da leguminosa.

A contribuição do nitrogênio derivado do amendoim forrageiro para o capim-brachiaria (%N<sub>trasnf.</sub>) foi estimado de acordo com a equação abaixo (Snoeck et al., 2000; Frankow-Lindberg & Dahlin, 2013):

$$\% N_{\text{trasnf.}} = (\delta^{15}\text{N}_{\text{mono.br}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{mix.br}} / \delta^{15}\text{N}_{\text{mono.br}} - \mathbf{B}), \text{ onde:}$$

% N<sub>trasnf.</sub>: percentagem de N, oriundo do amendoim forrageiro, no capim-braquiária;  
 $\delta^{15}\text{N}_{\text{mix.br}}$ : composição isotópica do capim-braquiária consorciado com amendoim forrageiro;

$\delta^{15}\text{N}_{\text{mono.br}}$ : composição isotópica do capim-braquiária em monocultivo;

**B**: valor da  $\delta^{15}\text{N}$  do amendoim forrageiro em condições de hidroponia e sem fornecimento de nitrogênio.

O valor B de 0,07 de N<sup>15</sup> foi usado a partir da média de quatro acessos de *A. pintoi* (CIAT 14343, 48744, 18748, e 22160) crescendo em condições controladas e inoculadas com a estirpe de *Bradyrhizobium* spp. CIAT 3101 (Mora, 2001). Esse valor também foi usado por Miranda et al. (2003).

A quantidade de N fixado pelo amendoim forrageiro que foi transferido para o capim-brachiaria foi calculada multiplicando o valor de %N<sub>trasnf</sub> pela concentração total de N na massa de capim-brachiaria.

## 2.7 Estatística

Os dados de massa total de forragem, massa de gramínea, massa de leguminosa, acúmulo de forragem, da taxa de acúmulo de forragem, dos componentes morfológicos da braquiária, a fixação biológica e a transferência de nitrogênio foram organizadas em ciclos de pastejo dentro do período de avaliação e submetidos à análise de variância, onde foi considerado diferença significativa entre os tratamentos quando  $P < 0,05$ . As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o PROC MIXED do programa SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 2001).

### **3. Resultados e discussão**

#### **3.1 Massa de forragem total, do capim-brquiaria e do amendoim forrageiro e densidade populacional de perfilhos do capim-brquiaria no pré-pastejo**

Os espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro não causaram efeito significativo nas variáveis de massa total de forragem (10370; 9482 e 9213 kg MS/ha para os espaçamentos de plantio do amendoim forrafeiro de 40; 50 e 60 cm, respectivamente), massa de gramínea (6708; 5955 e 5928 kg/ha MS para os espaçamentos de plantio de 40; 50 e 60 cm, respectivamente) e massa de leguminosa (3630; 3394 e 3211 kg/ha MS nos espaçamentos de plantio do amendoim forrafeiro de 40; 50 e 60 cm, respectivamente) no pré pastejo e também não houve interação desse fator com as intensidades de pastejo. No entato, numericamente os resultados apresentaram tendência linear de aumentar a massa total de forragem, de gramínea e de leguminosa com a redução do espaçamento entre sulcos de plantio do amendoim forrageiro (40, 50 e 60 cm).

A massa total de forragem e a massa de gramínea pré-pastejo não foram influenciadas pelas intensidades de pastejo e nem pelos espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro, mas sim pelos ciclos de pastejo e pela interação entre intensidade de pastejo e ciclo de pastejo. Já a massa de leguminosa no pré-pastejo foi influenciada pela intensidade de desfolhação, pelo ciclo de pastejo e pela interação de intensidade de pastejo e ciclo de pastejo (Tabela 1).

**Tabela 1** - Massa total de forragem (kg ha<sup>-1</sup> MS), massa de gramínea (kg ha<sup>-1</sup> MS) e massa de leguminosa (kg ha<sup>-1</sup> MS) no pré-pastejo em pastagens consorciadas sob diferentes espaçamentos de plantio de amendoim forrageiro e duas alturas pós-pastejo

Intensidade de pastejo (cm)	Massa total			Valor de P *		
	Ciclo de pastejo <sup>1</sup>			Int.	Ciclo	Int*Ciclo
	1	2	3	0,2	0,0003	0,0005
5	7058 Ac (521,3)	10945 Aa (521,3)	10417 Aa (521,3)			
15	7131 Ac (521,3)	8732 Bb (521,3)	11495 Aa (545,9)			
	Massa gramínea			Int.	Ciclo	Int*Ciclo
	1	2	3	0,8	0,0002	0,0005
5	4047 Ab (472,8)	6275 Aa (472,8)	6660 Ba (472,8)			
15	4744 Ac (472,8)	5648 Bb (472,8)	7464 Aa (493,9)			
	Massa leguminosa			Int.	Ciclo	Int*Ciclo
	1	2	3	0,1	0,0006	0,0003
5	2751 Ac (338,3)	4670 Aa (338,3)	3758 Ab (338,3)			
15	2174 Ac (338,3)	3084 Bb (338,3)	4031 Aa (338,3)			

**Int\*Ciclo:** interação intensidade de pastejo x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05) pelos testes Tukey. Valores entre parêntese representam o erro padrão da média. \* valor de P pela análise de variância, sendo significativo a 5 e 10 %.

A massa total de forragem no pré-pastejo apresentou maior valor no segundo e terceiro ciclo de pastejo, nas intensidades de desfolhação de 5 e 15 cm de altura, respectivamente, verificando-se aumento de massa total de forragem do primeiro para o terceiro ciclo de pastejo, o que também foi observado para a massa de capim-braquiaria e a massa de amendoim forrageiro.

As diferentes intensidades de pastejo não proporcionaram diferenças nas massas de forragens no primeiro ciclo de pastejo, porém, no segundo ciclo de pastejo, verificou-se que os pastejos mais intensos proporcionaram maior produtividade de massa de forragem (total, gramínea e leguminosa), o que pode ser atribuído ao fato de que normalmente, maiores intensidades de desfolhação favorecem o desenvolvimento do amendoim forrageiro. O efeito da intensidade de pastejo na massa e percentagem de amendoim forrageiro em pastos consorciados já foi abortado em alguns trabalhos. Estudos onde o amendoim forrageiro foi associado com várias espécies de gramíneas (González et al., 1996; Ibrahim e Mannelje, 1998; Santana et al., 1998; Barcellos et al., 1999; Andrade et al., 2006; Andrade et al., 2012) têm mostrado consistentemente maior

percentual de amendoim forrageiro sob intensidades de desfolhação mais elevadas, demonstrando sua resistência ao pastejo. O seu crescimento estolonífero, com pontos de crescimento protegido, garante alta resistência ao pastejo. Intensidades de desfolhação mais elevadas reduz o sombreamento da gramínea sobre a leguminosa (Andrade et al., 2006), pois de acordo com Andrade et al. (2004) e Gobbi et al. (2009), o amendoim forrageiro quando submetido a mais de 50 % de sombreamento pode ter seu desenvolvimento e produção comprometidos.

Também com a maior massa de leguminosa no segundo ciclo de pastejo ocorreu maior entrada de nitrogênio no sistema via fixação biológica e conseqüentemente, maior transferência de nitrogênio para gramínea associada (Tabelas 10, 11 e 12) o que estimulou maior perfilhamento da gramínea (Tabela 3) resultando em maior massa de gramínea. Segundo Mazzanti & Lemaire (1994), o aumento na densidade de perfilhos é o processo pelo qual a produção de forragem é incrementada com o incremento de N. Desse modo, maior massa de gramínea e de leguminosa possibilitou maior massa total de forragem.

O percentual de gramínea e leguminosa (com base na MS) no pré-pastejo não foi afetado pelo ciclo de pastejo, mas foi influenciado pela intensidade de desfolhação e pela interação de intensidade de pastejo e ciclo de pastejo (Tabela 2).

**Tabela 2** - Percentual de gramínea e leguminosa na massa total de forragem no pré-pastejo em pastagens consorciadas sob diferentes espaçamentos de plantio de amendoim forrageiro e intensidades de pastejo, em lotação intermitente

Intensidade de pastejo (cm)	% gramínea			Valor de P *		
	Ciclo de pastejo			Int.	Ciclo	Int.*Ciclo
	1	2	3	0.1	0.6	0.07
5	59,80 Ba	62,56 Aa	64,24 Aa			
	(2,8)	(2,8)	(2,8)			
15	68,20 Aa	65,29 Aa	66,19 Aa			
	(2,8)	(2,8)	(2,8)			
	% leguminosa			Int.	Ciclo	Int.*Ciclo
	1	2	3	0.1	0.6	0.07
5	40,20Aa	37,48 Aa	35,77 Aa			
	(2,86)	(2,86)	(2,86)			
15	31,72Ba	34,78 Aa	33,86 Aa			
	(2,86)	(2,86)	(2,86)			

**Int\*Ciclo:** interação intensidade de pastejo x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula na linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. \* valor de P pela análise de variância, sendo significativo a 5 e 10 %.

Verificou-se que, somente no primeiro ciclo, o percentual de gramínea foi maior manejando-se o pasto a 15 cm no pós-pastejo, enquanto que o percentual de leguminosa foi mais alto quando o manejo foi conduzido na intensidade de 5 cm de desfolhação. Entretanto, posteriormente, os percentuais de gramínea e leguminosa nos pastos consorciados não diferiram.

A massa de amendoim forrageiro se manteve entre 31,72 e 40,20 % na composição botânica dos pastos consorciados, pois, segundo alguns autores (Russele, 1996; Cadicsh et al., 1994; Ledgard; Steele, 1992), a manutenção dessa proporção de leguminosa na composição botânica em pastos consorciados entre 20 e 50 %, possibilita alcançar os benefícios que essa tecnologia pode possibilitar.

A densidade populacional de perfilhos foi influenciada pelo ciclo de pastejo e pela interação de intensidade de desfolhação e ciclo de pastejo (Tabela 3).

**Tabela 3** - Densidade populacional de perfilhos, em área de 0,25 m<sup>2</sup>, de capim-braquiaria consorciado com amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Intensidade de pastejo (cm)	Densidade populacional de perfilhos			Valor P*		
	Ciclo de pastejo			Int.	Ciclo	Int.*Ciclo
	1	2	3	0,7	0,0002	0,001
5	168,44Ab (9,17)	258,46Aa (9,17)	266,00Aa (9,17)			
15	172,75Ac (9,17)	217,83Bb (9,17)	268,11Aa (9,64)			

**Int\*Ciclo:** interação intensidade de pastejo x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey. \* valor de P pela análise de variância, sendo significativo a 5 e 10 %.

O mesmo comportamento da massa de capim-braquiaria foi observado para a densidade populacional de perfilhos (DPP), ou seja, com aumento na DPP do primeiro para o terceiro ciclo de pastejo. O perfilhamento associado a altura do dossel são os fatores determinantes da massa de forragem de uma pastagem e como neste estudo a altura determinada para interrupção da rebrotação foi a mesma para todos os tratamentos (25 cm de altura com base na gramínea), o fator que possibilitou a variação na massa de capim-braquiaria entre os tratamentos foi a densidade populacional de perfilhos.

O aumento do número de perfilhos com os ciclos de pastejo subsequentes pode ser atribuído ao aumento na massa de leguminosa, o que possibilitou maior disponibilidade de nutrientes, principalmente de nitrogênio, por meio da ciclagem de

nutrientes (Silva et al., 2012). Alguns autores registraram o aumento da densidade populacional de perfilhos com a elevação da disponibilidade de nitrogênio no solo (Silva et al., 2009; Silva et al., 2007; Fagundes et al., 2006).

Na altura pós-pastejo de 5 cm, o número de perfilhos de capim-braquiaria estabilizou no segundo ciclo de pastejo, provavelmente porque houve redução na massa de leguminosa no terceiro ciclo em relação ao segundo, reduzindo o nitrogênio disponível para o sistema consorciado. Por outro lado, no manejo com a intensidade de pastejo de 15 cm, o número de perfilhos aumentou de acordo com o aumento na massa de leguminosa, sendo crescente para ambas as variáveis.

Uma possível explicação para maior número de perfilhos na intensidade de desfolhação de 5 em relação a de 15 cm, no segundo ciclo de pastejo, foi que além de apresentar uma massa de leguminosa maior nesse ciclo, a altura de 5 cm de resíduo pós-pastejo possibilitou maior entrada de luz na base do dossel forrageiro estimulando, assim, maior perfilhamento do capim-braquiaria (Sbrissia et al., 2010). Segundo Portela et al. (2011), pastos sob lotação intermitente, a intensidade de desfolhação é importante reguladora do ambiente luminoso das plantas. De acordo com intensidade da desfolhação, as gemas basais são estimuladas pela luz, o que aumenta a população de perfilhos na pastagem (Lara & Pedreira, 2011), mas se apresentar redução no perfilhamento, com a redução da altura do resíduo, pode ser indícios de que essa altura de desfolhação pode estar fora dos limites de perenidade da forrageira o que diminuiria a longevidade da comunidade de plantas na pastagem, principalmente em condições de “stress” como, por exemplo, deficiência de nutrientes no solo ou deficiência hídrica (Lara & Pedreira, 2011).

### **3.2 Componentes morfológicos do capim-braquiaria**

No pré-pastejo, a massa de folha, de colmo, de material morto e a relação folha:colmo do capim-braquiaria foram influenciados significativamente pela intensidade de pastejo, pelo ciclo de pastejo e pela interação entre esses dois fatores. Os espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro não interferiram significativamente nos componentes morfológicos do capim-braquiaria e também não houve interação desse fator com os demais (Tabela 4).

**Tabela 4** - Massa de lâmina foliar (kg ha<sup>-1</sup> MS), massa de colmo (kg ha<sup>-1</sup> MS), massa material morto (kg ha<sup>-1</sup> MS) e relação folha:colmo do capim-braquiaria no pré-pastejo em pastagens consorciadas sob diferentes espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e nas duas alturas pós-pastejo em lotação intermitente

Intensidade de pastejo (cm)	Massa de lâmina foliar			Valor de P *		
	Ciclo de pastejo			Int.	Ciclo	Int.*Ciclo
	1	2	3	0,007	0,0001	0,0001
5	1756 Ab (55,36)	1680 Ab (55,36)	2846 Aa (55,36)			
15	1747 Aab (55,36)	1354 Bb (55,36)	1912 Ba (55,36)			
	Massa colmo			Valor de P		
	1	2	3	Int.	Ciclo	Int.*Ciclo
				0,8	0,0006	0,007
5	2040 Ab (98,91)	3748 Aa (98,91)	2788 Bb (98,91)			
15	2021 Ab (98,91)	3103 Ba (98,91)	3364 Aa (98,91)			
	Massa material morto			Valor de P		
	1	2	3	Int.	Ciclo	Int.*Ciclo
				0,01	0,0004	0,0001
5	251 Bb (68,36)	847 Aa (68,36)	1026 Bab (68,36)			
15	976 Aab (68,36)	1191 Ab (68,36)	2188 Aa (68,36)			
	Relação Folha:Colmo			Valor de P		
	1	2	3	Int.	Ciclo	Int.*Ciclo
				0,006	0,0001	0,0001
5	0,88Ab (0,02)	0,49Ac (0,02)	1,06Aa (0,02)			
15	0,87Aa (0,02)	0,45Ac (0,02)	0,58Bb (0,02)			

**Int.\*Ciclo:** interação intensidade de pastejo x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey. \* valor de P pela análise de variância, sendo significativo a 5 %.

No geral foram observados valores de massa de lâminas foliares do capim-braquiaria maiores quando foi utilizada a intensidade de pastejo de 5 cm e maior massa de colmo e material morto quando as pastagens foram submetidas a intensidade de pastejo de 15 cm, não sendo observado essa diferença no primeiro ciclo de pastejo para massa de folhas e colmos, provavelmente porque foi o primeiro período de pastejo realizado nessas pastagens após seu estabelecimento e no primeiro ciclo de pastejo é

possível que a amplitude entre as intensidades de pastejo não foi suficiente para influenciar significativamente essas variáveis.

Esses resultados podem ser explicados devido ao fato de que na intensidade de desfolhação de 15 cm de altura a rebrotação ocorre, principalmente, a partir das folhas remanescente e das gemas axilares (Portela et al., 2011) e como a massa pós-pastejo nessa intensidade de desfolhação foi maior (Tabela 5), pode ter ocorrido maior competição por luz do que na intensidade de 5 cm, tanto inter como intraespecífica o que pode ter estimulado o desenvolvimento de colmos em detrimento de lâmina foliar e acúmulo de material morto durante a rebrotação. Em pastagens sob intensidades de pastejo mais intensas como a de 5 cm de altura utilizada nesse estudo, as gemas basais são estimuladas pela luz (Portela et al., 2011), e a rebrotação ocorre majoritariamente através do desenvolvimento de novos perfilhos os quais tem como prioridade a reconstituição da área foliar em detrimento de alongamento de colmo e acúmulo de material morto.

### 3.3 Massa de forragem no pós-pastejo

Houve efeito de espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e da intensidade de desfolhação sobre a massa total de forragem no pós-pastejo (Tabela 5).

**Tabela 5** - Massa total de forragem (kg ha<sup>-1</sup> MS) no pós-pastejo em pastos consorciados com capim-braquiária sob diferentes espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Massa total pós-pastejo			Valor de P *
Espaçamento de plantio (cm)			Esp.
40	50	60	0,03
5817,8 a	5122,7 ab	4697,8 b	
(307,16)	(316,11)	(309,29)	
Intensidade de pastejo (cm)			Int.
5	15		0,03
4350,5 b	6075,1 a		
(347,80)	(343,14)		

**Int:** intensidade de desfolhação; **Esp:** espaçamento de plantio do amendoim, Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média. \* valor de P pela análise de variância, sendo significativo a 5 e 10 %.

A massa total de forragem no pós-pastejo foi maior quando se utilizou o espaçamento de plantio de 40 cm entre sulcos e menor com espaçamento de 60 cm. O espaçamento de plantio de 40 cm entre sulcos possibilita maior número de plantas de

amendoim forrageiro por área que os demais espaçamentos e, conseqüentemente, maior massa de amendoim no pós-pastejo, principalmente em relação ao espaçamento de 60 cm (Tabela 6).

A intensidade de pastejo de 15 cm de altura proporcionou maior massa total de forragem pós-pastejo em relação ao de 5 cm. Considerando-se que houve maior rebaixamento das espécies componentes das pastagens com a intensidade de desfolhacao de 5 cm, principalmente de capim-braquiaria, e que a forma de crescimento do amendoim forrageiro favorece sua maior proporção nas camadas inferiores do dossel, verificou-se, portanto, menor massa de gramínea no pós-pastejo com a mais alta intensidade de pastejo de 5 cm (Tabela 6).

A massa de gramínea pós-pastejo não foi influenciada pelo espaçamento de plantio do amendoim forrageiro, mas foi pela intensidade de desfolhação e pela interação entre intensidade de desfolhação e espaçamento de plantio, já a massa de leguminosa no pós-pastejo não foi influenciada pela intensidade de desfolhação, mas foi pelo espaçamento de plantio e pela interação entre intensidade de desfolhação e espaçamento de plantio (Tabela 6).

**Tabela 6** - Massa de gramínea (kg ha<sup>-1</sup> MS) e de leguminosa (kg ha<sup>-1</sup> MS) no pós-pastejo em pastos consorciados sob diferentes espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Alturas pós-pastejo (cm)	Massa de gramínea			Valor de P *		
	Espaçamento de plantio (cm)			Esp.	Int.	Esp.*Int.
	40	50	60	0,7	0,01	0,08
5	2057,48Ba (294,96)	2392,83Ba (317,22)	2068,52Ba (300,35)			
15	4035,99Aa (294,96)	3454,93Ab (294,96)	3640,83Aab (294,96)			
	Massa leguminosa			Esp.	Int.	Esp.*Int.
	40	50	60	0,003	0,3	0,01
5	2879,95Aa (221,66)	1834,43Bb (238,46)	1853,78Ab (225,86)			
15	2709,65Aa (221,66)	2549,57Aa (221,66)	1993,71Ab (221,66)			

**Esp\*Int:** interação intensidade de pastejo x espaçamento de plantio do amendoim forrageiro. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média. \* valor de P pela análise de variância, sendo significativo a 5 %.



considerável em consórcio com capim-braquiaria no pós-pastejo garantindo sua produção e persistência no sistema. Os espaçamentos de 40 e 60 cm proporcionaram maior percentual de amendoim forrageiro nas intensidades de desfolhação de 5 cm, relativamente a de 15 cm. Por sua vez, no espaçamento de 50 cm os percentuais da leguminosa no pós-pastejo foram semelhantes.

A menor altura de resíduo (5 cm de altura) possibilita menor competição por luz da gramínea para com a leguminosa, que é um fator essencial para que seus pontos de crescimento se desenvolvam (Andrade et al., 2006). No entanto, a intensidade de pastejo de 15 cm de altura não foi fator limitante para a rebrotação da leguminosa, uma vez que o percentual da massa de amendoim forrageiro no pré-pastejo se manteve entre 31,72 a 40,2% na composição botânica dos pastos consorciados (Tabela 2).

O amendoim forrageiro apresenta características peculiares que conferem a essa leguminosa uma grande capacidade de consorciação com gramíneas tropicais, as quais estão estreitamente associadas à sua forma de crescimento estolonífero, que protegem seus pontos de crescimento e dificultam seu consumo pelos animais em pastejo (Andrade et al., 2006). Essas características garantem uma boa massa de amendoim forrageiro pós-pastejo e também a preservação dos seus pontos de crescimento, possibilitado boa rebrotação após distúrbio causado pelo pastejo, refletindo em considerável proporção de biomassa na massa total de forragem no pré-pastejo (Tabela 1 e 2).

Houve efeito do ciclo de pastejo na massa de leguminosa e no percentual de gramínea e de leguminosa no pós-pastejo (Tabela 8).

**Tabela 8** - Massa de leguminosa (kg ha<sup>-1</sup> MS), percentual de gramínea (%) e de leguminosa (%) no pós-pastejo em pastos consorciados sob diferentes espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Massa leguminosa				Valor P *
Ciclo de pastejo <sup>1</sup>				Ciclo
1	2	3	4	0,002
2996,30 <sup>a</sup>	2251,47b	2085,92b	1897,91b	
(200,45)	(200,46)	(198,36)	(204,55)	
% gramínea				Valor P
1	2	3	4	0,002
47,66b	56,16 <sup>a</sup>	59,07 <sup>a</sup>	61,08a	
(2,79)	(2,79)	(2,76)	(2,85)	
% leguminosa				Valor P
1	2	3	4	0,002
52,34 <sup>a</sup>	43,84b	40,93b	38,92b	
(2,83)	(2,83)	(2,80)	(2,89)	

**Ciclo:** ciclo de pastejo, Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. \* valor de P pela análise de variância, sendo significativo a 5 e 10 %. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média,

A massa de leguminosa remanescente no pós-pastejo apresentou maior valor no primeiro ciclo de pastejo em relação aos demais, nos quais se manteve estável até o último ciclo de pastejo. Isso ocorreu porque o primeiro ciclo foi em novembro, sendo este um período de alta pluviosidade que favorece a produção de forragem, associado ao fato de que os animais utilizados para fazer o pastejo dos piquetes nunca tiveram contato com o amendoim forrageiro antes e isso pode ter reduzido a aceitabilidade dessa forrageira pelos animais possibilitando maior massa de amendoim forrageiro no pós-pastejo do primeiro ciclo. A proporção de amendoim forrageiro na massa total no pós-pastejo seguiu o mesmo padrão da massa de leguminosa, mantendo-se em média a proporção de 44% ao longo do período de pastejo, enquanto o padrão do percentual de gramínea foi o inverso, com percentuais mais elevados na massa pós-pastejo a partir do segundo ciclo de pastejo.

Apesar da redução da massa de amendoim forrageiro do primeiro para os demais ciclos de avaliação no pós-pastejo, este ainda manteve-se em uma ótima proporção na composição botânica dos pastos no pós-pastejo, sendo o menor valor observado no último ciclo de pastejo de 38,92 %. Estes resultados estão de acordo com os da literatura quando se trata da alta capacidade de se manter persistente e em boa proporção após evento de desfolhação, mesmo que esse seja mais intenso, como é o caso da intensidade de pastejo de 5 cm de altura utilizado nesse trabalho.

### 3.4 Acúmulo de forragem e taxa de acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem e a taxa de acúmulo de forragem foram influenciados pela intensidade de desfolhação, pelo ciclo de pastejo e pela interação de intensidade de pastejo e ciclo de pastejo (Tabela 9).

**Tabela 9** - Acúmulo de forragem (AF) (kg ha<sup>-1</sup> MS) e taxa de acúmulo de forragem (TAF) (kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> MS) em pastos consorciados sob diferentes espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Intensidade de pastejo (cm)	AF			Valor de P *		
	Ciclo de pastejo			Int.	Ciclo	Int*Ciclo
	1	2	3	0,004	0,0001	1,0001
5	2087 Ac (362,66)	7482 Aa (362,66)	5916 Ab (362,66)			
15	1558 Bc (362,66)	3270 Bb (362,66)	4917 Ba (362,66)			
	TAF			Int.	Ciclo	Int*Ciclo
	1	2	3	0,02	0,1	0,04
5	80,7 Aa (9,61)	101,7 Aa (9,61)	86,7 Aa (9,61)			
15	46,6 Bb (9,61)	75,3 Bab (9,61)	83,6 Aa (9,61)			

**Int\*Ciclo:** interação intensidade de pastejo x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. \* significa diferença entre os tratamentos pela análise de variância a 5 %. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

Na intensidade de pastejo de 5 cm de altura, o ALF teve maior valor no segundo ciclo de pastejo. Quando foi utilizada a intensidade de pastejo de 15 cm de altura, houve um significativo aumento do AF do primeiro até o terceiro ciclo de pastejo, também seguindo o mesmo padrão observado na massa de leguminosa no pré-pastejo.

