

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

CARLA SILVA CHAVES

**DIFERIMENTO DE CAPIM-BRAQUIÁRIA ADUBADO COM NITROGÊNIO
OU CONSORCIADO COM CALOPOGÔNIO**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2020**

CARLA SILVA CHAVES

**DIFERIMENTO DE CAPIM-BRAQUIÁRIA ADUBADO COM NITROGÊNIO
OU CONSORCIADO COM CALOPOGÔNIO**

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*.

Orientadora: Karina Guimarães Ribeiro

Coorientadores: Dilermando M. da Fonseca

Odilon Pereira Gomes

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

Chaves, Carla Silva, 1986-

C512d Diferimento de capim-braquiária adubado com nitrogênio
2020 ou consorciado com calopogônio / Carla Silva Chaves. – Viçosa,
MG, 2020.

82 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Karina Guimarães Ribeiro.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Forragem. 2. Serapilheira. 3. Decomposição.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia.
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22 ed. 633.2

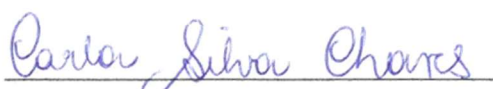
CARLA SILVA CHAVES

**DIFERIMENTO DE CAPIM-BRAQUIÁRIA ADUBADO COM NITROGÊNIO
OU CONSORCIADO COM CALOPOGÔNIO**


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: 15 de maio de 2020.

Assentimento:



Carla Silva Chaves
Autora



Karina Guimarães Ribeiro
Orientadora

A Deus, causa primordial de todas as coisas.

A meus pais Carlos e Ilma, pelo amor incondicional, pelo apoio e por sempre acreditarem em meus sonhos.

A Henrique, meu companheiro de vida, pelo amor e apoio!

À minha filha Sofia, por ser o motivo de toda minha luta!

Ao meu irmão Talisson, pelo apoio e amizade.

Ao meu avô Juca (in memoriam), onde estiver quero ser sempre um orgulho para ele.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda minha existência, por seu amparo em momentos difíceis e por não me deixar fraquejar.

A minha família, por todo amor e por ter sido colo quando necessário.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao CNPq pela concessão da bolsa que tornou possível a condução deste estudo.

À professora Dra. Karina Guimarães Ribeiro, pela orientação, amizade, por me ajudar no período de gravidez e pós-parto e por todo ensinamento nesses anos de orientação.

Ao Professor Dr. Dilermando Miranda da Fonseca, pela amizade, carinho e por todos ensinamentos repassados a mim.

Ao Professor Dr. Odilon Pereira Gomes, pela coorientação e amizade.

Ao Professor Dr. Mario Fonseca Paulino, pela disponibilização dos animais para a condução do experimento.

Ao Professor Dr. Paulo Roberto Cecon, pela ajuda na análise estatística dos dados.

Aos estagiários que estiveram ao meu lado ao longo dos anos de experimento me apoiando, aos quais serei eternamente grata por tornar tudo mais fácil e agradável, pela amizade construída e pelo crescimento profissional construído juntos: Moisés, João Paulo, Othávio, Isabela, Ludmila, Amanda, Bruno, Haviner, Kesia, Bianca, Yago, Lucas, Luiz, Pedro, Carolina, Leonardo, Samuel, Cairo, Bárbara, Maria Bárbara, Enzo, Hackson e Isadora. Meu agradecimento especial vai para Tarcis Raimundi e Ana Carolina Silveira, por todo o tempo a mais que dedicaram a me ajudar, sendo meu braço direito e ótimos amigos.

Aos colegas de pós-graduação e laboratório, por toda amizade, apoio e ajuda sempre que necessário, em especial a Iana Mara, Cássia Soares, Albert José, Danielle Coutinho, Vanessa de Paula, Tâmara Chagas, João Paulo Roseira, Felipe Pimentel, Wagner Sousa, Vinícius Silva, Alberto Macedo e Rodrigo Menezes.

Aos funcionários da Unidade de Ensino e Pesquisa em Forragicultura e em Bovinocultura de Corte o meu muito obrigada pelo apoio e ajuda sempre que necessária, em especial ao Vilmar, Divino, Marcelino, Neco e Lourival.

Aos ex-funcionários do Departamento de Zootecnia, Nataniel (Pum) e Daniel, por toda ajuda e amizade durante a implantação do experimento.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Monteiro, Matheus e Mário, por toda ajuda sempre que solicitados e pela amizade.

Aos meus melhores amigos que me deram apoio, conselhos, colo quando mais precisei.

Ao padrinho de minha filha, Marcelo, por ter sido apoio e ombro amigo, principalmente na reta final.

Ao meu noivo, meu companheiro de vida, pelo amor, compreensão nos momentos difíceis, pela amizade, pela confiança e por não me deixar desistir.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A todos que de alguma forma contribuíram para que este estudo fosse concluído.

Muito obrigada!

RESUMO

CHAVES, Carla Silva, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2020. **Diferimento de capim-braquiária adubado com nitrogênio ou consorciado com calopogônio.** Orientadora: Karina Guimarães Ribeiro. Coorientadores: Dilermando Miranda da Fonseca e Odilon Pereira Gomes.

A tese foi elaborada em três capítulos, que consistiram de estudos das características relacionadas a produção de forragem, características estruturais, valor nutritivo e densidade de lotação de bovinos de corte, bem como, avaliações sobre deposição e composição química de serrapilheira e sua decomposição em pastos diferidos de capim-braquiária consorciados com calopogônio ou adubado com nitrogênio. **Capítulo 1** - A adubação nitrogenada é uma estratégia de manejo que tem sido utilizada, no diferimento de pastagens, com objetivo de aumentar o acúmulo de forragem, tendo como alternativa o uso de leguminosa em consórcio com a gramínea. Objetivou-se avaliar a massa e o acúmulo de forragem, as características estruturais, a composição química da forragem e a taxa de lotação de pasto diferido de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk), sem adubação nitrogenada (controle), consorciado com calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), adubado com 50 e 100 kg ha⁻¹ ano de N, durante dois anos. O delineamento foi em blocos casualizados, com duas repetições de tratamento por bloco. Houve efeito da interação tratamentos e anos, para massa e acúmulo de forragem, densidade de perfilhos vegetativos e teor de proteína bruta (pastejo simulado), e de tratamentos, para altura, índice de tombamento, relação massa seca verde/massa seca morta, densidade de perfilhos vivos, mortos e totais, e teor de proteína bruta (corte direto). O consórcio de capim-braquiária e calopogônio pode ser recomendado para diferimento, por garantir massa e acúmulo de forragem e teor de proteína bruta equivalentes aos de pastos adubados. Além disso, o pasto consorciado apresentou mais alto percentual de folhas e teor de proteína bruta em relação aos outros tratamentos, via pastejo simulado, no primeiro ano de estudo. A relação de massa seca verde/material morto foi superior no pasto consorciado e equivalente somente à de pasto adubado com dose mais baixa de nitrogênio. A densidade de lotação foi semelhante entre os tratamentos. **Capítulo 2** - O manejo da pastagem pode afetar a qualidade e quantidade de serrapilheira que será depositada no solo. Objetivou-se avaliar o efeito de pastos diferidos de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk), sem adubo nitrogenado (B), consorciado com calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) (BC), adubado com 50 (B50) e 100 kg ha⁻¹ N

(B100) na massa, taxa de deposição e composição química de serrapilheira, durante dois anos. Os tratamentos foram distribuídos no DBC, com dois blocos e duas repetições de tratamento por bloco. Maior massa total de serrapilheira existente (SE) foi observada no primeiro ano. A massa total de serrapilheira depositada (SD) e a taxa de deposição de serrapilheira foram afetadas pela interação tratamentos e anos, reduzindo-se no segundo ano, exceto para B100 e B. Os teores de FDN e FDA na serrapilheira existente foram mais baixos para B100. Os teores de NIDA na SE e SD foram afetados pelos anos, com maiores valores no segundo ano. Conclui-se que a massa de serrapilheira depositada, total e por colheita, não difere entre os tratamentos. Entretanto, a maior dose de nitrogênio mantém a massa e a taxa de deposição de serrapilheira depositada, em dois anos subsequentes, em pastos de capim-braquiária diferido. As características químicas da serrapilheira diferem entre os tratamentos, com menores teores de FDN, FDA e lignina para os pastos adubados com maior dose de N, o que contribui para melhorar a qualidade da serrapilheira. **Capítulo 3** - A serrapilheira é uma importante fonte de nutrientes potencialmente recicláveis para pastagens. Objetivou-se, com este estudo, avaliar os efeitos de pastos diferidos de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk) sem adubação (B), consorciado com calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) (BC), adubado com 50 (B50) e 100 kg ha⁻¹ de N (B100), na taxa de decomposição, relação carbono/nitrogênio e composição química de serrapilheira. Os tratamentos foram distribuídos no delineamento em blocos casualizados, com duas repetições de bloco e duas repetições de tratamento por bloco. A serrapilheira foi incubada em litter bags, na superfície do solo, até 128 dias. A biomassa e o nitrogênio remanescentes, e a relação C/N, foram afetados pelos tempos de incubação, verificando-se perdas de aproximadamente 45 e 23%, respectivamente, com mineralização de 2,3 g N kg⁻¹ serrapilheira. A composição química da serrapilheira não foi afetada pelos tratamentos, exceto a concentração de NIDA, que foi afetada pela interação tratamentos e tempos de incubação, sendo mais alta com a dose mais elevada de N. Conclui-se que a biomassa e o nitrogênio remanescente, assim como, a relação C/N, em serrapilheira de pastos de capim-braquiária diferidos, não foram afetados pelos tratamentos, apenas pelos tempos de incubação. Os tratamentos também não alteraram a composição química da serrapilheira, exceto as concentrações de NIDA (%MO), que foram mais elevadas com uso de 100 kg ha⁻¹ de N e em pasto consorciado. Pasto de capim-braquiária, sob diferimento e pastejo, retorna ao solo aproximadamente 20 kg ha⁻¹ de N, contribuindo para a reciclagem deste nutriente.

Palavras-chave: Decomposição. Densidade de lotação. Massa seca de forragem. Proteína Bruta. Relação C/N. Serrapilheira.

ABSTRACT

CHAVES, Carla Silva, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2020. **Deferral of signal grass fertilized with nitrogen or intercropped with calopogonium.** Adviser: Karina Guimarães Ribeiro. Co-advisers: Dilermando Miranda da Fonseca and Odilon Pereira Gomes.

The thesis was elaborated in three chapters, which consisted of studies of the characteristics related to forage production, structural characteristics, nutritional value and stocking density of beef cattle, as well as evaluations on deposition and chemical composition of litter and its decomposition in pastures deferred signal grass intercropped with calopogonium or fertilized with nitrogen. **Chapter 1** - Nitrogen fertilization is a management strategy that has been used, in the deferment of pastures, with the objective of increasing the accumulation of forage, having as an alternative the use of legumes in intercropping with the grass. The objective of this study was to evaluate the forage mass and accumulation, the structural characteristics, the chemical composition of the forage and the stocking rate of deferred signal grass pasture (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk), without nitrogen fertilization (control), intercropped with calopogonium (*Calopogonium mucunoides*), fertilized with 50 and 100 kg ha⁻¹ year of N, for two years. The design was in randomized blocks, with two repetitions of treatment per block. There was an effect of the interaction between treatments and years, for forage mass and accumulation, density of vegetative tillers and crude protein content (simulated grazing), and treatments for height, tipping index, green dry mass/dead dry mass ratio, density of live, dead and total tillers, and crude protein content (direct cut). The intercropped of signal grass and calopogonium can be recommended for deferral, as it guarantees mass and forage accumulation and crude protein content equivalent to those of fertilized pastures. In addition, the intercropped pasture had a higher percentage of leaves and crude protein content compared to other treatments, via hand plucking, in the first year of study. The green dry matter/dead material ratio was higher in intercropped pasture and equivalent only to that of fertilized pasture with a lower dose of nitrogen. The stocking density was similar between treatments. **Chapter 2** - Pasture management can affect the quality and quantity of litter that will be deposited in the soil. The objective of this study was to evaluate the effect of deferred pastures of signal grass (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk), without nitrogen fertilizer (S), intercropped with calopogonium (*Calopogonium mucunoides*) (SC), fertilized with 50 (S50) and 100 kg ha⁻¹ N (S100) in the mass,

deposition rate and chemical composition of litter, for two years. The treatments were distributed in the RBD, with two blocks and two repetitions of treatment per block. Higher total mass of existing litter (EL) was observed in the first year. The total litter deposited mass (LD) and the litter deposition rate were affected by the treatments and years interaction, decreasing in the second year, except for S100 and S. The NDF and ADF levels in the existing litter were lower for S100. The levels of ADIN in EL and LD were affected by the years, with higher values in the second year. It is concluded that the litter mass deposited, total and per harvest, does not differ between treatments. However, the highest dose of nitrogen maintains the mass and the deposition rate of litter deposited, in two subsequent years, in deferred signal grass pastures. The chemical characteristics of the litter differ between treatments, with lower levels of NDF, ADF and lignin for pastures fertilized with a higher dose of N, which contributes to improving the quality of the litter.

Chapter 3 - Litter is an important source of potentially recyclable nutrients for pastures. The objective of this study was to evaluate the effects of deferred pastures of signal grass (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk) without fertilization (S), intercropped with calopogonium (*Calopogonium mucunoides*) (SC), fertilized with 50 (S50) and 100 kg ha⁻¹ of N (S100), in the decomposition rate, carbon/nitrogen ratio and chemical composition of litter. The treatments were distributed in a randomized block design, with two repetitions of blocks and two repetitions of treatment per block. The litter was incubated in litter bags, on the soil surface, for up to 128 days. The remaining biomass and nitrogen, and the C/N ratio, were affected by the incubation times, with losses of approximately 45 and 23%, respectively, with mineralization of 2,3 g N kg⁻¹ litter. The chemical composition of the litter was not affected by the treatments, except for the concentration of ADIN, which was affected by the interaction treatments and incubation times, being higher with the highest dose of N. It is concluded that the biomass and the remaining nitrogen, as well as, the C/N ratio, in litter of deferred signal grass pastures, were not affected by the treatments, only by the incubation times. The treatments did not alter the chemical composition of the litter, except for the concentrations of ADIN (% MO), which were higher with the use of 100 kg ha⁻¹ of N and in intercropped pasture. Signal grass pasture, under deferral and grazing, returns approximately 20 kg ha⁻¹ of N to the soil, contributing to the recycling of this nutrient.

Keywords: C/N ratio. Crude Protein. Decomposition. Dry forage mass. Litter. Stocking density.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO GERAL..... | 12 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 15 |
| Capítulo 1 – Acúmulo de forragem e características químicas e estruturais em pastos diferidos de capim-braquiária consorciado com calopogônio ou adubado com nitrogênio | 17 |
| 1. Introdução | 18 |
| 2. Material e Métodos | 19 |
| 3. Resultados | 25 |
| 4. Discussão..... | 36 |
| 5. Conclusões | 40 |
| 6. Referências Bibliográficas | 40 |
| Capítulo 2 - Massa, taxa de deposição e composição química de serrapilheira em pastos diferidos de capim-braquiária consorciado com calopogônio ou adubado com nitrogênio | 44 |
| 1. Introdução | 45 |
| 2. Material e Métodos | 46 |
| 3. Resultados | 51 |
| 4. Discussão..... | 57 |
| 5. Conclusões | 60 |
| 6. Referências Bibliográficas | 61 |
| Capítulo 3 – Composição química e taxa de decomposição de serrapilheira em pastos diferidos de capim-braquiária consorciado com calopogônio ou adubado com nitrogênio | 64 |
| 1. Introdução | 65 |
| 2. Material e Métodos | 66 |
| 3. Resultados | 72 |
| 4. Discussão..... | 77 |
| 5. Conclusões | 80 |
| 6. Referências Bibliográficas | 80 |

INTRODUÇÃO GERAL

Aumentos no desempenho animal, em áreas de pastagens, dependem de melhorias no manejo do pastejo, dos animais e do solo. Grande proporção das áreas de pastagens, principalmente aquelas com capim-braquiária (*Urochloa spp.*), geralmente recebem poucos fertilizantes químicos e, em consequência, a produtividade é baixa (Boddey et al., 2016). Neste contexto, o aumento da produtividade animal em pastagens está principalmente ligado ao aporte de nitrogênio ao solo. Contudo, as pastagens no Brasil, em sua maioria, são caracterizadas por serem sistemas de produção extensivos e com ausência ou baixo nível de aplicação de fertilizantes nitrogenados (Vendramini et al., 2014).

A prática de adubação nitrogenada aumenta consideravelmente o custo de produção de pastagens, pois a síntese do adubo requer fontes de combustível fóssil e a maior parte do insumo é atualmente importada (Von Blottnitz et al., 2006). Em alternativa ao uso de adubos nitrogenados, tem-se o N advindo da fixação biológica de nitrogênio (FBN) via leguminosas, disponibilizado de forma mais lenta, mas que, além de ter importante contribuição aos sistemas agrícolas, é benéfico ao meio ambiente e eficiente em termos de recursos (Li et al., 2016; Lüscher et al., 2014).

As transferências de nitrogênio pelas leguminosas ocorrem abaixo e acima da superfície do solo, direta ou indiretamente, para a planta mais próxima, seja pela exudação de N na rizosfera da leguminosa, pela decomposição de raízes e nódulos, pela conexão por micorrizas das raízes da gramínea à leguminosa, ou, ainda, pela ação da fauna do solo sobre raízes e nódulos da leguminosa. Já a transferência de N na superfície do solo, ocorre pela decomposição de serrapilheira de folhas na superfície, pela lixiviação de compostos nitrogenados do dossel do pasto e pelas perdas foliares de amônia, passíveis de absorção pela gramínea (Thilakarathna et al., 2016). O consórcio de gramínea e leguminosa também pode melhorar valor nutritivo da forragem consumida (Mullenix et al., 2016; Tambara, et al., 2017).

A degradação da serrapilheira é um dos principais mecanismos responsáveis pela reciclagem de nutrientes em ecossistemas pastoris, onde a forragem produzida pode ser consumida pelo animal em pastejo, deixada como resíduo e perdida devido ao pastejo, sendo incorporada ao material morto ou serrapilheira terrestre, após senescência e decomposição (Hodgson, 1990). Os nutrientes oriundos da serrapilheira são melhor

distribuídos na pastagem do que aqueles vindos de excretas de animais (Rezende et al., 1999).

A taxa de deposição e a decomposição de serrapilheira está associada ao nível de adubação nitrogenada, ao manejo da pastagem, ao ambiente do solo, ao pastejo, ao índice pluviométrico, ao clima e à utilização do consórcio de gramíneas com leguminosas (Apolinário et al., 2014; Zhou et al., 2017; Banegas et al. 2015; Wang et al., 2016). Silva et al. (2012) avaliaram a composição química e a decomposição de serrapilheira de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* Staft.), calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv) e mistura de 50% de capim-braquiária e 50% de calopogônio e verificaram que os valores de C/N da serrapilheira da gramínea foram aproximadamente 75% maiores do que os da leguminosa pura, enquanto a mistura de 50% de gramínea e 50% de leguminosa reduziu as relações C/N em aproximadamente 63%.

Um fator determinante da desuniformidade da produção de forragem em pastagens entre as estações do ano é a condição climática. A baixa produção de forragem nos meses de outono e inverno pode gerar escassez de alimento no sistema de produção, com efeitos negativos sobre o desempenho dos animais. Assim, para evitar a ocorrência desse problema, algumas estratégias de manejo podem ser adotadas, sendo uma delas o diferimento do uso da pastagem (Santos e Fonseca, 2016). Essa prática consiste em suspender a utilização de alguns pastos durante parte do período de maior crescimento das plantas, para que a forragem acumulada possa ser usada em época de sua escassez (Santos et al., 2009a).

A adubação do pasto a ser diferido tem grande influência no seu crescimento durante o período de diferimento e, com isso, no aumento da massa de forragem disponível para o período de seca (Santos e Fonseca, 2016). Assim, é comprovada que a adubação nitrogenada, antes do diferimento da pastagem, aumenta a taxa de crescimento da gramínea e, conseqüentemente, a quantidade de forragem produzida por unidade de tempo (Santos, et al., 2009b).

A escolha da espécie adequada a ser utilizada no diferimento é fundamental, uma vez que a espécie deve apresentar bom potencial de crescimento e capacidade de manter o valor nutritivo durante o período de diferimento. Nesse sentido, as espécies do gênero *Urochloa* são bastante indicadas para o diferimento (Santos et al., 2009a, Santos et al., 2009b, Santos et al., 2010), devido a forma de crescimento e por acumularem maior quantidade de folha em relação ao colmo. Santos et al. (2010a) avaliaram diferentes períodos de diferimento de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk e sua influência nas

características estruturais do pasto. Os resultados demonstraram que, durante o período de diferimento, ocorre redução no número de perfilhos vegetativos, perfilhos vivos e perfilhos totais, assim como, aumento nas massas de colmo verde e de forragem morta e menor relação lâmina foliar verde/colmo verde. Portanto, o controle do período de diferimento, além de afetar o acúmulo de forragem, também pode modificar a estrutura do pasto diferido, caracterizada pela massa de seus componentes morfológicos (Santos et al., 2009c).