O AF foi maior no primeiro e segundo ciclo de pastejo na intensidade de pastejo 5 cm de altura em relação a de 15 cm, apresentando valores semelhantes no terceiro ciclo de pastejo. Na intensidade de 5 cm de altura, a massa de resíduo pós-pastejo é bem menor em relação a de 15 cm, sendo necessário um maior acúmulo de forragem para que nesses dois manejos o pasto possa alcançar a mesma altura pré-determinada para a interrupção da rebrotação. A igualdade entre as duas intensidades de desfolhação no terceiro ciclo de pastejo pode ser atribuído à redução da massa de leguminosa no pré-pastejo neste ciclo, como consequência do, possível, maior consumo de leguminosa

pelos animais no ciclo anterior, levando a menor massa de leguminosa no pós-pastejo que refletiu na massa de leguminosa no pré-pastejo do ciclo seguinte.

Esses resultados podem ser atribuídos ao fato de que a massa de leguminosa no pré-pastejo teve o mesmo padrão do AF, tanto com 5 cm de intensidade de desfolhação quanto para 15 cm de altura (Tabela 1). Isto indica a relevante influência do amendoim forrageiro na massa de forragem total nesse estudo.

A TAF não apresentou diferença entre os ciclos de pastejo na intensidade de pastejo de 5 cm. Isso pode ter ocorrido porque apesar do AF ser menor no 1º ciclo de pastejo houve também aumento no período de descanso no 2º e 3º ciclos de pastejo (33, 74 e 70 dias para o primeiro, segundo e terceiro ciclo de pastejo, respectivamente), possibilitando TAF semelhante nessa intensidade de pastejo. Já na intensidade de pastejo de 15 cm de altura, houve diferença na TAF entre o primeiro e terceiro ciclo de pastejo, tendo o segundo ciclo valor intermediário, uma vez que o AF apresentou valores crescentes e os períodos de descanso (26, 46 e 58 dias para o primeiro, segundo e terceiro ciclo de pastejo, respectivamente) não foram tão discrepantes como na intensidade de 5 cm de altura.

### **3.5 Fixação biológica e transferência de nitrogênio**

Foi observado diferença significativa na fixação biológica de nitrogênio total, na quantidade de nitrogênio oriundo da fixação biológica na parte aérea da leguminosa ( $FBN_{legl}$ ) e transferência de nitrogênio para gramínea associada ( $kg\ ha^{-1}\ N$ ) em função do ciclo de pastejo e da interação entre ciclo de pastejo e intensidade de pastejo, mas não em relação a intensidade de desfolhação isoladamente. Os espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro não afetaram o padrão dessas variáveis estudadas (Tabela 20), exceto para a transferência de nitrogênio para gramínea associada ( $P=0,002$ ) (20,24; 16,73 e 13,43  $kg\ ha^{-1}\ N$  para os espaçamentos de 40; 50 e 60 cm entre sulcos de plantio, respectivamente).

**Tabela 10** - Fixação biológica de nitrogênio total ( $FBN_{total}$ ) ( $kg\ ha^{-1}\ N$ ), quantidade de nitrogênio oriundo da fixação biológica na parte aérea da leguminosa ( $FBN_{leg}$ ) ( $kg\ ha^{-1}\ N$ ) e transferência de nitrogênio ( $kg\ ha^{-1}\ N$ ) em pastagens consorciadas sob diferentes espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e intensidades de pastejo em lotação intermitente

Intensidade de pastejo (cm)	$FBN_{total}$			Valor de P		
	Ciclo de pastejo			Int.	Ciclo	Int.*Ciclo
	1	2	3	0,3	0,0004	0,0002
5	52,73Ab (7,54)	100,13Aa (7,54)	85,92Aa (7,54)			
15	53,93Ac (7,54)	69,63Bb (7,54)	99,89Aa (7,54)			
	$FBN_{leg}$			Valor de P		
	1	2	3	0,1	0,0008	0,0003
5	44,35Ac (6,96)	83,27Aa (6,96)	64,22Ab (6,96)			
15	38,42Ac (6,96)	55,76Bb (6,96)	75,4Aa (6,96)			
	Transferência de Nitrogênio			Valor de P		
	1	2	3	0,2	0,002	0,02
5	8,37Bb (1,74)	16,854Aa (1,74)	21,69Aa (1,74)			
15	15,51Ab (1,74)	16,86Ab (1,74)	24,49Aa (1,74)			

**Int\*Ciclo:** interação intensidade de desfolhação x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey. \* significa diferença entre os tratamentos pela análise de variância a 5 %. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

A  $FBN_{total}$  teve padrão semelhante da massa de leguminosa no pré-pastejo ao longo dos ciclos de pastejos (Tabela 1), padrão esse que também refletiu no processo de transferência de nitrogênio do amendoim forrageiro para o capim-braquiária, uma vez que esse processo é diretamente dependente da produção de biomassa da parte aérea da leguminosa.

De forma geral houve incremento nos valores de  $FBN_{total}$ ,  $FBN_{leg}$  e transferência de nitrogênio ao decorrer dos ciclos de pastejo. Isso se deve ao fato de que há grande suprimento de nutrientes no início do período chuvoso, principalmente de nitrogênio, oriundo do pulso de mineralização da matéria orgânica do solo após seu reumedecimento (Brady e Weil, 2002), desse modo, como há maior disponibilidade de nitrogênio na solução do solo nessa condição, a leguminosa tem maior preferência por absorver o nitrogênio do solo do que realizar a FBN, uma vez que esse processo ocorre através de grande gasto de energia pela planta, pois segundo Ledgarde e Steele (1992),

um dos principais fatores que influencia a fixação de nitrogênio pelas leguminosas em pastos consorciados é a disponibilidade de N no solo.

Outro fator que pode ter contribuído para essa resposta é que esse foi o segundo ciclo de pastejo e primeiro de avaliação após o estabelecimento dessas pastagens, com o decorrer dos ciclos de pastejo a disponibilidade de nutrientes no solo vai reduzindo devido o consumo da massa de forragem pelos animais em pastejo e também por perdas de nutrientes para o ambiente que são maximizadas pelo processo de pastejo dos animais.

Na transferência de nitrogênio, outro processo que é maximizado no início da estação chuvosa e pode ter influenciado nos resultados é a remobilização interna de nitrogênio dos tecidos senescentes para os novos tecidos formados pela planta (Thornton et al., 1993), dessa forma os novos tecidos de gramíneas podem suprir mais de 50 % de sua exigência em nitrogênio (Thomas & Asakawa, 1993), sem que haja a necessidade de absorção de nitrogênio do solo, onde provavelmente a concentração de nitrogênio oriundo da leguminosa é maior.

A transferência de nitrogênio tendeu a ser maior na menor intensidade de desfolhação, mas foi observada diferença significativa somente no primeiro ciclo de pastejo, onde o menor valor apresentado foi nas pastagens manejadas com 5 cm de altura de intensidade de pastejo, muito provavelmente porque a massa de serrapilheira nessas pastagens também tiveram os menores valores (Ver 2º capítulo). Sendo assim, menor quantidade de nitrogênio retornou ao sistema via ciclagem da serrapilheira e consequentemente menor transferência.

#### **4. Conclusões**

- As intensidades de pastejo e os espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro, em geral, foram capazes de proporcionar boa percentagem de amendoim forrageiro tanto no pré como no pós-pastejo com ótima produção de massa total de forragem no pré-pastejo;
- O capim-braquiaria com intensidade de pastejo de 5 cm de altura apresentou maior quantidade de folhas e menor de material morto do que as manejadas com 15 cm de altura no pós-pastejo;
- Pastagens manejadas com a intensidade de pastejo de 15 cm de altura possibilitaram maior transferência de nitrogênio do amendoim forrageiro para o capim-braquiaria.

## 5. Referências bibliográficas

- ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 263-270, 2004.
- ANDRADE, C, M, S.; GARCIA, R.; VALENTIM, J, F.; Grazing management strategies for massai-grass forage peanut pastures. 1. Dynamics of sward condition and botanical composition, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 334-342, 2006.
- ANDRADE, C. M. S. D.; GARCIA, R.; VALENTIM, J. F.; PEREIRA, O. G. Productivity, utilization efficiency and sward targets for mixed pastures of marandugrass, forage peanut and tropical kudzu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 512-520, 2012.
- BARCELLOS, A. O.; PIZARRO, E. A.; COSTA, N. L. Agronomic evaluation of novel germoplasm under grazing: *Arachis pintoi* BRA-031143 and *Paspalum atratum* BRA-009610. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Winnipeg. **Proceedings...** Saskatoon: CFC/CSA/CSAS, 1999.
- BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRE, R. M. Nitrogen cycling in *Braquiaria* pastures: The key to understanding the process of pasture decline. **Agric. Ecosyst. Environ**, v. 103, p. 389 - 403, 2004.
- BRADY, N. C. WEIL, R. R. **The nature and properties of soil**. 13<sup>th</sup> Ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2002.
- 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**, v. 28, p. 43-52, 1994.

- CARADUS, J. R.; WOODFIELD, D. R.; STEWART, A. V. Overview and vision for white clover. **Special Publication-Agronomy Society of New Zealand**, p. 1-6, 1996.
- DUBEUX, J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E.; MATHEWS, B. W.; SCHOLBERG, J. M.; SANTOS, H. Q. Nutrient cycling in warm-climate grasslands. **Crop Science**, v. 47, p. 915-928, 2007.
- FRANKOW-LINDBERG, B. E.; DAHLIN, A. S. N<sub>2</sub> fixation, N transfer, and yield in grassland communities including a deep-rooted legume or non-legume species. **Plant and soil**, v. 370, p. 567-581, 2013.
- FRANZLUEBBERS, A. J.; STUEDEMANN, H. H.; SCHOMBERG, S. R. W. Soil organic C and N pools under long-term pasture management in the Southern Piedmont USA. **Soil Biol. Biochem**, v. 32, p. 469-478, 2000.
- GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; VENTRELLA, M. C.; ROCHA, G. C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1645-1654, 2009.
- GONZÁLEZ, M. S.; VAN HEURCK, L. M.; ROMERO, F. Producción de leche en pasturas de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con *Arachis pintoi* o *Desmodium ovalifolium*. **Pasturas Tropicales**, v. 18, p. 2-12, 1996.
- HERRIGDE, D. F.; PEOPLES, M. B.; BODDEY, R. M. Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. **Plant Soil**, v. 311, p. 1-18, 2008.
- IBRAHIM, M. A.; MANNETJE, L. 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, p. 96-104, 1998.

- KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D.; RIBEIRO, C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto, **Scientia Agrícola**, v. 57, p. 97-104, 2000.
- LARA, M. A. S.; PEDREIRA, C. G. S. Respostas morfogênicas e estruturais de dosséis de espécies de Braquiária à intensidade de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 760-767, 2011.
- LEDGARD, S. F.; STEELE, K. W. Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. **Plant and Soil**, v. 141, p. 137-153, 1992.
- LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; MELLO, A. C. L.; LIRA JUNIOR, M. A. Sistemas de produção de forragem: alternativas para sustentabilidade da pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 491-511, 2006.
- LIU, K., SOLLENBERGER, L. E.; SILVEIRA, M. L.; VENDRAMINI, J. M. B.; NEWMAN, Y. C. Grazing intensity and nitrogen fertilization affect litter responses in ‘Tifton 85’ bermudagrass pastures: II. Decomposition and nitrogen mineralization. **Agronomy J.** v. 103, p. 163-168, 2011.
- MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: ANDRADE, R. P.; BARCELLOS, A. O., DA ROCHA, C. M. C. (eds) **Proceeding of the symposium**, ‘‘Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros: pesquisas para o desenvolvimento sustentável’’ Sociedade Brasileira de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, p. 28–62, 1995.
- MACEDO M. C. M. Degradação, renovação e recuperação de pastagens cultivadas: Ênfase sobre a região dos cerrados. In: OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; DA FONSECA, D. M.; DO NASCIMENTO JÚNIOR, D. (eds). **Proceedings:**

**Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, 14–16, 2002.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue continuously grazed by sheep. 2 – Consumption and herbage efficiency utilization. **Grass and Forage Science**, v. 49, p. 352-359, 1994.

MIRANDA, C. H. B.; VIEIRA, A.; CADISCH, G. Determinação da fixação biológica de nitrogênio no amendoim forrageiro (*Arachis spp.*) por intermédio da abundância natural de <sup>15</sup>N. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1859-1865, 2003.

MORA, B. V. L. A. **Contribution of the forage legume *Arachis pintoi* to soil fertility in a tropical pasture system in Vera Cruz, Mexico**. Londres: Department of Biology, Imperial College at Wye, University of London, 2001. 210 p. Tese (Doutorado em Agricultural Sciences) - University of London, 2001.

MUIR, J. P.; PITMAN, W. D.; FOSTER J. L. Sustainable, low-input, warm-season, grass–legume grassland mixtures: Mission (nearly) impossible? **Grass Forage Science**, v. 66, p. 301-315, 2011.

NYFELER, D.; HUGUENIN-ELIE, O.; SUTER, M.; FROSSARD, E.; LUSCHER, A. Grass-legume mixtures can yield more nitrogen more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 140, p. 155-163, 2011.

ORTEGA-S., J. A.; SOLLENBERGER, L. E.; BENNETT, J. M.; CORNELL, J. A. Rhizome characteristics and canopy light interception of grazed rhizoma peanut pastures. **Agron. J.** v. 84, p. 804-809, 1992.

- PAYNEL, F.; BIGOT, J.; DIQUÉLOU, S.; CLIQUET, J. B. A study of N15 transfer between legumes and Grass. **Agron. Sustain. Dev.**, v. 28, p. 281-290, 2008.
- PORTELA, J. N.; PEDREIRA, C. G. S.; BRAGA, G. J. Demografia e densidade de perfilhos de capim-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 315-322, 2011.
- PEREIRA, J. M.; TARRÉ, R. M.; MACEDO, R.; DE PAULA REZENDE, C.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Productivity of Braquiaria humidicola pastures in the Atlantic forest region of Brazil as affected by stocking rate and the presence of a forage legume, **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 83, p. 179-196, 2009.
- RUSSELLE, M. P. **Nitrogen cycle in pasture systems**. In: NUTRIENT CYCLING IN FORAGES SYSTEMS, Columbia, MO, Missouri, PPI/FAR, p. 66 – 125, 1996.
- SANTANA, J. R.; PEREIRA, J. M.; RESENDE, C. P. Avaliação da consorciação de Brachiaria dictyoneura Stapf com Arachis pintoi Krapov & Gregory sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998.
- SAS Institute, **Statistical analysis systems user's guide: version 8,2, 6th ed**, Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA, 199 p, 2001.
- SHELTON, H. M.; FRANZEL, S.; PETERS, M. Adoption of tropical legume technology around the world: analysis of success, In: MCGILLOWAY, D. A. (Org.), **Grassland: a global resource**, Wageningen: IGC, p. 149-166, 2005.
- SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; SARMENTO, D. O.; MOLAN, L. K.; ANDRADE, F. M.; GONÇALVES, A. C.; LUPINACCI, A. V. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, v. 206, p. 349-359, 2010.

- SILVA, H. M. S.; DUBEUX JR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; MUIR, J. M. Signal grass litter decomposition rate increases with inclusion of Calopo. **Crop Science**, v. 52, p. 1416-1423, 2012.
- SILVA, C. D.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V.; MARANHÃO, C. M. A.; PATÊS, N. D. S.; SANTOS, L. C. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 657-661, 2009.
- SILVA, L. C. S.; DE CARVALHO, G. G. P.; ALBERTO, M.; FREIRE, L. Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1736-1741, 2007.
- SOLLENBERGER, L. E.; NEWMAN, Y. C. **Grazing management**. In R. F. Barnes, editor Forages: The science of grassland agriculture. Blackwell, Ames, IA. p. 651-659, 2007.
- SOLLENBERGER, L. E.; AGOURIDIS, C. T.; VANZANT, E. S.; FRANZLUEBBERS, A. J.; OWENS, L. B. **Prescribed grazing on pasturelands**. In: C. J. Nelson, editor Conservation outcomes from pasture and hayland practices: Assessment, recommendations, and knowledge gaps. Allen Press, Lawrence, KS. 2012.
- SNOECK, D.; ZAPATA, F.; DOMENACH, A. M. Isotopic evidence of the transfer of nitrogen fixed by legumes to coffee. **Biotechnol Agron. Soc. Environ**, v. 4, p. 95-100, 2000.
- STEWART, J. R.; DUBEUX JR, J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E.; VENDRAMINI, J. M. B.; INTERRANTE, S. M. Stocking method affects plant responses of Pensacola bahiagrass pastures. **Forage and Grazinglands**, 2005.

- THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from grass and tropical legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, p. 1351-61, 1993.
- THORNTON, B.; MILLARD, P.; DUFF, E. I.; BUCKLAND, S. T. The relative contribution of remobilization and root uptake in supplying nitrogen after defoliation for regrowth of laminae in four grass species. **New Phytologist**, v. 124, p. 689-94, 1993.
- UNCKOVICH, M.; HERRIDGE, D.; PEOPLES, M.; CADISH, G.; BODDEY, B.; GILLER, K.; ALVES, B.; CHALK, P. Measuring plant-associated nitrogen fixation in agricultural systems. **Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR)**, Canberra, 2008.
- VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. Perspectives of grass-legume pastures for sustainable animal production in the tropics. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande, **Anais...** Campo Grande: SBZ/Embrapa Gado de Corte, p. 142-154, 2004.
- VALLS, J.F.M. **Origem do germoplasma de Arachis pintoi disponível no Brasil**. In: RED INTERNACIONAL DE EVALUACION DE PASTOS TROPICALES, 1., 1992, Brasília. Reunión Sabanas... Cali: Embrapa-CPAC / CIAT, p. 81-96, 1992.

## 2º Capítulo

### **Massa, taxa de deposição e dinâmica do carbono e nitrogênio da serrapilheira em pastos de capim-brachiaria consorciado com amendoim forrageiro**

**Resumo:** O acúmulo de serrapilheira na superfície do solo, proveniente das plantas em um ecossistema de pastagem, e a disponibilidade de nutrientes desse “pool”, influenciam a composição e persistência da comunidade de plantas. O uso de leguminosa em associação com gramíneas tropicais pode possibilitar deposição de serrapilheira de melhor qualidade e em maior quantidade, o que pode fornecer nitrogênio ao sistema solo-planta-animal de forma mais econômica, tornando atividade mais sustentável. Objetivou-se com esse trabalho avaliar massa, taxa de deposição e a dinâmica do C e do N no pré pastejo da serrapilheira existente e depositada em pastos de capim-braquiária consorciado com amendoim forrageiro em diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo e comparativamente pastagem de capim-braquiária em monocultivo manejada extensivamente. Foram avaliadas as intensidades de pastejo caracterizadas por duas alturas pós-pastejo (5 e 15 cm de altura) com três espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro (40; 50 e 60 cm entre sulcos de plantio) e um tratamento controle (monocultivo de capim-brquiária em degradação) em esquema fatorial  $3 \times 2 + 1$ . O delineamento foi em blocos ao acaso com quatro repetições e os dados foram agrupados em ciclos de pastejo. A taxa de deposição de serrapilheira foi calculada usando os métodos descritos por Rezende et al. (1999), com modificações feitas por Dubeux et al. (2006a; 2006b). Tanto a massa de serrapilheira existente como a depositada foram maiores quando o amendoim forrageiro foi plantado com espaçamento de 40 cm e intensidade de desfolhação de 15 cm. Os mesmos padrões de respostas foram observados para massa de serrapilheira proveniente da leguminosa e a quantidade de nitrogênio na serrapilheira existente no pré-pastejo. No entanto, a maior porcentagem de amendoim foi obtido quando esse mesmo espaçamento foi associado à maior intensidade de pastejo (5 cm). A taxa de deposição também foi maior quando o tratamento 40/15 foi utilizado.

Palavras chave: gramínea; leguminosa; serrapilheira existente; serrapilheira depositada; ciclagem de nutrientes; processo de degradação.

## **Mass, deposition rate and C and N litter dynamics in pastures of *Brachiaria* grasse mixed with forage peanut**

**Abstract:** The litter accumulation on the soil surface from the plants in a pasture ecosystem and the availability of nutrients from this pool influences the composition and persistence of the plant community. The use of legume in association with tropical grasses may allow better and higher quality litter deposition, which can provide nitrogen to the soil-plant-animal system more economically, making it more sustainable. The objective of this work was to evaluate the mass, deposition rate and the dynamics of the C and N of the existing litter and deposited in grasses of brachiaria grass mixed with forage peanut at different planting line spacing, under two intensities of defoliation and grass- *Brachiaria* in monoculture extensively managed. For this purpose, two grazing intensities (5 and 15 cm high) were evaluated with three planting line spacings of forage peanuts (40, 50 and 60 cm between planting grooves) and a control treatment (monoculture of decline pasture of grass). In a 3 x 2 + 1 factorial. The design was in randomized blocks with four replicates and the data were grouped in grazing cycles. The litter deposition rate was calculated using the methods described by Rezende et al. (1999), with modifications made by Dubeux et al. (2006a; 2006b). Both the existing litter mass and the deposited litter mass were higher when the forage peanut was planted in furrows with line spacing of 40 cm and defoliation of 15 cm. The same results were observed for litter mass from the legume and the amount of nitrogen in the existing litter, however, the highest percentage of peanut was obtained when the same line spacing was associated with the highest defoliation intensity (5 cm). The deposition rate was also higher when the 40/15 treatment (interaction line spacing x intensity) was used.

**Keywords:** grass; Legume; Existing litter; Deposited litter; Nutrient cycling; Degradation process

## 1. Introdução

O acúmulo de serrapilheira na superfície do solo, proveniente das plantas em um ecossistema de pastagem, e a disponibilidade de nutrientes desse “pool”, influenciam a composição e persistência da comunidade de plantas (Patrick et al., 2008), bem como a produtividade e longevidade das pastagens, principalmente em regiões tropicais, onde grandes áreas são ocupadas por pastagens, as quais normalmente são manejadas extensivamente em áreas periféricas, sendo maior, assim, a importância da dinâmica dos nutrientes a partir da serrapilheira na manutenção da produtividade dessas pastagens (Dubeux et al., 2006a).

Estima-se que no Brasil aproximadamente 50% das pastagens cultivadas, que corresponde, aproximadamente, a 50 milhões de hectares, estão degradados ou em processo de degradação (Boddey et al., 2004; Dias-Filho, 2011), sendo que um dos principais fatores que causam a degradação das pastagens é a ausência de adubação de manutenção, principalmente nitrogenada, e manejo do pastejo inadequado levando à deposição de serrapilheira de baixa qualidade (alta relação C:N e elevado teor de lignina), reduzindo a disponibilidade de nutrientes devido à baixa taxa de decomposição e mineralização dos resíduos vegetais e imobilização de nitrogênio pela ação de microrganismos (Dubeux et al., 2006a; Boddey et al. 2004; Thomas e Asakawa, 1993).

Segundo Vendramini et al. (2014), uma alternativa para minimizar os efeitos negativos da deficiência de nutrientes induzida por micro-organismos é melhorar a qualidade da serrapilheira e, conseqüentemente, promover ciclagem de nutrientes mais eficiente nas pastagens. Desse modo, o cultivo de gramíneas em consórcio com leguminosas forrageiras com capacidade de fixação de N<sub>2</sub> atmosférico pode ser uma estratégia eficiente para recuperar pastagens degradadas e, ou, prevenir a degradação das mesmas (Cantarutti et al., 2002; Cadish et al., 1994). A leguminosa deposita serrapilheira de melhor qualidade, a qual pode fornecer nitrogênio ao sistema solo-planta-animal de forma mais econômica do que de fontes industrializadas (Cantarutti et al., 2002; Giller & Cadisch, 1995), tornando a atividade mais sustentável.

O manejo do pastejo afeta a deposição de serrapilheira e as vias de retorno de nutrientes (Dubeux et al., 2006b; Liu et al., 2011; Apolinário et al., 2013), bem como, a proporção e persistência da leguminosa em pastos consorciados (Quadros et al., 2004; Silva, 2004; Andrade et al., 2006; Silva et al., 2010). O aumento da intensidade de pastejo diminui a deposição de serrapilheira (Liu et al., 2011), em consequência, a

proporção de nutrientes retornados ao pasto via serrapilheira diminui, em comparação ao retorno via excreta animal (Thomas, 1992). Porém, pastagens manejadas com maior oferta de forragem possibilitaram menor percentagem, em massa seca ou massa de forragem do amendoim forrageiro, quando consorciado com capim-massai e capim-marandu (Andrade et al., 2006).

Outro fator que tem grande influência na persistência da leguminosa em pastos consorciados é o arranjo de plantio da leguminosa, uma vez que o bom estabelecimento é o primeiro passo para sua longevidade e produtividade em sistemas de pastos consorciados. Alguns autores têm atentado para o estudo do arranjo de plantio do amendoim forrageiro que confere melhor estabelecimento (Perin et al., 2003; Machado et al., 2005), mas levando em consideração a implantação em monocultivo de amendoim forrageiro. Assim, ressalta-se a necessidade de mais estudos de caráter básico, como espaçamento entre sulcos de plantio, visando definir a população de plantas por área para determinar o melhor potencial de estabelecimento e produção desta leguminosa em consórcio com gramíneas tropicais.

Objetivou-se, com esse estudo, avaliar a massa, a taxa de deposição e a dinâmica do C e N da serrapilheira existente e depositada em pastos de capim-braquiária consorciado com amendoim forrageiro em diferentes espaçamentos de plantio, sob duas intensidades de pastejo e em pastagem de capim-braquiária em monocultivo manejada extensivamente.

## **2. Material e Métodos**

**A localização e caracterização da área experimental, a implantação da área experimental e o manejo do pastejo foram descritos no capítulo 1.**

### **2.1 Tratamentos e delineamento experimental**

Foi estudada a consorciação entre gramínea e leguminosa, sendo a gramínea o capim-braquiária (*Braquiaria decumbens* cv. Basilisk) e a leguminosa o amendoim forrageiro (*Arachis pintoii* cv. Belmonte), em esquema fatorial (3x2+1), no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram estudados três espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro (40; 50 e 60 cm entre sulcos), duas intensidades de pastejo caracterizadas pelas alturas pós-pastejo de 5 e 15 cm, tendo como referência a gramínea e um tratamento controle (monocultivo de capim-braquiária em degradação), dessa forma foram avaliadas os fatores individuais (espaçamento de plantio: 40; 50 e 60 cm entre sulcos e intensidades de dsfolhação: 5 e 15 cm de altura) e a associação deles quando comparados com controle ( espaçamento/intensidade: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5 e 60/15).

### **2.2 Massa, taxa de deposição e composição química da serrapilheira existente e depositada**

Para o estudo da deposição de serrapilheira, foi utilizada a metodologia descrita por Bruce & Ebersohn (1982) e modificada por Dubeux Jr. et al. (2006a; 2006b). A serrapilheira foi definida, neste estudo, como a massa vegetal morta acumulado na superfície do solo, não mais conectado as plantas.

A serrapilheira existente no pasto foi coletada no pré-pastejo, em cada ciclo de pastejo, sendo quatro amostras por piquete, utilizando-se molduras metálicas de 0,5 m x 0,5 m. As amostras de serrapilheira existente dentro de cada quadrado foram coletadas manualmente, levadas à estufa com ventilação forçada de ar a 55 °C até peso constante e posteriormente pesadas. Os locais de coleta foram marcados com estacas de madeira, para que, no próximo ciclo de pastejo, antes da entrada dos animais no piquete (pré-pastejo), fosse coletada e quantificada a serrapilheira depositada no mesmo local. Portanto, a cada pré-pastejo, foi coletada a serrapilheira depositada no mesmo local de coleta da serrapilheira existente do ciclo anterior, assim como, a serrapilheira existente foi coletada em um novo local demarcado, em cada unidade experimental. O processo

descrito foi repetido em todos os ciclos de pastejo durante todo período experimental. Os valores expressos em matéria seca (MS) foram convertidos em matéria orgânica (MO), para que qualquer contaminação com terra não viesse a interferir nos resultados.

A taxa de deposição de serrapilheira foi calculada usando os métodos descritos por Rezende et al. (1999), com modificações feitas por Dubeux et al. (2006a; 2006b) em relação ao uso da serrapilheira depositada e a taxa de decomposição. A taxa de deposição está em função da serrapilheira presente no solo menos sua decomposição, que ocorreu em um determinado período de tempo, calculada como:

$$Td = [L2 - L1 + (K \times L1 \times \Delta t)] / \Delta t,$$

Onde: Td= taxa de deposição diária ( $g \ m^{-2} \ d^{-1}$ ); L2= serrapilheira depositada ( $g \ m^{-2}$ ); L1= serrapilheira anteriormente presente ( $g \ m^{-2}$ ); K= taxa de decomposição relativa ( $g \ g^{-1} \ d^{-1}$ ) e  $\Delta t$ = número de dias equivalente ao período de descaso de cada ciclo de pastejo.

Nas amostras compostas de serrapilheira existente e serrapilheira depositada no pré-pastejo, referentes a cada ciclo de pastejo, foram analisadas as concentrações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente ácido (FDA) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), segundo técnicas descritas por Detmann et al. (2012). As análises de carbono (C) e nitrogênio (N) foram feitas pelo analisador elementar IsoPrime100 (Isoprime Ltd. Isoprime House Earl Road Cheadle Hulme SK8 6PT, UK), acoplado a um espectrômetro de massa (Bulk Isotope IRMS), para a determinação da composição isotópica ( $\delta^{15}N$  e  $\delta^{13}C$ ) na estação experimental do North Florida Research and Education Center (NFREC), da Universidade da Flórida em Marianna, FL.

A composição da serrapilheira existente e depositada, em relação a proporção de gramínea e leguminosa, foi determinada pelo uso da técnica da abundância natural do carbono  $^{13}C$  descrito por Follett et al. (2009). A proporção do C da serrapilheira proveniente da leguminosa (%  $C_{Leg}$ ) foi calculada como:

$$\% C_{Leg} = 100 \times (\delta^{13}C_{Past} - \delta^{13}C_{Br}) / (\delta^{13}C_{Leg} - \delta^{13}C_{Br}),$$

$$\% C_{Br} = 100 - \% C_{Leg}$$

Onde:  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Past}}$  é a abundância  $^{13}\text{C}$  na serrapilheira da pastagem consorciada,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Leg}}$  é a abundância  $^{13}\text{C}$  do amendoim forrageiro e  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Br}}$  é a abundância  $^{13}\text{C}$  da capim-brachiaria. A proporção de C da leguminosa na serrapilheira existente e depositada foi convertida para MO usando-se a concentração média dos dois materiais (gramínea e leguminosa).

A origem do N na serrapilheira existente e depositada, no que diz respeito às duas fontes (gramínea e leguminosa), foi determinada levando-se em consideração a concentração e proporção de C oriundo da leguminosa presente na amostra de serrapilheira existente e depositada e a relação C/N da serrapilheira coletada no monocultivo de amendoim forrageiro como amostra padrão.

### **2.3 Análises estatísticas**

Os dados foram analisados usando-se o PROC MIXED do programa estatístico SAS (SAS Institute, 2001). O espaçamento de plantio do amendoim, a intensidade de pastejo, o ciclo de pastejo e a interação entre eles foram considerados como efeito fixo. Os ciclos de pastejo e a interação deles foram analisados como medida repetida no tempo. Contrastes polinomiais foram utilizados para comparar consórcio com monocultivo. Os tratamentos foram considerados significativamente diferentes quando  $P < 0,05$  e  $P < 0,10$ . Quando necessário, as médias foram comparadas utilizando LSMEANS e PDIFF, ajustado pelo teste de Tukey a nível de probabilidade de 5%.

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1 Massa de serrapilheira existente

Houve efeito significativo para ambos os fatores, espaçamento de plantio do amendoim forrageiro e intensidade de pastejo, bem como para a interação entre eles sobre a massa de serrapilheira existente. Não foi observado diferença, por contraste, entre os pastos consorciados e as pastagens degradadas em monocultivo de capim-braquiária. No entanto, houve diferença entre os tratamentos pelo teste de média (Tabela 1).

**Tabela 1** – Interação espaçamento de plantio do amendoim forrageiro x intensidade de pastejo na massa de serrapilheira existente (kg ha<sup>-1</sup> MO) em pastos consorciados de capim-braquiária e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Intensidade de pastejo (cm)	Massa de serrapilheira existente			Valor de P <sup>1</sup>		
	Esp. Plantio			Esp.	Int.	Esp.*Int.
	40	50	60	0,0007	0,002	<,0001
5	1335,73Ba (122,38)	1191,47Ba (122,38)	1214,74Aa (122,38)			
15	2755,95Aa* (122,38)	2088,47Ab (122,38)	1325,00Ac (122,38)			
Controle	1567,44					
Controle x Consórcio				NS		

**Int:** intensidade de pastejo; **Esp:** espaçamento de plantio do amendoim. **Controle:** pastagem degradada de capim-braquiária. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média. 1 valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %. **Controle x Consórcio:** contraste ortogonal é não significativo (NS) quando o valor de P > 0,05. \*Diferem do controle pelo teste Tukey (P<0,05)

Em geral as massas de serrapilheira existente apresentaram maiores valores quando as pastagens foram submetidas à intensidade de pastejo de 15 cm de altura. Segundo Thomas (1992), a intensidade de desfolhação é um dos principais fatores que influencia a maneira com que os nutrientes retornam para a pastagem, sendo que a medida que aumenta a intensidade de desfolhação, ocorre maior retorno via excreta animal, já em situações onde o pastejo é leniente, o retorno de nutrientes via serrapilheira irá prevalecer. Resultados semelhantes a deste trabalho foram constatados em outros trabalhos (Naeth et al., 1991; Rezende et al., 1999; Boddey et al., 2004; Dubeux et al., 2006b; Liu et al., 2011; Apolinário et al., 2013), onde as maiores intensidades de desfolhação proporcionaram menores massa de serrapilheira.

Os espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro não influenciaram a massa de serrapilheira existente quando associados à intensidade de pastejo de 5 cm de altura. No entanto, os pastos manejados a 15 cm de altura no pós-pastejo como intensidade de pastejo, associado ao espaçamento de plantio do amendoim forrageiro de 40 cm entre sulcos, possibilitaram maior massa de serrapilheira existente, sendo que houve redução na massa de serrapilheira existente com o aumento do espaçamento de plantio do amendoim forrageiro (Tabela 1). O que pode explicar esses resultados é que a massa total no pós-pastejo apresentaram maiores valores quando os pastos foram manejados com intensidade de pastejo de 15 cm de altura e também quando o amendoim forrageiro foi plantado com espaçamento de 40 cm entre sulcos de plantio (1º Capítulo, Tabela 5), o que possibilitou maior taxa de deposição de serrapilheira (Tabelas 24 e 25) e consequentemente maior massa de serrapilheira existente presente na superfície do solo. Também outro fato que pode ter contribuído pra isso é que tanto a massa de gramínea quanto a de leguminosa foram maiores na massa de forragem no pós-pastejo quando na interação espaçamento de plantio e intensidade de desfolhação, de 40 cm de espaçamento e 15 cm de altura, respectivamente (1º Capítulo, Tabela 6).

Dentre os pastos consorciados, também, apenas aqueles nos quais foram utilizados espaçamento de plantio de 40 cm e intensidade de pastejo de 15 cm de altura que apresentaram valores significativamente maiores de massa de serrapilheira existente do que pastagem controle (Tabela 1). A lenta decomposição da serrapilheira na pastagem controle (Ver 3º capítulo, Figura 2) faz com que ocorra acúmulo de serrapilheira na superfície do solo dessas pastagens (Dubeux Jr. et al., 2006).

Foi observado efeito dos espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e dos ciclos de pastejo, bem como, da interação espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro x ciclo de pastejo sobre a massa de serrapilheira existente (Tabela 2).

**Tabela 2** - Interação espaçamento de plantio x ciclo de pastejo na massa de serrapilheira existente (kg ha<sup>-1</sup> MO) em pastos consorciados de capim-brquiária e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Ciclo de pastejo	Massa de serrapilheira existente			Valor de P <sup>1</sup>		
	Espaçamento de Plantio (cm)			Esp.	Ciclo	Esp.*Ciclo
	40	50	60			
1	1040,31Ba (160,16)	1195,11Ba (160,16)	954,25Ba (160,16)	0,0007	0,002	<0,0001
2	2451,98Aa (160,16)	1200,77Bb (160,16)	1311,12ABb (160,16)			
3	2248,87Aa (160,16)	2424,03Aa (160,16)	1544,23Ab (160,16)			

**Esp.\*Ciclo:** interação espaçamento de plantio x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula na linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey. <sup>1</sup> significa diferença entre os tratamentos pela ANOVA a 5 e 10 %. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

Nos pastos onde o amendoim forrageiro foi plantado em sulcos com espaçamento de 40 cm a massa de serrapilheira existente foi maior ao decorrer dos ciclos de pastejo o que pode ser explicado pelo maior valor de massa total no pós-pastejo quando esse espaçamento foi usado, o que possibilitou maior deposição de serrapilheira (Tabela 25). De forma geral, houve aumento da massa de serrapilheira existente com o passar dos ciclos de pastejo em todos os espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro, o que pode ser reflexo do aumento da massa de forragem total, bem como, da massa de gramínea e de leguminosa no pré-pastejo com o passar dos ciclos de pastejo (1º Capítulo, Tabela 1).

Há trabalhos na literatura que mostram a forte influência do resíduo pós-pastejo na dinâmica de deposição e acúmulo de serrapilheira o que foi constatado nesse e em outros trabalhos (Dubeux Jr. et al., 2006; Liu et al., 2011; Apolinário et al., 2014). Ademais nesse trabalho, consórcio do capim-braquiária e amendoim forrageiro, realça a importância da variação “horizontal” da massa de forragem no pré-pastejo no processo de deposição e acúmulo de serrapilheira, uma vez que a massa de forragem no pré-pastejo aumentou com os ciclos de pastejo. Isso ocorreu não em função da variação de frequência de pastejo, uma vez que essa foi de 25 cm de altura, em relação ao capim-braquiaria, para todos os pastos consorciados, mas sim pelo aumento da densidade populacional de perfilhos do capim-braquiaria que resultou em maior massa de capim-braquiaria e de amendoim forrageiro (1º Capítulo, Tabelas 1 e 3).

Apolinário et al. (2013), trabalhando com pastagens de capim-braquiaria sob diferentes taxas de lotação e níveis de adubação nitrogenada, também observaram

aumento na massa de serrapilheira existente em relação ao aumento da massa de forragem das pastagens com manejo em lotação intermitente, mas usaram dias fixos como manejo do pastejo o que pode ter causado variações nas alturas dos dosséis no pré-pastejo, podendo influenciar as massas de forragem no pré-pastejo e consequentemente as massas de serrapilheira existente.

Houve efeito das intensidades de desfolhação e dos ciclos de pastejo, bem como, da interação intensidades de desfolhação x ciclo de pastejo sobre a massa de serrapilheira existente (Tabela 3).

**Tabela 3** - Interação intensidade de pastejo x ciclo de pastejo na massa de serrapilheira existente (kg ha<sup>-1</sup> MO) em pastagens consorciadas sob diferentes espaçamentos de plantio de amendoim forrageiro e intensidades de desfolhação em lotação intermitente

Intensidade de pastejo (cm)	Massa de serrapilheira existente			Valor de P <sup>1</sup>		
	Ciclo de pastejo			Int.	Ciclo	Int.*Ciclo
	1	2	3			
5	779,93Bb (144,41)	1420,29Aa (144,41)	1533,39Ba (144,41)	0,002	0,002	0.01
15	1460,77Ab (144,41)	2013,96Aab (144,41)	2694,69Aa (144,41)			

**Int.\*Ciclo:** interação intensidade de desfolhação x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. <sup>1</sup> significa diferença entre os tratamentos pela ANOVA a 5 e 10 %. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

O perfil dos resultados das intensidades de pastejo e dos ciclos de pastejo quanto a massa de serrapilheira existente é semelhante ao que foi apresentando sendo que o maior valor de massa de serrapilheira existente foi observado no espaçamento de plantio de 40 cm no ciclo de pastejo 3, uma vez que a intensidade de pastejo de 15 cm possibilitou maior massa de serrapilheira existente e também a massa de serrapilheira existente aumentou com ao decorrer do período de pastejo, sendo maior na último ciclo de pastejo.

Os valores de massa de serrapilheira existente foram influenciados pelos tratamentos (espaçamentos de plantio /intensidades de pastejo: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5 e 60/15 e controle) e pelos ciclos de pastejo, bem como pela interação tratamentos (espaçamentos de plantio /intensidades de pastejo: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5 e 60/15 e controle) x ciclos de pastejo. O contraste polinomial controle x consórcio não foi significativo (Tabela 4).



**Tabela 4** - Interação tratamento x ciclo de pastejo na massa de serrapilheira existente (kg ha<sup>-1</sup> MO) em pastos consorciados de capim-braquiária e amendoim forrageiro com diferentes espaçamentos de plantio e intensidades de pastejo sob lotação intermitente

Tratamento	Massa de serrapilheira existente			Valor de P <sup>1</sup>
	Ciclo de pastejo			Trat.*Ciclo
	1	2	3	0,001
40/5	754,98Cb	1495,57Ba	1581,64aB	
40/15	1325,63Bb	3408,38Aa	2916,09Aa	
50/5	874,94BCb	1247,29Bab	1377,17Ba	
50/15	1515,28Bb	2154,26Bab	3470,89Aa	
60/5	659,86Cb	1518,00Ba	1641,37Ba	
60/15	1173,65Ba	1254,25Ba	1447,1Ba	
Controle	2371,79Aa	1559,26Bb	771,27Cc	
Controle x Consórcio				NS
EPM		213,80		

**Tratamentos:** espaçamento/intensidade (40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5; 60/15) e controle. **Controle:** pastagem degradada de capim-braquiária. **Ciclo:** ciclo de pastejo. **Trat.\*Ciclo:** interação tratamentos x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %. **Controle x Consórcio:** contraste polinomial não é significativo (NS) quando o valor de P > 0,05.

Em relação aos pastos consorciados, esses resultados apenas consolidam os que já foram apresentados, mas o que é importante observar é a redução de forma linear, no decorrer do período de pastejo, da massa de serrapilheira existente presente na superfície do solo nas pastagens controle. No primeiro ciclo de pastejo o controle apresentou a maior massa de serrapilheira existente o que pode ser explicado pelo fato de que nessas pastagens há acúmulo de serrapilheira durante a período seco e no período chuvoso essa serrapilheira começa a decompor, mas como a produção primária dessas pastagens é baixa, pouca serrapilheira é depositada no solo e a massa de serrapilheira vai diminuindo ao longo do período de pastejo, de forma que no último ciclo de pastejo todos os pastos consorciados apresentaram maior massa de serrapilheira existente do que a do tratamento controle.

A redução da deposição e acúmulo de serrapilheira são processos que normalmente ocorrem em pastagens degradadas ou em processo de degradação. Dessa forma Oliveira et al. (2004) e Santos et al. (2007), sugeriram a comparação da produção de serrapilheira, bem como seu teor de N como formas de avaliar o nível de degradação em que uma determinada pastagem se encontra.

### 3.2 Massa de serrapilheira depositada

Houve efeito significativo causado pelos espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e intensidades de pastejo, bem como pela interação entre eles sobre a massa de serrapilheira depositada. Não foi observado diferença, por contraste, entre os pastos consorciados e as pastagens degradadas com monocultivo de capim-braquiaria, mas houve diferença entre os tratamentos pelo teste de média (Tabela 5).

**Tabela 5** - Efeito da interação espaçamento de plantio do amendoim forrageiro x intensidade de desfolhação na massa de serrapilheira depositada (kg ha<sup>-1</sup> MO) em pastagens consorciadas sob diferentes espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e intensidades de desfolhação em lotação intermitente

Intensidade de Pastejo (cm)	Massa de serrapilheira depositada			EPM	Valor de P <sup>1</sup>		
	Espaçamento de Plantio				Esp.	Int.	Esp.*Int.
	40	50	60		0,01	0,1	0,001
5	1248,68Ba	1180,68Aa	1186,54Aa	104,97			
15	1761,90Aa*	1348,10Ab	915,34Ac	104,97			
Controle	1124.67						
Controle x Consorcio					NS		

**Int:** intensidade de desfolhação; **Esp:** espaçamento de plantio do amendoim. **Controle:** pastagem degradada com monocultivo de capim-braquiaria. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. **EPM:** erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %. **Controle x Consórcio:** contraste ortogonal é não significativo (NS) quando o valor de P > 0,05. \*Diferem do controle pelo teste Tukey (P<0,05).

Os resultados da interação espaçamento de plantio do amendoim forrageiro x intensidade de desfolhação sobre a massa de serrapilheira depositada apresentaram padrão igual aos observados para massa de serrapilheira existente e as possíveis explicações para essa resposta podem ser coerentes para argumentar esses resultados de massa de serrapilheira depositada também.

Os valores de massa de serrapilheira depositada foram influenciados pelos tratamentos (espaçamentos de plantio /intensidades de pastejo: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5 e 60/15 e controle) e pelos ciclos de pastejo, bem como pela interação tratamentos (espaçamentos de plantio/intensidades de pastejo: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5 e 60/15 e controle) x ciclos de pastejo. O contraste polinomial controle x consórcio não foi significativo (Tabela 6).

**Tabela 6** - Interação tratamento x ciclo de pastejo na massa de serrapilheira depositado (kg há<sup>-1</sup> MO) em pastos consorciados de capim-braquiária e amendoim forrageiro com diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo sob lotação intermitente

Tratamentos	Massa de serrapilheira depositada		Valor de P <sup>1</sup>
	Ciclo de pastejo		Trat.*Ciclo
	2	3	0,0001
40/5	1282,53Ba	1214,82ABa	
40/15	2008,16Aa	1515,64Aa	
50/5	868,94Bb	1492,43ABa	
50/15	926,99Bb	1769,22Aa	
60/5	1044,75Ba	1328,32ABa	
60/15	913,90Ba	916,77Ba	
Controle	1424,67ABa	824,67Bb	
Controle x Consócio			NS
EPM	143,92		

**Tratamentos:** espaçamento/intensidade (40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5; 60/15) e controle. **Controle:** pastagem degradada com monocultivo de capim-braquiária. **Ciclo:** ciclo de pastejo. **Trat\*Ciclo:** interação tratamentos x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. **EPM:** erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %. **Controle x Consócio:** contraste polinomial não é significativo (NS) quando o valor de P > 0,05.

Em geral os pastos consorciados apresentaram maior massa de serrapilheira depositada quando manejados com 40 cm de espaçamento de plantio do amendoim forrageiro e intensidade de pastejo quando o dossel atingir a 15 cm de altura e também as massas de serrapilheira depositada mantiveram-se ou aumentaram do 2º para o 3º ciclo de pastejo. Já no controle a massas de serrapilheira depositada decresceu do 2º para o 3º ciclo de pastejo. Os resultados dessa variável tiveram padrão de respostas semelhante ao observado para massa de serrapilheira existente.

### 3.3 Massa de serrapilheira existente oriunda do amendoim forrageiro

Houve efeito das intensidades de pastejo e espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro, bem como da interação entre esses dois fatores sobre a massa de serrapilheira existente oriunda do amendoim forrageiro (Tabela 7).

**Tabela 7** - Interação espaçamento de plantio do amendoim forrageiro x intensidade de pastejo na massa de serrapilheira existente oriunda do amendoim forrageiro (massa serrapilheira existente<sub>leg</sub>) (kg ha<sup>-1</sup> MO) em pastos consorciados de capim-braquiária e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Intensidade de pastejo (cm)	Massa serrapilheira existente <sub>leg</sub>				Valor de P <sup>1</sup>		
	Esp. Plantio				Esp.	Int.	Esp.*Int.
	40	50	60	EPM			
5	558,37Ba	381,39Bb	385,90Ab	48,23	0,0007	0,008	0,0001
15	908,61Aa	796,44Aa	415,16Ab	48,23			

**Int:** intensidade de desfolhação; **Esp:** espaçamento de plantio do amendoim. **Esp\*Int:** interação espaçamento de plantio x intensidade de desfolhação. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. **EPM:** erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %.

Em geral, as maiores massa de serrapilheira existente<sub>leg</sub> foram observadas, nas duas intensidades de pastejo utilizadas, nos pastos onde foram usados 40 cm entre sulcos como espaçamento de plantio do amendoim forrageiro. Uma possível explicação para esses dados é a grande semelhança de seu padrão de resposta com o padrão observado da massa de amendoim forrageiro no resíduo pós-pastejo (1º Capítulo, Tabela 6), ou seja, isso indica que massa de serrapilheira existente<sub>leg</sub> é muito influenciada pela massa de amendoim forrageiro no resíduo pós-pastejo, sendo que os maiores valores de massa de amendoim forrageiro na massa total de forragem no pós-pastejo também foram observados nos tratamentos com 40 cm de espaçamento de plantio do amendoim forrageiro nas duas intensidades de desfolhação.

Esses resultados, juntamente como os de % C<sub>leg</sub> na serrapilheira de existente (Tabela 9), indicam que a massa da serrapilheira existente<sub>leg</sub> na superfície do solo desses pastos, proveniente do amendoim forrageiro, foi proporcional a massa de amendoim forrageiro no resíduo pós-pastejo, apresentando variação de aproximadamente 10 % em relação o amendoim forrageiro na parte aérea e na serrapilheira existente.

Esses resultados permitem observar também que outra variável que influencia a massa serrapilheira existente<sub>leg</sub> desses pastos consorciados é a massa de serrapilheira existente<sub>total</sub> (Tabela 1), pois na interação espaçamento de plantio do amendoim forrageiro x intensidade de pastejo não houve diferença entre as intensidades de pastejo no espaçamento de plantio do amendoim forrageiro de 40 cm sobre a massa de amendoim forrageiro no resíduo pós-pastejo (1º Capítulo, Tabela 6). No entanto essa diferença foi observada para a massa serrapilheira existente<sub>leg</sub> e isso pode ser explicado pela diferença na massa de serrapilheira existente<sub>total</sub> para essa mesma interação, uma

vez que a massa de serrapilheira existente<sub>total</sub> foi duas vezes maior quando foi utilizado 15 cm de altura como intensidade de pastejo em relação aos 5 cm no espaçamento de 40 cm entre sulcos de plantio (Tabela 1).

Foi observado efeito dos espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e dos ciclos de pastejo, bem como, da interação espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro x ciclo de pastejo sobre a massa serrapilheira existente oriunda do amendoim forrageiro (Tabela 8).

**Tabela 8** - Interação intensidade de pastejo x ciclo de pastejo na quantidade de C na serrapilheira existente oriunda do amendoim forrageiro (massa serrapilheira existente<sub>leg</sub>) (kg ha<sup>-1</sup> MO) em pastos consorciados de capim-braquiária e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Ciclo de pastejo	Massa serrapilheira existente <sub>leg</sub>				Valor de P <sup>1</sup>		
	Espaçamento de Plantio (cm)				Esp.	Ciclo	Esp.*Ciclo
	40	50	60	EPM	0,001	0,0009	<0,0001
1	405,98 Ba	410,40Ba	142,74Aa	57,41			
2	894,41Aa	398,23Bb	176,4Ab	57,41			
3	900,09Aa	958,11Aa	212,58Ab	57,41			

**Esp.\*Ciclo:** interação espaçamento de plantio x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. <sup>1</sup> significa diferença entre os tratamentos pela ANOVA a 5 e 10 %. **EPM:** erro padrão da média.