Verificam-se que estudos envolvendo pastos consorciados diferidos são inexistentes, portanto, a hipótese neste estudo é que pastos diferidos de capim-braquiária, consorciado com calopogônio ou adubado com nitrogênio, melhoram a massa e o acúmulo de forragem, as características estruturais do pasto, a composição química da forragem e a reciclagem de nutrientes, via serrapilheira, no período seco do ano. Para isso, foram avaliados pastos diferidos de capim-braquiária sem adubação nitrogenada, consorciado com calopogônio e adubado com 50 e 100 kg ha⁻¹ de N, durante dois anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apolinário, V. X., Dubeux, J. C., Mello, A. C., Vendramini, J., Lira, M. A., Santos, M. V., & Muir, J. P. (2014). Litter decomposition of signalgrass grazed with different stocking rates and nitrogen fertilizer levels. *Agronomy Journal*, 106(2), 622-627. doi/full/10.2134/agronj2013.0496
- Banegas, N., Albanesi, A. S., Pedraza, R. O., & Dos Santos, D. A. (2015). Non-linear dynamics of litter decomposition under different grazing management regimes. *Plant and soil*, 393(1-2), 47-56. doi/full/10.1007/s11104-015-2472-y
- Boddey, R.M.; Urquiaga, S.; Oiticica, I.N. et al. (2016) Contribuição do nitrogênio fixado biologicamente para pastagens consorciadas. In: 7º Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, Viçosa. Anais... Viçosa: SIMFOR, 2016, p. 85-115.
- Carvalho, R. M., Alves, L. C., Rodrigues, P. H. M., Souza, W. D., Ávila, A. B., & Santos, M. E. R. (2017). Acúmulo de forragem e estrutura do dossel de Capim-Marandu diferido e adubado com nitrogênio. *Boletim de Indústria Animal*, 74(1), 1-8. doi: doi.org/10.17523/bia.v74n1p1
- Hodgson, J. (1990). *Grazing management. Science into practice*. Longman Group UK Ltd.
- Li, Q., Yu, P., Li, G., & Zhou, D. (2016). Grass–legume ratio can change soil carbon and nitrogen storage in a temperate steppe grassland. *Soil and Tillage Research*, 157, 23-31. doi.org/10.1016/j.still.2015.08.021
- Lüscher, A., Mueller-Harvey, I., Soussana, J. F., Rees, R. M., & Peyraud, J. L. (2014). Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science*, 69(2), 206-228. doi/full/10.1111/gfs.12124
- Mullenix, M. K., Sollenberger, L. E., Wallau, M. O., Blount, A. R., Vendramini, J., & Silveira, M. L. (2016). Herbage accumulation, nutritive value, and persistence responses of rhizoma peanut cultivars and germplasm to grazing management. *Crop Science*, 56(2), 907-915. doi/full/10.2135/cropsci2015.08.0507
- Rezende, C. D. P., Cantarutti, R. B., Braga, J. M., Gomide, J. A., Pereira, J. M., Ferreira, E., ... & Cadisch, G. (1999). Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. *Nutrient cycling in Agroecosystems*, 54(2), 99-112. doi: 10.1023/A:1009797419216
- Santos, M.E.R. & Fonseca, D.M. Adubação em pastagem diferida. (2016). In: SANTOS, M.E.R. & FONSECA, D.M. Adubação de pastagens em sistemas de produção animal. Viçosa, MG: Editora UFV. p.264-288.
- Santos, M. E. R., Da Fonseca, D. M., Gomes, V. M., Balbino, E. M., & Magalhães, M. A. (2010). Estrutura do capim-braquiária durante o diferimento da pastagem. *Acta Scientiarum: Animal Sciences*, 139-145. doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i2.7922

- Santos, M. E. R., Fonseca, D. M. D., Euclides, V. P. B., Nascimento Júnior, D. D., Queiroz, A. C. D., & Ribeiro Júnior, J. I. (2009a). Características estruturais e índice de tombamento de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk em pastagens diferidas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(4), 626-634. doi.org/10.1590/S1516-35982009000400006
- Santos, M. E. R., Fonseca, D. M. D., Balbino, E. M., Monnerat, J. P. I. D. S., & Silva, S. P. D. (2009b). Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(4), 650-656. doi.org/10.1590/S1516-35982009000400009
- Silva, A. A. S., Fonseca, D. M. D., Santos, M. E. R., Sousa, B. M. D. L., Gomes, V. M., & Cantarutti, R. B. (2015). Initial height and nitrogen fertilization on deferred signalgrass. *Bioscience Journal*, 31 (6), 1671-1681.
- Silva, H. M. da S., Batista Dubeux, J. C., Ferreira dos Santos, M. V., de Andrade Lira, M., & Muir, J. P. (2012). Signal grass litter decomposition rate increases with inclusion of calopo. *Crop science*, 52(3), 1416-1423. doi/abs/10.2135/cropsci2011.09.0482
- Tambara, A. A. C., Sippert, M. R., Jauris, G. C., Flores, J. L. C., Henz, É. L., & Velho, J. P. (2017). Production and chemical composition of grasses and legumes cultivated in pure form, mixed or in consortium. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 39(3), 235-241. doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i3.34661
- Thilakarathna, M. S., McElroy, M. S., Chapagain, T., Papadopoulos, Y. A., & Raizada, M. N. (2016). Belowground nitrogen transfer from legumes to non-legumes under managed herbaceous cropping systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(4), 58. doi:10.1007/s13593-016-0396-4
- Vendramini, J. M., Dubeux Jr, J. C., & Silveira, M. L. (2014). Nutrient cycling in tropical pasture ecosystems. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 9(2), 308-315. doi:10.5039/agraria.v9i2a3730
- Von Blottnitz, H., Rabl, A., Boiadjiev, D., Taylor, T., & Arnold, S. (2006). Damage costs of nitrogen fertilizer in Europe and their internalization. *Journal of environmental planning and management*, 49(3), 413-433. doi.org/10.1080/09640560600601587
- Wang, X., Xu, Z., Lü, X., Wang, R., Cai, J., Yang, S., ... & Jiang, Y. (2017). Responses of litter decomposition and nutrient release rate to water and nitrogen addition differed among three plant species dominated in a semi-arid grassland. *Plant and Soil*, 418(1-2), 241-253. doi: 10.1007/s11104-017-3288-8
- Zhou, G., Zhou, X., He, Y., Shao, J., Hu, Z., Liu, R., ... & Hosseinibai, S. (2017). Grazing intensity significantly affects belowground carbon and nitrogen cycling in grassland ecosystems: a meta-analysis. *Global Change Biology*, 23(3), 1167-1179. doi/abs/10.1111/gcb.13431

Capítulo 1 – Acúmulo de forragem e características químicas e estruturais em pastos diferidos de capim-braquiária consorciado com calopogônio ou adubado com nitrogênio

Pastos de capim-braquiária diferidos

Manuscrito formatado de acordo com os requisitos da Grass and Forage Science.

Resumo: A adubação nitrogenada é uma estratégia de manejo que tem sido utilizada, no diferimento de pastagens, com objetivo de aumentar o acúmulo de forragem, tendo como alternativa o uso de leguminosa em consórcio com a gramínea. Objetivou-se avaliar a massa e o acúmulo de forragem, as características estruturais, a composição química da forragem e a taxa de lotação de pasto diferido de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk), sem adubação nitrogenada (controle), consorciado com calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), adubado com 50 e 100 kg ha⁻¹ ano de N, durante dois anos. O delineamento foi em blocos casualizados, com duas repetições de tratamento por bloco. Houve efeito da interação tratamentos e anos, para massa e acúmulo de forragem, densidade de perfilhos vegetativos e teor de proteína bruta (pastejo simulado), e de tratamentos, para altura, índice de tombamento, relação massa seca verde/massa seca morta, densidade de perfilhos vivos, mortos e totais, e teor de proteína bruta (corte direto). O consórcio de capim-braquiária e calopogônio pode ser recomendado para diferimento, por garantir massa e acúmulo de forragem e teor de proteína bruta equivalentes aos de pastos adubados. Além disso, o pasto consorciado apresentou mais alto percentual de folhas e teor de proteína bruta em relação aos outros tratamentos, via pastejo simulado, no primeiro ano de estudo. A relação de massa seca verde/material morto foi superior no pasto consorciado e equivalente somente à de pasto adubado com dose mais baixa de nitrogênio. A densidade de lotação foi semelhante entre os tratamentos.

Palavras-chave: acúmulo de forragem, índice de tombamento, pastejo simulado, proteína bruta, relação massa seca/material morto, taxa de acúmulo de forragem

1. Introdução

Em áreas de pastagens, aumentos no desempenho animal dependem de melhorias no manejo do pastejo, dos animais e do solo. No entanto, extensas áreas de pastagens em regiões tropicais, principalmente aquelas constituídas por espécies do gênero *Urochloa*, não são fertilizadas ou recebem poucos fertilizantes químicos, e, em consequência, a produtividade de forragem é baixa (Braz et al., 2013). Além disso, as variações sazonais durante o ano exercem acentuado impacto na produção de forragem.

Durante o período seco, tanto a produção de forragem quanto sua qualidade são reduzidas, o que prejudica o desempenho animal. O diferimento de pastagens é uma opção para minimizar este problema, e consiste no adiamento ou atraso do pastejo para atingir um objetivo específico de manejo (Allen et al., 2011). A escolha da espécie adequada a ser utilizada no diferimento é fundamental, uma vez que deve apresentar bom potencial de crescimento no final do outono e alta relação folha/colmo, pois esta característica confere melhor valor nutritivo à forragem acumulada. Nesse sentido, as espécies do gênero *Urochloa* são mais indicadas para diferimento (Sousa et al., 2019; Silva et al., 2016).

As estratégias de manejo adotadas no diferimento da pastagem influenciam a massa de forragem, a composição química e a estrutura do pasto, o que afeta a produção animal (Prado et al., 2019; Silva et al., 2016; Silva et al., 2015). Uma forma de melhorar a produção e a qualidade da forragem é por meio da adubação nitrogenada, no início do período de diferimento. Em estudo com três doses de nitrogênio (40; 80 e 120 kg ha⁻¹ ano), em capim-braquiária diferido, Silva et al. (2015) observaram aumento na massa de forragem e melhoria nas características estruturais, com incremento das doses de nitrogênio, enquanto Amorim et al. (2019) observaram aumento na massa e na oferta de forragem.

Entretanto, a prática da adubação nitrogenada aumenta consideravelmente o custo da produção de pastagens, pois a síntese de adubos requer fontes de combustível fóssil e a maior parte do insumo é atualmente importada (Von Blottnitz et al., 2006). Em alternativa ao uso de adubos nitrogenados, tem-se o nitrogênio advindo da fixação biológica via leguminosa, fonte disponibilizada de forma mais lenta, mas de importante contribuição aos sistemas agrícolas e pastoris, sendo benéfica ao meio ambiente e eficiente em termos de recursos (Li et al, 2016; Lüscher et al., 2014).

Dentre as leguminosas utilizadas em consórcio com gramíneas forrageiras, destaca-se o calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv), principalmente devido a sua capacidade de se adaptar a condições de acidez elevada e baixa fertilidade do solo, além de apresentar alta tolerância ao Al (Ferreira et al., 2016). Cadisch et al. (1994) observaram que esta leguminosa reciclou $84 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N quando consorciada com *U. decumbens*, em lotação contínua, durante a estação chuvosa, resultando em aumento tanto na disponibilidade de nitrogênio para a gramínea, como no teor de proteína bruta da forragem disponível.

Verifica-se que, em vários estudos de diferimento, foi avaliado o uso de doses de adubo nitrogenado, porém, estudos envolvendo pastos consorciados para diferimento são inexistentes. Portanto, a hipótese neste estudo é que a utilização de pastos diferidos de capim-braquiária, consorciado com calopogônio ou adubado com nitrogênio, melhora a massa e o acúmulo de forragem, as características estruturais do pasto, a composição química da forragem e a taxa de lotação, no período seco do ano. Os objetivos, com este estudo, foram avaliar a massa e o acúmulo de forragem, as características estruturais do pasto, a composição química da forragem e a taxa de lotação de pastos diferidos de capim-braquiária consorciado com calopogônio ou adubado com nitrogênio, durante dois anos.

2. Material e Métodos

2.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido nos anos de 2017 e 2018, na UEPE-Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG. As coordenadas geográficas aproximadas do local do experimento são $20^{\circ}45'$ de latitude Sul e $42^{\circ}51'$ de longitude Oeste e altitude de 651 m. O clima da região é Cwa, de acordo com o sistema Köppen (1948), com precipitação anual em torno de 1.340 mm, umidade relativa do ar média de 80% e médias das temperaturas máxima e mínima, de 27,3 e 16 °C, respectivamente. Os dados climáticos, durante dois anos experimentais, foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019) (Figura 1). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (Santos et al., 2018), de textura argilosa e com relevo medianamente ondulado.

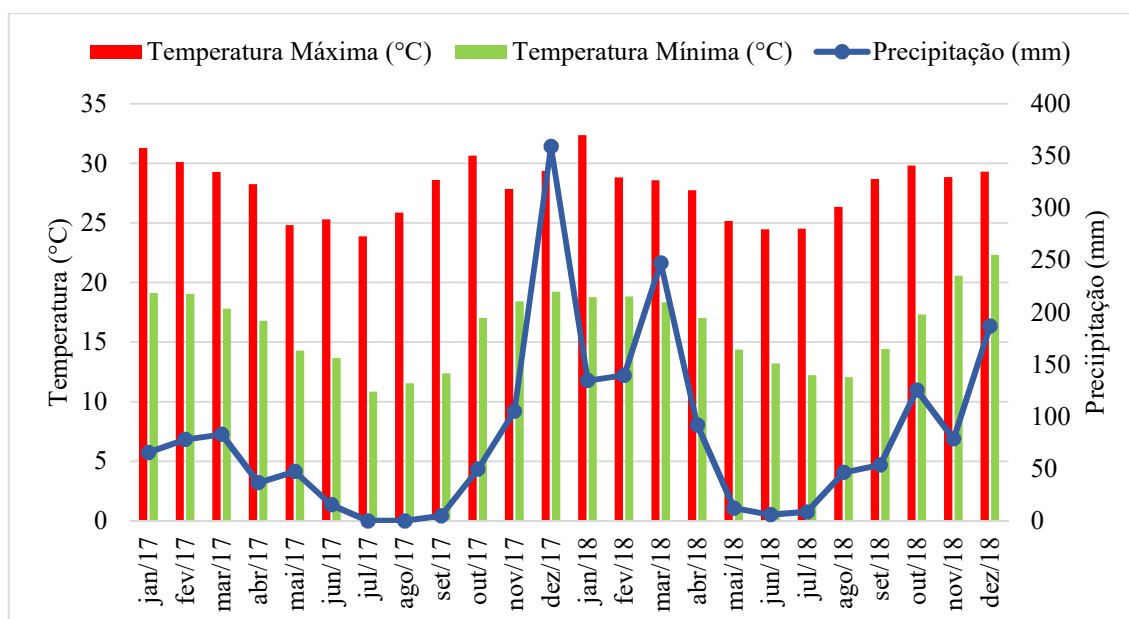


Figura 1: Dados climáticos de janeiro de 2017 a dezembro de 2018, em Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Fonte: INMET, 2019.

2.2. Implantação da área experimental

O experimento foi conduzido em área de pastagem de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk) contendo 16 piquetes, de aproximadamente 1.300 m² cada um, com bebedouro tipo manilha e cocho para mistura mineral, em cada piquete. Os pastos dos piquetes foram estabelecidos há aproximadamente 23 anos e vinham sendo manejados e adubados adequadamente para atender outras pesquisas, e, no início deste experimento, o capim-braquiária apresentava-se com excelente vigor e completa cobertura de solo.

Amostras de solo foram colhidas na camada de 0-10 cm, em agosto de 2016, com auxílio de trado tipo sonda, e analisadas para determinação da composição química (Tabela 1). De acordo com os resultados, foram realizadas as adubações do solo, conforme recomendações de Cantarutti et al. (1999). Não foi necessária correção de solo nem adubação potássica. Em janeiro de 2017, foram aplicados 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅, em todos os piquetes, usando-se como fonte o superfosfato simples.

Tabela 1 – Análise química de amostras de solo, na camada de 0-10 cm de profundidade, antes do estabelecimento da área experimental

| pH | P | K | Ca ⁺² | Mg ⁺² | Al ⁺³ | H + Al | SB | (t) | (T) | V | m | MO | P-rem |
|------------------|---------------------|---|------------------|------------------------------------|------------------|--------|----|-----|-----|---|----------------------|--------------------|-------|
| H ₂ O | mg dm ⁻³ | | | cmol _c dm ⁻³ | | | | | % | | dag kg ⁻¹ | mg L ⁻¹ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|-------|----|-----|------|------|
| 5,51 | 7,4 | 177 | 2,61 | 0,99 | 0,1 | 6,9 | 4,05 | 4,15 | 10,95 | 37 | 2,4 | 3,33 | 29,6 |
|------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|-------|----|-----|------|------|

pH em água, KCL e CaCl – relação 1:2,5; Ca²⁺ - Mg²⁺ - Al³⁺ - Extrator: KCl – 1 mol L⁻¹; SB = Soma de Bases Trocáveis; T – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; m = Índice de Saturação por Alumínio, MO (Mat. Orgânica) = C. Org. x 1,724 – Walkley-Black; P – K – Extrator Mehlich⁻¹; H + Al – Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹ – pH 7,0; t – Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; V – Índice de Saturação por Bases; P-rem = Fósforo Remanescente.

Também, em janeiro de 2017, foram dessecadas linhas espaçadas de 50 cm, nos pastos do tratamento consórcio de capim-braquiária e calopogônio, usando-se glifosato (200 mL/20 litros de água), aplicado com bomba costal. Após a dessecação do capim-braquiária efetuou-se a semeadura do calopogônio utilizando-se semeadora com discos de corte, por tração animal, na taxa de semeadura de 4,8 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis. Em dezembro de 2017, devido à baixa densidade de plantas de calopogônio, foi realizada a ressemeadura, a lanço, na mesma taxa de semeadura inicial. Antes da ressemeadura, o pasto foi rebaixado com pastejo por bovinos adultos, até uma altura média de 10 cm, e, logo após a ressemeadura, os animais foram novamente introduzidos nos piquetes, por três horas, com a finalidade de promover maior contato das sementes com o solo.

No dia 6 de março, dos anos de 2017 e 2018, os pastos de alguns piquetes foram adubados com 50 e 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, correspondendo aos tratamentos com dose baixa e alta, utilizando-se como fonte a ureia, e, em seguida, todos os piquetes foram diferidos.

2.3. Tratamentos e delineamento experimental

Foram avaliados pastos diferidos de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* Stapf cv. Basilisk), sem adubação nitrogenada (controle) (B); consorciado com a leguminosa *Calopogonium mucunoides* (BC), adubado com baixa dose de nitrogênio (50 kg ha⁻¹) (B50) e com alta dose de nitrogênio (100 kg ha⁻¹) (B100). Os quatro tratamentos foram distribuídos em dois blocos casualizados, com duas repetições de tratamento por bloco, totalizando 16 unidades experimentais.

2.4. Manejo do pastejo

Nos períodos em que antecederam o diferimento dos pastos, o pastejo foi conduzido sob lotação intermitente, com taxa de lotação variável, utilizando-se novilhas da raça Nelore, com alturas de pré e pós-pastejo de 25 e 15 cm, respectivamente, nos dois anos experimentais.

Novilhas da raça Nelore pastejaram cada unidade experimental, até o dia que antecedeu a vedação dos pastos, que ocorreu em 07 de março, em ambos os anos, 2017 e 2018. Após os animais saírem dos pastos, foram realizadas medidas de altura do resíduo pós-pastejo e colhidas amostras para quantificar a massa de forragem, sendo posteriormente realizadas as adubações nitrogenadas nas unidades experimentais que receberam esses tratamentos. As alturas de resíduo pós-pastejo foram mensuradas, tomando-se 20 pontos por unidade experimental, de forma aleatória, utilizando-se régua com bastão graduado, para estimativa da altura média.

Os pastos permaneceram vedados ao pastejo (sem animais) até 13 de junho, em 2017, e até 15 de maio, em 2018, quando os animais retornaram aos piquetes. No dia que antecedeu a entrada dos animais nos piquetes, foram realizadas medições das alturas do pasto e colhidas amostras de forragem nos piquetes, e em 2018, foram feitas leituras da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) e do índice de área foliar (IAF). Após o período de pastejo, que finalizou em 10 de agosto de 2017, e, em 27 de junho de 2018, foram realizadas medições de altura dos resíduos pós-pastejo e colhidas de amostras de forragem, bem como, leituras da IRFA e IAF, no ano de 2018.

Os períodos de diferimento dos pastos foram de 07/03/2017 a 13/06/2017 (98 dias) e de 07/03/2018 a 15/05/2018 (70 dias). O período de tempo em que os animais permaneceram em pastejo, após o período de diferimento, foram 58 e 43 dias, em 2017 e 2018, respectivamente.