Esses resultados assemelham ao padrão de resposta encontrada na massa de serrapilheira existente sob efeito da interação espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro x ciclo de pastejo (Tabela 2). Dessa forma podemos inferir a partir dos resultados apresentados que a variação causada pelos tratamentos impostos, na massa e percentagem na composição botânica do amendoim forrageiro em pastos consorciados com capim-braquiária (1º Capítulo, Tabelas 1 e 2), pode influenciar na dinâmica de deposição e acúmulo de serrapilheira na superfície do solo e conseqüentemente em todo processo de ciclagem de nutrientes que ocorre nessas pastagens.

Nos pastos onde o amendoim forrageiro foi plantado em sulcos com espaçamento de 40 cm a massa serrapilheira existente<sub>leg</sub> foi maior no decorrer dos ciclos de pastejo o que pode ser explicado pelo maior valor de massa de leguminosa no pós-pastejo quando esse espaçamento foi aplicado (Tabela 6), possibilitando assim, maior deposição de serrapilheira proveniente do amendoim forrageiro. Em geral, houve aumento da massa serrapilheira existente<sub>leg</sub> com o passar dos ciclos de pastejo em todos os espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro, o que pode ser reflexo do aumento

da massa de forragem total, bem como, da massa de gramínea e de leguminosa no pré-pastejo (1º Capítulo, Tabela 1).

Houve efeito da interação intensidades de desfolhação x ciclo e pastejo, bem como do ciclo de pastejo e da intensidade de desfolhação isoladamente sobre a quantidade de carbono na massa serrapilheira existente oriundo do amendoim forrageiro (Tabela 9).

**Tabela 9** - Interação intensidade de desfolhação x ciclo de pastejo na massa serrapilheira existente oriundo do amendoim forrageiro (massa serrapilheira existente<sub>leg</sub>) (kg MO/ha) em pastagens consorciadas de capim-brquiaria sob diferentes espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e intensidades de desfolhação em lotação intermitente

Intensidade de pastejo (cm)	Massa serrapilheira existente <sub>leg</sub>			EPM	Valor de P		
	Ciclo de pastejo				Int.	Ciclo	Int.*Ciclo
	1	2	3		0,008	0,0005	<,0001
5	318,29Ab	516,56Aa	490,81Ba	50,31			
15	426,28Ac	608,21Ab	1085,73Aa	50,31			

**Int,\*Ciclo:** interação intensidade de desfolhação x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %.

O maior valor da massa de serrapilheira existente<sub>leg</sub> foi observado na intensidade de pastejo de 15 cm de altura, no terceiro ciclo de pastejo, uma vez que nessa intensidade a massa de serrapilheira existente<sub>leg</sub> aumentou com os ciclos de pastejo e também pelo fato de que menores intensidades de desfolhação, normalmente possibilitam maior deposição e maior massa de serrapilheira presente no solo.

Os resultados de massa serrapilheira existente<sub>leg</sub> na intensidade de desfolhação de 15 cm de altura em relação aos ciclos de pastejo foi igual ao observado para massa de leguminosa no pré-pastejo, indicando que a massa de leguminosa no pré-pastejo é a variável que mais influenciou nesses resultados (1º Capítulo, Tabela 1). Já nos tratamentos com 5 cm de altura de intensidade de pastejo, também houve aumento na massa de serrapilheira existente<sub>leg</sub> do primeiro ciclo de pastejo para os demais, porém é possível que nessa intensidade a massa de serrapilheira existente<sub>leg</sub> tenha sido mais influenciada pela massa de serrapilheira existente<sub>total</sub>, uma vez que esta foi menor na maior intensidade de desfolhação (Tabela 3).

### 3.4 Composição química da serrapilheira existente e depositada

#### 3.4.1 Percentual do carbono do amendoim forrageiro na serrapilheira existente no pré-pastejo

Houve efeito da interação espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro x intensidades de pastejo, bem como desses dois fatores individuais, sobre a percentagem de carbono oriundo do amendoim forrageiro na massa de serrapilheira existente (Tabela 10).

**Tabela 10** - Interação espaçamento de plantio do amendoim forrageiro x intensidade de pastejo na percentagem de carbono na massa de serrapilheira existente proveniente do amendoim forrageiro (% C<sub>leg</sub> serrapilheira exist.) em pastos consorciados de capim-brquiaria e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Intensidade de pastejo (cm)	% C <sub>leg</sub> serrapilheira exist.				Valor de P <sup>1</sup>		
	Esp. Plantio				Esp.	Int.	Esp.*Int.
	40	50	60	EPM	0,05	0,4	0,001
5	45,76Aa	33,11Ab	30,91Ab	3,74			
15	32,73Ba	31,82Aa	31,95Aa	3,74			

**Esp\*Int:** interação espaçamento de plantio x intensidade de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. **EPM:** erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %, respectivamente.

O maior valor de percentagem de carbono na serrapilheira existente proveniente do amendoim forrageiro foi observado nos pastos consorciados manejados com intensidade de pastejo de 5 cm de altura associado ao espaçamento de plantio do amendoim forrageiro de 40 cm entre sulcos de plantio. O padrão de respostas da percentagem de carbono oriundo do amendoim forrageiro na massa de serrapilheira existente em função da interação espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro x intensidades de pastejo foi muito semelhante ao observado na percentagem de amendoim forrageiro na massa de forragem residual no pós-pastejo (1 °Capítulo, Tabela 7). Esses resultados realçam a influência da composição botânica na massa de forragem pós-pastejo, na composição da serrapilheira existente na superfície do solo em pastos consorciados manejados sob lotação intermitente.

Cantarutti et al. (2002), trabalhando com pastos consorciados sob diferentes taxas de lotação (2, 3 e 4 UA/ha) e em dois sistemas, os quais foram pastagens com monocultivo de *Braquiaria humidicola* e consórcio de *Braquiaria humidicola* e *Desmodium ovalifolium*, mostraram que a medida que a taxa de lotação aumentava de 2 para 4 UA/ha havia acentuada redução na porcentagem de carbono proveniente da leguminosa em relação ao da gramínea na massa de serrapilheira, onde a porcentagem de carbono oriundo da leguminosa correspondia 52,0; 21,5 e 15,2 % para as taxas de

lotação de 2, 3 e 4 UA/ha, respectivamente. No presente trabalho foi observada redução na porcentagem de carbono oriundo da leguminosa entre a menor (15 cm) e maior (5 cm) intensidade de pastejo apenas quando em associação com o menor espaçamento de plantio do amendoim forrageiro (40 cm), mas essa redução teve menor magnitude do que no trabalho de Cantarutti et al. (2002), já quando foram utilizados os espaçamentos de 50 e 60 cm entre sulcos de plantio do amendoim forrageiro não ocorreu diferença entre as intensidades de desfolhação de 5 e 15 cm de altura. Isso nos indica que em pastejo mais intensivos, como o de 5 cm de intensidade de pastejo, o amendoim forrageiro apresenta satisfatória capacidade de se manter em alta proporção em relação ao capim-braquiaria na massa de forragem no pós-pastejo, possibilitando assim marcante presença da leguminosa na massa serrapilheira existente na superfície do solo.

Houve efeito da interação intensidades de pastejo x ciclo e pastejo, bem como do ciclo de pastejo, mas não houve efeito da intensidade de desfolhação isoladamente sobre a proporção de carbono oriundo do amendoim forrageiro na massa de serrapilheira existente (Tabela 11).

**Tabela 11** - Interação intensidade de pastejo x ciclo de pastejo na porcentagem de carbono na massa de serrapilheira existente proveniente do amendoim forrageiro (%  $C_{leg}$  serrapilheira exist.) em pastagens consorciadas de capim-brquiaria e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Intesidade de pastejo (cm)	% $C_{leg}$ serrapilheira exist.			EPM	Valor de P <sup>1</sup>		
	Ciclo de pastejo				Int.	Ciclo	Int.*Ciclo
	1	2	3		0,3	0,02	0,01
5	41,23Aa	35,19Aab	33,36Ab	3,61			
15	35,72Aa	27,05Ab	35,72Aa	3,61			

**Int.\*Ciclo:** interação intensidade de desfolhação x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %.

Apesar de não ter existido diferença entre as intensidades de pastejo, houve variação na %  $C_{leg}$  da massa de serrapilheira existente entre os ciclos de patejo nas duas intensidades de desfolhação. Na intensidade de pastejo de 5 cm de altura ocorreu redução na %  $C_{leg}$  na massa de serrapilheira existente, onde o maior e menor valores foram observados no ciclo 1 e ciclo 3, respectivamente, sendo o ciclo 2 apresentou valor intermediário. Isso pode ter ocorrido porque houve redução numérica, uma vez que não houve efeito significativo, na porcentagem de massa de amendoim forrageiro tanto no pré quanto no pós-pastejo (1º Capítulo, Tabelas 2 e 8), diferenças essas que podem ter

influenciado para que ocorresse essa redução na %  $C_{leg}$  da serrapilheira existente ao longo dos ciclos de pastejo na menor intensidade de desfolhação (5 cm de altura).

Na intensidade de desfolhação de 15 cm de altura o menor valor encontrado de %  $C_{leg}$  da serrapilheira existente foi no ciclo 2 não havendo diferença entre os outros dois ciclos (1 e 3). Uma possível explicação para isso é que durante o ciclo 2 houve veranico (altas temperaturas e baixa pluviosidade) e a altura média dos pastos, nessa época, era aproximadamente de 20 cm e provavelmente ocorreu uma intensificação generalizada do processo de senescência e de acúmulo de material morto do capim-braquiaria nas pastagens (1º Capítulo, tabela 4), com isso as pastagens as quais foram utilizados 15 cm de altura no pós-pastejo que já acumulam maior quantidade de material morto em condições normais do que as manejadas a 5 cm altura, possivelmente intensificaram o processo de deposição de serrapilheira oriundo da gramínea fazendo com que ocorresse redução na %  $C_{leg}$  da serrapilheira existente no ciclo 2 em relação aos demais ciclos de pastejo.

### 3.4.2 Percentagem do carbono do amendoim forrageiro na serrapilheira depositada após período de descanso dos piquetes

Houve efeito da interação espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro x intensidades de desfolhação, bem como desses dois fatores individuais, sobre a percentagem de carbono oriundo do amendoim forrageiro na massa de serrapilheira depositada (Tabela 12).

**Tabela 12** - Interação espaçamento de plantio do amendoim forrageiro x intensidade de pastejo na percentagem carbono na massa de serrapilheira depositada proveniente do amendoim forrageiro (%  $C_{leg}$  serrapilheira dep.) em pastagens consorciadas de capim-brquiaria e amnedoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Intensidade de pastejo (cm)	% $C_{leg}$ serrapilheira dep.			EPM	Valor de P <sup>1</sup>		
	Esp. Plantio				Esp.	Int.	Esp.*Int.
	40	50	60		0,003	0,04	0,08
5	50,12Aa	38,74Ab	36,58Ab	3,09			
15	41,53Ba	38,81Aa	27,56Bb	309			

**Esp\*Int:** interação espaçamento de plantio x intensidade de desfolhação. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey. **EPM:** erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %.

Os maiores valores de %  $C_{leg}$  na serrapilheira depositada foram observados nas pastagens onde foi utilizado o espaçamento de plantio de 40 cm entre sulco, independente da intensidade de desfolhação utilizada. O padrão de respostas da %  $C_{leg}$  na serrapilheira depositada foi idêntico ao observado na proporção de leguminosa no resíduo pós-pastejo sob efeito da interação entre espaçamento de plantio do amendoim forrageiro e a intensidade de desfolhação (Ver 1 °Capítulo, Tabela 7). Esses resultados, mais uma vez, mostram que a percentagem de capim-brquiária e amendoim forrageiro no resíduo pós-pastejo de pastagens consorciadas sob lotação intermitente é um fator determinante da composição da serrapilheira depositada na superfície do solo dessas pastagens durante o período de descanso ou de rebrotação.

Houve efeito da interação intensidades de desfolhação x ciclo e pastejo, bem como da intensidade de desfolhação, mas não houve efeito do ciclo de pastejo isoladamente sobre a percentagem de carbono oriundo do amendoim forrageiro na massa de serrapilheira depositada (Tabela 13).

**Tabela 13** - Interação intensidade de desfolhação x ciclo de pastejo na percentagem de carbono na massa de serrapilheira depositada proveniente do amendoim forrageiro (% C<sub>leg</sub> serrapilheira dep.) em pastos consorciados de capim-brquiaria e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Intensidade de pastejo (cm)	% C <sub>leg</sub> serrapilheira dep.		EPM	Valor de P <sup>1</sup>		
	Ciclo de pastejo			Int.	Ciclo	Int.*Ciclo
	2	3		0,04	0,5	0,0003
5	46,25Aa	37,37Ab	2,09			
15	32,81Ba	39,12Aa	2,09			

**Int,\*Ciclo:** interação intensidade de desfolhação x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %.

A maior % C<sub>leg</sub> na serrapilheira depositada foi observado no segundo ciclo nas pastagens manejadas com intensidade de pastejo de 5 cm de altura. Provavelmente, seja resultado da maior percentagem de amendoim forrageiro quando as pastagens foram manejadas a 5 cm de altura, tanto na massa total de forragem no pré quanto no massa residual no pós-pastejo, possibilitando maior presença do amendoim forrageiro na serrapilheira depositada (Ver 1º capítulo).

A diferença entre as intensidades no ciclo 2 pode ser explicada pelo mesmo argumento mencionado sobre a ocorrência de veranico para explicar o menor valor observado nesse mesmo tratamento para % C<sub>leg</sub> na serrapilheira existente (tabela 8).

#### **3.4.4 Contribuição do amendoim forrageiro no nitrogênio total da serrapilheira existente no pré-pastejo**

A percentagem de nitrogênio na serrapilheira existente proveniente do amendoim forrageiro não foi influenciada por nenhum dos fatores estudados e nem houve interações entre eles. Em média, o amendoim forrageiro contribui com 52 % do nitrogênio presente na serrapilheira existente nos pastos consorciados.

Apesar de não ter havido efeito sobre a percentagem de nitrogênio na serrapilheira existente proveniente do amendoim forrageiro, houve efeito das intensidades de pastejo e espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro, bem como da interação entre esses dois fatores sobre a quantidade de nitrogênio na serrapilheira existente oriundo do amendoim forrageiro (Tabela 15).

**Tabela 14** - Interação espaçamento de plantio do amendoim forrageiro x intensidade de pastejo na quantidade de N na serrapilheira existente oriundo do amendoim forrageiro (Quantidade  $N_{leg}$  serrapilheira exist.) ( $kg\ ha^{-1}\ N$ ) em pastos consorcia de capim-braquiária e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente.

Intensidade de pastejo (cm)	Quantidade $N_{leg}$ serrapilheira exist.			EPM	Valor de P <sup>1</sup>		
	Espaçamento de Plantio (cm)				Esp.	Int.	Esp.*Int.
	40	50	60		0,004	0,04	0,04
5	18,66Ba	12,26Bab	11,21Ab	2,31			
15	26,35Aa	22,36Aa	12,19Ab	2,31			

**Esp\*Int:** interação espaçamento de plantio x intensidade de desfolhação. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey. **EPM:** erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %

Em geral, as maiores quantidades de  $N_{leg}$  na serrapilheira existente foram observadas nos pastos onde foram usados 40 cm entre sulcos como espaçamento de plantio do amendoim forrageiro nas duas intensidades de desfolhação utilizadas. Uma possível explicação para esses dados é a grande semelhança de seu padrão de resposta com o padrão observado da massa de amendoim forrageiro no resíduo pós-pastejo (1º Capítulo, tabela 6) e idêntico ao da massa de serrapilheira existente<sub>leg</sub>, ou seja, a quantidade de  $N_{leg}$  na serrapilheira existente foi reflexo da massa de serrapilheira existente<sub>leg</sub> (Tabela, 12), a qual teve grande influência da massa de amendoim forrageiro no resíduo pós-pastejo. Os maiores valores de massa de amendoim forrageiro na massa total de forragem no pós-pastejo também foram observados nos tratamentos com 40 cm de espaçamento de plantio nas duas intensidades de desfolhação (Ver 1º capítulo, tabela 6).

Foi observado efeito dos espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e dos ciclos de pastejo, bem como, da interação espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro x ciclo de pastejo sobre a quantidade de nitrogênio na serrapilheira existente oriundo do amendoim forrageiro (Tabela 15).

**Tabela 15** - Efeito da interação intensidade de desfolhação x ciclo de pastejo na quantidade de N na serrapilheira existente oriundo do amendoim forrageiro (Quantidade  $N_{leg}$  serrapilheira exist.) (kg N/ha) em pastagens consorciadas sob diferentes espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e intensidades de desfolhação em lotação intermitente.

Ciclo de pastejo	Quantidade $N_{leg}$ serrapilheira exist.			EPM	Valor de P <sup>1</sup>		
	Espaçamento de plantio (cm)				Esp.	Ciclo	Esp.*Ciclo
	40	50	60		0,02	0,02	0,0006
1	12,48Ba	12,36Ba	9,79Aa	3,11			
2	25,32Aa	11,16Bb	11,28Ab	3,11			
3	26,98Aa	28,42Aa	14,05Ab	3,11			

**Esp.\*Ciclo:** interação espaçamento de plantio x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste Tukey. <sup>1</sup> significa diferença entre os tratamentos pela ANOVA a 5 e 10 %. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

Novamente, as diferenças na quantidade  $N_{leg}$  serrapilheira existente provocadas por essa interação são exatamente as mesmas observadas na massa de serrapilheira existente<sub>leg</sub> a qual parece ser influenciada pela massa de serrapilheira existente<sub>total</sub> sob efeito dessa mesma interação, espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro x ciclo de pastejo (Tabela 2).

Sendo assim, podemos reforçar a inferência sobre os resultados apresentados que a variação causada pelos tratamentos impostos, na massa de amendoim forrageiro (pré e pós-pastejo) e em sua proporção na composição botânica de pastos consorciados com capim-braquiaria (1º Capítulo, Tabelas 1 e 2), pode influenciar na dinâmica de deposição e acúmulo da serrapilheira<sub>leg</sub> e conseqüentemente na da serrapilheira existente<sub>total</sub> na superfície do solo, aumentando assim a concentração de nitrogênio da serrapilheira, nutriente esse que segundo Boodey et al. (2004) é fundamental para otimizar a eficiência do processo de ciclagem de nutrientes que ocorre nas pastagens tropicais, contribuindo para mantê-las produtivas.

Nos pastos onde o amendoim forrageiro foi plantado em sulcos com espaçamento de 40 cm a massa serrapilheira existente<sub>leg</sub> foi maior no decorrer dos ciclos de pastejo o que pode ser explicado pelo maior valor de massa de leguminosa no pós-pastejo quando esse espaçamento foi aplicado (Tabela 6), o que pode ter possibilitado maior deposição de serrapilheira proveniente do amendoim forrageiro. Em geral, houve aumento da quantidade  $N_{leg}$  serrapilheira existente<sub>l</sub> com o passar dos ciclos de pastejo em todos os espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e esse padrão de resposta também foi observado na massa de serrapilheira existente<sub>leg</sub>. Este processo pode ser

reflexo do aumento da massa de forragem total, bem como da massa de gramínea e de leguminosa no pré-pastejo com o passar dos ciclos de pastejo (1º Capítulo, Tabela 1).

Houve efeito da interação intensidades de pastejo x ciclo e pastejo, bem como do ciclo de pastejo e da intensidade de pastejo isoladamente sobre a quantidade de nitrogênio na massa de serrapilheira existente oriundo do amendoim forrageiro (Tabela 16).

**Tabela 16** - Interação intensidade de desfolhação x ciclo de pastejo na quantidade de N na serrapilheira existente oriundo do amendoim forrageiro (Quantidade  $N_{leg}$  serrapilheira exist.) (kg há<sup>-1</sup> N) em pastagens consorciadas de capim-brquiaria e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Intensidade de pastejo (cm)	Quantidade $N_{leg}$ serrapilheira exist.			EPM	Valor de P <sup>1</sup>		
	Ciclo de pastejo				Int.	Ciclo	Int.*Ciclo
	1	2	3		0,04	0,02	0,0008
5	10,08Aa	15,86Aa	16,20Ba	2,74			
15	13,01Ab	15,98Ab	30,10Aa	2,74			

**Int.\*Ciclo:** interação intensidade de desfolhação x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste Tukey. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %.

A maior quantidade de  $N_{leg}$  serrapilheira existente foi observada na intensidade de pastejo de 15 cm de altura, no terceiro ciclo de pastejo, uma vez que nessa intensidade a quantidade de  $N_{leg}$  serrapilheira existente aumentou com os ciclos de pastejo e também pelo fato de que menores intensidades de pastejo, normalmente possibilitam maior deposição e maior massa de serrapilheira presente no solo, conseqüentemente maior quantidade de  $N_{leg}$  na serrapilheira existente.

Os resultados de quantidade de  $N_{leg}$  serrapilheira existente na intensidade de pastejo de 15 cm de altura em relação aos ciclos de pastejo que apresentaram aumento com o decorrer dos ciclos de pastejo pode ser explicado pelo aumento da massa de serrapilheira existente  $N_{leg}$  (Tabela 9) ao longo dos ciclos de pastejo que por sua vez pode ter sido influenciado pelo aumento da massa de amendoim forrageiro no pré-pastejo no decorrer dos ciclos de pastejo na menor intensidade de desfolhação (1º Capítulo, tabela 1).

### 3.4.5 Concentração de N na serrapilheira existente no pré-pastejo

Os espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e as intensidades de pastejo, assim como a interação espaçamentos de plantio x intensidades de pastejo causaram

variações significativas na concentração de nitrogênio da serrapilheira existente no pré-pastejo. Também houve efeito significativo entre Controle x Consórcios sobre a concentração de nitrogênio da serrapilheira existente (Tabela 17).

**Tabela 17** - Interação espaçamento de plantio do amendoim forrageiro x intensidade de pastejo na concentração de N na serrapilheira existente (g N Kg MO<sup>-1</sup>) em pastagens consorciadas de capim-brquiária e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio do e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente.

Intensidade de pastejo (cm)	Conc. de N serrapilheira existente			EPM	Valor de P <sup>1</sup>		
	Esp. Plantio				Esp.	Int.	Esp.*Int.
	40	50	60		0,01	0,1	0,008
5	24,89Aa*	20,88Ab*	18,99Ab*	1,08			
15	20,05Ba*	20,61Aa*	19,13Aa*	1,08			
Controle	9,32						
Controle x Consórcio					<,0001		

**Int:** intensidade de desfolhação; **Esp:** espaçamento de plantio do amendoim. **Controle:** pastagem degradada com monocultivo de capim-braquiaria. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. **EPM:** erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %. **Controle x Consórcio:** contraste polinomial não é significativo (NS) quando o valor de P > 0,05. \*Diferem do Controle pelo teste Tukey (P<0,05).

A maior concentração de nitrogênio, proveniente do amendoim forrageiro, na serrapilheira existente foi observado nos pastos consorciados manejados na intensidade de pastejo de 5 cm de altura associado ao espaçamento de plantio do amendoim forrageiro de 40 cm entre sulcos. O padrão de resposta das concentrações de nitrogênio oriundo do amendoim forrageiro na massa de serrapilheira existente em função da interação de espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro x intensidades de pastejo foi igual ao observado na % C<sub>leg</sub> serrapilheira existente (Tabela, 10), sendo que essa variável, provavelmente, é mais influenciada pela proporção de amendoim forrageiro na massa de forragem residual no pós-pastejo (1 °Capítulo, tabela 7), resultados esses que aumenta a importância da composição botânica da massa de forragem pós-pastejo sobre a e relação gramínea:leguminosa da serrapilheira existente e consequentemente na dinâmica do nitrogênio, em pastos consorciados manejados sob lotação intermitente.

Cantarutti et al., (2002), trabalhando com pastos consorciados sob diferentes taxas de lotação (2, 3 e 4 UA/ha) e em dois sistemas, os quais foram pastagens com monocultivo de *Braquiaria humidicola* e em consórcio com *Braquiaria humidicola* e *Desmodium ovalifolium* em lotação contínua, mostraram que a medida que a taxa de lotação aumentava de 2 para 4 UA/ha havia redução na porcentagem de carbono

proveniente da leguminosa em relação ao da gramínea na massa de serrapilheira, e conseqüentemente também ocorreu redução na concentração de nitrogênio na serrapilheira existente e na depositada em 14 dias.

Os pastos consorciados mostram-se mais eficiente em relação à pastagem controle no “input” de nitrogênio em ecossistemas pastagem pela deposição de serrapilheira de melhor qualidade, uma vez que em geral os pastos consorciados apresentaram mais que o dobro da concentração de nitrogênio na serrapilheira existente do que a observada na serrapilheira existente presente nas pastagens controle. Cantarutti et al., (2002), também observaram maior concentração de nitrogênio na serrapilheira existente nos pastos consorciados em relação ao monocultivo de gramínea.

### 3.4.6 Concentração de N na serrapilheira depositada no período de descanso

As intensidades de pastejo não tiveram efeito sobre a concentração de nitrogênio na serrapilheira depositada durante o período de descanso dos pastos consorciados e também não houve interação entre os fatores estudados sobre essa variável. Entretanto, a concentração de nitrogênio foi influenciada pelos espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro, sendo que o maior valor observado foi no espaçamento de 40 cm entre sulcos de plantio (Tabela 18).

**Tabela 18** - Concentração de nitrogênio (g kg MO<sup>-1</sup> N) na serrapilheira depositada em pastagens consorciadas com capim-braquiária sob diferentes espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e intensidades de desfolhação em lotação intermitente

Conc. de N serrapilheira depositada			EPM	Valor de P <sup>1</sup>
Espaçamento de plantio (cm)				Esp.
40	50	60		0,01
22,02a	19,58b	19,02b	0,77	

**Esp:** espaçamento de plantio do amendoim. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. EPM: erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela análise de variância, sendo significativo a 5 e 10 %.

A concentração de nitrogênio no espaçamento de 40 cm entre sulcos de plantio do amendoim forrageiro se deve à maior presença do amendoim forrageiro na massa de forragem pós-pastejo quando esse arranjo de plantio foi utilizado o que influenciou a deposição de serrapilheira proveniente do amendoim forrageiro e conseqüentemente a concentração de nitrogênio na serrapilheira depositada. Esse processo também foi observado por Cantarutti et al. (2002), trabalhando com pastagens em monocultivo de *Braquiaria humidicola* ou em consórcio com *Desmodium ovalifolium* sob método de lotação contínua.