2.5. Massa e taxa de acúmulo de forragem, características estruturais e composição química dos pastos

Ao término do período de diferimento dos pastos, foi caracterizada a estrutura do capim-braquiária, por meio da mensuração de altura de plantas no dossel (APD) e altura de plantas estendidas (APE), em dez pontos por piquete, utilizando-se régua graduada. O índice de tombamento das plantas foi obtido pela divisão de APE por APD, de acordo com metodologia proposta por Santos et al. (2009).

No início do período de diferimento, anteriormente à aplicação de adubo nitrogenado nos piquetes, foram colhidas amostras da massa de forragem do resíduo pós-pastejo, em cada unidade experimental. Esta amostragem foi realizada novamente, ao final do período de diferimento, antes dos animais entrarem nos piquetes, e repetida após o período de pastejo. Foram colhidas quatro amostras de forragem, ao acaso, em cada

piquete, usando-se molduras de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m) e colhendo-se a forragem contida no interior da moldura, a 2 cm acima do nível do solo.

As amostras de forragem colhidas antes do diferimento, foram levadas ao laboratório onde foram pesadas e, em seguida, separadas em material verde e material senescente, sendo pesadas, separadamente, antes de serem secas em estufa com circulação forçada de ar, a 55° C, até massa constante. Posteriormente, foram moídas em moinho de facas, com peneira de 1 mm, e submetidas a secagem definitiva em estufa a 105°C, para determinação do teor de matéria seca (método 930.15; AOAC, 2005) e cálculo da massa seca total (MST) e de massa seca verde (MSV). Além disso, foram realizadas análises dos teores de proteína bruta (PB) (método 976.05; AOAC, 2005) e fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}) (Mertens, 2002 e Licitra et al., 1996).

Após o período de diferimento e antes da entrada dos animais nos piquetes, foram colhidas quatro amostras de forragem ao acaso, em cada piquete, usando-se molduras de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m), cortando-se, a 2 cm acima do solo, a forragem contida no interior da moldura. A partir dessas amostras, foi quantificada a densidade populacional total de perfilhos, nas quais, os perfilhos vivos com inflorescência foram classificados como reprodutivos, os vivos sem inflorescência como vegetativos e aqueles cujos colmos estavam necrosados foram classificados como mortos. O somatório de perfilhos vegetativos e reprodutivos correspondeu aos perfilhos vivos e o de perfilhos vivos e mortos aos perfilhos totais.

Após a contagem dos perfilhos, cada amostra foi pesada e subdividida em duas subamostras. A primeira foi separada em lâmina foliar viva (LFV), colmo verde (CV) e material morto (MM). As partes do colmo e da lâmina foliar com amarelecimento e, ou, necrosamento, foram incorporadas às frações de material morto. Após a separação, os componentes foram pesados e secos em estufa com circulação forçada de ar a 55°C, até peso constante. A partir desses dados, foi estimada a massa seca foliar (MSF), a massa seca verde (MSV), a massa seca total (MST), a massa seca de colmo (MSC) e a massa seca de material morto (MSMM) e as participações relativas (%) de cada componente morfológico na forragem disponível. Também foi estimada a relação massa seca verde/massa seca de material morto (V/M) e a relação lamina foliar verde/colmo verde (LFV/CV).

A segunda subamostra foi seca em estufa com ventilação forçada de ar, a 55°C, até massa constante, e moída, para posteriores análises dos teores de matéria seca (MS)

(método 930.15; AOAC, 2005), proteína bruta (PB) (método 976.05; AOAC, 2005), fibra em detergente neutro (FDN) (Mertens, 2002 e Licitra et al., 1996).

O acúmulo de forragem foi calculado pela diferença entre a massa de forragem colhida após o diferimento dos pastos subtraída da massa de forragem antes do diferimento, em cada ano experimental. Já a taxa de acúmulo de forragem (TAF) foi estimada pela diferença entre a massa de forragem colhida após o diferimento dos pastos subtraída da massa de forragem antes do diferimento, dividida pelo número de dias de diferimento dos pastos, em cada ano experimental.

No primeiro, segundo e terceiro dia de pastejo, bem como, ao final do período de diferimento, foram coletadas amostras de forragem em cada piquete, simulando a forragem consumida pelos bovinos, de acordo com metodologia descrita por Sollenberger e Cherney (1995). Uma única pessoa realizou essa amostragem, por meio da observação do consumo de forragem de todos os animais presentes na área experimental. Cada amostra foi separada em lâmina foliar, colmo e material morto, adotando-se os mesmos critérios descritos anteriormente. Posteriormente, todos os componentes morfológicos foram reunidos para recompor suas amostras originais, as quais foram analisadas quanto a composição química.

As leituras de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) e do índice de área foliar (IAF) foram realizadas utilizando-se o aparelho Accu-PAR modelo LP-80 (Decagon Devices, Inc. Pullman, WA). As medições foram realizadas, ao final do período de diferimento e ao final do período de pastejo, no ano de 2018, em doze pontos de cada piquete, sendo três leituras sobre o dossel forrageiro e nove leituras abaixo do dossel forrageiro (ao nível do solo), obtendo-se a média para cada unidade experimental/piquete.

2.6. Densidade de lotação, oferta de forragem e pressão de pastejo

Antes do pastejo, os animais foram pesados, sem jejum prévio, registrando-se peso corporal médio de 365 kg e 465 kg, em 2017 e 2018, respectivamente, e distribuídos nos piquetes, utilizando-se uma ou duas novilhas por unidade experimental. A densidade de lotação foi calculada na data de pesagem dos animais, a cada 28 dias, dividindo-se o somatório do peso dos animais em cada piquete pela respectiva área do piquete. Os valores foram expressos em unidade animal (UA) por hectare (UA/ha), utilizando-se a correspondência de 1 UA a 450 kg de peso corporal. Também foi avaliada a oferta de

ferragem (kg MSF/100 kg PC), em que PC é peso corporal e MSF é a massa seca foliar da gramínea.

2.7. Análise Estatística

As análises dos dados experimentais foram feitas usando o Sistema para Análises Estatísticas - SAEG, versão 8.1 (UFV, 2003). Para cada característica, foram realizadas análise conjunta de dados, considerando-se efeitos dos tratamentos (controle, consórcio de capim-braquiária e calopogônio, baixa dose de N e alta dose de N) e dos anos experimentais (2017 e 2018). As médias das variáveis massa seca foliar, massa seca verde, massa seca total, massa seca de colmo, massa seca de material morto, acúmulo de ferragem e a taxa de acúmulo de ferragem, ao final do período de diferimento, foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste “Tukey” e “F”, a 10% de probabilidade para o erro tipo I, enquanto as demais variáveis foram comparadas a 5% de probabilidade.

3. Resultados

3.1 Altura, massa de ferragem e composição química do resíduo pós-pastejo, no início do período de diferimento

Os valores médios para as variáveis altura, MST, MSV, MS, PB e FDN do resíduo pós-pastejo de capim-braquiária, antes do período de diferimento, foram registrados nos dois anos de estudo (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores médios de altura (cm), massa seca total (MST) (kg ha⁻¹) e massa seca verde (MSV) (kg ha⁻¹), e teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp) (%) do resíduo pós-pastejo de capim-braquiária, no início do período de diferimento, em dois anos experimentais

| Anos | Altura (cm) | MST (kg ha ⁻¹) | MSV (kg ha ⁻¹) | MS (%) | PB (%) | FDNcp (%) |
|------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------|-----------|--------------|
| 2017 | 15,61 | 2.944,7 | 1.236,5 | 38,5 | 6,6 | 69,1 |
| 2018 | 15,9 | 3.375,0 | 1.627,2 | 24,4 | 7,5 | 68,9 |

3.2 Variáveis avaliadas ao final do período de diferimento

Ao final do período de diferimento, não houve efeito de tratamentos sobre as variáveis IRFA ($P=0,6793$) e IAF ($P=0,8274$), avaliadas somente no ano de 2018, cujas médias foram 95,5% e 4,15, respectivamente.

A altura do dossel foi afetada ($P=0,0043$) pelos tratamentos (Tabela 3) e pelos anos experimentais ($P=0,0031$). No ano de 2018, foi observada maior altura de plantas em relação a 2017 (58,8 vs 50,6 cm). O capim-braquiária consorciado com calopogônio apresentou maior altura em relação ao capim-braquiária sem adubo nitrogenado, apresentando os demais tratamentos valores intermediários (Tabela 3). Também foi observado maior ($P=0,0241$) índice de tombamento no pasto consorciado, comparado ao de capim-braquiária sem adubo nitrogenado, com valores intermediários nos demais tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios de altura (cm) e índice de tombamento para os diferentes tratamentos, ao final do período de diferimento

| Tratamentos | Altura (cm) | Índice de Tombamento |
|-----------------------------|-------------|----------------------|
| B | 47,6B | 1,5B |
| BC | 62,1A | 2,0A |
| B50 | 55,1AB | 1,8AB |
| B100 | 53,9AB | 1,9AB |
| Erro Padrão da Média | 1,63 | 0,007 |

Médias seguidas de pelo menos umas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste “Tukey”. B = capim-braquiária não adubado com nitrogênio; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha⁻¹ N

A massa seca total (MST) foi influenciada pelo fator ano ($P=0,0220$), apresentando maiores valores no ano de 2018 (6.622,2 kg ha⁻¹) comparado ao ano de 2017 (5.688,9 kg ha⁻¹).

A massa seca verde (MSV) foi influenciada pela interação tratamentos e anos ($P=0,0307$) (Tabela 4). No ano de 2017, verificou-se que a MSV foi maior para o pasto em consórcio, comparado ao pasto sem adubo nitrogenado, contudo, em 2018, não houve diferença entre os tratamentos para esta variável. Comparando-se os anos, verificou-se aumento na MSV, de 2017 para 2018, com uso de mais alta dose de adubo nitrogenado e no pasto sem adubação nitrogenada (controle), já o pasto em consórcio reduziu a massa seca verde, enquanto o adubado com mais baixa dose de N a manteve.

Tabela 4 – Valores médios de massa seca verde (MSV) (kg ha^{-1}), massa seca foliar da gramínea (MSF) (kg ha^{-1}), massa seca de colmo (MSC) (kg ha^{-1}) e acúmulo de forragem (kg ha^{-1}) para os diferentes tratamentos e anos experimentais, ao final do período de diferimento.

| Tratamentos | 2017 | 2018 | Erro Padrão da Média |
|--|-------------|-------------|-----------------------------|
| MSV (kg ha^{-1} MS) | | | |
| B | 3.140,6Bb | 4.625,5Aa | 202,02 |
| BC | 5.110,4Aa | 3.793,8Ab | |
| B50 | 4.253,9ABa | 5.068,2Aa | |
| B100 | 3.593,8ABb | 5.204,9Aa | |
| MSF (kg ha^{-1} MS) | | | |
| B | 704,0Aa | 875,6Aa | 43,66 |
| BC | 946,4Aa | 627,2Ab | |
| B50 | 770,3Aa | 951,3Aa | |
| B100 | 765,0Aa | 1030,4Aa | |
| MSC (kg ha^{-1} MS) | | | |
| B | 884,3Ba | 1346,6Aa | 201,30 |
| BC | 1673,0Aa | 1169,9Ab | |
| B50 | 1332,3ABa | 1444,1Aa | |
| B100 | 1072,5ABb | 1584,7Aa | |
| AF (kg ha^{-1} MS) | | | |
| B | 1.592,6Bb | 3.556,3Aa | 246,45 |
| BC | 3.992,6Aa | 1.861,2Ab | |
| B50 | 2.919,1ABa | 3.858,7Aa | |
| B100 | 2.279,8ABa | 3.164,3Aa | |

MSV: massa seca verde, MSF: Massa seca foliar, MSC: massa seca de colmo, AF: acúmulo de forragem. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada variável, não diferem ao nível de 10% de probabilidade pelo teste de “Tukey”. B = capim-braquiária não adubado com nitrogênio; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha^{-1} N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha^{-1} N

Também houve interação ($P=0,0885$) entre os tratamentos e os anos experimentais para a massa seca foliar (MSF) (kg ha^{-1}) (Tabela 4). Não houve diferença entre os tratamentos em ambos os anos experimentais. Contudo, quando comparamos os anos experimentais dentro de cada tratamento, verificou-se que o pasto em consórcio reduziu a massa seca foliar de 2017 para 2018.

A massa seca de colmos (MSC) também foi afetada ($P=0,0703$) pela interação tratamentos e anos experimentais (Tabela 4). Em 2017, o pasto consorciado apresentou maior massa seca de colmos, comparado ao pasto sem adubação nitrogenada, com valores intermediários para o pasto com baixa e alta dosagem de nitrogênio. Contudo, em 2018 não houve diferença entre os tratamentos para esta variável. Quando comparamos os anos experimentais dentro de cada tratamento, observa-se que o pasto consorciado reduziu a MSC de 2017 para 2018, no entanto, o pasto adubado com alta dosagem de N, aumentou a MSC do primeiro para o segundo ano experimental.

O acúmulo de forragem também foi influenciado ($P=0,0156$) pela interação tratamentos e anos experimentais (Tabela 4). No ano de 2017, houve maior acúmulo de forragem no consórcio, comparado ao capim-braquiária sem adubação, enquanto que em 2018 esta variável foi similar entre os tratamentos. Comparando-se os anos dentro de cada tratamento, verificou-se aumento no acúmulo de forragem, de 2017 para 2018, para o capim-braquiária sem adubo, enquanto que o pasto em consórcio reduziu o acúmulo de forragem, com os outros tratamentos mantendo o acúmulo de forragem.

Foi observado efeito de ano ($P=0,0001$) sobre a taxa de acúmulo de forragem (TAF), cujo valor foi mais alto em 2018 do que em 2017 ($50,6$ vs $27,5 \text{ kg ha}^{-1}\text{dia}^{-1}$ MS; $\text{EPM} = 3,19$).

A massa seca de material morto (MM) foi afetada ($P=0,0035$) pelos tratamentos aplicados. Nota-se que o pasto consorciado apresentou menor massa de material morto que os demais tratamentos (Tabela 5). Também houve efeito ($P=0,0137$) dos tratamentos para a relação massa seca verde/massa seca de material morto (MSV/MM), no qual o pasto consorciado apresentou maior relação MSV/MM do que o pasto sem adubação nitrogenada e com alta dosagem de N (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios de massa seca de material morto (MM) e a relação massa seca verde/massa seca de material morto (MSV/MM), para os diferentes tratamentos, ao final do diferimento

| Tratamentos | MM (kg ha^{-1} MS) | MSV/MM |
|-------------|------------------------------|--------|
|-------------|------------------------------|--------|

| | | |
|-----------------------------|--------|-------|
| B | 999,5A | 4,1B |
| BC | 517,6B | 9,3A |
| B50 | 904,2A | 5,6AB |
| B100 | 978,5A | 5,2B |
| Erro padrão da Média | 91,2 | 1,1 |

MM: massa seca de material morto, MSV/MM: relação massa seca verde/massa seca de material morto. As médias da MM seguidas de pelo menos umas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F. As médias da relação MSV/MM seguidas de pelo menos umas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. B = capim-braquiária não adubado com nitrogênio; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha⁻¹ N

Nas amostras via corte direto, os tratamentos estudados e os anos experimentais não afetaram as variáveis percentagem de lâmina foliar (%LF) (P=0,9187) e relação lâmina foliar/colmo (LF/C) (P=0,2091), que apresentaram médias de 27,85% e 0,66, respectivamente. Já a percentagem de colmo (P=0,0044) e de material morto (P=0,0075) foi afetada pelos tratamentos aplicados (Tabela 6). O capim-braquiária consorciado com calopogônio apresentou maior percentual de colmos e menor percentual de material morto do que o controle e o pasto adubado com mais alta dose de N.

Tabela 6 – Valores médios de percentagem de colmo e de material morto, via corte direto, em diferentes tratamentos, ao final do diferimento

| Tratamentos | (% Colmo) | (% MM) |
|-----------------------------|------------------|---------------|
| B | 37,94B | 34,89A |
| BC | 50,87A | 20,42B |
| B50 | 43,77AB | 28,86AB |
| B100 | 40,61B | 31,20A |
| Erro padrão da Média | 1,43 | 1,62 |

MM: material morto. Médias seguidas de pelo menos umas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. B = capim-braquiária não adubado com nitrogênio; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha⁻¹ N

Nas amostras de pastejo simulado, a relação lâmina foliar/colmo (LF/C) (P=0,0042) e a percentagem de lâmina foliar (% LF) (P=0,0013), de colmo (P=0,0355) e de material

morto ($P=0,0084$) foram afetadas pela interação tratamentos e anos (Tabela 7). Comparando os tratamentos dentro de anos, verifica-se que, no ano de 2017, o pasto consorciado proporcionou maior relação lâmina/colmo, maior proporção de lâmina foliar e menor proporção de colmos e de material morto. Já no ano de 2018, as médias foram semelhantes entre os diferentes tratamentos para o capim-braquiária. Comparando os anos dentro de cada tratamento, no pasto consorciado, observa-se maior relação LF/C e percentual de LF, e, menores percentuais de colmo e material morto, no ano de 2017 relativamente a 2018 (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores médios de relação lâmina foliar/colmo (LF/C) e percentuais de lâmina foliar (LF), de colmo e de material morto (MM), via pastejo simulado, para os diferentes tratamentos e anos experimentais, ao final do período de diferimento

| Tratamentos | 2017 | 2018 | Erro Padrão da Média |
|------------------|----------|---------|----------------------|
| LF/C | | | |
| B | 1,24Ba | 1,47Aa | 0,08 |
| BC | 2,20Aa | 1,16Ab | |
| B50 | 1,09Ba | 1,42Aa | |
| B100 | 1,23Ba | 1,10Aa | |
| LF (%) | | | |
| B | 51,81Ba | 54,79Aa | 1,31 |
| BC | 67,27Aa | 49,95Ab | |
| B50 | 48,98Ba | 56,31Aa | |
| B100 | 52,33Ba | 50,45Aa | |
| Colmo (%) | | | |
| B | 42,26ABa | 40,00Aa | 1,22 |
| BC | 31,61Bb | 44,34Aa | |
| B50 | 45,25Aa | 40,42Aa | |
| B100 | 43,48Aa | 46,18Aa | |
| MM (%) | | | |
| B | 5,92Aa | 5,19Aa | 0,41 |
| BC | 1,10Bb | 5,70Aa | |
| B50 | 5,76Aa | 3,25Aa | |

B100 4,18ABa 3,36Aa

LF/C: relação lâmina foliar/colmo; LF: lâmina foliar; MM: material morto. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada variável, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de “Tukey”. B = capim-braquiária não adubado com nitrogênio; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha⁻¹ N

Nas amostras colhidas via corte direto, o número de perfilhos vegetativos foi afetado (P=0,0137) pela interação tratamentos e anos (Tabela 8), enquanto não houve efeito (P>0,05) dos fatores estudados sobre o número de perfilhos reprodutivos (PR), cuja média foi 292 perfilhos/m².

Comparando-se os tratamentos dentro de cada ano, nota-se que, em 2017, a dose mais alta de adubo nitrogenado contribuiu para maior número de perfilhos vegetativos (PVE), em relação ao pasto consorciado (Tabela 8). Porém, em 2018, todas os outros tratamentos proporcionaram maior número de PVE que o pasto consorciado. Contudo, comparando-se os anos dentro de cada tratamento, observa-se que o número de perfilhos vegetativos foi aumentado, de 2017 para 2018, somente no capim-braquiária sem adubação (B) e com mais baixa dose de N (B50).

Tabela 8 – Valores médios número de perfilhos vegetativos (PVE), para os diferentes tratamentos e anos experimentais, ao final do período de diferimento

| Tratamentos | PVE (perfilhos/m ²) | |
|-----------------------------|---------------------------------|-------|
| | 2017 | 2018 |
| B | 666ABb | 922Aa |
| BC | 559Ba | 545Ba |
| B50 | 688ABb | 996Aa |
| B100 | 867Aa | 909Aa |
| Erro padrão da Média | 34,02 | |

PVE: perfilhos vegetativos. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada variável, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de “Tukey”. B = capim-braquiária não adubado com nitrogênio; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha⁻¹ N

O número de perfilhos mortos (PM) (P=0,0247), de perfilhos vivos (PVI) (P=0,0001) e de perfilhos totais (PT) (P=0,0001) foram afetados pelos tratamentos

aplicados (Tabela 9). O número de perfilhos mortos foi menor no pasto consorciado, em relação ao pasto sem adubo nitrogenado e com alta dose de N (Tabela 9). Por outro lado, o número de perfilhos vivos e perfilhos totais foi menor para o pasto consorciado comparado aos demais tratamentos. O número de PM também foi afetado ($P=0,0465$) pelo ano, com maior valor em 2018 (355 perfilhos/m²), relativamente à 2017 (238 perfilhos/m²). Contudo, o número de PVI ($P=0,2972$) e PT ($P=0,4230$) não foi afetado pelo ano, com valores médios de 1035 e 1088 perfilhos vivos/m², em 2017 e 2018, respectivamente, e 1327 e 1390 perfilhos totais/m², em 2017 e 2018, respectivamente.

Tabela 9 – Valores médios de número de perfilhos mortos (PM), perfilhos vivos (PVI) e perfilhos totais (PT) para os diferentes tratamentos, ao final do período de diferimento (médias de dois anos experimentais)

| Tratamentos | PM (perfilhos/m ²) | PVI (perfilhos/m ²) | PT (perfilhos/m ²) |
|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| B | 374A | 1046A | 1420A |
| BC | 150B | 819B | 969B |
| B50 | 281AB | 1224A | 1506A |
| B100 | 383A | 1157A | 1539A |
| Erro padrão da Média | 33,47 | 36,01 | 55,96 |

PM: perfilhos morto; PVI: perfilhos vivos; PT: perfilhos totais. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de “Tukey”. B = capim-braquiária não adubado com nitrogênio; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha⁻¹ N

A composição química do calopogônio foi avaliada apenas pelo método de amostragem via corte direto. A proporção de calopogônio no pasto consorciado foi 3,0 e 9,5%, em 2017 e 2018, respectivamente, em relação a massa seca total, ao final do período de diferimento. Nos anos de 2017 e 2018, o calopogônio apresentou teores de 15,9 e 26,48% de MS, 17,32 e 13,15% de PB, e, 48,64 e 54,22% de FDNcp, respectivamente.

A composição química nos pastos de capim-braquiária (ao final do diferimento) foi avaliada de duas formas distintas, via amostras colhidas por meio de corte direto e via pastejo simulado. O teor de PB via corte direto diferiu ($P=0,0001$) somente com os tratamentos avaliados (Tabela 10). Contudo, o teor de proteína bruta (PB) da forragem

amostrada por pastejo simulado, foi afetado ($P=0,0007$) pela interação tratamentos e ano experimental (Tabela 11).

Nas as amostras via corte, verificou-se que o tratamento sem adubação nitrogenada apresentou menor teor de PB, em relação aos demais tratamentos (Tabela 10). Nas amostras oriundas do pastejo simulado, foi observado maior teor de PB ($P<0,05$) no pasto consorciado, em relação aos demais tratamentos, no ano de 2017 (Tabela 10), enquanto que, no ano de 2018, as médias foram semelhantes. Comparando-se os anos dentro de tratamentos, nota-se maior teor de PB, no pasto consorciado, no ano de 2017.

Tabela 10 – Valores médios de proteína bruta (PB) dos pastos, via corte direto, para os diferentes tratamentos, ao final do período de diferimento

| Tratamentos | PB (%) |
|-----------------------------|--------|
| B | 5,5B |
| BC | 7,0A |
| B50 | 7,1A |
| B100 | 7,1A |
| Erro padrão da Média | 0,16 |

PB: proteína bruta. As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. B = capim-braquiária não adubado com nitrogênio; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha⁻¹ N.

Tabela 11 – Valores médios de teor de proteína bruta (PB) nos pastos de capim-braquiária, em amostras de pastejo simulado, para os diferentes tratamentos e anos experimentais, ao final do período de diferimento

| Tratamentos | PB (%) | |
|-----------------------------|--------|--------|
| | 2017 | 2018 |
| B | 9,6Ba | 8,8Aa |
| BC | 13,1Aa | 8,7Ab |
| B50 | 10,2Ba | 10,4Aa |
| B100 | 10,8Ba | 9,5Aa |
| Erro Padrão da Média | 0,27 | |

PB: proteína bruta. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada variável, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de

“Tukey”. B = capim-braquiária não adubado com nitrogênio; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha⁻¹ N.

O teor de FDNcp, via corte direto, não foi afetado ($P>0,05$) pelos fatores estudados, apresentando média geral de 66,5%. Somente anos afetaram FDNcp, via pastejo simulado ($P=0,0012$), e a percentagem de matéria seca (MS), via corte direto ($P=0,0001$) e via pastejo simulado ($P=0,0001$) (Tabela 12). Menores teores de FDN (pastejo simulado) e maiores teores de MS (pastejo simulado e corte direto) foram observados no ano de 2018 (Tabela 12).

Tabela 12 – Valores médios de fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp) e de matéria seca (MS), em amostras do pastejo simulado e MS via corte direto, ao final do período de diferimento, em dois anos experimentais.

| Anos | FDNcp (%) (pastejo simulado) | MS (%) (corte direto) | MS (%) (pastejo simulado) |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| 2017 | 60,9A | 26,9B | 27,9B |
| 2018 | 57,9B | 32,4A | 33,6A |
| Erro padrão da Média | 0,52 | 0,70 | 0,82 |

FDNcp: fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; MS: matéria seca. As médias com letra diferente diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

2017: período de diferimento 98 dias com início em 07/03/2017

2018: período de diferimento 70 dias com início em 07/03/2018

As novilhas iniciaram o pastejo, ao final do período de diferimento, com peso médio de 365kg e 465 kg, e saíram, após o pastejo, com peso médio de 385 kg e 470 kg, em 2017 e 2018, respectivamente. Não houve efeito de tratamentos sobre a densidade de lotação (DL) ($P=0,1000$) e a oferta de forragem (OF) ($P=0,2544$), registrando-se valores médios de 7,17 UA ha⁻¹ e 24 kg MSF 100⁻¹ kg PC, para as respectivas variáveis.

3.3. IRFA, IAF, altura e massa residual de forragem, ao final do período de pastejo

A IRFA ($P=0,7354$) e o IAF ($0,3069$), ao final do período de pastejo, não foram influenciados pelos tratamentos aplicadas, apresentando médias de 70,80% e 1,98, respectivamente.

Verificou-se que a massa seca residual (MSR) foi afetada ($P=0,0258$) pela interação tratamentos e anos (Tabela 13). Comparando-se os tratamentos dentro de anos, verificou-se semelhança para a MSR entre os tratamentos, no ano de 2017, contudo, no ano de 2018, o tratamento com alta dose de adubo nitrogenado apresentou maior massa residual no pós-pastejo, não diferindo do controle. Comparando-se os anos dentro de tratamentos, verificou-se que os tratamentos sem adubação nitrogenada, consórcio e mais alta dose de N apresentarem maior massa residual de forragem, no ano de 2018.

Tabela 13 – Valores médios de massa seca residual (kg ha^{-1} MS), no pós-pastejo, para os diferentes tratamentos de capim-braquiária e anos experimentais.

| Tratamentos | MSR (kg MS ha^{-1}) | |
|-----------------------------|--------------------------------|-------------|
| | 2017 | 2018 |
| B | 2.362,50Ab | 3.646,10ABa |
| BC | 1.922,10Ab | 2.842,10Ba |
| B50 | 2.815,00Aa | 2.899,80Ba |
| B100 | 2.362,50Ab | 3.935,00Aa |
| Erro Padrão da Média | 137,79 | |

MSR: massa seca residual. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada variável, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “Tukey”. B = capim-braquiária não adubado com nitrogênio; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha^{-1} N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha^{-1} N

A massa seca verde (MSV) ($P=0,0001$), a altura ($P=0,0001$) e o teor de matéria seca (MS) foram influenciados apenas por anos (Tabela 14). A MSV foi maior em 2018 enquanto que a altura de plantas e o teor de MS foram mais baixos neste ano.

Tabela 14 – Valores médios de altura, massa seca verde (kg ha^{-1}), altura (cm) e teor de matéria seca (MS) do pós-pastejo, para os dois anos experimentais.

| Anos | Altura (cm) | MSV (kg ha^{-1}) | MS (%) |
|------|-------------|-----------------------------|--------|
| 2017 | 19,26A | 223,55B | 52,29A |
| 2018 | 15,40B | 993,89A | 46,02B |

| | | | |
|-----------------------------|------|-------|------|
| Erro Padrão da Média | 0,50 | 78,38 | 0,86 |
|-----------------------------|------|-------|------|

MSV: massa seca verde; MS: matéria seca. As médias com letra diferente diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

2017: período de diferimento 98 dias com início em 07/03/2017

2018: período de diferimento 70 dias com início em 07/03/2018

4. Discussão

A maior altura de plantas e o maior índice de tombamento (Tabela 3), ao final do período de diferimento, no pasto consorciado, o qual não diferiu dos tratamentos que receberam doses de nitrogênio, podem ser explicados pela maior disponibilidade de nitrogênio no solo (Cadisch et al., 1994), assim como, pela quantidade e qualidade de luz incidente no dossel forrageiro. De acordo com Ballaré et al. (1990), em pastos consorciados, a proximidade de diferentes plantas prejudica a quantidade e qualidade de luz que penetra no dossel forrageiro, onde a competitividade entre gramínea e leguminosa pode causar alongamento do colmo e maior tombamento de plantas, como observado no presente estudo (Tabelas 3 e 5). O colmo delgado e flexível do capim-braquiária também explica a facilidade de tombamento, que é uma das principais características que interferem em recomendações de manejo de pastos diferidos, pois influencia diretamente a quantidade de forragem predisponente ao consumo animal (Silva et al., 2015).

O pasto de capim-braquiária diferido geralmente possui índice de tombamento superior a 1,0, em decorrência de sua forma de crescimento decumbente (Silva et al., 2015). Índice de tombamento mais alto é decorrente do crescimento mais horizontal ou prostrado do pasto, enquanto a diminuição para valor próximo a uma unidade indica que o pasto está crescendo verticalmente (Santos et al., 2013a). No presente estudo, os valores variaram de 1,51 (controle) a 2,07 (consórcio).

Outros fatores podem ter contribuído para maiores alturas de plantas, como a pluviosidade mais alta no segundo ano (Figura 1), atípica para esse período do ano, na região do presente estudo, favorecendo assim o crescimento das plantas, apesar do menor período de diferimento (70 dias). Isto também pode explicar os mais altos valores para MST e MSV, no segundo ano.

Entre as estratégias de manejo que poderiam ser utilizadas para reduzir o índice de tombamento, em pastos diferidos, e diminuir as possíveis perdas de forragem associadas a esta condição, destacam-se a adoção de menor período de diferimento, menor altura do

pasto no início do diferimento e redução da dose de nitrogênio aplicada no início do diferimento do pasto (Santos et al., 2010a).

Como a massa seca verde (MSV) é constituída pelo somatório das massas de lâmina foliar verde e colmo verde, observou-se maior massa seca verde para o pasto em consórcio, em relação ao controle, no primeiro ano, já que pasto consorciado apresentou aproximadamente 50% de colmos verdes, enquanto o controle 38%. (Tabela 4). A massa seca verde para o pasto consorciado foi mais baixa no segundo ano, devido redução na MSF e MSC. No segundo ano, embora com mais alta pluviosidade, apenas os pastos sem adubação e com alta dose N responderam com mais alta MSV (Tabela 4).

O maior acúmulo de forragem no consórcio em relação ao pasto controle, no primeiro ano (Tabela 4), provavelmente decorre da maior disponibilidade de nitrogênio no solo, devido a fixação de N realizada pela leguminosa, entretanto, sem diferir dos tratamentos com adubo nitrogenado. No segundo ano, o acúmulo de forragem foi semelhante entre os tratamentos, possivelmente devido à maior pluviosidade nesse período, conforme já reportado. Segundo Santos et al. (2013b), pastos mais altos podem apresentar reduzido acúmulo de forragem, devido à maior senescência foliar, fato este não observado no presente estudo, em que o consórcio apresentou menor proporção de MM, comparado aos outros tratamentos.

Segundo Santos et al. (2010b), a relação MSV/MM é importante porque permite conhecer o balanço entre as massas dos tecidos vegetais vivo e morto existentes no pasto. No nosso estudo, observa-se que o pasto consorciado apresentou maior relação MSV/MM, sem diferir de B50 (Tabela 5), o que pode favorecer o desempenho animal, pois é uma característica do pasto mais favorável ao consumo. No entanto, deve-se considerar que, em condições de pastagens diferidas, a senescência de tecidos vegetais geralmente é mais acentuada, em razão do extenso período de diferimento normalmente adotado para garantir estoque razoável de forragem para ser utilizado durante o período de inverno (Santos et al., 2010b).

O maior percentual de colmos no pasto consorciado (sem diferir de B50), ao final do período de diferimento (Tabela 6), em amostras via corte direto, pode ser atribuído a competição por luz entre as plantas, o que favorece o alongamento de colmos (Santos et al., 2013a). Já os mais altos percentuais de material morto, no pasto controle e no B100 (sem diferir de B50) (Tabela 6), podem ser em decorrência da mais elevada população de perfilhos mortos nesses tratamentos (Tabela 9).

Observamos que, ao final do período de diferimento, em amostras de pastejo simulado, os valores de relação LF/C e percentagem de lâmina foliar foram maiores e os percentuais de colmos e material morto foram menores (Tabela 7), em relação as amostras obtidas via corte direto, independentemente dos tratamentos e anos. Esses resultados demonstram que as características do pasto não representaram as características da forragem ingerida pelos animais, devido ao comportamento seletivo dos animais em pastejo. Os animais preferem determinadas partes das plantas e, por esta razão, a composição da dieta frequentemente difere da composição do pasto (Decruyenaere et al., 2009).

O pasto consorciado, ao final do período de diferimento, apresentou mais baixa população de PVE em relação ao pasto com alta dose de N, no primeiro ano, e não aumentou esta população do primeiro para o segundo ano, o que também ocorreu com B100 (Tabela 8). Em 2018, todos os tratamentos apresentaram mais alta população de PVE, em relação ao pasto consorciado. De acordo com Sousa et al. (2012), a adubação nitrogenada está relacionada à melhoria da fertilidade do solo, que promove aumento significativo no fluxo de tecidos das plantas forrageiras, incluindo maior surgimento de perfilhos. Em estudo com capim-braquiária diferido por 95 dias, Teixeira et al. (2013) observaram aumento na população de perfilhos vegetativos (744 a 1320 m⁻²), com incremento de doses de N (0, 50 e 100 kg ha⁻¹). Todavia, em nosso estudo, as respostas não foram consistentes para esta característica, refletindo em população similar de PVE entre o capim-braquiária adubado ou não (controle). Além disso, observou-se que não houve diferença no número de PM, PVI e PT nos pastos adubados ou não, enquanto que o pasto consorciado (BC) apresentou valor mais baixo para essas variáveis (Tabela 9).

A disponibilização de nitrogênio advinda da fixação biológica para o ecossistema ocorre de maneira lenta e gradual (Kakraliya et al., 2018), o que possivelmente explica os menores números de perfilhos vivos e totais no pasto consorciado (Tabela 9). Além disso, como o pasto em consórcio apresentou maior altura (Tabela 3), pode ter ocorrido compensação na relação densidade/tamanho de perfilhos (Matthew et al., 1995), ou seja, menor densidade populacional de perfilhos com maior altura.

A baixa proporção de leguminosa nos pastos consorciados pode ser explicada pela introdução e ressemeadura do calopogônio ter sido realizada em janeiro e dezembro de 2017, enquanto que a amostragem das plantas para a composição botânica do dossel foi realizada ao final do período de diferimento, em junho/17 e maio/18.

Quanto à composição química, nas amostras obtidas por corte direto, os maiores teores de PB, registrados para BC, B50 e B100 (Tabela 10), se devem provavelmente à maior disponibilidade de nitrogênio no solo, contribuindo assim para maior teor de nitrogênio na forragem. Em amostras de capim-braquiária, com três diferentes períodos de diferimento (73, 95 e 116 dias) e quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹), em experimento anteriormente conduzido, na mesma área experimental, Santos et al. (2010a) encontraram teores de PB variando de 2,86 a 5,97%, valores estes abaixo do encontrado no presente estudo.

O maior teor de PB no pasto consorciado, em amostras coletadas via pastejo simulado, no ano de 2017 (Tabela 11), pode ser atribuído a maior participação de folhas (Tabela 7), componente morfológico com maior teor de nitrogênio. O calopogônio não foi obtido nas amostras colhidas via pastejo simulado, possivelmente em razão deste ter sido realizado apenas nos três dias iniciais de pastejo, quando as novilhas ainda estavam se adaptando ao pastejo e selecionaram mais gramínea que leguminosa. Além disso, é reconhecido que o calopogônio apresenta baixa aceitabilidade, o que limita o seu consumo pelos animais (Misra e Pani, 2016). Silva et al. (2016) registraram teor de proteína bruta de 8,1%, em monocultivo de capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ de N, com 126 dias de diferimento, via pastejo simulado. Verificaram-se, no presente estudo, mais altos teores de PB, variando de 8,7 (consórcio, em 2018) a 13,1% (consórcio, em 2017) (Tabela 11).

Os maiores teores de PB encontrados em amostras coletadas via pastejo simulado, relativamente ao corte direto, é atribuível às mais altas proporções de folhas do que colmos no horizonte superior de pastejo (Hughes et al., 2012), sendo a fração folha mais selecionada pelos animais em pastejo (Euclides et al., 2016).

A técnica do pastejo simulado é importante no ajuste de possíveis desequilíbrios nutricionais da forragem disponível (De Vries, 1995), pois, amostragens de pastos tropicais ao nível do solo subestimam o valor nutritivo do pasto que será colhido pelo animal (Hughes et al., 2012). No entanto, se assumirmos que a forragem obtida por simulação de pastejo é similar àquela selecionada pelos animais, pode-se inferir que o teor de nitrogênio não foi fator limitante na ingestão de matéria seca pelos animais em pastejo, no presente estudo, considerando-se o nível crítico de PB na dieta, estimado entre 6 e 7%, para as gramíneas tropicais, abaixo do qual o consumo é reduzido pela deficiência de N (Minson, 1990).

O mais elevado teor de FDN, via pastejo simulado, em 2017 em relação a 2018 (Tabela 12), pode ser atribuído ao período de diferimento mais prolongado do pasto no primeiro ano, uma vez que ocorre maior deposição da fração FDN com o maior período de crescimento da planta (Ansah et al., 2010). Silva et al. (2016) registraram, em capim-braquiária diferido por 126 dias, via pastejo simulado, teor médio de FDN de 69,2%, valor acima dos obtidos no presente estudo, tanto via corte direto quanto por pastejo simulado.

Os tratamentos não afetaram a IRFA, avaliada no pré-pastejo, no segundo ano, obtendo-se valor médio de 95,5%. Os valores encontrados, para os tratamentos controle, consórcio, baixa e alta dose de N, foram 96,2; 95,5; 94,7 e 95,5, respectivamente. Embora o critério de manejo baseado em 95% IRFA não seja usual no manejo de pastagens diferidas, o segundo ano experimental foi atípico, com mais elevada precipitação pluviométrica, e, o início de pastejo pelos animais pôde ser realizado na condição recomendável para pastejo nos tratamentos consórcio, B50 e B100.

Como esperado, a densidade de lotação permaneceu alta durante o período de pastejo, com ganho de peso dos animais apenas no primeiro ano (média de 600 g dia⁻¹). No segundo ano, as novilhas ganharam peso nos primeiros 30 dias de pastejo (média de 600 g dia⁻¹), mas depois começaram a perder peso. Como as ofertas de forragem foram altas no início do pastejo (ao final do diferimento), isto é, média de 24 kg MSF 100⁻¹ kg PC, foi possível manter alta DL até o final do período de pastejo.

5. Conclusões

O consórcio de capim-braquiária e calopogônio pode ser recomendado para diferimento, por garantir massa e acúmulo de forragem e teor de proteína bruta equivalentes aos de pastos adubados. Além disso, o pasto consorciado apresentou mais alto percentual de folhas e teor de proteína bruta em relação aos outros tratamentos, via pastejo simulado, no primeiro ano de estudo. A relação de massa seca verde/material morto foi superior no pasto consorciado e equivalente somente à de pasto adubado com dose mais baixa de nitrogênio. A densidade de lotação foi semelhante entre os tratamentos.