A concentração de nitrogênio na serrapilheira depositada foi influenciada pelos tratamentos (espaçamentos de plantio /intensidades de pastejo: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5 e 60/15 e controle), mas não pela interação tratamentos (espaçamentos de plantio /intensidades de pastejo: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5 e 60/15 e controle) x ciclos de pastejo. O contraste polinomial controle x consórcio foi significativo (Tabela 19).

**Tabela 19** - Concentração de nitrogênio ( $\text{g kg MO}^{-1} \text{ N}$ ) na massa de serrapilheira depositado ( $\text{MO/ha}$ ) em pastos consorciados de capim-brquiária e amendoim forrageiro em diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo sob lotação intermitente

Tratamento	Conc. de N serrapilheira depositada	Valor de P <sup>1</sup>
40/5	22,12A	Trat.
40/15	21,94A	0,0001
50/5	18,58B	
50/15	20,60AB	
60/5	18,89B	
60/15	19,16AB	
Controle	6,92C	
Controle x Consórcio		<,0001
EPM	0,84	

**Tratamentos:** espaçamento de plantio/intensidade de pastejo (40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5; 60/15) e controle. **Controle:** pastagem degradada de capim-braquiária. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey. **EPM:** erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %. **Controle x Consórcio:** contraste polinomial não é significativo (NS) quando o valor de P > 0,05.

Em relação ao pasto controle e os consorciados, a observação dos dados junto à significância do contraste Controle x Consórcio, deixa claro a efetividade da introdução do amendoim forrageiro em pastagens degradadas de capim-braquiária para elevar a concentração de N na serrapilheira depositada ao longo dos períodos de descanso, pois a concentração de N na serrapilheira depositada dos pastos consorciados foi, em média, quase três vezes maior do que a encontrada na da pastagem controle. Cantarutti et al., (2002) também observaram na serrapilheira depositada em 14 dias nos pastos consorciados, maior concentração de nitrogênio em relação a do monocultivo de gramínea.

### 3.4.6 Relação C:N da serrapilheira existente no pré-pastejo e depositada no período de descanso

Os espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e as intensidades desfolhação, assim como a interação espaçamentos de plantio x intensidades desfolhação causaram variações significativas na relação C:N da serrapilheira existente.

Também houve efeito significativo entre Controle x Consórcios sobre a relação C:N da serrapilheira existente (Tabela 20).

**Tabela 20** - Interação espaçamento de plantio do amendoim forrageiro x intensidade de pastejo na relação C:N da serrapilheira existente em pastos consorciados com capim-braquiária e amendoim forrageiro em diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo sob lotação intermitente.

Intensidade de pastejo (cm)	Relação C:N			EPM	Valor de P <sup>1</sup>		
	Espaçamento de plantio (cm)				Esp.	Int.	Esp.*Int.
	40	50	60		0,02	0,2	0,04
5	18,95Bb*	23,48Aa*	24,58Aa*	1,28			
15	23,40Aa*	25,44Aa*	26,33Aa*	1,28			
Controle	56,37						
Controle x Consorcio					<,0001		

**Int:** intensidade de pastejo; **Esp:** espaçamento de plantio do amendoim. **Controle:** pastagem degradada com monocultivo de capim-braquiária. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste Tukey. **EPM:** erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %. **Controle x Consórcio:** contraste polinomial não é significativo (NS) quando o valor de  $P > 0,05$ . \*Diferem do Controle pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

O menor valor da relação C:N na serrapilheira existente ocorreu na intensidade de pastejo de 5 cm de altura nos pastos onde o amendoim forrageiro foi plantado com 40 cm de espaçamento entre sulcos. A redução da intensidade de desfolhação aumentou a relação C:N apenas no menor espaçamento de plantio.

Esses resultados podem ser atribuído às diferentes massas de forragem, bem como diferentes percentagens de capim-braquiária e amendoim forrageiro no pós-pastejo, em consequência dos tratamentos aplicados. Essas ocorrências causaram grande influência no processo de ciclagem de nutrientes via serrapilheira, principalmente de nitrogênio, tanto em aspectos quantitativo como no qualitativo. Dessa forma o tratamento com 5 cm de intensidade de desfolhação e 40 cm de espaçamento possibilitou maior proporções de amendoim forrageiro na massa de forragem pós-pastejo, isso possibilitou maior %  $C_{leg}$  na serrapilheira existente o que contribuiu para maior concentração de nitrogênio e consequentemente menor relação C:N.

Outra explicação e, ou, justificativa para menor relação C:N na intensidade de pastejo de 5 cm de altura com espaçamento entre sulcos de 40 cm é que na maior intensidade de desfolhação, principalmente o capim-braquiária, pode ter depositado serrapilheira com menos compostos recalcitrantes, uma vez que em pastejos mais intensos prevalece perfilhamento basal da gramínea proporcionando plantas mais jovens

(Apolinário et al., 2013). Uma observação que contribui para essa explicação é que apenas ocorreu efeito da intensidade de desfolhação nos pastos onde o amendoim forrageiro foi plantado em sulcos com espaçamento de 40 cm, mas numericamente os valores da relação C:N foram menores na maior intensidade de desfolhação (5 cm de altura) independente do espaçamento, contudo não foi suficiente para ser significativo. Apolinário et al. (2013), também relataram aumento na relação C:N da serrapilheira existente com a redução da intensidade de pastejo (taxas de lotação), mas essa diferença só pôde ser observada nos tratamentos em que as pastagens não foram fertilizadas. Já Liu et al. (2011a) não encontram diferença na relação C:N da serrapilheira existente com a redução da intensidade de pastejo (8; 16 e 24 cm de altura do dossel no pós-pastejo).

Os pastos consorciados possibilitaram acúmulo de serrapilheira existente com menor relação C:N em relação ao tratamento controle. Isso pode ser atribuído ao fato de que a concentração de N na serrapilheira existente foi muito maior nos pastos consorciados em relação ao tratamento controle (Tabela 17), mostrando assim, a possibilidade de melhorar a qualidade da serrapilheira existente com a utilização de pastos consorciados com capim-braquiária e amendoim forrageiro.

A elevada relação C:N da serrapilheira em ecossistemas de pastagens em monocultivo pode ser atribuída à deficiência de N no sistema (Heal et al., 1997; Boddey et al., 2004). A decomposição da serrapilheira e mineralização do N, de maneira geral, são favorecidos quando a relação C:N da serrapilheira for inferior a 20:1 e a imobilização ocorre, normalmente, quando a relação C:N é superior a 30:1 (Wagner e Wolf, 1999; Lambers et al., 2008). Nesse presente estudo a relação C:N variou de 18,95 a 26,33 entre os pastos consorciados, indicando que não prevaleceu a imobilização nesses sistemas. Já nos tratamentos controle a relação C:N foi elevada (56,37), conseqüentemente houve lenta taxa de decomposição da biomassa de serrapilheira e intenso processo de imobilização de N na serrapilheira (Capítulo 3, Figura 2 e 5).

A relação C:N da serrapilheira existente foi influenciada pelos tratamentos (espaçamentos de plantio /intensidades de pastejo: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5 e 60/15 e controle) e pela interação tratamentos (espaçamentos de plantio /intensidades de desfolhação: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5 e 60/15 e controle) x ciclos de pastejo. O contraste polinomial Controle x Consórcio foi significativo (Tabela 21).

**Tabela 21** - Relação C:N da serrapilheira existente em pastagens consorciadas com capim-braquiaria em diferentes espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e intensidades de desfolhação sob lotação intermitente

Tratamento	Relação C:N			Valor de P <sup>1</sup>
	Ciclo de pastejo			Trat.*Ciclo
	1	2	3	0,002
40/5	18,17Ca	18,38Ca	20,32Ca	
40/15	22,70BCa	28,3 Ba	22,16BCa	
50/5	22,02BCa	24,93BCa	23,51BCa	
50/15	24,31Ba	29,45Ba	22,57BCa	
60/5	26,38Ba	21,74Ca	25,64Ba	
60/15	24,87Ba	26,65Ba	25,00Ba	
Controle	47,58Ab	59,11Aa	62,44Aa	
Controle x Consórcio				<,0001
EPM		2,12		

**Tratamentos:** espaçamento de plantio/intensidade de desfolhação (40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5; 60/15) e controle. **Controle:** pastagem degradada capim-braquiaria. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey. **EPM:** erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %. **Controle x Consórcio:** contraste polinomial não é significativo (NS) quando o valor de P > 0,05.

As pastagens do tratamento controle tiveram maior relação C:N do que os tratamentos com as pastos consorciados nos três ciclo de pastejo, sendo que entre os pastos consorciados o tratamento com 40 cm de espaçamento de plantio e intensidade de pastejo de 5 cm de altura tiveram menor relação C:N em todos os ciclo de pastejo e tendência dos tratamentos com intensidade de pastejo de 5 cm de altura apresetarem menor relação C:N, sendo significativo em alguns casos, principalmente no segundo ciclo e pastejo.

A relação C:N não variou entre os tratamentos com pastos consorciados em relação aos ciclos de pastejo, mas no tratamento controle a relação C:N da serrapilheira existente aumentou ao longo do período de pastejo, muito provavelmente porque não se faz a fertilização dessas pastagens, principalmente nitrogenada e associado a isso, ocorre sub-pastejo no período favorável à produção de forragem o que contribui para produção de forragem com menor teor de N e conseqüentemente a serrapilheira também terá baixo teor de N, contribuindo dessa forma para que ocorra imobilização do N pela massa microbiana do solo e lenta decomposição e mineralização da serrapilheira (Capítulo 3, Figuras 1 e 2), corroborando assim, com os resultados e teoria apresentados por alguns trabalhos da literatura, os quais estudaram a ciclagem de nutrientes via serrapilheira em pastos tropicais com ênfase no N (Dubeux et al., 2006a; Boddey et al., 2004; Thomas e Asakawa, 1993).

Embora exista outros componentes indicadores da qualidade da serrapilheira como a FDA, NIDA e lignina, a relação C:N da serrapilheira é o indicador mais importante, sendo o N elemento chave para o processo de decomposição (Heal et al., 1997; Lambers et al., 2008; Laliberté et al., 2012).

A ineficiência do processo de ciclagem de nutrientes via serrapilheira em pastagens tropicais, principalmente àquelas com forrageiras do gênero das braquiárias, normalmente ocorre devido ao elevado nível de imobilização do N pela massa microbiana e pela lenta decomposição e mineralização da serrapilheira na superfície do solo, sendo estes uns dos principais fatores responsáveis pela degradação dessas pastagens (Boodey et al., 2004).

As intensidades de pastejo não tiveram efeito na relação C:N na serrapilheira depositada durante o período de descanso dos pastos consorciados e também não houve interação entre os fatores estudados sobre essa variável. Entretanto, a relação C:N na serrapilheira depositada foi influenciada pelos espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro, tendo sido observada a menor relação C:N na serrapilheira depositada no espaçamento de 40 cm entre sulcos de plantio do amendoim forrageiro (Tabela 22).

**Tabela 22** - Relação C:N na serrapilheira depositada em pastos consorciados com capim-braquiária e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Relação C:N			EPM	Valor de P <sup>1</sup>
Espaçamento de plantio (cm)				Esp.
40	50	60		0,02
21,59b	23,28ab	25,16a	0,73	

**Esp:** espaçamento de plantio do amendoim. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. **EPM:** erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela análise de variância, sendo significativo a 5 e 10 %.

A relação C:N da serrapilheira depositada foi menor nos tratamentos com espaçamento de 40 cm entre sulcos de plantio do amendoim forrageiro e isso é provavelmente consequência da maior concentração de N nesse mesmo tratamento que por sua vez, foi influenciado pela maior presença do amendoim forrageiro na massa de forragem pós-pastejo quando esse arranjo de plantio foi utilizado o que influenciou a deposição de serrapilheira proveniente do amendoim forrageiro e consequentemente a concentração de nitrogênio e relação C:N na serrapilheira depositada.

A relação C:N na serrapilheira depositada durante o período de descanso dos pastos consorciados foi influenciada pelos tratamentos, mas não pela interação tratamentos (espaçamentos de plantio /intensidades de pastejo: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15;

60/5 e 60/15 e controle) x ciclos de pastejo. O contraste polinomial Controle x Consórcio foi significativo (Tabela 23).

**Tabela 23** - Relação C:N da serrapilheira depositada em pastos consorciados de capim-braquiária e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Tratamento	Relação C:N	Valor de P <sup>1</sup>
40/5	20,81 <sup>a</sup>	Trat.
40/15	22,38 <sup>a</sup>	<,0001
50/5	23,46 <sup>a</sup>	
50/15	23,11 <sup>a</sup>	
60/5	25,35 <sup>a</sup>	
60/15	24,97 <sup>a</sup>	
Controle	62,72 <sup>B</sup>	
Controle x Consórcio		<,0001
EPM	1,43	

**Tratamentos:** espaçamento de plantio/intensidade de desfolhação (40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5; 60/15) e controle. **Controle:** pastagem degradada de capim-braquiaria. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste Tukey. **EPM:** erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %. **Controle x Consórcio:** contraste polinomial não é significativo (NS) quando o valor de  $P > 0,05$ .

Não houve diferença na relação C:N entre os tratamentos com pastos consorciados, mas houve entre os sistemas consórcio de capim-braquiaria com amendoim forrageiro e o tratamento controle. Observa-se pela significância do contraste Controle x Consórcio, a efetividade da introdução do amendoim forrageiro em pastagens degradadas de capim-braquiária para elevar a concentração de N na serrapilheira depositada, pois a concentração de N na serrapilheira depositada dos pastos consorciados foi, em média, quase três vezes maior do que a encontrada na da pastagem controle, proporcionando assim, relação C:N, em média, quase três vezes menor que a do tratamento controle.

### 3.7 Taxa de deposição de serrapilheira

Os espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro e as intensidades de pastejo, assim como a interação espaçamentos de plantio x intensidades de pastejo causaram variações significativas na taxa de deposição de serrapilheira na superfície do solo. Houve diferença, por contraste, entre os pastos consorciados e as pastagens degradadas de capim-braquiaria (tratamento controle) (Tabela 24).

**Tabela 24** - Interação espaçamento de plantio do amendoim forrageiro x intensidade de pastejo na taxa de deposição de serrapilheira na superfície do solo (kg ha<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup> MO) em pastos consorciados de capim-brquiaria e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Intensidade de pastejo (cm)	Taxa de deposição			EPM	Valor de P <sup>1</sup>		
	Espaçamento de plantio (cm)				Esp.	Int.	Esp.*Int.
	40	50	60		0,08	0,006	0,0005
5	19,95Ba	15,90Ba	16,65Aa	4,19			
15	82,01Aa*	61,15Ab*	27,24Ac	4,19			
Controle	20,98						
Controle x Consórcio					0,006		

**Int:** intensidade de desfolhação; **Esp:** espaçamento de plantio do amendoim. **Controle:** pastagem de capim-braquiaria. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. **EPM:** erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %. **Controle x Consórcio:** contraste polinomial não é significativo (NS) quando o valor de P > 0,05. \*Diferem do controle pelo teste Tukey (P<0,05).

O aumento na taxa de deposição de serrapilheira com o aumento da intensidade de pastejo provavelmente está associado a maior massa de forragem pós-pastejo para o tratamento com maior altura pós-pastejo (1º Capítulo, Tabela 6). A taxa de deposição de serrapilheira no tratamento com 15 cm de altura foi aproximadamente quatro vezes maior do que quando foi utilizado 5 cm de altura pós-pastejo, não sendo observado essa diferença para o tratamento com 60 cm de espaçamento de plantio do amendoim forrageiro. Liu et al. (2011a), também observaram redução na taxa de deposição de serrapilheira em função do aumento na intensidade de pastejo (24; 16 e 8 cm de altura) em pastos de capim-Tifton 85 sob níveis de adubação nitrogenada e intensidades de pastejo manejados em lotação intermitente, porém a diferença entre a menor e maior intensidade de pastejo apresentou menor amplitude do que nesse presente estudo. Esses autores justificaram esses resultados pelo fato de que as pastagens manejadas com 24 cm de altura pós-pastejo apresentaram maior massa que possivelmente possibilitou maior taxa de deposição de serrapilheira. Já Apolinário et al. (2013), não observaram influência na taxa de deposição de serrapilheira em função das intensidades de desfolhação (2,0; 3,8 e 5,3 UA/ha) em pastagens de capim-braquiária sob níveis de adubação nitrogenada e taxas de lotação, manejadas em lotação intermitente.

Outro fator que pode ter contribuído para aumentar a diferença entre as intensidades de pastejo é que nos tratamentos com maior intensidade (5 cm de altura), a duração dos períodos de descanso (33; 74 e 70 dias para os ciclos 1; 2 e 3, respectivamente) para que os pastos pudessem atingir a altura pré estabelecida para interrupção da rebrota (25 cm de altura com base no capim-braquiária em todos os

tratamentos, exceto o controle) foram maiores do que nos pastos manejados a 15 cm de altura pós-pastejo (26; 46 e 58 dias para os ciclos 1; 2 e 3, respectivamente).

Nos pastos onde foi aplicado o tratamento de 5 cm de altura pós-pastejo não houve efeito de espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro sobre a taxa de deposição, mas naqueles em que a intensidade de pastejo foi de 15 cm de altura ocorreu redução na taxa de deposição de serrapilheira com o aumento do espaçamento de plantio do amendoim forrageiro, sendo observado o maior valor nas pastagens onde foi utilizado intensidade de desfolhação de 15 cm de altura com espaçamento de plantio do amendoim forrageiro de 40 cm entre sulcos. Possivelmente isso pode ser explicado porque nessas pastagens foram observados os maiores valores massa de forragem no pós-pastejo, tanto de capim-braquiaria quanto de amendoim forrageiro (1º Caítulo, Tabela 6) e também a massa de forragem total no pós-pastejo foi maior na menor intensidade de desfolhação (15 cm de altura) e no espaçamento de plantio do amendoim forrageiro de 40 cm entre sulcos, individualmente (1º Capítulo, Tabela 5).

Os valores da taxa de deposição de serrapilheira foram influenciados pelos tratamentos (espaçamentos de plantio /intensidades de pastejo: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5 e 60/15 e controle) e pelos ciclos de pastejo, bem como pela interação tratamentos (espaçamentos de plantio /intensidades de pastejo: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5 e 60/15 e controle) x ciclos de pastejo. O contraste polinomial controle x consórcio foi significativo (Tabela 25).

**Tabela 25** - Interação tratamento x ciclo de pastejo na taxa de deposição de serrapilheira na superfície do solo ( $\text{kg ha}^{-1}\text{dia}^{-1}$  MO) em pastos consorciados de capim-braquiária e amendoim forrageiro em diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo sob lotação intermitente

Tratamento	Taxa de deposição			Valor de P <sup>1</sup>
	Ciclo de pastejo			Trat.*Ciclo
	1	2	3	<,0001
40/5	19,04Ba	23,40Ca	17,43BCa	
40/15	80,35Aa	92,31Aa	68,38Aa	
50/5	15,90Ba	16,55Ca	15,25BCa	
50/15	59,48Aab	46,93Bb	84,53Aa	
60/5	16,65Ba	19,98Ca	13,33BCa	
60/15	27,24Ba	29,73Ca	24,75Ba	
Controle	34,53Ba	21,24Cb	7,19Cc	
Controle x Consócio				0,006
EPM		5,15		

**Tratamentos:** espaçamento/intensidade (40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5; 60/15) e controle. **Controle:** pastagem degradada de capim-braquiária. **Ciclo:** ciclo de pastejo. **Trat.\*Ciclo:** interação tratamentos x ciclo de pastejo. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média. <sup>1</sup> valor de P pela ANOVA, sendo significativo a 5 e 10 %. **Controle x Consócio:** contraste polinomial não é significativo (NS) quando o valor de P > 0,05.

Em relação aos pastos consorciados, esses resultados representam os que já foram mostrados anteriormente, entretanto, é importante resaltar nesses dados a acentuada redução, no decorrer do período de pastejo, da taxa de deposição de serrapilheira na superfície do solo na pastagem controle, de forma que a taxa de deposição reduziu quase 5 vezes do ciclo 1 para o 3.

No primeiro ciclo de pastejo no controle observou menor taxa de deposição de serrapilheira apenas em relação aos tratamentos 40/15 e 50/15, os quais se mantiveram com taxas de deposição superiores em todos os ciclos de pastejo, não diferindo dos demais tratamentos. Isso pode ser explicado pelo fato de que na pastagem controle, normalmente, ocorria sub-pastejo no período chuvoso e super pastejo no período seco, sendo assim, no início do período chuvoso, onde há maior pluviosidade e a disponibilidade de nutrientes no solo é maior, há maior taxa de deposição de serrapilheira, uma vez que devido ao sub-pastejo ocorre acúmulo de forragem que apresenta elevada taxa de senescência e conseqüentemente maior deposição de serrapilheira.

As pastagens degradadas reduzem drasticamente sua produção primária ao longo do período de pastejo devido, principalmente, à falta de reposição de nutrientes, entre eles destaca-se o nitrogênio e também pelo inadequado manejo do pastejo. A redução da

taxa de deposição e acúmulo de serrapilheira são processos que normalmente ocorrem em pastagens degradadas ou em processo de degradação. Dessa forma Oliveira et al. (2004) e Santos et al. (2007) sugeriram a produção comparativa de serrapilheira, bem como seu teor de nitrogênio como formas de avaliar o nível de degradação em que uma determinada pastagem se encontra.

#### 4 - Conclusões

- Pastagens manejadas com intensidade de desfolhação de 15 cm de altura e amendoim forrageiro plantado em espaçamento entre sulcos de 40 cm possibilitam maior massa de serrapilheira existente e depositada, bem como maior taxa de deposição de serrapilheira;
- Espaçamento de 40 cm entre sulcos de plantio do amendoim forrageiro proporciona maior massa de serrapilheira de amendoim forrageiro na serrapilheira existente no pré-pastejo e depositada durante período de desconso dos piquetes. Pastagens manejadas com 15 cm de altura de intensidade de desfolhação apresentaram maior quantidade de N na serrapilheira existente e depositada em relação a pastagem com altura de 5 cm pós-pastejo;
- Pastos consorciados são mais eficientes na melhoria da qualidade da serrapilheira em relação às pastagens em monocultivo com maior taxa de deposição de serrapilheira e concentração de N três vezes maior, contribuindo dessa forma para maior sustentabilidade do sistema pastoril através do “input” de N via fixação biológica de N.

## 5 - Referências Bibliográficas

- ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; VALENTIM, J. F.; Grazing management strategies for massai-grass forage peanut pastures. 1. Dynamics of sward condition and botanical composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 334-342, 2006.
- APOLINÁRIO, V. X. O.; DUBEUX, J. C. B.; MELLO, A. C. L.; VENDRAMINI, J. M. B.; LIRA, M.A.; SANTOS, M. V. F.; MUIR, J. P. Deposition and Decomposition of Signal Grass Pasture Litter under Varying Nitrogen Fertilizer and Stocking Rates. **Agron. J.** v. 105, p. 999 -1004, 2013.
- BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRE, R. M. Nitrogen cycling in *Braquiaria* pastures: The key to understanding the process of pasture decline, **Agric. Ecosyst. Environ.** v. 103, p. 389 - 403, 2004.
- BRUCE, R. C.; EBERSOHN, J. P. Litter measurements in two grazed pastures in southeast Queensland. **Trop. Grassl.**, v. 16, p. 180-185, 1982.
- 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**, v. 28, p. 43-52, 1994.
- CANTARUTTI, R. B.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; CADISCH, G.; REZENDE, C. P.; PEREIRA, J. M.; BRAGA, J. M.; GOMIDE, J. A.; FERREIRA, E.; ALVES, B. J. R. S.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the south of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling Agroecosyst**, v. 64, p. 257–271, 2002.

- DA SILVA, S. C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**, v. 2, p. 347-385, 2004.
- DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4ª Ed. Embrapa Amazônia Oriental, 2011.
- DUBEUX JR., J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E.; VENDRAMINI, J. M. B. Litter mass, deposition rate, and chemical composition in bahiagrass pastures managed at different intensities. **Crop Sci.** v. 46, p. 1299-1304. 2006a.
- DUBEUX JR., J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E.; VENDRAMINI, J. M. B. Litter decomposition and mineralization in bahiagrass pastures managed at different intensities. **Crop Science.** v. 46, p. 1305-1310, 2006b.
- FOLLETT, R. F.; VARVEL, G. E.; KIMBLE, J. M.; VOGEL, K. P. No-till corn after bromegrass: Effect on soil carbon and soil aggregates. **Agronomy Journal**, v. 101, p. 261-268, 2009.
- GILLER, K. E.; CADISCH, G. Future benefits from biological nitrogen fixation: an ecological approach to agriculture. **In: Management of Biological Nitrogen Fixation for the Development of More Productive and Sustainable Agricultural Systems**. Springer Netherlands, p. 255-277, 1995.
- HEAL, O. W., ANDERSON, J. M.; SWIFT, M. J. **Plant litter quality and decomposition: An historical overview**. In: G. Cadisch, and K.E. Giller, editors, *Driven by nature: Plant litter quality and decomposition*. CAB Int., Wallingford, England., p. 3-30, 1997.
- LALIBERTÉ, E.; TURNER, T.; COSTES, S. J.; PEARSE, K.-H.; WYRWOLL, G. ZEMUNIK; LAMBERS, H. Experimental assessment of nutrient limitation along

- a 2-million year dune chronosequence in the south-western Australia biodiversity hotspot. **J. Ecol.** v. 10.1111, p. 1365 - 2745, 2012.
- LAMBERS, H.; CHAPIN, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology**. 2. ed. Springer Science, Berlin, Germany. p. 610, 2008.
- LIU, K.; SOLLENBERGER, L. E.; SILVEIRA, M. L.; VENDRAMINI, J. M. B.; NEWMAN, Y. C. Grazing intensity and nitrogen fertilization affect litter responses in 'Tift on 85' bermudagrass pastures: I. Mass, deposition rate, and chemical composition. **Agron. J.** v. 103, p. 156–162, 2011a.
- MACHADO, A. N.; SIEWERDT, L.; ZONTA, É. P.; VAHL, L. C.; COELHO, R. W.; FERREIRA, O. G. L.; AFFONSO, A. B. Rendimento do amendoim-forrageiro estabelecido sob diferentes arranjos populacionais de plantas em Planossolo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, p. 151-162, 2006.
- NAETH, M. A.; BAILEY, A. W.; PLUTH, D. J.; CHANASYK, D. S.; HARDON, R. T. Grazing impacts on litter and soil organic matter in mixed prairie and fescue grassland ecosystems in Alberta. **J. Range Manage**, v. 44, p. 7-12, 1991.
- OLIVEIRA, O. C.; OLIVEIRA, I. P.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. C.; BOODEY, R. M. Chemical and biological indicators of decline /degradation of *Braquiaria* pastures in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 103, p. 289-300, 2004.
- PATRICK, L. B.; FRASER, L. H.; KERSHNER, M. W. Large-scale manipulation of plant litter and fertilizer in a managed successional temperate grassland. **Plant Ecol.** v. 197, p. 183–195, 2008.
- PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 791-796, 2003.