6. Referências Bibliográficas

Allen, V. G., Batello, C., Berretta, E. J., Hodgson, J., Kothmann, M., Li, X., ... & Sanderson, M. (2011). An international terminology for grazing lands and grazing

- animals. *Grass and forage science*, 66(1), 2-28. doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00780.x
- Amorim, P. L., Fonseca, D. M., Santos, M. E. R., Pimentel, R. M., Rodrigues, J. P. P., Chizzotti, F. H. M., & Vitor, C. G. (2019). Beef cattle performance on signal grass pastures deferred and fertilized with nitrogen. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71(4), 1395-1402. doi.org/10.1590/1678-4162-10205
- Ansah, T., Osafo, E. L. K., & Hansen, H. H. (2010). Herbage yield and chemical composition of four varieties of Napier (*Pennisetum purpureum*) grass harvested at three different days after planting. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1 (5), 923-929. doi:10.5251/abjna.2010.1.5.923.929
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. The Association of Official Analytical Chemists. 17th Ed. Arlington, Virginia, USA.
- Ballaré, C. L., Scopel, A. L., & Sánchez, R. A. (1991). On the opportunity cost of the photosynthate invested in stem elongation reactions mediated by phytochrome. *Oecologia*, 86(4), 561-567. doi: 10.1007/BF00318323
- Ballaré, C. L., Scopel, A. L., & Sánchez, R. A. (1990). Far-red radiation reflected from adjacent leaves: an early signal of competition in plant canopies. *Science*, 247(4940), 329-332. doi: 10.1126/science.247.4940.329
- Braz, S. P., Urquiaga, S., Alves, B. J., Jantalia, C. P., Guimarães, A. P., dos Santos, C. A., ... & Boddey, R. M. (2013). Soil carbon stocks under productive and degraded Brachiaria pastures in the Brazilian Cerrado. *Soil Science Society of America Journal*, 77(3), 914-928. doi.org/10.2136/sssaj2012.0269
- Cadisch, G., Schunke, R. M., & Giller, K. E. (1994). Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. *Tropical grasslands*, 28, 43-43.
- Cantarutti, R.B.; Martins, C.E.; Carvalho, M.M. et al. Pastagens. (1999) .5ª APROXIMAÇÃO. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*, Viçosa, MG. Comissão de Fertilizantes do Solo do Estado de Minas Gerais, 332 p.
- Decruyenaere, V., Buldgen, A., & Stilmant, D. (2009). Factors affecting intake by grazing ruminants and related quantification methods: a review. *Base*. doi: 1780-4507/index.php?id=4757
- De Vries, M. W. (1995). Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 48(4), 370-375. Doi: 10.1007/s40415-016-0300-0
- Euclides, V. P. B., Montagner, D. B., Barbosa, R. A., Valle, C. B. D., & Nantes, N. N. (2016). Animal performance and sward characteristics of two cultivars of Brachiaria brizantha (BRS Paiaguás and BRS Piatã). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45(3), 85-92. doi.org/10.1590/S1806-92902016000300001

- Ferreira, T. C., Aguilar, J. V., Souza, L. A., Justino, G. C., Aguiar, L. F., & Camargos, L. S. (2016). pH effects on nodulation and biological nitrogen fixation in *Calopogonium mucunoides*. *Brazilian Journal of Botany*, 39(4), 1015-1020.
- Hughes, M. P., Jennings, P. G., Mlambo, V. I. C. T. O. R., & Lallo, C. H. (2012). Effect of season and harvesting method on chemical composition, predicted metabolizable energy and in vitro organic matter digestibility of rotationally grazed tropical pastures. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 1(5), 405-417.
- Kakraliya, S. K., Singh, U., Bohra, A., Choudhary, K. K., Kumar, S., Meena, R. S., & Jat, M. L. (2018). Nitrogen and legumes: a meta-analysis. In: *Legumes for Soil Health and Sustainable Management* (pp. 277-314). Springer, Singapore. doi: 10.1007/978-981-13-0253-4_9
- Köppen, W. (1948). *Climatologia*. Buenos Aires: Gráfica Panamericana, 478p.
- Li, Q., Yu, P., Li, G., & Zhou, D. (2016). Grass–legume ratio can change soil carbon and nitrogen storage in a temperate steppe grassland. *Soil and Tillage Research*, 157, 23-31. doi.org/10.1016/j.still.2015.08.021
- Licitra, G., Hernandez, T. M., & Van Soest, P. J. (1996). Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 57(4), 347-358. doi: 10.1016/0377-8401(95)00837-3
- Lüscher, A., Mueller-Harvey, I., Soussana, J. F., Rees, R. M., & Peyraud, J. L. (2014). Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science*, 69(2), 206-228. doi/full/10.1111/gfs.12124
- Matthew, C., Lemaire, G., Hamilton, N. S., & Hernandez-Garay, A. (1995). A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. *Annals of botany*, 76(6), 579-587. doi.org/10.1006/anbo.1995.1135
- Mertens, D. R. (2002). Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC international*, 85(6), 1217-1240.
- Minson, D.J. (1990). Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press, 483p.
- Prado, D. A., Zanine, A. D. M., Ferreira, D. D. J., Rodrigues, R. C., Santos, E. M., Pinho, R. M. A., & Portela, Y. P. N. (2019). Morphogenetic and structural characteristics, yield and chemical composition of signal grass under deferred grazing. *Biological Rhythm Research*, 1-8. doi.org/10.1080/09291016.2019.1621062
- Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Dos Anjos, L. H. C., De Oliveira, V. A., Lumberras, J. F., Coelho, M. R., ... & Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- Santos, M. E. R., Fonseca, D. M. D., Euclides, V. P. B., Nascimento Júnior, D. D., Queiroz, A. C. D., & Ribeiro Júnior, J. I. (2009). Características estruturais e índice de tombamento de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk em pastagens diferidas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(4), 626-634. doi.org/10.1590/S1516-35982009000400006

- Santos, M. E. R., Fonseca, D. M. D., Oliveira, I. M. D., Casagrande, D. R., Balbino, E. M., & Freitas, F. P. (2010a). Correlações entre número de perfilhos, índice de tombamento, massa dos componentes morfológicos e valor nutritivo da forragem em pastos diferidos de capim-braquiária. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(3), 487-493. doi.org/10.1590/S1516-35982010000300006
- Santos, M. E. R., Da Fonseca, D. M., Gomes, V. M., Balbino, E. M., & Magalhães, M. A. (2010b). Estrutura do capim-braquiária durante o diferimento da pastagem. *Acta Scientiarum: Animal Sciences*, 32(2), 139-145. doi: 10.4025/actascianimsci.v32i2.7922
- Santos, M. E. R., Fonseca, D. M. D., Gomes, V. M., Pimentel, R. M., Albino, R. L., & Silva, S. P. D. (2013a). Signal grass structure at different sites of the same pasture under three grazing intensities. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35(1), 73-78. doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i1.11801
- Santos, M. E. R., Fonseca, D. M. D., & Gomes, V. M. (2013b). Forage accumulation in brachiaria grass under continuous grazing with single or variable height during the seasons of the year. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(5), 312-318. doi.org/10.1590/S1516-35982013000500002
- Silva, C. S., Montagner, D. B., Euclides, V. P. B., Queiroz, C. D. A., & Andrade, R. A. S. (2016). Steer performance on deferred pastures of *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria decumbens*. *Ciência Rural*, 46(11), 1998-2004. doi.org/10.1590/0103-8478cr20151525
- Silva, A. A. S., Fonseca, D. M. D., Santos, M. E. R., Sousa, B. M. D. L., Gomes, V. M., & Cantarutti, R. B. (2015). Initial height and nitrogen fertilization on deferred signalgrass. *Bioscience Journal*, 31(6), 1671-1681.
- Sollenberger, L. E., & Cherney, D. J. R. (1995). *Evaluating forage production and quality*. Forages: The science of grassland agriculture, 2, 97-110.
- Sousa, B. M. de L., Santos, M. E. R., de Amorim, P. L., da Silveira, M. C. T., de Oliveira Rocha, G., & de Carvalho, A. N. (2019). Effect of nitrogen fertilization on structure and tillering dynamics of Piata palisade grass during the deferment period. *Semina: Ciências Agrárias*, 40(1), 249-258. doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n1p249
- Sousa, B. M. D. L., Vilela, H. H., Santos, A. L., Santos, M. E. R., Nascimento Júnior, D. D., Assis, C. Z. D., ... & Rocha, G. D. O. (2012). Piata palisadegrass deferred in the fall: effects of initial height and nitrogen in the sward structure. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(5), 1134-1139. doi.org/10.1590/S1516-35982012000500008
- Teixeira, F. A., Bonomo, P., Pires, A. J. V., Silva, F. F., Abreu Filho, G., & Viana, P. T. (2013). Tiller population density in deferred *Urochroa decumbens* pasture and strategies for nitrogen fertilization. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35(1), 79-84. doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i1.10243
- Von Blottnitz, H., Rabl, A., Boiadjev, D., Taylor, T., & Arnold, S. (2006). Damage costs of nitrogen fertilizer in Europe and their internalization. *Journal of environmental planning and management*, 49(3), 413-433. doi.org/10.1080/09640560600601587

Capítulo 2 - Massa, taxa de deposição e composição química de serrapilheira em pastos diferidos de capim-braquiária consorciado com calopogônio ou adubado com nitrogênio

Massa de serrapilheira em pastos diferidos

Resumo: O manejo da pastagem pode afetar a qualidade e quantidade de serrapilheira que será depositada no solo. Objetivou-se avaliar o efeito de pastos diferidos de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk), sem adubo nitrogenado (B), consorciado com calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) (BC), adubado com 50 (B50) e 100 kg ha⁻¹ N (B100) na massa, taxa de deposição e composição química de serrapilheira, durante dois anos. Os tratamentos foram distribuídos no DBC, com dois blocos e duas repetições de tratamento por bloco. Maior massa total de serrapilheira existente (SE) foi observada no primeiro ano. A massa total de serrapilheira depositada (SD) e a taxa de deposição de serrapilheira foram afetadas pela interação tratamentos e anos, reduzindo-se no segundo ano, exceto para B100 e B. Os teores de FDN e FDA na serrapilheira existente foram mais baixos para B100. Os teores de NIDA na SE e SD foram afetados pelos anos, com maiores valores no segundo ano. Conclui-se que a massa de serrapilheira depositada, total e por colheita, não difere entre os tratamentos. Entretanto, a maior dose de nitrogênio mantém a massa e a taxa de deposição de serrapilheira depositada, em dois anos subsequentes, em pastos de capim-braquiária diferido. As características químicas da serrapilheira diferem entre os tratamentos, com menores teores de FDN, FDA e lignina para os pastos adubados com maior dose de N, o que contribui para melhorar a qualidade da serrapilheira.

Palavras-chave: Fibra insolúvel em detergente ácido. Lignina. Nitrogênio insolúvel em detergente ácido. Serrapilheira depositada. Serrapilheira existente.

1. Introdução

Em regiões tropicais, grande parte das pastagens é estabelecida em áreas de baixa fertilidade do solo, com uso mínimo de fertilizantes, o que resulta na diminuição da produtividade, persistência e sustentabilidade a longo prazo (Vendramini et al., 2014). De acordo com Oliveira et al. (2004), o manejo deficiente também contribui para que as pastagens, principalmente do gênero *Urochloa*, se encontrem em diferentes estágios de degradação. Uma alternativa para minimizar os efeitos negativos da deficiência de nutrientes é melhorar a qualidade da serrapilheira, por meio de práticas de manejo, e, conseqüentemente, promover reciclagem de nutrientes mais eficiente nas pastagens (Vendramini et al., 2014).

Serrapilheira é ecologicamente definida como tecido vegetal senescente ou morto, desconectado da planta e depositado sobre a superfície do solo (Krishna e Mohan, 2017). A serrapilheira depositada, em situações de baixa fertilidade do solo, geralmente apresenta baixa decomposição e se acumula sobre o solo (Apolinário et al., 2013). A combinação de baixa fertilidade do solo, serrapilheira resistente à decomposição e nenhuma fertilização, pode resultar em imobilização dos nutrientes do solo e baixa produtividade das pastagens (Boddey et al., 2004). Assim, a fertilização nitrogenada é uma alternativa para aumentar a qualidade da serrapilheira, por proporcionar maior concentração de N e, conseqüentemente, menor relação C/N. Além disso, a adição de nitrogênio também afeta a massa e a taxa de deposição de serrapilheira (Liu et al., 2011; Apolinário et al., 2013).

Outra alternativa para reduzir os efeitos negativos da deficiência de nutrientes é o uso de leguminosas forrageiras em consórcio com gramíneas, sendo uma opção para aumentar a disponibilidade de N e, conseqüentemente, a deposição de serrapilheira de melhor qualidade (Kohmann et al., 2018). Esses autores avaliaram, por dois anos, monocultura de grama-batatais (*Paspalum notatum* Flüggé) não fertilizada (NF), fertilizada com 50 kg ha⁻¹ N (F) e em consórcio com amendoim rizomatoso (*Arachis glabrata* Benth), e observaram-se que o consórcio proporcionou à serrapilheira maior concentração de N (26 g N kg⁻¹ MO) e menor relação C/N (22) que NF e F, que não diferiram em si, com valores médios de 18 g N kg⁻¹ MO e relação C/N de 31.

Dentre as leguminosas utilizadas em consórcio com gramíneas forrageiras, destaca-se o calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv), principalmente devido a sua capacidade de se adaptar a condições de acidez elevada e baixa fertilização, além de

apresentar alta tolerância ao Al (Ferreira et al., 2016). Cadisch et al. (1994) observaram que esta leguminosa reciclou 84 kg ha⁻¹ ano de N, quando associada a *U. decumbens*, em lotação contínua, durante a estação chuvosa, resultando em aumento tanto na disponibilidade de nitrogênio para a gramínea, como no teor de proteína bruta da forragem disponível.

Outro fator limitante da produção de forragem em regiões tropicais é a condição climática nos meses de outono e inverno, com baixa pluviosidade, temperatura e luz, e consequentes efeitos negativos sobre o desempenho animal. Assim, são utilizadas algumas estratégias de manejo, como diferimento de pastagens, para minimizar este problema. O diferimento de pastagens consiste no adiamento ou atraso do pastejo, para atingir um objetivo específico de manejo (Allen et al., 2011), sendo realizado ao final do período chuvoso, para acumular forragem para ser utilizada no período de escassez.

Em razão da ausência de trabalhos avaliando a reciclagem de nutrientes via serrapilheira, em pastos diferidos, a hipótese neste estudo é que pastos diferidos de capim-braquiária, consorciado com calopogônio ou adubado com nitrogênio, proporcione aumento da massa e da taxa de deposição e melhoria da composição química de serrapilheira. Foram objetivos, neste estudo, avaliar a massa, taxa de deposição e composição química de serrapilheira de pastos diferidos de capim-braquiária consorciado com calopogônio ou adubados com nitrogênio, durante dois anos.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido de março de 2017 a julho de 2018, na UEPE-Forrageicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG. As coordenadas geográficas aproximadas do local do experimento são 20°45' de latitude Sul e 42°51' de longitude Oeste, com altitude de 651 m.

O clima da região de Viçosa, de acordo com o sistema Köppen (1948), é do tipo Cwa, com precipitação anual em torno de 1.340 mm, umidade relativa do ar média de 80% e temperaturas anuais médias, máxima e mínima, de 27,3 e 16 °C, respectivamente. Os dados climáticos, durante o período experimental, em 2017 e 2018, foram registrados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019) (Figura 1).

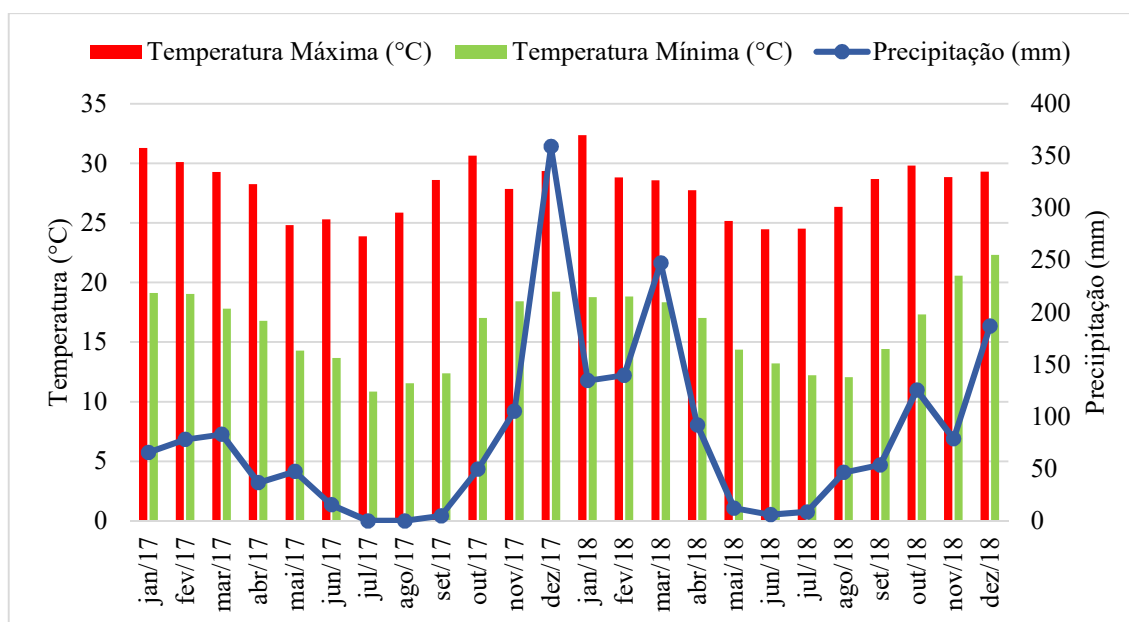


Figura 1: Dados climáticos de janeiro de 2017 a dezembro de 2018 em Viçosa. Fonte: INMET, 2019.

O experimento foi conduzido em áreas de pastagem de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk), estabelecida em 1997, em solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura argilosa e com relevo medianamente ondulado (Santos et al., 2018), há 23 anos.

Amostras de solo foram colhidas, na camada de 0-10 cm, em agosto de 2016, com auxílio de trado tipo sonda, e analisadas no Laboratório de Análise de Solo, para determinação da composição química (Tabela 1). De acordo com os resultados, foram realizadas adubações do solo, conforme recomendações de Cantarutti et al., (1999). Não foi necessária correção de solo e nem adubação potássica. Em janeiro de 2017, foram aplicados 70 kg ha^{-1} de P_2O_5 , em todos os piquetes, usando-se como fonte o superfosfato simples.

Tabela 1 – Resultados da análise química de amostras de solo, na camada de 0-10 cm profundidade, antes do estabelecimento do experimento

| pH | P | K | Ca ⁺² | Mg ⁺² | Al ⁺³ | H + Al | SB | (t) | (T) | V | m | MO | P-rem |
|------------------|---------------------|-----|------------------|------------------------------------|------------------|--------|------|------|-------|----------------------|--------------------|------|-------|
| H ₂ O | mg dm ⁻³ | | | cmol _c dm ⁻³ | | | % | | | dag kg ⁻¹ | mg L ⁻¹ | | |
| 5,51 | 7,4 | 177 | 2,61 | 0,99 | 0,1 | 6,9 | 4,05 | 4,15 | 10,95 | 37 | 2,4 | 3,33 | 29,6 |

pH em água, KCl e CaCl – relação 1:2,5; Ca²⁺ - Mg²⁺ - Al³⁺ - Extrator: KCl – 1 mol L⁻¹; SB = Soma de Bases Trocáveis; T – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; m = Índice de Saturação por Alumínio, MO (Mat. Orgânica) = C. Org. x 1,724 – Walkley-Black; P – K – Extrator Mehlich⁻¹; H + Al – Extrator Acetato

de Cálcio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ – pH 7,0; t – Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; V – Índice de Saturação por Bases; P-rem = Fósforo Remanescente.

2.1. Implantação do experimento e manejo do pastejo

Os pastos dos piquetes foram estabelecidos há aproximadamente 23 anos e vinham sendo manejados e adubados adequadamente para atender outras pesquisas, e, no início deste experimento, o capim-braquiária apresentava-se com excelente vigor e completa cobertura do solo.

A área experimental continha 16 piquetes, de aproximadamente 1.300 m^2 cada um, com bebedouros tipo manilha em todos os piquetes. Em janeiro de 2017, os pastos dos piquetes sorteados para receberem o consórcio de capim-braquiária e calopogônio foram dessecados com glifosato ($200 \text{ mL}/20$ litros de água), com uso de bomba costal, em espaçamentos de 50 cm. Após a dessecação do capim-braquiária efetuou-se a semeadura do calopogônio utilizando-se semeadora com discos de corte, por tração animal, na taxa de semeadura de $4,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de sementes puras viáveis. Em dezembro de 2017, devido à baixa densidade de plantas de calopogônio, foi realizada a ressemeadura do calopogônio, a lanço, na mesma taxa de semeadura inicial. Antes da ressemeadura, o pasto foi rebaixado com pastejo por bovinos adultos, até uma altura média de 10 cm, e, logo após a ressemeadura, os animais foram novamente introduzidos nos piquetes, por três horas, com a finalidade de promover maior contato das sementes com o solo.

No período em que antecedeu o diferimento dos pastos, estes foram manejados sob lotação intermitente, com taxa de lotação variável, utilizando-se novilhas da raça Nelore, considerando-se altura pré-pastejo de 25 cm e pós-pastejo de 15 cm. Em 6 de março de 2017 e de 2018, os pastos de alguns piquetes receberam a dose baixa (50 kg ha^{-1} de N) ou alta (100 kg ha^{-1} de N) de nitrogênio, conforme sorteio, utilizando-se como fonte a ureia, e, em seguida, todos os piquetes foram submetidos ao diferimento. O período de diferimento foi até dia 13/06/2017 (98 dias) e até dia 15/05/2018 (70 dias), no primeiro e segundo ano experimental, respectivamente. Animais da raça Nelore, com peso médio de 365 e 465 kg, em 2017 e 2018, respectivamente, foram colocados para pastejar as unidades experimentais e permaneceram até dia 10/08/2017 (58 dias) e até dia 27/06/2018 (43 dias).

2.2. Tratamentos e delineamento experimental

Foi avaliada a serrapilheira de pastos de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* Stapf cv. Basilisk), manejados sob a estratégia de diferimento de pastagens, sem adubo nitrogenado (B); em consórcio com a leguminosa *Calopogonium mucunoides* (BC); com baixa dose de nitrogênio (50 kg ha^{-1}) (B50) e com alta dose de nitrogênio (100 kg ha^{-1}) (B100). Os quatro tratamentos foram distribuídos no delineamento em blocos casualizados, com duas repetições de bloco e duas repetições de tratamento em cada bloco, totalizando 16 unidades experimentais.

2.3. Massa, taxa de deposição e composição química de serrapilheira

Para o estudo da deposição de massa 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 acumulada na superfície do solo, não mais conectada às plantas.

Seis amostras de serrapilheira existente (SE) foram colhidas manualmente nos pastos, em cada unidade experimental, em intervalos de 28 dias, utilizando-se quadrados com área de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,5 \times 0,5 \text{ m}$), os quais foram alocados aleatoriamente em cada piquete. A posição dos quadrados foi demarcada com estacas de madeira e, após 28 dias, foram colhidas as amostras de serrapilheira depositada (SD), na área de cada quadrado. A cada 28 dias, novos locais para amostragem eram demarcados dentro dos piquetes, para amostragem da serrapilheira existente e, posteriormente, da serrapilheira depositada.

As amostras de serrapilheira foram colhidas no início do diferimento, durante o período de diferimento e ao final do diferimento (no dia seguinte da retirada dos animais dos piquetes). As amostras foram pesadas e expressas com base na matéria orgânica, para corrigir a contaminação com solo. A data de início das coletas de serrapilheira foi a mesma nos respectivos anos, 02 de março, em 2017 e em 2018. Já a data final das coletas variou entre os anos, em razão da diferença na data de término do pastejo, sendo realizada em 10/08/2017 e em 17/07/2018.

No ano de 2017, a serrapilheira existente foi colhida nos meses de março, abril, maio, junho, julho e agosto. Já a serrapilheira depositada foi colhida nos meses de março, abril, junho, julho e agosto. No ano de 2018, a serrapilheira existente foi colhida em março, abril, maio, junho e julho. A serrapilheira depositada foi colhida em março, maio, junho e julho.

Para avaliação da massa de serrapilheira, existente e depositada, foram calculadas as massas totais, somando-se as massas obtidas em cada colheita, e, as massas médias obtidas por colheita, dividindo-se as massas totais pelo número de colheitas efetuadas em cada ano.

A taxa de deposição da serrapilheira foi determinada seguindo-se os métodos descritos por Rezende et al. (1999), com modificações realizadas por Dubeux et al., (2006a, 2006b). A serrapilheira depositada na superfície do solo, a qualquer momento, é função da deposição de serrapilheira menos a decomposição da mesma, que ocorreu por tempo determinado. Portanto, no caso de serrapilheira depositada em uma área que foi pré-limpa, a quantidade de serrapilheira presente no solo = serrapilheira depositada - serrapilheira desaparecida, ou, $dX = Ldt - kXdt$, onde, “dX” é a taxa de deposição de serrapilheira; “L” é a verdadeira taxa diária de deposição de serrapilheira; “dt” é o período de tempo após a limpeza do local onde a serrapilheira existente foi colhida, sendo de 28 dias neste estudo; “X” é a quantidade de serrapilheira no solo a qualquer momento, e, k é a taxa de decomposição relativa, considerando-se $k = 0,00362; 0,00470; 0,00482$ e $0,00492 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}$, para os tratamentos de controle, consórcio, 50 kg ha^{-1} de N e 100 kg ha^{-1} de N, respectivamente. Esses valores foram obtidos a partir de estudo de taxa de decomposição, pelo modelo *litter bag*, usando-se 128 dias como período máximo de decomposição (ver capítulo 3).

Amostras compostas de serrapilheira existente e de serrapilheira depositada, no início e final do período experimental, em cada ano, foram analisadas quanto aos teores de MS (método 930.15; AOAC, 2005), MO (métodos 942.05; AOAC, 2005), FDN, FDA e lignina pelo método sequencial de Van Soest et al. (1991), e NIDA (Van Soest et al., 1991).

2.4. Análise Estatística

Para cada característica, foi realizada análise conjunta de dados, considerando-se efeitos dos tratamentos (sem adubo nitrogenado, consórcio de capim-braquiária e calopogônio, baixa dose de N e alta dose de N) e dois anos experimentais (2017 e 2018). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey e F, a 5% de probabilidade para o erro tipo I, utilizando-se o Sistema para Análises Estatísticas - SAEG, versão 8.1 (UFV, 2003).

3. Resultados

A massa de serrapilheira existente, por colheita, (MSEC) ($P=0,0001$) e a massa de serrapilheira existente total (MSET) ($P=0,0001$), foram afetadas apenas por ano experimental, verificando-se que a MSEC apresentou maior valor no ano de 2017 (4.283,32 kg ha⁻¹ MO), relativamente à 2018 (2.271,0 kg ha⁻¹ MO), o mesmo ocorreu para MSET, verificando-se maior valor no ano de 2017 (25.699,9 kg ha⁻¹ MO), em relação a 2018 (11.355,0 kg ha⁻¹ MO).

Houve interação entre os tratamentos e ano para a massa de serrapilheira depositada, por colheita (MSDC) ($P=0,0340$) e para massa de serrapilheira depositada total ($P=0,0111$) (Tabela 2). Comparando-se os tratamentos dentro de cada ano experimental, observa-se valores semelhantes desta variável em ambos anos estudados. Contudo, comparando-se anos dentro dos tratamentos, nota-se que BC e B50 apresentaram menor MSDC no ano de 2018.

Tabela 2 – Valores médios de massa de serrapilheira depositada, por colheita (MSDC) e massa de serrapilheira depositada total (MSDT), em pastos de capim-braquiária diferidos nos diferentes tratamentos e anos experimentais

| Tratamentos | Anos experimentais | | Erro Padrão da Média |
|-------------------------------------|--------------------|-----------|----------------------|
| | 2017 | 2018 | |
| MSDC (kg ha⁻¹ MO) | | | |
| B | 1.526,8Aa | 1.258,3Aa | 93,97 |
| BC | 1.636,4Aa | 914,9Ab | |
| B50 | 1.589,7Aa | 1.020,9Ab | |
| B100 | 1.282,9Aa | 1.351,8Aa | |
| MSDT (kg ha⁻¹ MO) | | | |
| B | 6.107,2Aa | 5.033,1Aa | 424,53 |
| BC | 8.181,9Aa | 3.659,5Ab | |
| B50 | 7.948,5Aa | 4.083,9Ab | |
| B100 | 6.414,7Aa | 5.407,3Aa | |

MSDC: massa de serrapilheira depositada por colheita; MSDT: massa de serrapilheira depositada total. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada variável, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de “Tukey”. B = capim-braquiária sem adubo nitrogenado; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio;

B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ de N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha⁻¹ de N

Dentro de cada ano experimental, observa-se valores semelhantes de MSDT para os diferentes tratamentos, nos dois anos de estudos. Contudo, comparando-se os anos experimentais dentro de cada tratamento, observa-se comportamento semelhante aquele da variável MSDC.

A taxa de deposição de serrapilheira também foi influenciada (P=0,0200) pela interação tratamentos e anos (Tabela 3). Comparando-se os tratamentos dentro de anos experimentais, nota-se que não houve diferença entre os tratamentos, em ambos os anos estudados. Mas, comparando-se anos dentro de tratamentos, verificou-se redução da taxa de deposição de serrapilheira, para pasto consorciado e adubado com baixa dose de N, de 2017 para 2018, enquanto o pasto em controle e adubado com mais alta dose de N mantiveram as taxas de deposição em ambos os anos (P<0,05) (Tabela 4).

Tabela 3 – Valores médios de taxa deposição de serrapilheira (TxDS) em pastos de capim-braquiária diferidos nos diferentes tratamentos e anos experimentais

| Tratamentos | TxDS (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹ MO) | |
|-----------------------------|---|--------|
| | 2017 | 2018 |
| B | 53,3Aa | 45,0Aa |
| BC | 58,6Aa | 32,8Ab |
| B50 | 56,9Aa | 36,6Ab |
| BA | 45,9Aa | 48,4Aa |
| Erro Padrão da Média | 2,07 | |

TxDS: Taxa de deposição de serrapilheira. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada variável, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de “Tukey”. B = capim-braquiária sem adubo nitrogenado; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ de N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha⁻¹ de N

Quanto a composição química, verificou-se que os teores de matéria seca da serrapilheira existente, no início do período de diferimento (MSEi), não foram afetados pelos fatores estudados (P=0,0532), registrando-se valor médio de 58,9%. Porém, o teor de matéria seca da serrapilheira existente ao final do período de diferimento (MSEf) (P=0,0461) e os teores de MS da serrapilheira depositada no início (MSDi) (P=0,0001) e ao final (MSDf) (P=0,0001) do período de diferimento, foram afetados pelos anos

experimentais (Tabela 4), encontrando-se mais baixos teores de MS no ano de 2018, para todas essas variáveis.

Tabela 4 – Valores médios de teores de matéria seca da serrapilheira existente ao final (MSEf) e da serrapilheira depositada no início e ao final (MSDi e MSDf) do período de diferimento, em dois anos experimentais

| Anos | MSEf (%) | MSDi (%) | MSDf (%) |
|-----------------------------|----------|----------|----------|
| 2017 | 79,5A | 68,1A | 80,8A |
| 2018 | 75,3B | 42,5B | 69,9B |
| Erro Padrão da Média | 0,98 | 2,57 | 1,14 |

MSEf: matéria seca serrapilheira existente final; MSDi: matéria seca serrapilheira depositada inicial; MSDf: matéria seca serrapilheira depositada final. Médias com letra diferente diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Início das colheitas 2017: 02/03/2017. Final das colheitas 2017: 10/08/2017. Início das colheitas 2018: 02/03/2018. Final das colheitas 2018: 17/07/2018.

Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro para serrapilheira existente, no início do diferimento (FDNEi), foram influenciados ($P=0,0274$) pelos tratamentos aplicados, verificando-se menor valor para o pasto adubado com dose mais alta de N, em relação ao pasto com baixa dose de N (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios de teores de fibra insolúvel em detergente neutro da serrapilheira existente no início do período de diferimento (FDNEi), em pastos de capim-braquiária diferidos nos diferentes tratamentos

| Tratamentos | FDNEi (g kg ⁻¹ MO) |
|-----------------------------|-------------------------------|
| B | 845,9AB |
| BC | 844,6AB |
| B50 | 853,8A |
| B100 | 807,1B |
| Erro Padrão da Média | 0,58 |

FDNEi: fibra insolúvel em detergente neutro da serrapilheira existente inicial. Médias com letra diferente diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. B = capim-braquiária sem adubo nitrogenado; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ de N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha⁻¹ de

N. Início das colheitas 2017: 02/03/2017. Final das colheitas 2017: 10/08/2017. Início das colheitas 2018: 02/03/2018. Final das colheitas 2018: 17/07/2018.

Os teores de FDN da serrapilheira existente (FDNEf) ($P=0,0004$) e serrapilheira depositada (FDNDf) ($P=0,0006$), ao final do período de diferimento, foram afetados pelo ano experimental, com mais baixos teores em 2018 (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores médios de fibra insolúvel em detergente neutro da serrapilheira existente e depositada no final do período experimental (FDNEf e FDNDf), para os dois anos experimentais.

| Anos | FDNEf (g kg ⁻¹ MO) | FDNDf (g kg ⁻¹ MO) |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 2017 | 837,6A | 844,2A |
| 2018 | 784,1B | 803,7B |
| Erro Padrão da Média | 0,76 | 0,60 |

FDNEf: fibra insolúvel em detergente neutro da serrapilheira existente final; FDNDf: fibra insolúvel em detergente neutro da serrapilheira depositada final. Médias com letra diferente diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Início das colheitas 2017: 02/03/2017. Final das colheitas 2017: 10/08/2017. Início das colheitas 2018: 02/03/2018. Final das colheitas 2018: 17/07/2018.

Os teores de fibra insolúvel em detergente ácido para serrapilheira existente, no início do diferimento (FDAEi), foram influenciados ($P=0,0260$) pelas formas de manejo aplicadas, registrando-se menor valor no pasto adubado com alta dose de N, comparado ao pasto consorciado (Tabela 7). Os teores de FDA da serrapilheira existente, ao final do diferimento (FDAEf) ($P=0,7689$), bem como, aqueles ao início do diferimento (FDADi) ($P=0,3373$) não foram afetados pelos fatores estudados, registrando-se valores médios de 486,2 e 525,5 g kg⁻¹ MO, respectivamente. Contudo, houve efeito de ano ($P=0,0246$) sobre os teores de FDA da serrapilheira depositada, ao final do diferimento (FDADf), encontrando-se mais baixo teor no ano de 2018 (443,4 g kg⁻¹ MO), relativamente ao de 2017 (463,2 g kg⁻¹ MO).

Tabela 7 – Valores médios de fibra insolúvel em detergente ácido da serrapilheira existente no início do período experimental (FDAEi), para os diferentes tratamentos de capim-braquiária diferido. Médias de dois anos experimentais.

| Manejos | FDAEi (g kg ⁻¹ MO) |
|---------|-------------------------------|
|---------|-------------------------------|

| | |
|-----------------------------|---------|
| B | 478,5AB |
| BC | 493,0A |
| B50 | 488,6AB |
| BA | 454,2B |
| Erro Padrão da Média | 0,50 |

FDAEi: fibra insolúvel em detergente ácido da serrapilheira existente inicial. Médias com letra diferente diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. B = capim-braquiária sem adubo nitrogenado; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ de N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha⁻¹ de N. Início das colheitas 2017: 02/03/2017. Final das colheitas 2017: 10/08/2017. Início das colheitas 2018: 02/03/2018. Final das colheitas 2018: 17/07/2018.

Os teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido da serrapilheira existente, no início (NIDAEi) (P=0,0001) e final do período de diferimento (NIDAEf) (P=0,0001), bem como aqueles da serrapilheira depositada no início (NIDADi) (P=0,0010) e final (NIDADf) (P=0,0001) do diferimento foram afetados por ano (Tabela 8). Independente da forma de expressão, foram registrados menores teores de NIDA no ano de 2017. Os tratamentos apresentaram teores médios de NIDAEi de 2,8; 2,7; 2,5 e 2,9 g kg⁻¹ MO; NIDAEf de 2,8; 3,3; 3,4 e 3,6 g kg⁻¹ MO, NIDADf de 1,9; 2,5; 2,5 e 2,5 g kg⁻¹ MO para monocultivo, consórcio, baixa e alta dose de N, respectivamente.

Tabela 8 – Valores médios de teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido para serrapilheira existente e depositada, no início e final do período experimental (NIDAEi, NIDAEf, NIDADi e NIDADf), para os dois anos experimentais.

| Anos | NIDAEi (g kg ⁻¹ MO) | NIDAEf (g kg ⁻¹ MO) | NIDADi (g kg ⁻¹ MO) | NIDADf (g kg ⁻¹ MO) |
|-----------------------------|--|--|--|--|
| 2017 | 1,9B | 1,9B | 2,3B | 1,6B |
| 2018 | 3,5A | 4,6A | 3,0A | 3,2A |
| Erro Padrão da Média | 0,17 | 0,28 | 0,12 | 0,17 |

NIDAEi: nitrogênio insolúvel em detergente ácido da serrapilheira existente inicial; NIDAEf: nitrogênio insolúvel em detergente ácido da serrapilheira existente final; NIDADi: nitrogênio insolúvel em detergente ácido da serrapilheira depositada inicial; NIDADf: nitrogênio insolúvel em detergente ácido da serrapilheira depositada final. As médias com letra diferente diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Início das coletas 2017: 02/03/2017. Final das

coletas 2017: 10/08/2017. Início das coletas 2018: 02/03/2018. Final das coletas 2018: 27/07/2018.

Os teores de NIDADi também foram influenciados ($P=0,0074$) pelos tratamentos estudados, registrando-se menor valor no pasto de capim-braquiária sem adubo nitrogenado comparado aquele com alta dose de nitrogênio (Tabela 9).

Tabela 9 – Valores médios de teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido para serrapilheira depositada no início do período experimental (NIDADi), para os diferentes tratamentos de capim-braquiária. Médias de dois anos experimentais.

| Tratamentos | NIDADi ($\text{g kg}^{-1} \text{ MO}$) |
|-----------------------------|--|
| B | 2,2B |
| BC | 2,5AB |
| B50 | 2,8AB |
| BA | 3,2A |
| Erro Padrão da Média | 0,12 |

NIDADi: nitrogênio insolúvel em detergente ácido da serrapilheira depositada final. Médias com letra diferente diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. B = capim-braquiária sem adubo nitrogenado; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha^{-1} de N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha^{-1} de N. Início das colheitas 2017: 02/03/2017. Final das colheitas 2017: 10/08/2017. Início das colheitas 2018: 02/03/2018. Final das colheitas 2018: 17/07/2018.

Houve efeito ($P=0,0010$) da interação tratamento e ano sobre as concentrações de lignina na serrapilheira existente, no início do período de diferimento (LIGEi) (Tabela 10). Comparando-se as formas de manejo dentro de ano, nota-se mais baixas concentrações de lignina no pasto com baixa dose de N comparado ao pasto consorciado, no ano de 2017. Contudo, no ano de 2018, o pasto consorciado e com alta dose de N apresentaram mais baixa concentração de lignina em relação ao pasto com baixa dose de N. Comparando os anos experimentais dentro de cada forma de manejo, observam-se menores valores de lignina no capim-braquiária sem adubo e consorciado, no ano de 2018.

Tabela 10 – Valores médios de lignina na serrapilheira existente no início do período experimental (LIGEi), para os diferentes tratamentos de capim-braquiária e anos experimentais.

| Tratamentos | Anos experimentais | |
|-----------------------------|-------------------------------|----------|
| | 2017 | 2018 |
| | LIGeI (g kg ⁻¹ MO) | |
| B | 186,7ABa | 174,5ABb |
| BC | 189,1Aa | 166,7Bb |
| B50 | 171,4Bb | 185,9Aa |
| BA | 173,4ABa | 168,8Ba |
| Erro Padrão da Média | 2,11 | |

LIGeI: lignina da serrapilheira existente inicial. As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada variável, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de “Tukey”. B = capim-braquiária sem adubo nitrogenado; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ de N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha⁻¹ de N. Início das colheitas 2017: 02/03/2017. Final das colheitas 2017: 10/08/2017. Início das colheitas 2018: 02/03/2018. Final das colheitas 2018: 17/07/2018.

A concentração de lignina da serrapilheira existente, ao final do diferimento (LIGef), diferiu em função dos anos experimentais (P=0,0463), com mais baixo valor em 2017 (168,0 g kg⁻¹ MO), relativamente a 2018 (197,3 g kg⁻¹ MO). Os tratamentos apresentaram concentrações médias de LIGef de 179,8; 192,5; 179,8 e 178,4 g kg⁻¹ MO para o capim-braquiária sem adubo nitrogenado, consorciado, com baixa e alta dose de N, respectivamente. Já as concentrações de lignina na serrapilheira depositada, tanto no início (LIGDi) (P=0,4743) quanto no final do diferimento (LIGDf) (P=0,6852), não foram afetadas pelos fatores estudados, cujas médias foram 191,1 e 163,7 g kg⁻¹ MO, respectivamente.

4. Discussão

A maior massa de serrapilheira existente, por colheita e total, no primeiro ano de estudo, em relação ao segundo ano, pode ser atribuída aos períodos de diferimento e de pastejo terem sido mais prolongados naquele ano, com 98 e 58 dias, e, 70 e 43 dias, respectivamente, o que proporcionou maior número de colheitas de serrapilheira. No segundo ano de estudo, foram utilizadas as mesmas novilhas do ano anterior para pastejo, as quais estavam com maior peso corporal, o que pode ter contribuído para maior consumo de forragem, tendo como consequência mais baixa produção de serrapilheira. De acordo com Dubeux et al. (2006a), à medida que a pressão de pastejo aumenta, o gado

consome maior proporção de forragem, reduzindo a biomassa de serrapilheira. Entretanto, no presente estudo, não foi constatado efeito de ano sobre a pressão de pastejo (Capítulo 1). A maior pluviosidade e as mais altas temperaturas, no segundo ano de diferimento (Figura 1), provavelmente contribuíram, também, para maior taxa de decomposição da serrapilheira, causando redução na massa de serrapilheira existente, por colheita e total.

Os valores de massa de serrapilheira existente, por colheita, encontrados no presente estudo, encontram-se dentro da faixa registrada por Apolinário et al. (2013), de 1.567 a 4.491 kg ha⁻¹ MO, em pastagens de capim-braquiária adubado com doses crescentes de nitrogênio (0; 150 e 300 kg ha⁻¹). O alto acúmulo de serrapilheira, em pastos tropicais, pode ser atribuído à qualidade reduzida da serrapilheira e sua decomposição mais lenta (Apolinário et al., 2013; Apolinário et al., 2014; Apolinário et al., 2017).

A adição de água e nitrogênio aumenta a decomposição da serrapilheira de espécies forrageiras, diminuindo a serrapilheira presente no solo (Wang et al. (2017). Entretanto, quando há limitação de fatores abióticos, como temperatura, umidade, luminosidade e, ou, fotoperíodo, a taxa de senescência foliar tende a ser menos influenciada pelas doses de nitrogênio (Pereira et al., 2011), o que poderia explicar, no nosso estudo, a ausência de diferença entre os tratamentos com fonte de N e o pasto não adubado com N (controle), na massa de serrapilheira depositada total e por colheita, em ambos os anos (Tabela 2).

O pasto consorciado e adubado com mais baixa dose de N, no segundo ano de estudo (com mais alta pluviosidade), possivelmente favoreceram a decomposição de serrapilheira rápida o suficiente para exceder a deposição da serrapilheira, o que reduziu as taxas de deposição de serrapilheira nesses tratamentos (Tabela 3). Apolinário et al. (2013), utilizando doses de adubo nitrogenado variando de 0 a 300 kg ha⁻¹, em pastos de capim-braquiária, encontraram taxas de deposição de serrapilheira variando de 19,35 a 30,54 e de 14,71 a 32,79 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MO, no primeiro e segundo ano de estudo, respectivamente, cujos valores máximos estão aquém daqueles registrados no nosso estudo.