- QUADROS, D. G.; ANDRADE RODRIGUES, L. R.; RODRIGUES, T. D. J. D.; RAMOS, A. K. B.; PAROLIN, F. J. T. Acúmulo de massa seca e dinâmica do sistema radicular do estilosantemineirão submetido a duas intensidades de desfolhação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 5, p. 113-122, 2004.
- REZENDE, C. P.; CANTARUTT, R. B.; BRAGA JM, GOMIDE, J. A.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER , K. E.; BODDEY, R. M. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutr Cycl Agroecosyst**, v. 54, p. 99 - 112, 1999.
- SILVA, H. M. S.; DUBEUX JR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. Litter decomposition of *Brachiaria decumbens* Stapf. and *Calopogonium mucunoides* Desv. in the rumen and in the field: a comparative analysis. **Nutr Cycl Agroecosyst.**, v. 87, p. 151-158, 2010.
- SANTOS, R. S. M. D.; OLIVEIRA, L. P. D.; MORAIS, R. F. D.; URQUIAGA, S. C.; BOODEY, R. M.; ALVES, B. J. R. Componentes da parte aérea e raízes de pastagens de *Braquiaria* ssp. Em diferentes idades após a reforma, como indicadores de produtividade em ambiente de cerrado. **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 37, p. 119 – 124, 2007.
- THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from grass and tropical legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, p. 1351-61, 1993.
- THOMAS, R. J. The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures. **Grass Forage Sci.** v. 47, p. 133-142, 1992.
- VENDRAMINI, J. M.; DUBEUX JR, J. C.; SILVEIRA, M. L. Nutrient cycling in tropical pasture ecosystems. **Sci. Agric**, v. 9, p. 308-315, 2014.

### 3º Capítulo

#### **Decomposição e mineralização da serrapilheira em pastos de capim-braquiária consorciado com amendoim forrageiro**

**Resumo:** A decomposição da serrapilheira é um processo fundamental na ciclagem de carbono e nutrientes, sendo importante fonte de nutrientes para o crescimento das plantas no ecossistema pastagem, principalmente em sistemas de pastagens de baixo “input”, onde a prática de fertilização, principalmente nitrogenada, é de muito baixa adoção. A introdução de leguminosas fixadoras de N em pastos com gramíneas tropicais tem potencial de alterar a ciclagem de nutrientes na pastagem. A baixa relação C/N da serrapilheira proveniente da leguminosa resulta em sua maior mineralização na superfície do solo. Objetivou-se com este estudo, avaliar a dinâmica de decomposição da serrapilheira e a mineralização do nitrogênio em pastos de *Brachiaria decumbnes* (capim-braquiária) consorciados com *Arachis pintoii* (amendoim forrageiro) em diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo. O estudo da decomposição da serrapilheira foi realizado utilizando-se a técnica “litter bags”, por meio do uso de sacos de “nylon” (0; 4; 8; 16; 32; 64 e 128 dias de incubação na superfície do solo). A serrapilheira foi definida como a massa vegetal morta presente na superfície do solo não mais conectada as plantas. Para isso, foram avaliadas duas intensidades de pastejo caracterizadas por duas alturas de resíduo pós-pastejo (5 e 15 cm) com três espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro (40; 50 e 60 cm entre sulcos de plantio) e um tratamento controle (monocultivo de capim-brquiária em degradação) constituindo esquema fatorial 3 x 2 + 1. O delineamento foi em blocos ao acaso com quatro repetições e os dados foram agrupados em ciclos de pastejo. As maiores taxas de decomposição foram observadas nas intensidades de pastejo de 15 cm de altura e no espaçamento de plantio do amendoim forrageiro de 40 cm entre sulcos. Em geral, os sistemas consorciados de capim-braquiária e amendoim forrageiro apresentaram como estratégias adequadas e mais eficientes para otimizar o processo de ciclagem de nutrientes via serrapilheira em relação ao sistema monocultivo de capim-braquiária (tratamento controle).

Palavras chave: incubação; leguminosa; gramínea; ciclagem de nutrientes; intensidade de desfolhação; espaçamento de plantio.

## **Litter decomposition and mineralization in brachiaria grass mixed with forage peanut pastures**

**Abstract:** The litter decomposition is a main process in the carbon and nutrients cycling, being an important source of nutrients for the growth of plants in the pasture ecosystem, especially in low input grassland systems, where the practice of fertilization, mainly nitrogen, is very low adoption. The introduction of N-fixing legumes into pastures with tropical grasses has the potential to alter nutrient cycling in pasture. The low C/N ratio of litter from the legume results in greater mineralization of litter at the soil surface. The objective of this study was to evaluate the dynamics of litter decomposition and nitrogen mineralization in brachiaria grass mixed with forage peanut pastures at different line spacing planting and defoliation intensities. The study of litter decomposition was carried out using nylon bags (0, 4, 8, 16, 32, 64 and 128 days of incubation at the soil surface). The litter was defined as the dead plant material present on the surface of the soil no more attached to the plants. For this purpose, two grazing intensities (5 and 15 cm high) were evaluated with three line spacings planting forage peanut (40, 50 and 60 cm between planting grooves) and a control treatment (grass monoculture in decline) in a 3 x 2 + 1 factorial. The design was in randomized blocks with four replicates. The highest rates of decomposition were observed for defoliation intensity height 15 cm and in the line spacing planting forage peanut of 40 cm between groove. In general, the mix systems showed to be a good management to optimize the process of nutrient cycling through litter in relation to the control treatment.

**Keywords:** incubation; legume; grass; nutrient cycling; defoliation intensity; line spacing planting.

## 1. Introdução

As pastagens tropicais são, normalmente, cultivadas em solos marginais, com baixas concentrações de matéria orgânica (MO) e nutrientes. Nessas condições, a degradação das pastagens pode ocorrer devido à remoção contínua de nutrientes nos produtos animais, na forragem consumida e também através de processos os quais levam à perdas de nutrientes, como por exemplo, lixiviação de nutrientes e erosão do solo (Cantarutti et al., 2002; Boddey et al., 2004). Quando não há reposição de nutrientes, a MO torna-se a principal fonte de nutrientes os quais são disponibilizados pela decomposição e mineralização, principalmente de N e K (Dubeux et al., 2007).

A decomposição da serrapilheira é um processo fundamental na ciclagem de carbono e nutrientes, sendo importante fonte de nutrientes para o crescimento das plantas no ecossistema pastagem (Berg & McLaugherty, 2008; Pérez-Suárez et al., 2012), principalmente em sistemas de pastagens de baixo “input”, onde a prática de fertilização, principalmente nitrogenada, é de muito baixa adoção (Thomas, 1992; Dubeux et al., 2007).

Baixa disponibilidade de N em solos tropicais é um dos principais fatores que levam à degradação das pastagens (Cantarutti et al., 2002; Boddey et al., 2004; Silva et al., 2012). A alta relação C/N e elevadas concentrações de lignina em serrapilheiras de gramíneas tropicais (C<sub>4</sub>) resultam em baixas taxas de degradação e contribuem para a imobilização de nutrientes em sistemas pastoris (Thomas & Asakawa, 1993; Vendramini et al., 2014). De acordo com Wedin & Russell (2007), a serrapilheira de baixa qualidade leva à imobilização de N pelos microorganismos e reduz a mineralização líquida de N e, conseqüentemente, a disponibilidade de N para as plantas. Segundo Apolinário et al. (2014), a imobilização de nutrientes ocorre quando microrganismos do solo convertem um elemento inorgânico para formas orgânicas.

Como o uso de fertilizantes não é uma prática usual em pastagens tropicais, principalmente por razões econômicas, a utilização de leguminosas com capacidade de fixação de N<sub>2</sub> atmosférico é uma opção para aumentar a disponibilidade de N no ecossistema pastagem (Macharia et al., 2010; Pirhofer Walzl et al., 2012), podendo assim, resultar na melhoria da fertilidade do solo (Silva et al., 2012).

A introdução de leguminosas fixadoras de N em sistemas de produção em pasto tem potencial de alterar a ciclagem de nutrientes na pastagem. A baixa relação C/N da serrapilheira proveniente da leguminosa resulta em maior mineralização dos seus resíduos (Dubeux et al., 2007). Silva et al. (2012) avaliaram a inclusão de serrapilheira

de *Calopogonium mucunoides* na serrapilheira de *Brachiaria decumbens*. Os autores verificaram que à medida que a leguminosa aumentava de proporção, havia considerável redução na relação C:N da serrapilheira e aumento na mineralização. Desta forma, a manutenção da leguminosa na pastagem promove melhoria na composição química da serrapilheira e aumenta a quantidade e velocidade de nutrientes reciclados, principalmente o N.

Objetivou-se, com este estudo, avaliar a dinâmica de decomposição da serrapilheira e a mineralização do nitrogênio em pastos de capim-braquiária consorciada com amendoim forrageiro em diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo.

## **2. Material e Métodos**

**A localização e caracterização da área experimental, a implantação da área experimental, os tratamentos e delineamento experimental e o manejo do pastejo foram descritos no capítulo 1.**

### **2.1 Tratamentos e delineamento experimental**

Foi estudada a consorciação entre gramínea e leguminosa, sendo a gramínea o capim-braquiária (*Braquiaria decumbens* cv, Basilisk) e a leguminosa o amendoim forrageiro (*Arachis pintoii* cv. Belmonte), em esquema fatorial ( $3 \times 2 + 1$ ), no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram estudados três espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro (40; 50 e 60 cm entre sulcos), duas intensidades de pastejo caracterizadas por duas alturas pós-pastejo (5 e 15 cm), tendo como referência a gramínea e um tratamento controle (monocultivo de capim-braquiária em degradação). Dessa foram estudados os fatores individuais (espaçamento de plantio: 40; 50 e 60 cm entre sulcos e intensidades de dsfolhação: 5 e 15 cm de altura) e a associação deles quando comparados com controle (espaçamento/intensidade: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5 e 60/15).

### **2.2 Dinâmica de decomposição e mineralização da serrapilheira**

O estudo da decomposição da serrapilheira foi realizado utilizando-se a técnica “litter bags”, por meio do uso de sacos de “nylon”. A serrapilheira foi definida como a massa vegetal morta presente na superfície do solo não mais conectada às plantas. A serrapilheira foi coletada em dezembro de 2014 e incubada em fevereiro de 2015, em todas as unidades experimentais. A serrapilheira foi homogeneizada, não sendo moído, com intenção de preservar a superfície de contato semelhante à da serrapilheira original. Após a secagem da serrapilheira na estufa de ventilação forçada a 55 °C até o peso constante, exatamente 10 g da serrapilheira coletada e homogeneizada foram colocadas no interior de sacos de “nylon” (75 µm e medindo 15 x 20 cm), os quais foram selados. Os tempos de incubação foram 0, 4, 8, 16, 32, 64 e 128 dias e, cada tempo de incubação, foi repetido duas vezes em cada unidade experimental (12 sacos por parcela), exceto o tempo “0”. Sacos vazios foram também incubados nos diferentes tempos, para corrigir o peso do saco após o período de incubação.

Grupos de seis sacos, um para cada período de incubação após o tempo “0”, foram colocados na superfície do solo e cobertos com serrapilheira presente no local de

incubação, em cada uma das unidades experimentais, cujos locais foram excluídos com gaiolas metálicas para evitar que os animais removessem os saquinhos durante os patejos. A massa de forragem nos locais de exclusão foi cortada após os eventos de pastejo, nas respectivas alturas de resíduo estudadas (5 e 15 cm de altura em relação ao capim-braquiária). Para cada tempo de incubação, foram coletados dois sacos de “nylon”, em cada unidade experimental, e foi feita a limpeza dos mesmos com pincel, com intuito de remover partículas de solo. Os sacos foram secos em estufa com ventilação forçada de ar a 55 °C até peso constante, pesados, e os pesos dos sacos foram ajustados em relação a mudança de peso detectado nos sacos que foram incubados vazios, conforme descrito por Dubeux et al. (2006a).

Amostras compostas de cada tempo de incubação e de cada tratamento foram moídas (peneira com crivos de 1 mm) e analisadas as concentrações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente ácido (FDA) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), segundo técnicas descritas por Detmann et al. (2012). As análises de carbono (C) e nitrogênio (N) foram feitas pelo analisador elementar Carlo Erba NA-1500 C/N/S (Haak-Buchler Instruments, Saddlebrook, NJ) acoplado a um espectrômetro de massa (Finigan Delta Plus) para determinação da composição isotópica ( $\delta^{15}\text{N}$  e  $\delta^{13}\text{C}$ ) na estação experimental, North Florida Research and Education Center (NFREC), da Universidade da Flórida em Marianna, FL.

A composição da serrapilheira incubada em relação a proporção de gramínea e leguminosa foi determinada, em cada tempo de incubação, pela técnica da abundância natural do carbono  $^{13}\text{C}$ , conforme descrito por Follett et al. (2009). A proporção do C da serrapilheira proveniente da leguminosa (%  $C_{\text{Leg}}$ ) foi calculada pela fórmula abaixo:

$$\% C_{\text{Leg}} = 100 \times (\delta^{13}\text{C}_{\text{amostra}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{Br}}) / (\delta^{13}\text{C}_{\text{Leg}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{Br}}),$$

$$\% C_{\text{Br}} = 100 - \% C_{\text{Leg}}$$

Onde:  $\delta^{13}\text{C}_{\text{amostra}}$  é a abundância  $^{13}\text{C}$  na serrapilheira incubada,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Leg}}$  é a abundância  $^{13}\text{C}$  do amendoim forrageiro e  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Br}}$  é a abundância  $^{13}\text{C}$  do capim-braquiária. A proporção de C da leguminosa na serrapilheira incubada, em todos os tempos de incubação, foi convertida para MO, usando-se a concentração média de C dos dois componentes (gramínea e leguminosa).

### 2.3 Análises estatísticas

Os dados foram analisados utilizando o Proc Mixed do SAS (SAS Inst. Inc., 2001). As intensidades de desfolhação, os espaçamentos de plantio do amendoim, os tempos de incubação e a interação entre eles foram considerados efeito fixo. Os blocos foram considerados como efeito aleatório. Quando o tempo de incubação ou a interação entre eles com espaçamento de amendoim forrageiro e intensidades de pastejo foram significativos ( $P < 0,05$ ), modelos não lineares foram testados usando o Proc Nlin do SAS (SAS Inst. Inc., 2001) para ajustar as curvas de decomposição.

### 3. Resultados e discussão

Não houve efeito dos espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro (40; 50 e 60 cm) ( $P=0,7195$ ) e nem das intensidades de pastejo (5 e 15 cm de altura) ( $P= 0,1298$ ), mas foi observado efeito dos tempos de incubação ( $P<0,0001$ ) (0; 4; 8; 16; 32; 64 e 128 dias), da interação espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro x tempos de incubação ( $P<,0001$ ), bem como da interação intensidades de desfolhação x tempos de incubação ( $P=0,0270$ ), sobre a taxa de decomposição da serrapilheira e biomassa de serrapilheira remanescente após o período de incubação (Figuras 1).

O modelo exponencial simples foi capaz de ajustar a curva de decomposição da biomassa de serrapilheira com a interação espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro x tempos de incubação (Fig. 1A), bem como da interação intensidades de desfolhação x tempos de incubação (Fig. 1B). A perda de biomassa da serrapilheira foi maior, após 32 dias de incubação, nos tratamentos onde foram utilizados 40 cm de espaçamento entre sulcos de plantio do amendoim forrageiro em relação aos de 50 e 60 cm, sendo essa diferença ampliada nos tempos de 64 e 128 dias de incubação.

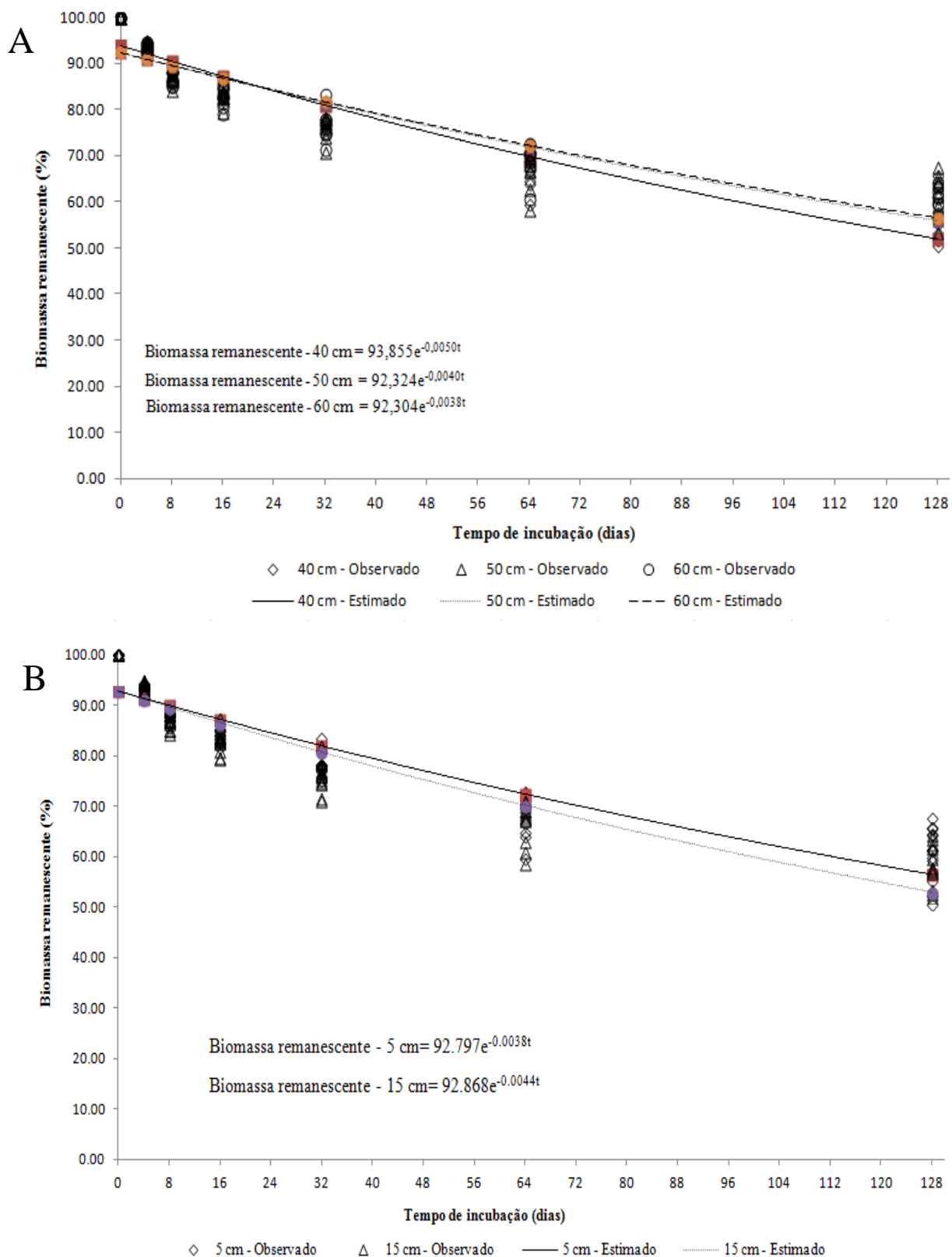


Figura 1 – Biomassa remanescente (%) de serrapilheira após 128 dias de incubação na superfície do solo em pastos consorciados de capim-brquiaria e amendoim forrageiro em diferentes espaçamentos de plantio (A) e duas intensidades de pastejo (B) sob lotação intermitente

Possivelmente isso aconteceu porque de forma geral os tratamentos com 40 cm de espaçamento entre sulcos de plantio do amendoim forrageiro possibilitaram uma

serrapilheira existente no pré-pastejo e depositada durante o período de descanso dos piquetes de melhor qualidade, ou seja, com maior concentração e quantidade de N (Ver 2º capítulo, tabelas 14; 15; 17; 18 e 19) e conseqüentemente menor relação C/N, possibilitando assim, maior taxa de decomposição e menor massa de serrapilheira remanescente após o período de incubação (128 dias) nos pastos consorciados onde esse tratamento foi utilizado (Figura 1A).

Silva et al. (2012), avaliaram a taxa de decomposição e biomassa remanescente da serrapilheira após período de incubação de 256 dias em pasto de capim-braquiaria (*Brachiaria decumbens*), em função da inclusão de diferentes proporções de serrapilheira de leguminosa (*Calopogonium mucunoides*) na de gramínea (*Brachiaria decumbens*) e observaram efeito da interação ano de incubação x tempos de incubação e atribuíram parte desse efeito à maior concentração de N na serrapilheira incubada em 2007 em relação à 2008. Existem alguns trabalhos na literatura que obtiveram resultados semelhantes que são atribuídos às diferentes concentrações de N entre as serrapilheiras avaliadas (Thomas & Asakawa, 1993; Guiller & Cadisch, 1995; Resende et al., 1999; Cantarutti et al., 2002; Olliveira et al., 2003; Dubeux Jr. et al., 2006; Liu et al., 2011b; Apolinário et al., 2014).

Em relação às intensidades de pastejo, em geral, os tratamentos com 15 cm de altura apresentaram maior taxa de decomposição e menor biomassa remanescente a partir de 16 dias de incubação (Figura 2B). Apesar da maior concentração de N e menor relação C/N da serrapilheira nas pastagens manejadas com 5 cm de altural pós-pastejo e 40 cm de espaçamento entre sulcos de plantio do amendoim forrageiro, os tratamentos que possibilitaram maior taxa de decomposição e menor biomassa remanescente de serrapilheira foram a pastos consorciados manejadas à 15 cm de altura pós-pastejo.

Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que com menor intensidade de desfolhação (15 cm) a pastagem foi capaz de depositar maior quantidade de serrapilheira na superfície do solo (Ver 2º capítulo, Tabelas 24 e 25) promovendo melhor cobertura do solo e também possibilitou a formação de clima mais ameno no interior da massa de forragem pós-pastejo do que na maior intensidade de desfolhação (5 cm), tais fatos podem ter contribuído para manter maior umidade nesse ambiente o que possibilitou maior atividade microbiológica no interior e na superfície do solo e conseqüentemente uma ciclagem de nutriente mais rápida via serrapilheira. Para Groffman et al. (1996) e Jin et al. (2013), a umidade e a de textura do solo são os dois principais fatores que influênciam o processo de decomposição de resíduos vegetais e do

processo de ciclagem do C e N em ecossistemas pastagem em curto período de tempo, atribuído para esses fatores até mesmo maior importância do que a concentração de N e relação C/N da serrapilheira.

Houve efeito dos tratamentos ( $P < 0,0001$ ) (espaçamento de plantio do amendoim forrageiro/intensidade de desfolhação: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5 e 60/15), dos tempos de incubação ( $P < 0,0001$ ) (0; 4; 8; 16; 32; 64 e 128 dias), da interação tratamentos x tempos de incubação ( $P < 0,0001$ ), bem como entre controle x consórcio por contraste ortogonal ( $P < 0,0001$ ), sobre a taxa de decomposição da serrapilheira e consequentemente sobre a biomassa de serrapilheira remanescente após período de incubação (Figura 2).