De modo geral, mais baixos teores de MS, na serrapilheira existente e depositada, no segundo ano de estudo, podem ser atribuídos a mais alta pluviosidade ocorrida neste ano, o que possivelmente aumentou a produção de material mais jovem e, ou, reduziu a senescência das plantas (Tabela 4).

Na serrapilheira existente, verificou-se que a aplicação de maior dose de N reduziu os teores de FDN, em relação a aplicação de menor dose de N (Tabela 5), assim como, os teores de FDA, em relação ao pasto consorciado (Tabela 7). As concentrações de FDN e FDA na serrapilheira relacionam-se com sua qualidade e também com sua taxa de decomposição (Dubeux Jr. et al., 2006a). Durante a decomposição, os compostos mais lábeis são primeiro mineralizados, aumentando a concentração de material recalcitrante (Apolinário et al., 2013). Dubeux et al. (2006a) observaram que o teor de FDN da serrapilheira depositada de capim-bahia (*Paspalum notatum*) aumentou de 620 para 710 g kg⁻¹, e, o de FDA, de 310 para 360 g kg⁻¹, desde o início até o final da estação de pastejo, valores esses mais baixos aos encontrados no presente estudo. Os teores de FDA, obtidos no presente estudo, estão próximos aos encontrados por Apolinário et al. (2013), em serrapilheira existente de capim-braquiária, que variaram de 515 a 655 g kg⁻¹ MO.

As maiores concentrações de NIDA, no segundo ano de estudo (Tabela 8), na serrapilheira existente e depositada, tanto no início quanto no final do período de diferimento, poderiam ser atribuídas ao incremento de N nas plantas adubadas, o que aumenta a concentração de N na serrapilheira. Entretanto, não foi detectado aumento significativo no teor proteico das plantas de capim-braquiária, de um ano para o outro (Capítulo 1). O mais alto teor de NIDA na serrapilheira, no segundo ano de estudo, deve-se ao fato que o N ligado a fibra é de difícil decomposição pelos microrganismos do solo, ocasionando aumento de sua concentração na serrapilheira, de um ano para o outro.

As maiores concentrações de NIDA, na serrapilheira depositada nos pastos com mais alta dose de N, em relação ao pasto não adubado com N (Tabela 9), provavelmente estão relacionadas a uma maior concentração de N na serrapilheira (variável ainda não analisada). Segundo Cotrufo et al. (2013), doses mais altas de N aceleram o estágio inicial de decomposição da serrapilheira, constituída de componentes mais lábeis, contudo, nos últimos estágios de decomposição, o teor de N aumenta, por efeito de concentração, mas a decomposição é mais lenta nesta fase, uma vez que o N remanescente, está ligado a compostos recalcitrantes, que normalmente são de lenta decomposição (NIDA). Os valores de NIDA obtidos no presente estudo estão dentro da faixa de valores registrada por Kohmann et al. (2019), trabalhando com serrapilheira existente de grama-batatais (*Paspalum notatum* Flügge), adubada ou não, amendoim rizomatoso (*Arachis glabrata* Benth.) e a mistura destas forrageiras, antes da incubação, que variaram de 1,1 a 3,4 g kg⁻¹ MO.

A concentração de lignina varia amplamente, aumentando com a senescência dos materiais vegetais e à medida que a decomposição da serrapilheira prossegue (Dubeux Jr. et al., 2006a). No nosso estudo, detectou-se mais baixa concentração de lignina, em serrapilheira existente, no pasto com dose menor de N, em relação ao pasto consorciado, no primeiro ano, enquanto no segundo ano o resultado foi inverso (Tabela 10). Entretanto, não houve efeito de tratamentos na concentração de lignina da serrapilheira depositada. O teor de lignina encontrados para a serrapilheira existente do capim-braquiária, no nosso estudo, foram mais baixos do que aqueles reportados Silva et al. (2013) (191 a 219 g kg⁻¹ MO), para capim-braquiária (*Urochloa decumbens*).

Existem grandes diferenças na lignificação entre gramíneas e leguminosas e também diferenças no impacto da lignina em si na qualidade da forragem. A concentração de lignina de leguminosas parece frequentemente comparável à de gramíneas quando expressa em proporção da matéria seca. No entanto, quando expressa como uma proporção de fibra, as leguminosas demonstram uma faixa mais ampla de concentrações de lignina, que geralmente são mais altas do que as das gramíneas (Valente et al., 2016). Em nosso estudo, embora com baixo percentual de leguminosa no pasto consorciado, não avaliamos o percentual da leguminosa na serrapilheira, porém, as folhas de calopogônio caem mais ao solo que as de gramínea e podem ter aumentado o percentual da leguminosa na serrapilheira, no primeiro ano, o que explicaria o maior teor de lignina na serrapilheira existente do pasto consorciado, no início do período de diferimento. Entretanto, no segundo ano, provavelmente houve menor deposição das folhas de calopogônio sobre o solo, devido a mais alta pluviosidade, o que pode explicar a redução da concentração de lignina na serrapilheira existente no pasto consorciado.

5. Conclusões

A massa de serrapilheira depositada, total e por colheita, não difere entre os tratamentos. Entretanto, a maior dose de nitrogênio mantém a massa e a taxa de deposição de serrapilheira depositada, em dois anos subsequentes, em pastos de capim-braquiária diferido.

As características químicas da serrapilheira diferem entre os tratamentos, com menores teores de FDN, FDA e lignina para os pastos adubados com maior dose de N, o que contribui para melhorar a qualidade da serrapilheira.

6. Referências Bibliográficas

- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. The Association of Official Analytical Chemists. 17th Ed. Arlington, Virginia, USA.
- Apolinário, V. X., Dubeux, J. C., Lira, M. A., Mello, A. C., Santos, M. V., Muir, J. P., & Viana de Freitas, E. (2017). Nitrogen and Grazing Affect Napier Grass Leaf Litter Biomass and Decomposition. *Agronomy Journal*, 109(6), 2982-2987. doi/full/10.2134/agronj2017.06.0308
- Apolinário, V. X., Dubeux, J. C., Mello, A. C., Vendramini, J., Lira, M. A., Santos, M. V., & Muir, J. P. (2014). Litter decomposition of signalgrass grazed with different stocking rates and nitrogen fertilizer levels. *Agronomy Journal*, 106(2), 622-627. doi/full/10.2134/agronj2013.0496
- Apolinário, V. X., Dubeux, J. C., Mello, A. C., Vendramini, J., Lira, M. A., Santos, M. V., & Muir, J. P. (2013). Deposition and decomposition of signal grass pasture litter under varying nitrogen fertilizer and stocking rates. *Agronomy Journal*, 105(4), 999-1004. doi/full/10.2134/agronj2012.0433
- Boddey, R. M., Macedo, R., Tarré, R. M., Ferreira, E., De Oliveira, O. C., Rezende, C. D. P., ... & Urquiaga, S. (2004). Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 103(2), 389-403. doi.org/10.1016/j.agee.2003.12.010
- Bruce, R. C., & Ebersohn, J. P. (1982). Litter measurements in two grazed pastures in southeast Queensland. *Tropical Grasslands*, 16(4), 180-185.
- Cadisch, G., Schunke, R. M., & Giller, K. E. (1994). Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. *Tropical grasslands*, 28, 43-43.
- Carreiro, M. M., Sinsabaugh, R. L., Repert, D. A., & Parkhurst, D. F. (2000). Microbial enzyme shifts explain litter decay responses to simulated nitrogen deposition. *Ecology*, 81(9), 2359-2365. doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081[2359:MESELD]2.0.CO;2
- Cotrufo, M. F., Wallenstein, M. D., Boot, C. M., Deneff, K., & Paul, E. (2013). 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*, 19(4), 988-995. doi:10.1111/gcb.12113
- Dubeux, J. C. B., Sollenberger, L. E., Vendramini, J. M. B., Stewart, R. L., & Interrante, S. M. (2006a). Litter mass, deposition rate, and chemical composition in bahiagrass pastures managed at different intensities. *Crop Science*, 46(3), 1299-1304. doi.org/10.2135/cropsci2005.08-0262
- Dubeux, J. C. B., Sollenberger, L. E., Interrante, S. M., Vendramini, J. M. B., & Stewart, R. L. (2006b). Litter decomposition and mineralization in bahiagrass pastures

- managed at different intensities. *Crop Science*, 46(3), 1305-1310. doi/abs/10.2135/cropsci2005.08-0263
- Ferreira, T. C., Aguilar, J. V., Souza, L. A., Justino, G. C., Aguiar, L. F., & Camargos, L. S. (2016). pH effects on nodulation and biological nitrogen fixation in *Calopogonium mucunoides*. *Brazilian Journal of Botany*, 39(4), 1015-1020.
- Kohmann, M. M., Sollenberger, L. E., Dubeux, J. C., Silveira, M. L., & Moreno, L. S. (2019). Legume Proportion in Grassland Litter Affects Decomposition Dynamics and Nutrient Mineralization. *Agronomy Journal*, 111(3), 1079-1089. doi/full/10.2134/agronj2018.09.0603
- Kohmann, M. M., Sollenberger, L. E., Dubeux, J. C., Silveira, M. L., Moreno, L. S., da Silva, L. S., & Aryal, P. (2018). Nitrogen fertilization and proportion of legume affect litter decomposition and nutrient return in grass pastures. *Crop Science*, 58(5), 2138-2148. doi/full/10.2135/cropsci2018.01.0028
- Krishna, M. P., & Mohan, M. (2017). Litter decomposition in forest ecosystems: a review. *Energy, Ecology and Environment*, 2(4), 236-249. doi: 10.1007/s40974-017-0064-9
- Liu, K., Sollenberger, L. E., Silveira, M. L., Newman, Y. C., & Vendramini, J. (2011). Grazing intensity and nitrogen fertilization affect litter responses in 'Tifton 85' bermudagrass pastures: I. Mass, deposition rate, and chemical composition. *Agronomy journal*, 103(1), 156-162. doi.org/10.2134/agronj2010.0319
- Oliveira, O. C., De Oliveira, I. P., Alves, B. J. R., Urquiaga, S., & Boddey, R. M. (2004). Chemical and biological indicators of decline/degradation of *Brachiaria* pastures in the Brazilian Cerrado. *Agriculture, ecosystems & environment*, 103(2), 289-300. doi:10.1016/j.agee.2003.12.004
- Pereira, V. V., da Fonseca, D. M., Martuscello, J. A., Braz, T. D. S., Santos, M. V., & Cecon, P. R. (2011). Morphogenic and structural characteristics of *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça under three densities of fertilization with nitrogen. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(12), 2681-2689. doi : 10.1590/S1516-35982011001200010
- Peters, M., Herrero, M., Fisher, M., Erb, K. H., Rao, I., SuB50arao, G. V., ... & Van der Hoek, R. (2013). Challenges and opportunities for improving eco-efficiency of tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 1(2), 156-167. doi.org/10.17138/tgft(1)156-167
- Rezende, C. D. P., Cantarutti, R. B., Braga, J. M., Gomide, J. A., Pereira, J. M., Ferreira, E., ... & Cadisch, G. (1999). Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. *Nutrient cycling in Agroecosystems*, 54(2), 99-112. doi: 10.1023/A:1009797419216
- Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Dos Anjos, L. H. C., De Oliveira, V. A., Lumbrreras, J. F., Coelho, M. R., ... & Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

- Silva, A. A. S., Fonseca, D. M. D., Santos, M. E. R., Sousa, B. M. D. L., Gomes, V. M., & Cantarutti, R. B. (2015). Initial height and nitrogen fertilization on deferred signalgrass. *Bioscience Journal*, 31 (6), 1671-1681.
- Silva, A. B., Lira Junior, M. A., Dubeux Junior, J. C. B., Figueiredo, M. D. V. B., & Vicentin, R. P. (2013). Estoque de serapilheira e fertilidade do solo em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* após implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37(2), 502-511. doi.org/10.1590/S0100-06832013000200021
- Valente, T. N. P., Lima, E. S., Gomes, D. I., Santos, W. B. R., Cesário, A. S., & Santos, S. C. (2016). Anatomical differences among forage with respect to nutrient availability for ruminants in the tropics: A review. *African Journal of Agricultural Research*, 18, 1585-1592. doi: 10.5897/AJAR2016.10828
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10), 3583-3597. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2
- Vendramini, J. M., Dubeux Jr, J. C., & Silveira, M. L. (2014). Nutrient cycling in tropical pasture ecosystems. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 9(2), 308-315. doi:10.5039/agraria.v9i2a3730
- Wang, X., Xu, Z., Lü, X., Wang, R., Cai, J., Yang, S., ... & Jiang, Y. (2017). Responses of litter decomposition and nutrient release rate to water and nitrogen addition differed among three plant species dominated in a semi-arid grassland. *Plant and Soil*, 418(1-2), 241-253. doi: 10.1007/s11104-017-3288-8

Capítulo 3 – Composição química e taxa de decomposição de serrapilheira em pastos diferidos de capim-braquiária consorciado com calopogônio ou adubado com nitrogênio

Decomposição de serrapilheira em pasto consorciado

Resumo: A serrapilheira é uma importante fonte de nutrientes potencialmente recicláveis para pastagens. Objetivou-se, com este estudo, avaliar os efeitos de pastos diferidos de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk) sem adubação (B), consorciado com calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) (BC), adubado com 50 (B50) e 100 kg ha⁻¹ de N (B100), na taxa de decomposição, relação carbono/nitrogênio e composição química de serrapilheira. Os tratamentos foram distribuídos no delineamento em blocos casualizados, com duas repetições de bloco e duas repetições de tratamento por bloco. A serrapilheira foi incubada em litter bags, na superfície do solo, até 128 dias. A biomassa e o nitrogênio remanescentes, e a relação C/N, foram afetados pelos tempos de incubação, verificando-se perdas de aproximadamente 45 e 23%, respectivamente, com mineralização de 2,3 g N kg⁻¹ serrapilheira. A composição química da serrapilheira não foi afetada pelos tratamentos, exceto a concentração de NIDA, que foi afetada pela interação tratamentos e tempos de incubação, sendo mais alta com a dose mais elevada de N. Conclui-se que a biomassa e o nitrogênio remanescente, assim como, a relação C/N, em serrapilheira de pastos de capim-braquiária diferidos, não foram afetados pelos tratamentos, apenas pelos tempos de incubação. Os tratamentos também não alteraram a composição química da serrapilheira, exceto as concentrações de NIDA (%MO), que foram mais elevadas com uso de 100 kg ha⁻¹ de N e em pasto consorciado. Pasto de capim-braquiária, sob diferimento e pastejo, retorna ao solo aproximadamente 20 kg ha⁻¹ de N, contribuindo para a reciclagem deste nutriente.

Palavras-chave: Biomassa remanescente. Lignina. Nitrogênio insolúvel em detergente ácido. Nitrogênio remanescente. Relação carbono/nitrogênio.

1. Introdução

A serrapilheira é uma das principais fontes de nutrientes para reciclagem no sistema de pastejo. De acordo com Banegas et al. (2015), existem muitos fatores que regulam a decomposição da serrapilheira, como quantidade e qualidade, condições ambientais, fertilidade do solo, diversidade microbiana, componentes do tecido associados a diferentes espécies vegetais, manejo e pastejo.

A baixa disponibilidade de N, em solos tropicais, é um dos principais fatores que levam à degradação de pastagens. De acordo com Vendramini et al. (2007), a pior qualidade de serrapilheira de gramíneas de clima tropical, com alta relação C/N e concentração de lignina, resulta em redução nas taxas de decomposição e contribui para a imobilização de nutrientes nos sistemas de pastejo. Uma forma de retornar nutrientes ao solo é via adubação química, mas sua aplicação é limitada pelo alto custo de adubos, como o nitrogenado, que apresenta baixo consumo em países menos desenvolvidos ou em desenvolvimento, segundo dados registrados por Dubeux et al. (2011).

No estudo de Apolinário et al. (2014), em pastagens de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* Stapf.), manejado sob três taxas de lotação (2; 3,9 e 5,8 UA ha⁻¹) e três doses de nitrogênio (0, 150 e 300 kg ha⁻¹ de N), foi observado que as taxas de decomposição foram maiores para o pasto adubado com 300 vs. 0 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N (4,47 vs. 3,29 mg g⁻¹ d⁻¹, respectivamente), o que resultou em menos N remanescente na serrapilheira, aos 256 dias de incubação.

Para reduzir a dependência de nitrogênio sintético nos sistemas de pastagens, buscam-se alternativas para fornecer este nutriente às gramíneas, como o uso de leguminosas forrageiras, que aumentam o nitrogênio no sistema, via fixação biológica, em simbiose com bactérias que possuem a enzima nitrogenase, geralmente dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* (Gimenes et al., 2017). Entre as leguminosas forrageiras de clima tropical, destaca-se o calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.), principalmente devido a sua capacidade de se adaptar a condições de acidez elevada e baixa fertilização, além de apresentar alta tolerância ao Al (Ferreira et al., 2016).

Poucos estudos avaliaram a dinâmica de serrapilheira em consórcios de gramíneas e leguminosas, em regiões tropicais. Em misturas de serrapilheira de capim-braquiária [*Urochloa decumbens* (Stapf) RD Webster] e calopogônio, com proporções de 0, 50 e 100%, verificou-se que a serrapilheira se decompôs em maior extensão nos tratamentos contendo a leguminosa. As diferenças foram atribuídas às características químicas

contrastantes dos materiais incubados, particularmente, maior concentração de N na leguminosa e, conseqüentemente, mais baixa relação C/N (Silva et al., 2012).

Além da falta de adubação de pastagens, outro fator que afeta negativamente a produção de forragens em região tropical é a sazonalidade acentuada. Nesse cenário, o uso de pasto diferido é uma alternativa para aumentar o acúmulo de forragem e minimizar o efeito da sazonalidade nos sistemas de produção animal (Silva et al., 2016).

A hipótese, neste estudo, é que pastos diferidos de capim-braquiária, consorciado com calopogônio ou adubado com nitrogênio, aumentam a taxa de decomposição, reduzem a relação carbono/nitrogênio e melhoram a composição química de serrapilheira e, conseqüentemente, a reciclagem de nutrientes em pastagens. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a taxa de decomposição, a relação carbono/nitrogênio e a composição química de serrapilheira em pastos de capim-braquiária, sem adubo nitrogenado, consorciado com calopogônio, adubado com 50 kg ha de N e com 100 kg ha de N, durante dois anos.

2. Material e Métodos

2.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2017 a março de 2018 na UEPE-Forrageicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG. As coordenadas geográficas aproximadas do local do experimento são 20°45' de latitude Sul e 42°51' de longitude Oeste e altitude de 651 m.

O clima da região de Viçosa, de acordo com o sistema Köppen (1948), é do tipo Cwa, com precipitação anual em torno de 1.340 mm, umidade relativa do ar média de 80% e temperaturas médias máxima e mínima de 22,1 e 15 °C, respectivamente. Os dados climáticos, durante o período de incubação da serrapilheira, foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019) (Figura 1).

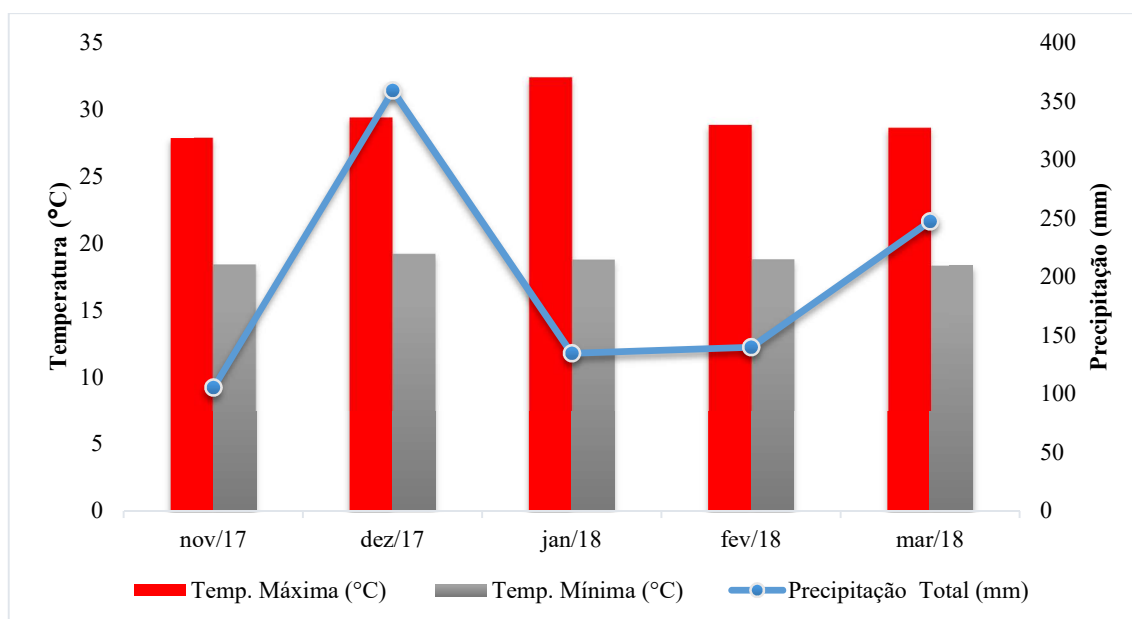


Figura 1: Dados climáticos de novembro de 2017 a março de 2018 em Viçosa. Fonte: INMET, 2019.