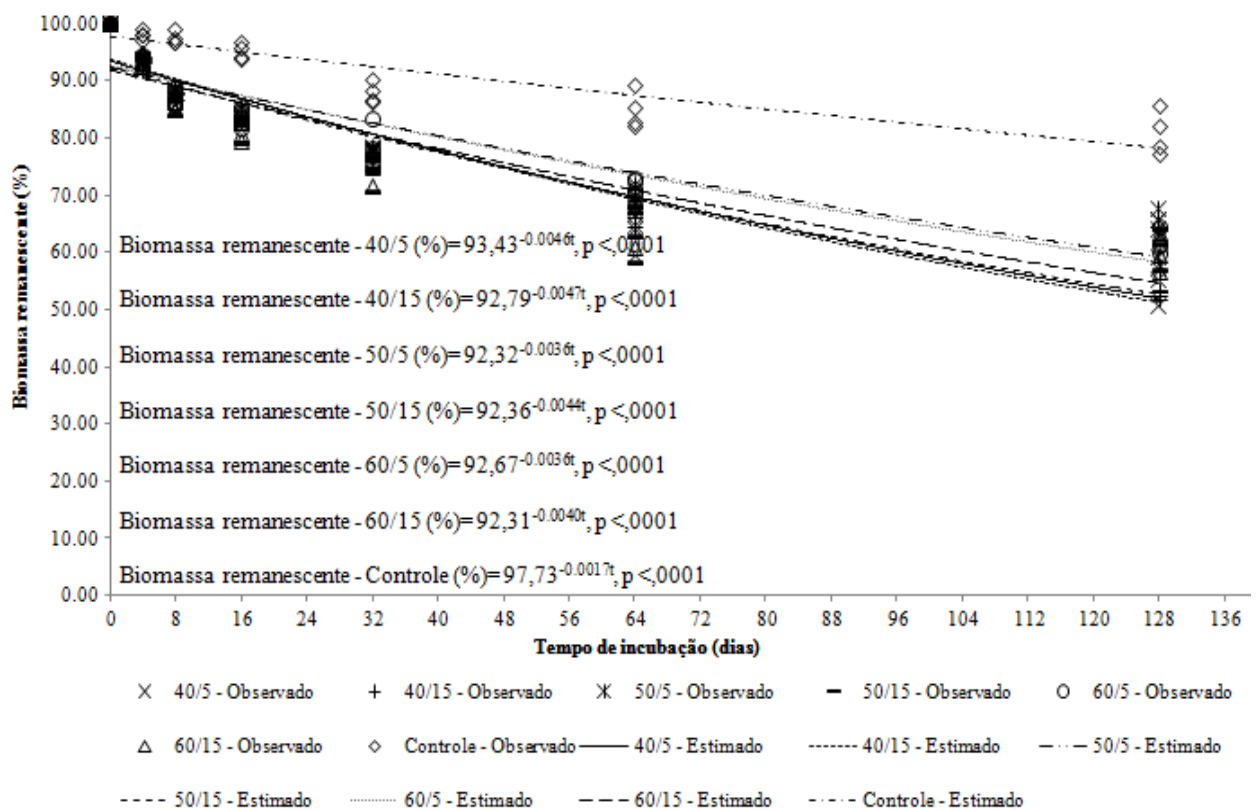


Fig. 2 - Biomassa remanescente (%) de serrapilheira após 128 dias de incubação na superfície do solo em pastos consorciados de capim-brquiaria e amendoim forrageiro em diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo sob lotação intermitente.

No espaçamento de 40 cm entre sulcos, independente da intensidade de desfolhação utilizada, foi observado as maiores taxas de decomposição da serrapilheira ( $K = 4,6 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  e  $K = 4,7 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  para intensidades de desfolhação de 5 e 15 cm de

altura, respectivamente), possibilitaram as menores biomassa de serrapilheira remanescente após período de incubação (128 dias) (Fig. 2). Nas pastagens com 50 e 60 cm de espaçamento entre sulcos e intensidade de desfolhação de 5 cm de altura foram observados as menores taxas de decomposição da serrapilheira ( $K= 3,6 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  para os dois tratamentos) e também maiores valores de biomassa de serrapilheira remanescente após período de incubação (128 dias) (Figura 2).

Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que nas pastagens que o amendoim forrageiro foi plantado com 40 cm de espaçamento entre sulcos apresentaram serrapilheira de melhor qualidade devido a maior proporção de amendoim na massa pós-pastejo (1º capítulo, tabelas 6 e 7), principalmente quando manejadas com intensidade de desfolhação de 5 cm de altura mas, a possível maior retenção de umidade na superfície do solo proporcionada pela menor intensidade de desfolhação (15 cm de altura) pode ter possibilitado maiores taxas de decomposição da serrapilheira e menores biomassa de serrapilheira remanescente após período de incubação (128 dias) nas pastagens onde a leguminosa foi plantada com 50 e 60 cm entre sulcos de plantio.

Segundo Boddey et al. (2004), a imobilização de nutrientes, principalmente N, na serrapilheira depositada na superfície do solo em ecossistemas pastagens é um dos principais processos que levam à degradação das pastagens nos trópicos, tanto pela baixa taxa de decomposição como pela ação de microorganismos do solo. Nesse sentido, a introdução do amendoim forrageiro na pastagem degradada de capim-braquiária, independente do espaçamento de plantio e intensidade de desfolhação utilizados nesse estudo, mostrou-se ser um manejo capaz de melhorar o processo de ciclagem de nutrientes via serrapilheira, uma vez que todos os tratamentos com pastos consorciados proporcionaram maiores taxas de decomposição da serrapilheira e menores massas de serrapilheira remanescente após período de incubação (128 dias), em relação ao tratamento controle ( $K= 4,2 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  e  $K= 1,7 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  para consórcio e controle, respectivamente). Oliveira et al. (2003), estudaram a dinâmica de decomposição da serrapilheira de *Arachis pintoi* (amneoidm forrageiro), *Hyparrhenia rufa* (capim- jaraguá) e da mistura destas espécies, em solo de várzea. Os tratamentos foram monocultivo da gramínea; monocultivo da leguminosa e consórcio entre as espécies e observaram que a taxa de decomposição da serrapilheira foi maior nos pastos consorciados em relação ao monocultivo de gramínea ( $K= 18,4$  e  $8,3 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  para consorcio e monocultivo, respectivamente).

Não houve efeito dos espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro (40; 50 e 60 cm) ( $P=0,8738$ ) e nem das intensidades de pastejo (5 e 15 cm de altura) ( $P=0,3324$ ), mas foi observado efeito dos tempos de incubação ( $P=0,0009$ ) (0; 4; 8; 16; 32; 64 e 128 dias) e da interação intensidades de pastejo x tempos de incubação ( $P=0,0312$ ) sobre a taxa de decomposição ( $K= 4,6 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  e  $K= 8,7 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  C remanescente<sub>Leg</sub> para as intensidades de desfolhação de 5 e 15 cm, respectivamente) e na porcentagem de C remanescente da serrapilheira oriundo do amendoim forrageiro (C remanescente<sub>Leg</sub>) após o período de incubação (128 dias) (Figuras 3).

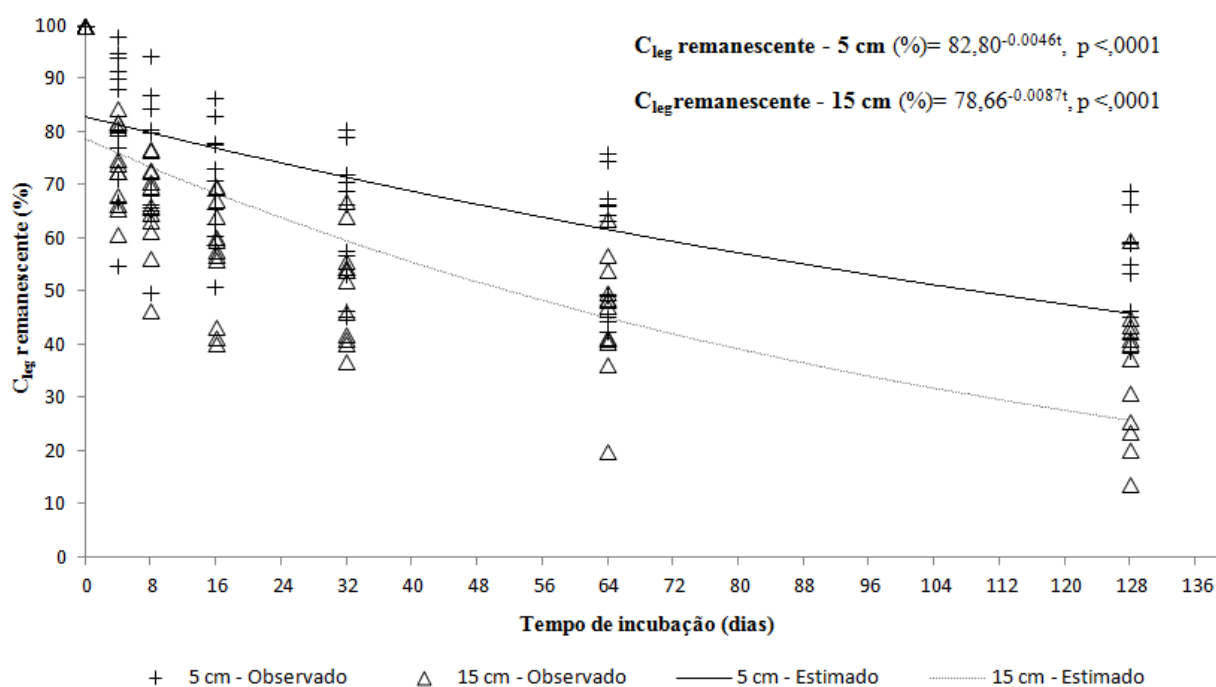
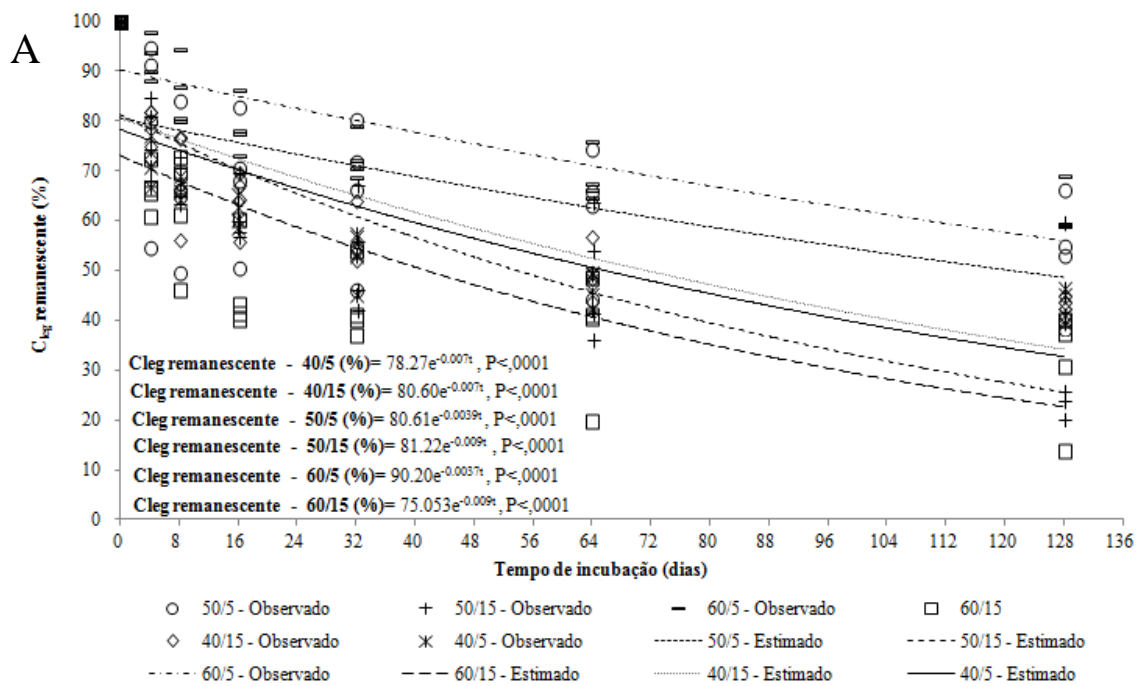


Figura 3 - Percentagem de C remanescente da serrapilheira oriundo do amendoim forrageiro (C remanescente<sub>Leg</sub>) (%), nos sistemas consorciados, após 128 dias de incubação na superfície do solo em pastos consorciados de capim-brquiaria e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Os pastos consorciados manejados com intensidade de pastejo de 15 cm de altura apresentaram maior taxa de decomposição e menor porcentagem de C remanescente da serrapilheira oriundo do amendoim forrageiro (C remanescente<sub>Leg</sub>) após 128 dias de incubação na superfície do solo. Provavelmente, estes resultados também podem ser explicados pelo fato de que na menor intensidade de desfolhação (15 cm de altura) possibilitou maior retenção de umidade na serrapilheira e conseqüentemente, na superfície do solo o que pode ter contribuído para maior atividade microbiológica (Swift et al., 1979; Okeke e Omaliko, 1992) acelerando o

processo de ciclagem de nutrientes via decomposição da serrapilheira (Palm e Sanchez, 1991; Thomas, 1995; Jin et al., 2013). Segundo esses mesmos autores, a umidade do solo é um dos principais fatores no controle da decomposição da serrapilheira e matéria orgânica do solo.

Houve efeito dos tratamentos ( $P < 0,0001$ ) (espaçamento de plantio do amendoim forrageiro/intensidade de desfolhação: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5 e 60/15), dos tempos de incubação ( $P < 0,0001$ ) (0; 4; 8; 16; 32; 64 e 128 dias), da interação tratamentos x tempos de incubação ( $P < 0,0001$ ), na porcentagem de C remanescente da serrapilheira oriundo do amendoim forrageiro ( $C_{\text{leg}}$  remanescente<sub>Leg</sub>). Também houve estes mesmos efeitos sobre a porcentagem de C remanescente da serrapilheira oriundo do capim-brquiária ( $C_{\text{Br}}$  remanescente<sub>Br</sub>) após o período de incubação, mas também existiu diferença entre controle x consórcio por contraste ortogonal ( $P < 0,0001$ ) para essa variável (Figuras 4, A e B).



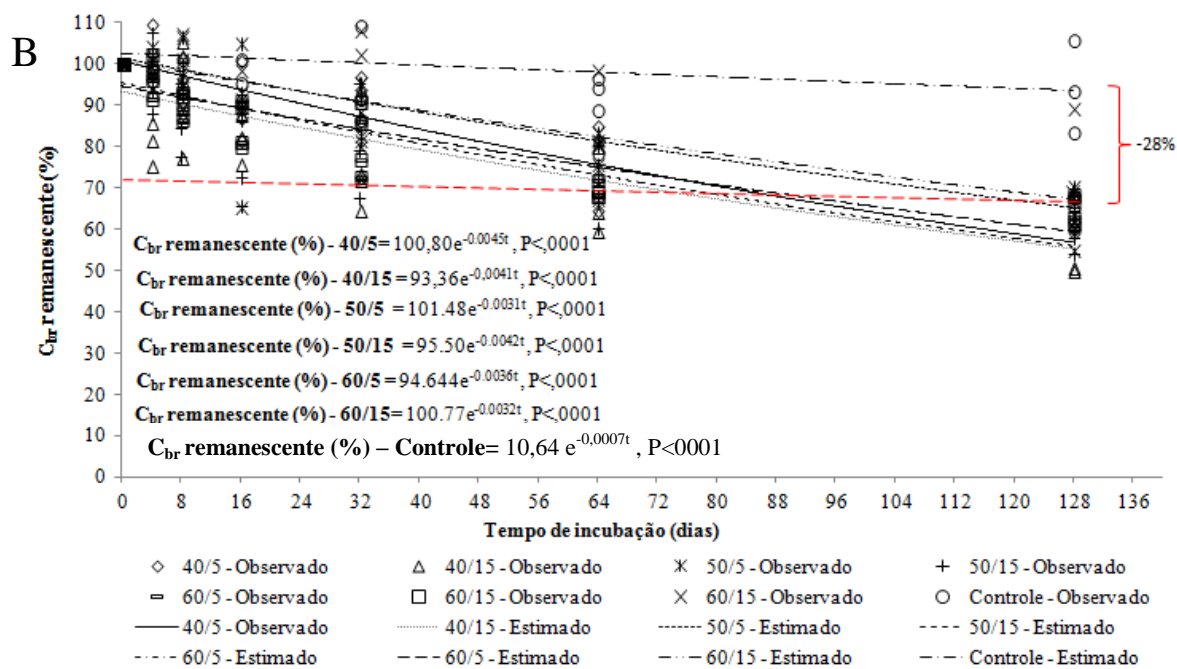


Figura 4 – Percentagem de C remanescente da serrapilheira oriundo do amendoim forrageiro ( $C_{\text{remanescente}_{\text{Leg}}}$ ) (%) (A) e percentagem de C remanescente da serrapilheira oriundo do capim-brquiária ( $C_{\text{remanescente}_{\text{Br}}}$ ) (%) (B) após 128 dias de incubação na superfície do solo em pastos consorciados de capim-brquiária e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Nos pastos consorciados, a serrapilheira proveniente do amendoim forrageiro teve maiores taxas de decomposição e menores porcentagem de  $C_{\text{remanescente}_{\text{Leg}}}$  nos tratamentos 50/15 e 60/15 (espaçamento de plantio/intensidade de desfolhação), sendo observado o inverso nos tratamentos 50/5 e 60/5 (espaçamento de plantio/intensidade de desfolhação). Os tratamentos com 40 cm de espaçamento entre sulcos de plantio do amendoim forrageiro, nas duas intensidades de pastejo (5 e 15 cm), tiveram taxa de decomposição da serrapilheira da leguminosa e porcentagem de  $C_{\text{remanescente}_{\text{Leg}}}$  próximos dos observados nos tratamentos 50/15 e 60/15 (espaçamento de plantio/intensidade de desfolhação) (Figura 4A).

Já para a serrapilheira proveniente do capim-brquiária nos pastos consorciados os tratamentos 40/5; 40/15 e 50/15 possibilitaram maiores taxas de decomposição e menores porcentagem de  $C_{\text{remanescente}_{\text{Br}}}$ , seguido do tratamento 60/5. As menores taxas de decomposição e maiores porcentagens de  $C_{\text{remanescente}_{\text{Br}}}$  após 128 dias de incubação foram observados nos tratamentos 50/5 e 60/15 (Figura 4B).

Esses resultados evidenciaram que durante o processo de decomposição da serrapilheira nos pastos consorciados pode ter havido seletividade da biomassa

microbiana por partículas menos recalcitrantes, ou seja, nas pastagens com 60 cm de espaçamento entre sulcos de plantio e intensidade de desfolhação com 15 cm de altura foi observado maior taxa de decomposição e menor porcentagem de C remanescente<sub>Leg</sub> após 128 dias de incubação e o inverso foi observado para taxa de decomposição e porcentagem de C remanescente<sub>Br</sub> no mesmo tratamento.

A concentração de N da biomassa microbiana é maior do que a dos resíduos de plantas de forma geral (Cotrufo et al., 2013; Manzoni et al., 2008), por isso, os microorganismos degradam serrapilheira com alta concentração inicial de N com maior velocidade (Hobbie, 2005). Associado a esse fato quando a relação C:N inicial da serrapilheira aproxima de 30 que é o caso do tratamento 60/15 (2º Capítulo, tabela 20), a mineralização líquida do N diminui (Gama-Rodrigues et al., 2007; Lambers et al., 2008). Devido a esse processo, nos pastos consorciados com gramínea e leguminosa onde a mineralização líquida do N for baixa pode haver seleção, pelos microorganismos do solo, por partículas de serrapilheira proveniente da leguminosa, uma vez que essa produz serrapilheira de melhor qualidade e dessa forma apresentou maior taxa de decomposição e menor C remanescente<sub>Leg</sub> em relação a fração de gramínea da serrapilheira incubada (128 dias). À medida que a concentração de N da serrapilheira aumenta nos demais tratamentos e conseqüentemente a relação C:N diminui (2º Capítulo, Tabelas 17 e 20), ocorre decomposição mais uniforme da serrapilheira em consequência do aumento na mineralização líquida de N e maior disponibilidade do mesmo para os microorganismos do solo. Isso pode ter ocorrido devido à variabilidade da porcentagem de leguminosa na serrapilheira entre os pastos consorciados implicando em menor ou maior entrada de N no sistema. Para Gama-Rodrigues et al. (2007), Lambers et al. (2008) e Dubeux Jr. et al. (2006) a variação na concentração de N é fator fundamental no controle do balanço entre mineralização/imobilização do N da serrapilheira.

Da mesma forma, quando comparamos essas variáveis entre sistemas com pastos consorciados (amendoim forrageiro e capim-braquiária) e monocultivo de capim-braquiária em processo de degradação (controle), foi observado que independente dos tratamentos, os pastos consorciados tiveram maior taxa de decomposição da fração de serrapilheira proveniente do capim-braquiária em relação ao tratamento controle, sendo que a serrapilheira proveniente do capim-braquiária nos pastos consorciados teve, no mínimo, 28 % a menos na porcentagem de C remanescente<sub>Br</sub> após 128 dias de incubação em relação ao tratamento controle. Silva et al. (2012), Oliveira et al. (2003) e

Cantarutti et al. (2002), mostraram que a inclusão de serrapilheira de leguminosa na de gramínea acelera o processo de decomposição e mineralização do N da serrapilheira em relação a serrapilheira oriunda apenas de gramínea tropical. Esse processo também foi constatado por Thomas & Asakawa (1993), Myers et al. (1997) e Wardle et al. (1999), mas o estudo da dinâmica de decomposição de cada fração da serrapilheira, separadamente, proveniente das espécies forrageiras componentes do consórcio, ainda não são bem esclarecidas. Esses resultados nos mostram que a presença da serrapilheira do amendoim forrageiro acelerou a demcposição da fração da serrapilheira proveniente do capim-braquiária nos pastos consorciados, otimizando a eficiência do processo de ciclagem de nutrientes nessas pastagens.

Houve efeito dos tratamentos ( $P < 0,0001$ ) (espaçamento de plantio do amendoim forrageiro/intensidade de desfolhação: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5; 60/15 e controle), dos tempos de incubação ( $P < 0,0001$ ) (0; 4; 8; 16; 32; 64 e 128 dias), da interação tratamentos x tempos de incubação ( $P < 0,02$ ), na taxa de decomposição e do N remanescente (%) da serrapilheira submetida à 128 dias de incubação. Também ocorreu diferença entre controle x consórcio por contraste ortogonal ( $P < 0,0001$ ) para essas variáveis (Figura 5).

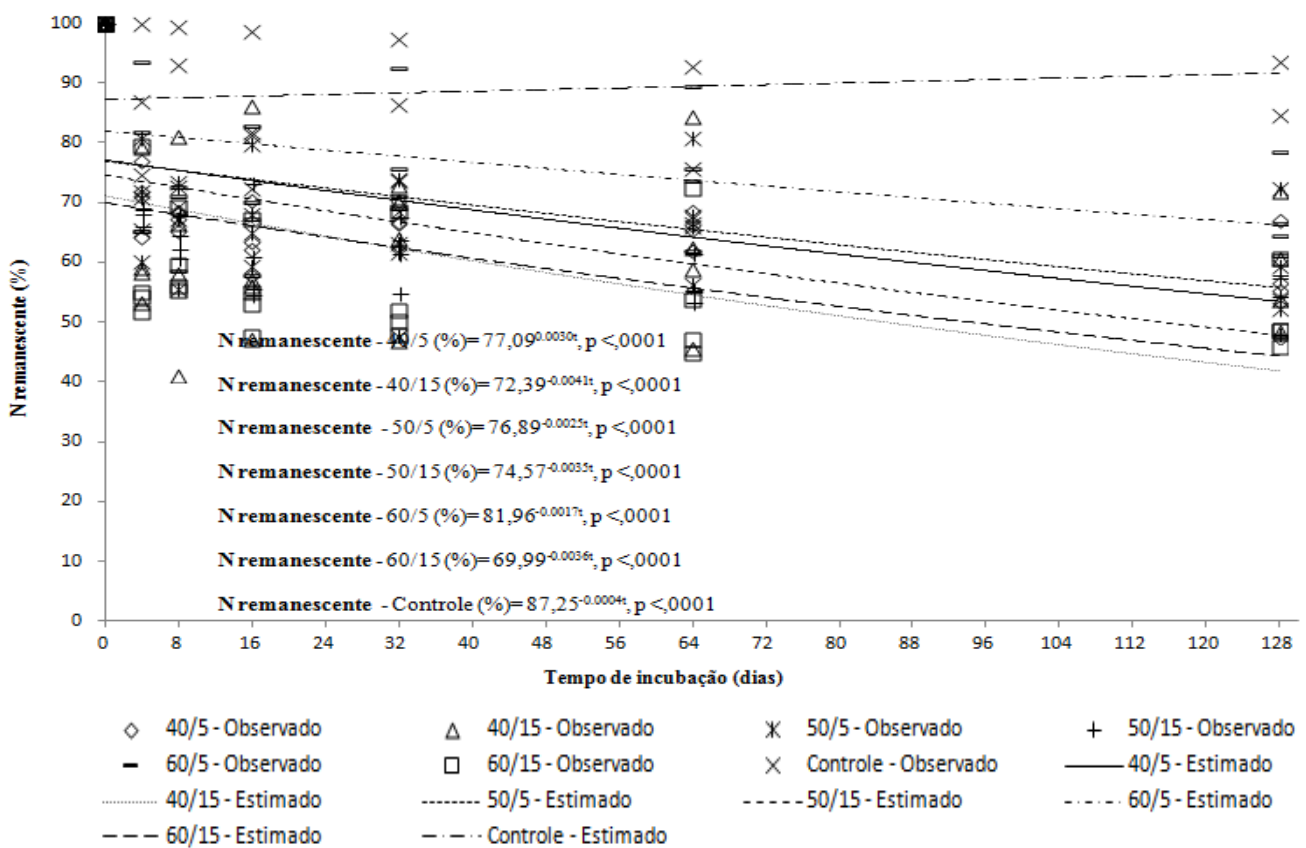


Figura 5 – Percentagem de N remanescente na serrapilheira (%) após 128 dias de incubação na superfície do solo em pastos consorciados de capim-brquiária e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejo em lotação intermitente

Entre os pastos consorciados, o tratamento 40/15 (espaçamento de plantio do amendoim forrageiro/intensidade de pastejo) apresentou maior taxa de decomposição ( $k = 4,1 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ) e menor percentagem de N remanescente após período de incubação (128 dias). Já entre as pastagens consorciadas manejadas sob intensidade de desfolhação de 5 cm de altura apresentaram maior taxa de decomposição do N ( $k = 3,0 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ;  $k = 2,5 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  e ;  $k = 1,7 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  para os tratamentos 40/5; 50/5 e 60/5, respectivamente) e menor percentagem de N remanescente quando associadas ao espaçamento de plantio de 40 cm. Em geral, os pastos manejados com intensidade de desfolhação de 15 cm de altura apresentaram maior taxa de decomposição ( $k = 3,5 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  e  $k = 3,6 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  para os tratamentos 50/15 e 60/15, respectivamente) e menor percentagem de N remanescente do que os pastos onde a intensidade de pastejo foi de 5 cm de altura ( $k = 3,0 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ,  $k = 2,5 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  e  $k = 1,7 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  para os tratamentos 40/5; 50/5 e 60/5, respectivamente), independente do espaçamento de plantio do amendoim forrageiro (Fig. 5).

Esses resultados podem ser atribuídos ao maior “input” de N nas pastagens onde o amendoim forrageiro foi plantado em sulco com 40 cm de espaçamento (Ver 1º e 2º capítulo) e também à maior taxa de decomposição da biomassa de serrapilheira nas pastagens com intensidade de pastejo de 15 cm de altura o que já foi justificado em resultados anteriores nesse capítulo (Fig.1) (Palm & Sanchez, 1991; Thomas, 1995; Jin et al., 2013; Thomas & Asakawa, 1993; Guiller & Cadisch, 1995; Resende et al., 1999; Cantarutti et al., 2002; Olliveira et al., 2003; Dubeux Jr. et al., 2006a; Liu et al., 2011b; Apolinário et al., 2014).

Em geral, nos pastos consorciados, a taxa de decomposição relativa do N foi maior, resultando em menor porcentagem de N remanescente na serrapilheira durante o período de incubação do que na pastagem controle ( $k = 2,48 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  e  $k = 0,40 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  para os pastos consorciados e controle, respectivamente). Em média, aproximadamente 39,54 % do N presente na serrapilheira incubada nos pastos consorciados foi disponibilizado em oito dias de incubação, já na pastagem controle, nesse mesmo período de tempo apenas 8,22 % do N inicial foi disponibilizado. Essa elevada mineralização do N no início do período de incubação pode ser atribuída à rápida decomposição de compostos nitrrogenados lábeis (Berg & Staaf, 1981),

principalmente devido à alta proporção de serrapilheira do amendoim forrageiro na massa total de serrapilheira nos pastos consorciados (2º Capítulo, Tabela 12).

Os dados indicam claramente que houve imobilização do N nas pastagens controle durante os 128 dias de incubação, enquanto nas consorciadas prevaleceu a mineralização. Cantarutti et al. (2002), Oliveira et al. (2003) e Silva et al. (2012), também reportaram resultados semelhantes. De acordo com Vendramini et al. (2014), a lenta decomposição de serrapilheira de gramíneas tropicais é devido à alta relação C:N, lignina:N e concentração de NIDA. Nessas condições, a imobilização de nutrientes, com destaque para o N, prevalece no sistema, sendo considerado um dos principais motivos da degradação das pastagens (Boddey et al. 2004).

Não houve efeito dos espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro (40; 50 e 60 cm) ( $P=0,1320$ ) e nem das intensidades de desfolhação (5 e 15 cm de altura) ( $P=0,1174$ ), mas foi observado efeito dos tempos de incubação ( $P<0,0001$ ) (0; 4; 8; 16; 32; 64 e 128 dias), da interação espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro x tempos de incubação ( $P=0,009$ ), bem como da interação intensidades de desfolhação x tempos de incubação ( $P=<0,0001$ ), sobre a porcentagem de NIDA durante período de incubação (Figura 6). O modelo de dois estágios (“plateau linear”), descrito por McCartor e Rouquette (1977) foi utilizado para descrever a porcentagem NIDA ao longo do período de incubação, sob as interações espaçamentos de plantio do amendoim forrageiro x tempos de incubação (Figura 6A) e das intensidades de desfolhação x tempos de incubação (Figura 6B).

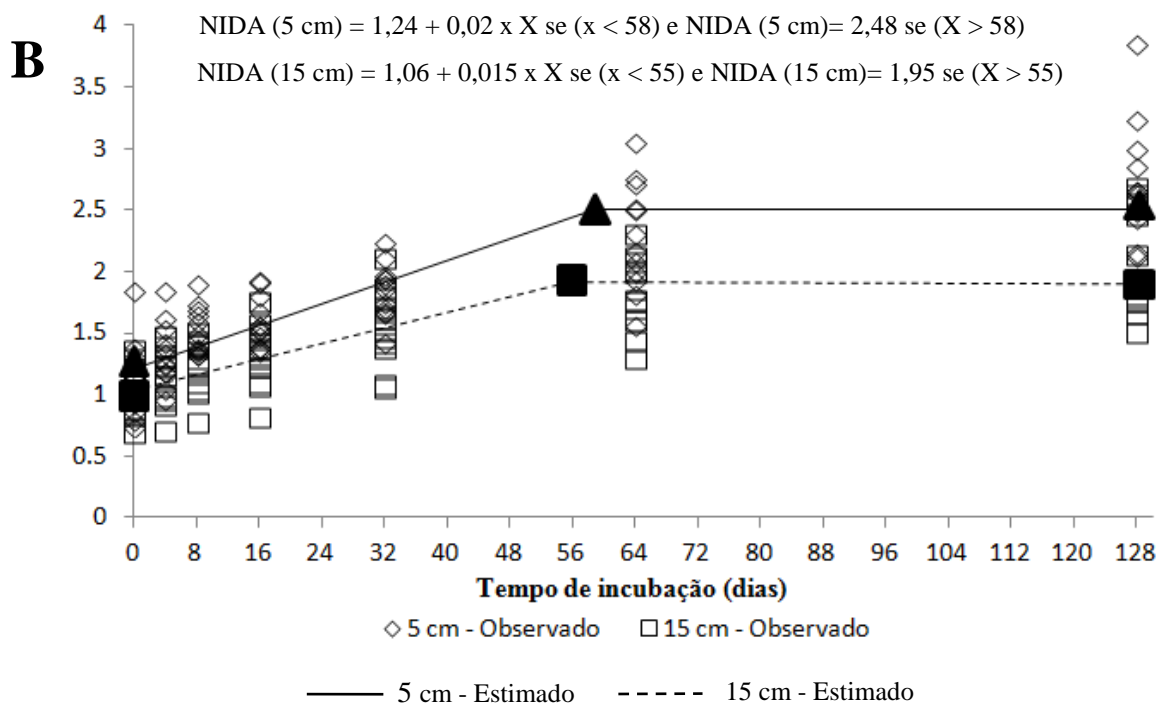
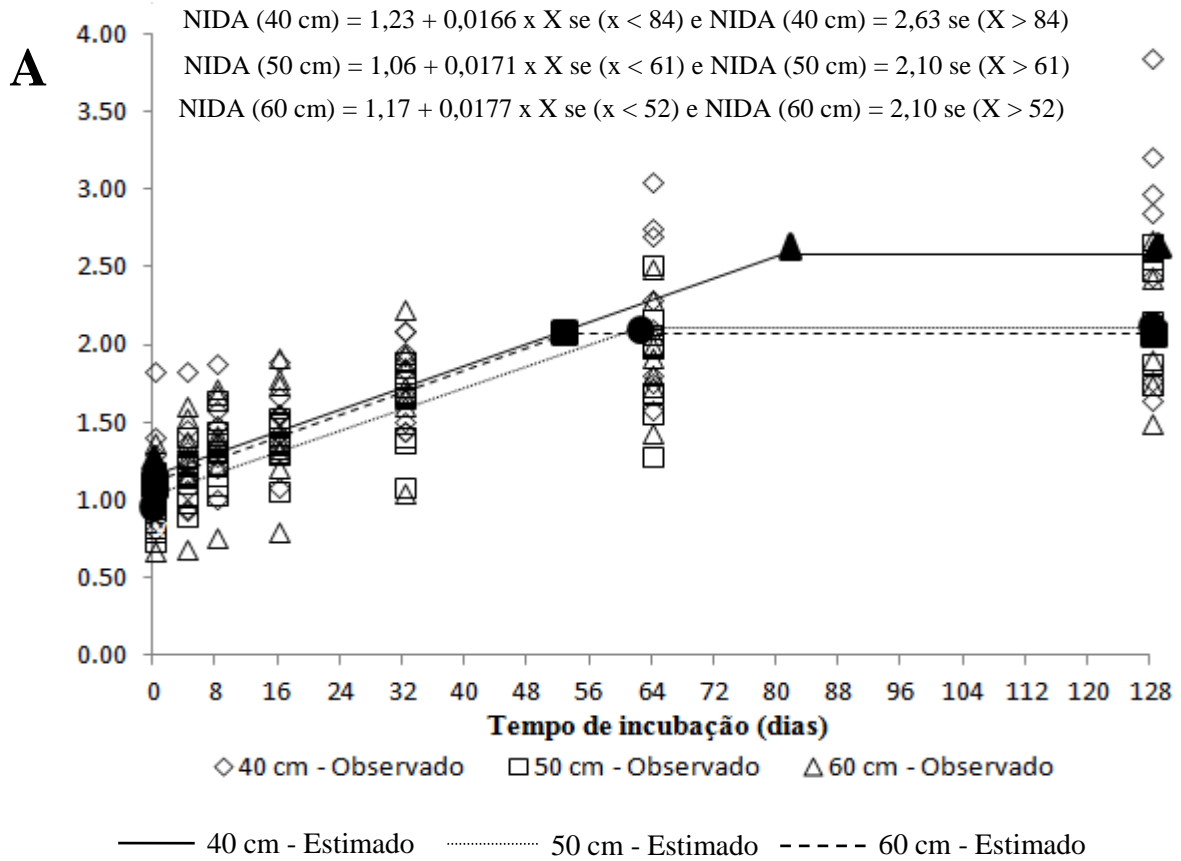


Figura 6 – Dinâmica do nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) (%) da serrapilheira durante 128 dias de incubação na superfície do solo em pastos consorciados de capim-brquiaria e amendoim forrageiro em diferentes espaçamentos de plantio (A) e duas intensidades de pastejo (B) sob lotação intermitente

Em geral, a percentagem de NIDA aumentou em todos os espaçamentos até estabilizar em diferentes tempos de incubação (81; 61 e 52 dias para os espaçamentos de 40, 50 e 60 cm entre sulcos de plantio, respectivamente). Os pastos consorciados cujo amendoim forrageiro foi plantado em sulcos com espaçamento de 40 cm apresentaram valores próximos aos demais até 61 dias de incubação, a partir de tempo continuou a crescer atingindo a estabilidade com 81 dias de incubação (a percentagem de NIDA em que houve a estabilização foi de 2,63; 2,10 e 2,10 % para 40; 50 e 60 cm de espaçamento) (Figura 6A). Isso pode ser explicado pelo fato de que nesse espaçamento a serrapilheira tinha maior concentração de nitrogênio por apresentar maior proporção de leguminosa (Ver 2º Capítulo), ou seja, apesar de ter apresentado maior taxa de decomposição relativa (Figura 1A), existiu maior concentração de N lábil na serrapilheira, fazendo com que houvesse estabilização em período de tempo mais longo do que nas pastagens com espaçamentos de 50 e 60 cm.

Em relação às intensidades de pastos, as pastagens manejadas com 5 cm de altura tiveram maiores percentagens de NIDA ao longo de todo período de incubação (128 dias), principalmente após o oitavo dia. Isso pode ser atribuído também à maior concentração de nitrogênio na serrapilheira por apresentar maior proporção de leguminosa do que na menor intensidade de desfolhação (15 cm) (Ver 2º Capítulo). Os períodos de tempo necessários para que houvesse a estabilização dos teores do NIDA na serrapilheira incubada foram bem próximos entre as duas intensidades de desfolhação utilizadas (58 e 55 dias de incubação para as intensidades de 5 e 15 cm de altura), apresentando teores de 2,48 e 1,95 % de NIDA para a maior e menor intensidade, respectivamente (Fig. 6B).

Houve efeito dos tratamentos ( $P < 0,0001$ ) (espaçamento de plantio do amendoim forrageiro/intensidade de desfolhação: 40/5; 40/15; 50/5; 50/15; 60/5; 60/15 e controle), dos tempos de incubação ( $P < 0,0001$ ) (0; 4; 8; 16; 32; 64 e 128 dias), da interação tratamentos x tempos de incubação ( $P < 0,0001$ ), sobre percentagem do NIDA (%) da serrapilheira submetida à 128 dias de incubação. Também existiu diferença entre controle x consórcio por contraste ortogonal ( $P < 0,0001$ ) para essas variáveis (Figura 7).

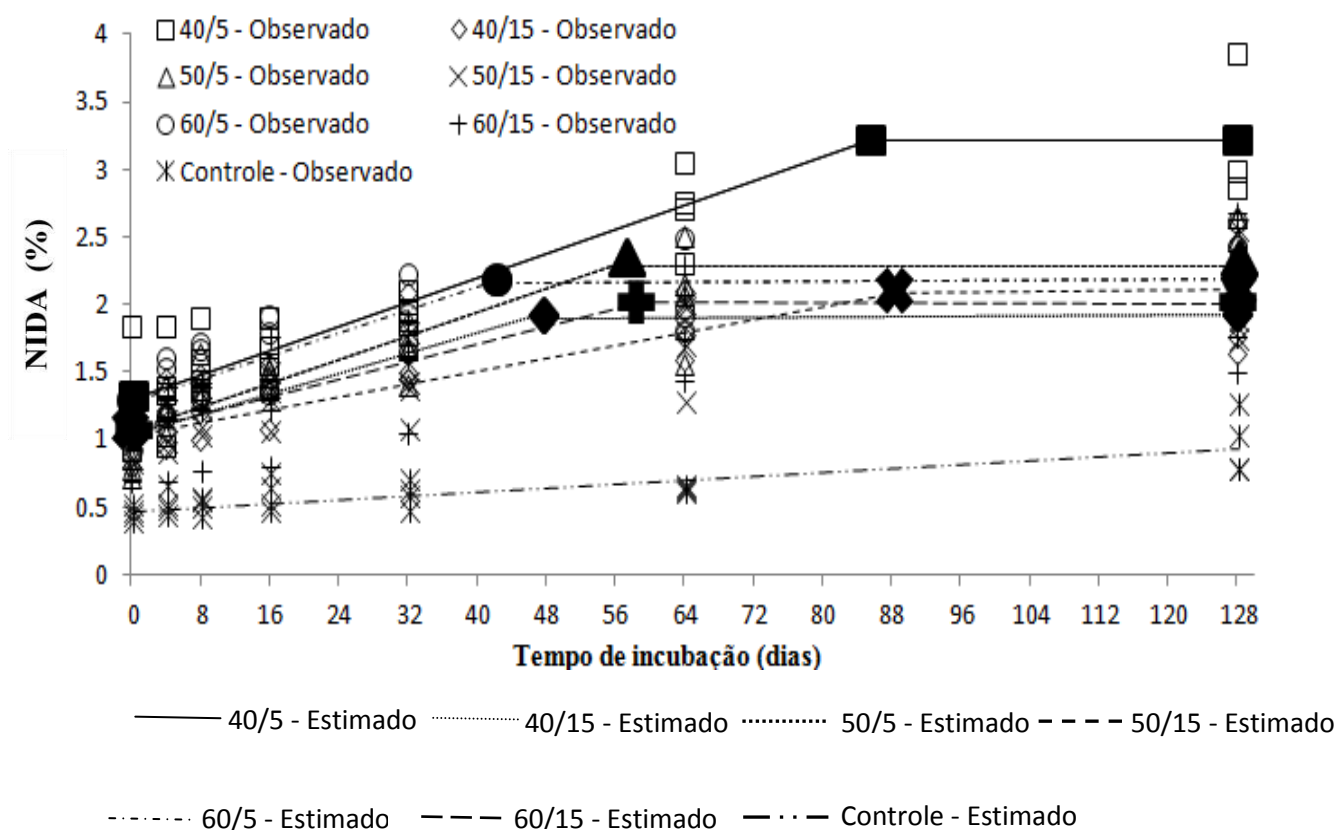


Figura 7 – Percentagem de NIDA (%) após 128 dias de incubação na superfície do solo em pastos consorciados de capim-brquiaria e amendoim forrageiro sob diferentes espaçamentos de plantio e duas intensidades de pastejoem lotação intermitente

Nos pastos consorciados, em média, a serrapilheira teve maior teor de NIDA (%) inicial e ao longo de todo período de incubação (0; 4; 8; 16; 32; 64 e 128 dias) do que na pastagem controle (Fig. 7). Semelhante ao que foi mostrado por Silva et al., (2012), a serrapilheira dos pastos consorciados apresentou maior teor de NIDA (%) do que no monocultivo de gramínea (tratamento controle), porém no presente trabalho os valores foram mais elevados do que no de Silva et al., (2012) para os dois sistemas (monocultivo e consócio).

Provavelmente, essa grande diferença entre o teor de NIDA (%) na serrapilheira do consócio e monocultivo é devido a maior concentração de N na serrapilheira dos pastos consorciados, nos quais os compostos nitrogenados mais solúveis foram degradados rapidamente (Fig. 5), o que possibilitou a estabilização do NIDA mais rápido. Na pastagem controle a taxa de decomposição da serrapilheira foi lenta (Fig. 3) e houve imobilização do N o que não possibilitou a estabilização do teor de NIDA no período de

incubação usado nesse trabalho (128 dias), sendo esperado (modelo “Plateau linear”) ocorrer a estabilização aos 147 dias de incubação.

De acordo com Fog (1988) e Cotrufo et al. (2013), em pastagens com serrapilheira com alto teor de N (>1%), normalmente ocorre rápida decomposição no início do processo de degradação, devido a acelerada decomposição dos compostos lábeis, mas ao longo do tempo teor de N aumenta, no entanto, a decomposição é lenta, uma vez que o N remanescente está ligado a compostos recalcitrantes (NIDA) que normalmente são de lenta decomposição.

#### **4. Conclusões**

- Os pastos consorciados com espaçamento de plantio do amendoim forrageiro de 40 cm entre sulcos e intensidade de pastejo correspondente à altura de pós-pastejo de 15 cm tem ciclagem de nutrientes (com ênfase para C e N) mais eficiente do que os demais consórcios estudados.
- Maiores teores de NIDA na serrapilheira de pastos consorciados não limitam o processo de decomposição da mesma. Os pastos consorciados mostraram ser estratégia capaz de manter as pastagens produtivas devido o maior “input” e melhor eficiência na ciclagem do N.

## 5. Referências bibliográficas

- APOLINÁRIO, V. X. O.; DUBEUX, J. C. B.; MELLO, A. C. L.; VENDRAMINI, J. M. B.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; MUIR, J. P. Litter decomposition of signalgrass grazed with different stocking rates and nitrogen fertilizer levels. **Agron. J.** v. 106, p. 622–627, 2014.
- BERG, B.; MCCLAUGHERTY, C. Plant litter. Decomposition, **humus formation, carbon sequestration**. 2. ed. Springer, Finland, 2008, 338p.
- STAAF, H.; BERG, B. Accumulation and release of plant nutrients in decomposing Scots pine needle litter: long-term decomposition in a Scots pine forest II. **Canadian Journal of Botany**, v. 60, p. 1561–1568. 1981.
- BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRE, R. M. Nitrogen cycling in *Braquiaria* pastures: The key to understanding the process of pasture decline, **Agric. Ecosyst. Environ.** v. 103, p. 389 - 403, 2004.
- CANTARUTTI, R. B.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; CADISCH, G.; REZENDE, C. DE P. J. M.; PEREIRA, J. M.; BRAGA, J. A.; GOMIDE, E.; FERREIRA, B. J. R.; ALVES, S.; URQUIAGA, R. M.; BODDEY. The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in Brachiaria pastures in the Atlantic forest region of the south of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling Agroecosyst.** v. 64, p. 257–271, 2002.
- COTRUFO, F. M.; WALLENSTEIN, M. D.; BOOT, C. M.; DENEFF, K.; PAUL, E. The Microbial Efficiency-Matrix Stabilization (MEMS) framework integrates plant litter decomposition with soil organic matter stabilization: do labile plant inputs form stable soil organic matter? **Global Change Biology**, v. 19, p. 988–995, 2013.

- DUBEUX, J. C. B.; JR., L.E. SOLLENBERGER, S.M. INTERRANTE, J.M.B. VENDRAMINI, AND R.L. STEWART, JR. Litter decomposition and mineralization in bahiagrass pastures managed at different intensities. **Crop Sci.** v. 46, p. 1305– 1310, 2006a.
- DUBEUX, J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E.; MATHEWS, B. W.; SCHOLBERG, J. M.; SANTOS, H. Q. Nutrient cycling in warm-climate grasslands. **Crop Science**, v. 47, p. 915-928, 2007.
- FOG, K. The effect of added nitrogen on the rate of decomposition of organic matter. **Biological Review**, v. 63, p. 433 - 462, 1988.
- FOLLETT, R. F.; VARVEL, G. E.; KIMBLE, J. M.; VOGEL, K. P. No-till corn after bromegrass: Effect on soil carbon and soil aggregates. **Agronomy Journal**, v. 101, p. 261-268, 2009.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E.C. Decomposition and nutrient release from cover crop residues in passion-fruit plantation. **R. Bras. Ciênc. Solo**, v. 31, p. 1421–1428, 2007.
- GROFFMAN, P. M.; EAGAN, P.; SULLIVAN, W. M.; LEMUNYON, J. L. Grass species and soil type effects on microbial biomass and activity. **Plant and Soil**, v. 183, p. 61-67, 1996.
- GILLER, K. E.; & CADISCH, G. Future benefits from biological nitrogen fixation: an ecological approach to agriculture. **In Management of Biological Nitrogen Fixation for the Development of More Productive and Sustainable Agricultural Systems**. Springer Netherlands, p. 255 - 277, 1995.
- HOBBIE, S. E. Contrasting effects of substrate and fertilizer nitrogen on the early stages of litter decomposition. **Ecosystems**, v. 8, p. 644–656, 2005.

- JIN, V. L.; HANEY, R. L.; FAY, P. A.; & POLLEY, H. W. Soil type and moisture regime control microbial C and N mineralization in grassland soils more than atmospheric CO<sub>2</sub>-induced changes in litter quality. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 58, p. 172-180, 2013.
- LAMBERS, H., F.S. CHAPIN, III, AND T.L. PONS. **Plant physiological ecology**. 2nd ed. Springer Science, Berlin, Germany. p. 610, 2008.
- LIU, K., L.E. SOLLENBERGER, M.L. SILVEIRA, J.M.B. VENDRAMINI, AND Y.C. NEWMAN. Grazing intensity and nitrogen fertilization affect litter responses in 'Tifton 85' bermudagrass pastures: II. Decomposition and nutrient mineralization. **Agron. J.** v. 103, p. 163-168, 2011b.
- MANZONI, S, JACKSON, R. B.; TROFYMOW, J. A.; PORPORATO, A. The global stoichiometry of litter nitrogen mineralization. **Science**, v. 321, p. 684–686, 2008.
- MACHARIA, P. N.; KINYAMARIO, J. I.; EKAYA, W. N.; GACHENE, C. K. K.; MUREITHI, J. G.; THURANIRA, E. G. Evaluation of forage legumes for introduction into natural pastures of semi- arid rangelands of Kenya. **Grass and Forage Science**, v. 65, p. 456-462, 2010.
- MCCARTOR, M. M.; ROUQUETTE JR., F. M. Grazing pressures and animal performance from pearl millet. **Agron. J.** v. 69, p. 983– 987, 1977.
- MYERS, R. J. K.; NOODWIJK, M. VAN; VITYAKON, P. Synchrony of nutrient release and plant demand: plant litter quality: soil environmental and farmer management options. In: CADISH, G.; GILLER, K. E. (Ed.). **Driven by nature: plant litter quality and decomposition**. Wallingford: CAB International, p. 215-230, 1997.
- OLIVEIRA, C. A. D.; MUZZI, M. R. S.; PURCINO, H. A.; MARRIEL, I. E.; SÁ, N. M. H. D. Decomposition of *Arachis pintoi* and *Hyparrhenia rufa* litters in

- monoculture and intercropped systems under lowland soil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 1089-1095, 2003.
- OKEKE, A. J.; OMALIKO, C. P. E. Leaf litter decomposition and carbon dioxide evolution of some agroforestry fallow species in Southern Nigeria. **Forest Ecology Management**, Amsterdam, v. 50, p. 103-116, 1992.
- PALM, C. A.; SANCHEZ, P. A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 23, p. 83-88, 1991.
- PÉREZ-SUÁREZ, M.; ARREDONDO-MORENO, J. T.; HUBER-SANNWALD, E. Early stage of single and mixed leaf-litter decomposition in semiarid forest pine-oak: the role of rainfall and microsite. **Biogeochemistry**, v. 108, p. 245–58, 2012.
- PIRHOFER- WALZL, K.; SØEGAARD, K.; HØGH- JENSEN, H.; ERIKSEN, J.; SANDERSON, M. A.; RASMUSSEN, J. Forage herbs improve mineral composition of grassland herbage. **Grass and Forage Science**, v. 66, p. 415-423, 2011.
- REZENDE, C. P.; CANTARUTT, R. B.; BRAGA JM, GOMIDE, J. A.; PEREIRA JM, FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K. E.; BODDEY, R. M. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutr Cycl Agroecosyst**, v. 54, p. 99 - 112, 1999.
- SILVA, H, M, S.; DUBEUX JR, J, C, B.; SANTOS, M,V,F. LIRA, M, A.; MUIR, J, M. Signal grass litter decomposition rate increases with inclusion of Calopo. **Crop Science**, v.52, p.1416-1423, 2012.
- SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecosystems: studies in ecology**. Oxford: Blackwell, p. 372, 1979.

- THOMAS, R. J. Role of legumes in providing N for sustainable tropical pasture systems. **Plant and Soil**, The Hague, v. 174, p. 103-118, 1995.
- THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from grass and tropical legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, p. 1351-61, 1993.
- THOMAS, R.J. The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures. **Grass Forage Sci.** v. 47, p. 133 – 142, 1992.
- VENDRAMINI, J. M., DUBEUX JR, J. C., & SILVEIRA, M. L. Nutrient cycling in tropical pasture ecosystems. **Sci. Agric**, v. 9, p. 308-315, 2014.
- WEDIN, D. A.; RUSSELLE, M. P. Nutrient cycling in forage production. In: BARNES, R F.; NELSON, C. J.; MOORE, K. J.; COLLINS, M. (Eds) Forages: **The science of grassland agriculture**. 6. ed. Ames: John Wiley & Sons, p.137-148, 2007.