O experimento foi conduzido em áreas de pastagem de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk), estabelecida em 1997, em solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura argilosa e com relevo medianamente ondulado (Santos et al., 2018).

2.2. Implantação da área experimental e manejo de animais

Os pastos dos piquetes foram estabelecidos há 23 anos aproximadamente e vinham sendo manejados e adubados adequadamente para atender outras pesquisas, e, no início deste experimento o capim-braquiária apresentava-se com excelente vigor e completa cobertura do solo.

A área experimental possuía 16 piquetes, de aproximadamente 1.300 m² cada. Amostras de solo foram colhidas, na camada de 0-10 cm, em agosto de 2016, com auxílio de trado tipo sonda, e analisadas no Laboratório de Análise de Solo, para determinação da composição química (Tabela 1). De acordo com os resultados, foram realizadas adubações do solo, conforme recomendações de Cantarutti et al., (1999). Não foi necessária correção de solo e nem adubação potássica. Em janeiro de 2017, foram aplicados 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅, em todos os piquetes, usando-se como fonte o superfosfato simples.

Tabela 1 – Resultados da análise química de amostras de solo, na camada de 0-10 cm profundidade, antes do estabelecimento do experimento

| pH | P | K | Ca ⁺² | Mg ⁺² | Al ⁺³ | H + Al | SB | (t) | (T) | V | m | MO | P-rem |
|------------------|---------------------|-----|------------------|------------------------------------|------------------|--------|------|------|-------|----|-----|----------------------|--------------------|
| H ₂ O | mg dm ⁻³ | | | cmol _c dm ⁻³ | | | | | | % | | dag kg ⁻¹ | mg L ⁻¹ |
| 5,51 | 7,4 | 177 | 2,61 | 0,99 | 0,1 | 6,9 | 4,05 | 4,15 | 10,95 | 37 | 2,4 | 3,33 | 29,6 |

pH em água, KCL e CaCl – relação 1:2,5; Ca²⁺ - Mg²⁺ - Al³⁺ - Extrator: KCl – 1 mol L⁻¹; SB = Soma de Bases Trocáveis; T – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; m = Índice de Saturação por Alumínio, MO (Mat. Orgânica) = C. Org. x 1,724 – Walkley-Black; P – K – Extrator Mehlich⁻¹; H + Al – Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹ – pH 7,0; t – Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; V – Índice de Saturação por Bases; P-rem = Fósforo Remanescente.

Em janeiro de 2017, os pastos dos piquetes sorteados com o tratamento de consórcio de capim-braquiária e calopogônio foram dessecados com glifosato (200 mL/20 litros de água), com uso de bomba costal, em linhas espaçadas de 50 cm. A semeadura de calopogônio foi feita após 15 dias da dessecação utilizando-se plantadora com discos de corte, com tração animal, e taxa de semeadura de 4,8 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis. Em dezembro de 2017, devido à baixa densidade de plantas de calopogônio, foi realizada a ressemeadura do calopogônio, a lanço, na mesma taxa de semeadura inicial. Antes da ressemeadura, o pasto foi rebaixado com pastejo por bovinos adultos, e, logo após a ressemeadura, os animais foram novamente introduzidos nos piquetes, por três horas, com a finalidade de promover maior contato das sementes com o solo.

No período em que antecedeu o diferimento dos pastos, os pastejos foram conduzidos sob lotação intermitente, com taxa de lotação variável, utilizando-se novilhas da raça Nelore, com altura de pré-pastejo e pós-pastejo de 25 e 15 cm, respectivamente.

Em 6 de março, de 2017, os pastos de alguns piquetes receberam a dose baixa (50 kg ha⁻¹ de N) ou alta (100 kg ha⁻¹ de N) de nitrogênio, conforme sorteio, utilizando-se como fonte a ureia, e, em seguida, todos os piquetes foram diferidos. Os pastos permaneceram diferidos até o dia 13/06/2017, sendo então inseridos, em cada unidade experimental, novilhas com peso médio de 365 kg, que permaneceram pastejando os pastos até dia 10/08/2017. O período de diferimento e pastejo tiveram duração de 98 e 58 dias, respectivamente.

2.3. Tratamentos e delineamento experimental

Foi avaliada a serrapilheira de pastos de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* Stapf cv. Basilisk), manejados sob a estratégia de diferimento de pastagens, sem adubo

nitrogenado (B); em consórcio com a leguminosa *Calopogonium mucunoides* (BC); com baixa dose de nitrogênio (50 kg ha^{-1}) (B50) e com alta dose de nitrogênio (100 kg ha^{-1}) (B100). Os quatro tratamentos foram distribuídos no delineamento em blocos casualizados, com duas repetições por bloco e duas repetições de tratamento em cada bloco, totalizando 16 unidades experimentais.

2.4. Taxa de decomposição e composição química da serrapilheira

O estudo da taxa de decomposição da serrapilheira foi realizado por meio da incubação de amostras em “litter bags” (Dubeux et al., 2006). Amostras de serrapilheira foram colhidas, em cada piquete, ao final do período de diferimento (10/08/2017), as quais foram pré-secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C , até atingirem massa constante. Parte das amostras de serrapilheira foi moída em moinho de facas, em peneira de 1 mm, e analisada a composição química, afim de representar o tempo “0” de incubação. Da outra parte de amostras, 12 g provenientes de cada tratamento foram introduzidos, sem moagem prévia, em um saco de *nylon* com porosidade de $75 \mu\text{m}$ e medidas de 15 x 20 cm (Dubeux et al., 2006), previamente secos em estufa com circulação forçada de ar a 55°C , sendo fechados com auxílio de uma seladora comercial.

Os locais de incubação em cada piquete foram escolhidos aleatoriamente e os sacos de nylon com as amostras de serrapilheira foram dispostos sobre o solo (incubados), em 11/11/2017, nos respectivos piquetes onde foram colhidas. Também foram alocados mais seis sacos vazios, um para cada tempo de coleta, para se obter a massa do saco a ser descontada dos sacos com amostras, após cada período de incubação. Assim, grupos de quatrocentos e oitenta sacos no total (4 sacos/tratamento x 6 tempos de incubação + 6 sacos vazios = 30 sacos x 16 piquetes) foram alocados sobre a superfície do solo, cobertos com serrapilheira proveniente de cada tratamento no piquete e protegidos do pastejo com gaiolas de exclusão. O pasto contido dentro das gaiolas de exclusão foi manejado de acordo com o manejo utilizado para o pasto no exterior da gaiola, ou seja, mantido uma altura de pré-pastejo de 25 cm e uma altura de pós-pastejo de 15 cm, até o início do período de diferimento (6/03/2017).

Os sacos foram recolhidos nos tempos 4, 8, 16, 32, 64 e 128 dias de incubação, sendo o último recolhimento no dia 19/03/2018. O tempo “0” foi considerado com os demais tratamentos, porém, as amostras não foram incubadas. Após a coleta, os sacos foram limpos com auxílio de um pincel, para retirada de resíduos que ficaram presos ao

lado externo, e levados à estufa com circulação forçada de ar a 55° C, até estabilizarem suas massas.

A porcentagem de biomassa e de nitrogênio remanescente foi calculada com base no teor de biomassa de matéria e de nitrogênio antes e após o período de incubação. Todos os resultados foram expressos na base da matéria orgânica, para descontar os contaminantes com solo.

A constante de decomposição k para a serrapilheira foi calculada com base em uma única função de decaimento exponencial originada da equação usada por Thomas e Asakawa (1993): $SE_{28} = (SE_0 + SD_{28}) e^{-kt}$, onde, SE_0 e SE_{28} são as quantidades de serrapilheira existente no dia 0 e 28 dias depois, respectivamente, e, SD_{28} é a quantidade de serrapilheira depositada no período de 28 dias, entre as consecutivas colheitas de serrapilheira existente. A solução do k (taxa de decomposição relativa, $mg\ g^{-1}\ dia$) se torna: $k = \{\ln(SE_{28} + SE_0) - \ln(SE)\} / t$.

Análises de carbono (C) e nitrogênio (N) foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, por meio do analisador Elemental IsoPrime100 (Isoprime Ltd. Isoprime House Earl Road Cheadle Hulme SK8 6PT, UK), acoplado a um espectrômetro de massa (Bulk Isotope IRMS). As relações C/N, lignina/N e lignina/NIDA foram calculadas dividindo-se as concentrações de C e lignina ($g\ kg^{-1}\ MO$) pelas concentrações de N total ($g\ kg^{-1}\ de\ MO$), e, a concentração de lignina pela de NIDA ($g\ kg^{-1}\ MO$).

As amostras de biomassa remanescente, contida nos sacos, foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm, e, posteriormente, foram determinadas as concentrações de matéria seca (MS) (método 930.15; AOAC, 2005), matéria orgânica (MO) (métodos 942.05; AOAC, 2005), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) (método 973.18; AOAC, 2005), lignina - H_2SO_4 72% p/p (LIG) pelo método sequencial de Van Soest et al. (1991) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) (Van Soest et al., 1991). A concentração de N insolúvel em detergente ácido foi expressa em relação ao N total, obtida dividindo-se a concentração de NIDA ($g\ kg^{-1}\ de\ MO$) pela concentração de N total ($g\ kg^{-1}\ MO$).

A composição química da serrapilheira, nos tempos “zero” e “128” de incubação, está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2– Composição química de serrapilheira provenientes de pastos de capim-braquiária diferidos nos diferentes tratamentos, nos tempos “zero” e “128” de incubação

| Tratamentos | FDA | FDN | NIDA | Lignina | N | C | g NIDA kg ⁻¹ N | C/N | Lig/N | Lig/NIDA |
|----------------------|--------------------------|-------|------|---------|------|-------|---------------------------|------|-------|----------|
| | g kg ⁻¹ de MO | | | | | | | | | |
| Tempo 0 | | | | | | | | | | |
| B | 496,6 | 840,4 | 1,8 | 170,0 | 7,3 | 383,7 | 244 | 52,5 | 23,6 | 96,4 |
| BC | 468,2 | 838,0 | 2,2 | 171,8 | 9,8 | 399,2 | 226 | 43,6 | 18,4 | 87,8 |
| B50 | 472,0 | 846,8 | 1,7 | 164,4 | 7,8 | 378,4 | 221 | 48,9 | 21,3 | 99,0 |
| B100 | 454,8 | 825,3 | 1,7 | 165,7 | 8,7 | 389,4 | 199 | 44,8 | 19,1 | 97,5 |
| Erro Padrão da Média | 0,4 | 0,4 | 0,1 | 10,5 | 0,4 | 8,4 | 9,8 | 2,1 | 0,9 | 4,9 |
| Tempo 128 | | | | | | | | | | |
| B | 498,0 | 776,4 | 4,7 | 213,7 | 11,4 | 308,7 | 417 | 27,1 | 20,7 | 46,2 |
| BC | 574,8 | 813,0 | 5,3 | 225,8 | 13,7 | 281,3 | 384 | 21,0 | 17,3 | 44,7 |
| B50 | 475,8 | 785,1 | 5,2 | 179,7 | 16,4 | 426,8 | 319 | 26,6 | 11,3 | 34,9 |
| BA | 477,5 | 769,6 | 5,8 | 191,1 | 15,6 | 344,0 | 369 | 21,8 | 12,8 | 33,7 |
| Erro Padrão da Média | 1,1 | 1,4 | 0,2 | 8,5 | 0,9 | 21,5 | 19,3 | 1,0 | 1,7 | 2,9 |

FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido; N: nitrogênio; C: carbono; g NIDA kg⁻¹ N: concentração de N insolúvel em detergente ácido em relação ao N total; C/N: relação carbono/nitrogênio; Lig/N: relação lignina/nitrogênio; Lig/NIDA: relação lignina/nitrogênio insolúvel em detergente ácido; MO: matéria orgânica. B = capim-braquiária sem adubação nitrogenada; BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio; B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha⁻¹ de N; B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha⁻¹ de N.

2.5. Análise Estatística

Os dados foram analisados utilizando o Proc Mixed do SAS (SAS Inst. Inc., 2016). Os tempos de incubação de amostras dos diferentes tratamentos e a interação entre eles foram considerados efeitos fixos. Os blocos foram considerados como efeito aleatório. Quando o tempo de incubação ou a interação entre eles com os tratamentos foram significativos, a 5% de probabilidade para o erro tipo 1, modelos não lineares foram testados, para ajustar as curvas de decomposição, usando o Proc Nlin do SAS (SAS Inst. Inc., 2016), e escolhidos aqueles com coeficiente de determinação de pelo menos 0,6. Para a variável N remanescente, foi considerado 10% de probabilidade para o erro tipo 1. O modelo não linear exponencial simples $y = B_0^{-kt}$ (Wagner e Wolf, 1999) adequou-se para explicar as variáveis: biomassa remanescente, nitrogênio remanescente, relação C/N, concentração de lignina, concentração de N e NIDA.

3. Resultados

Não houve efeito ($P=0,3016$) dos tratamentos de capim-braquiária sobre a biomassa remanescente de serrapilheira, que foi afetada pelos tempos de incubação ($P<0,0001$) (Figura 2). A taxa de decomposição relativa (k) média de biomassa de serrapilheira foi $5,09 \text{ mg g}^{-1} \text{ dia}$, observando-se perda de aproximadamente 30% de biomassa, nos primeiros 64 dias, e de aproximadamente 48%, aos 128 dias de incubação.

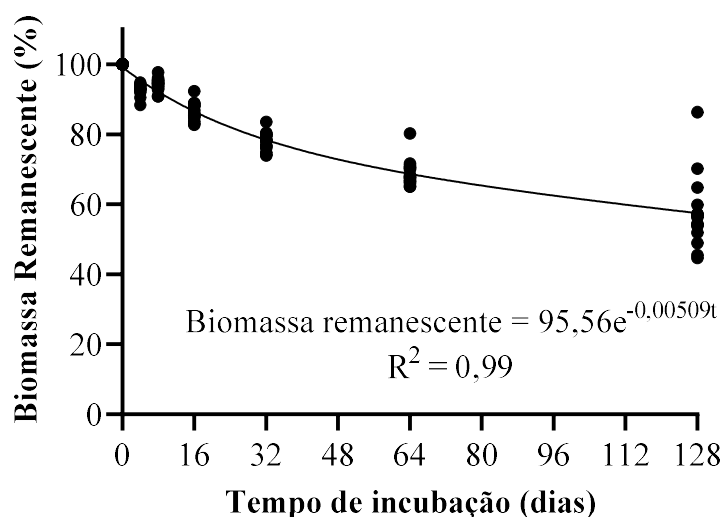


Figura 2 – Biomassa remanescente (%) em amostras de serrapilheira, nos diferentes períodos (dias), na superfície do solo, em pastos diferidos de capim-braquiária ($P<0,00001$)

Os tratamentos ($P=0,34$) não influenciaram a concentração de nitrogênio remanescente na serrapilheira, contudo, nota-se que houve efeito ($P=0,0704$) dos tempos de incubação sobre o N remanescente, observando-se decomposição de aproximadamente 23%, aos 128 dias de incubação.

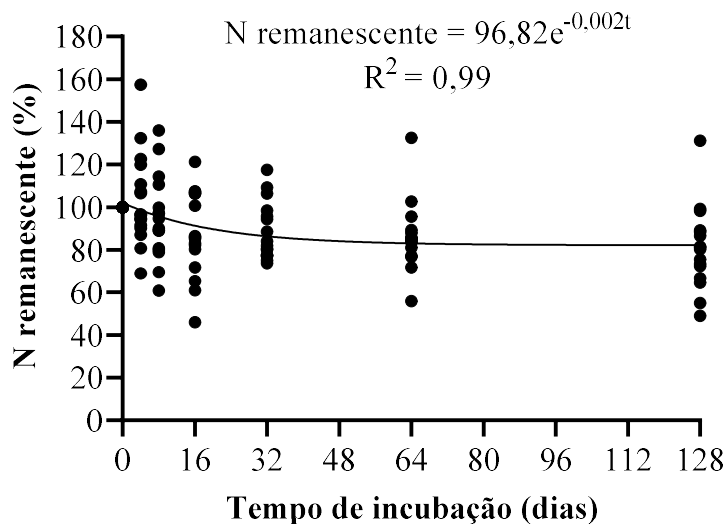


Figura 3 – Nitrogênio remanescente (%) de amostras de serrapilheira, em função de diferentes períodos de incubação (dias), na superfície do solo, em pastos diferidos de capim-braquiária ($P=0,0002$)

Não houve efeito ($P=0,3026$) de tratamentos de capim-braquiária na relação C/N, contudo, houve efeito ($P=0,003$) dos tempos de incubação (Figura 4). O mesmo modelo exponencial, utilizado para biomassa remanescente foi também adequado para explicar o padrão de resposta da relação C/N. A relação C/N reduziu-se a uma taxa de $4,33 \text{ mg g}^{-1}$ dia, com valores de 40,55 e 23,29 nos tempos 0 e 128 dias, respectivamente.

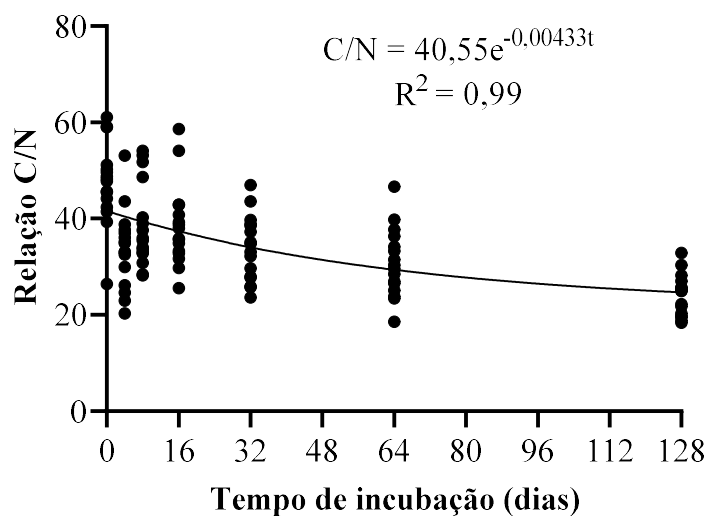


Figura 4 – Relação C/N de amostras de serrapilheira, nos diferentes períodos (dias), na superfície do solo, em pastos diferidos de capim-braquiária ($P < 0,00001$)

Os tratamentos de capim-braquiária não afetaram ($P = 0,50$) as concentrações de N na serrapilheira, registrando-se valor médio de 11 g N kg^{-1} de serrapilheira. Porém, os tempos de incubação influenciaram ($P = 0,004$) a concentração de N na serrapilheira (Figura 5) e o modelo exponencial de Wagner e Wolf (1999) foi utilizado para explicar os dados. A concentração de N na serrapilheira aumentou a uma taxa de $3,0 \text{ mg g}^{-1} \text{ dia}$, variando de $9,89$ a $14,50 \text{ g kg}^{-1} \text{ MO}$, nos tempos 0 e 128 dias, respectivamente.

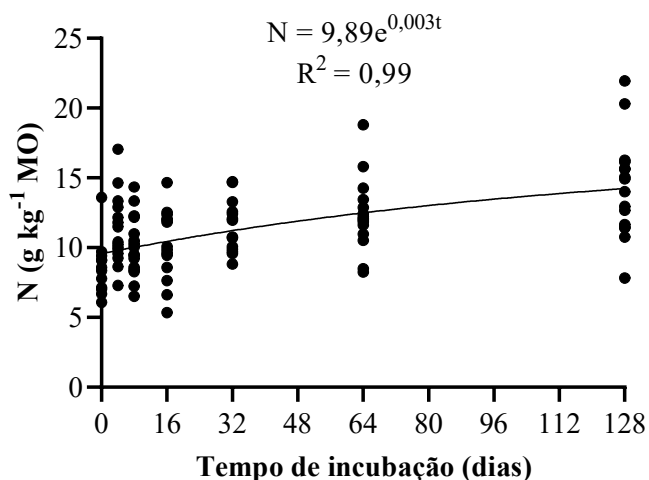


Figura 5 – Concentração de N ($\text{g kg}^{-1} \text{ MO}$) de amostras de serrapilheira, nos diferentes períodos (dias), na superfície do solo, em pastos diferidos de capim-braquiária ($P < 0,00001$)

Não houve diferença ($P = 0,1976$) entre os tratamentos de capim-braquiária sobre a concentração de lignina na serrapilheira, durante o período de incubação. Contudo, os períodos de incubação influenciaram ($P = 0,006$) a concentração de lignina (Figura 6), obtendo-se taxa de decomposição de $1,37 \text{ mg g}^{-1} \text{ dia}$. Assim, verificou-se aumento na concentração de lignina na serrapilheira, ao longo do período de incubação, variando de $170,02 \text{ g kg}^{-1} \text{ MO}$ (0) a $202,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ MO}$ (128 dias), sendo 128 dias de incubação insuficientes para estabilizar a concentração de lignina na serrapilheira.

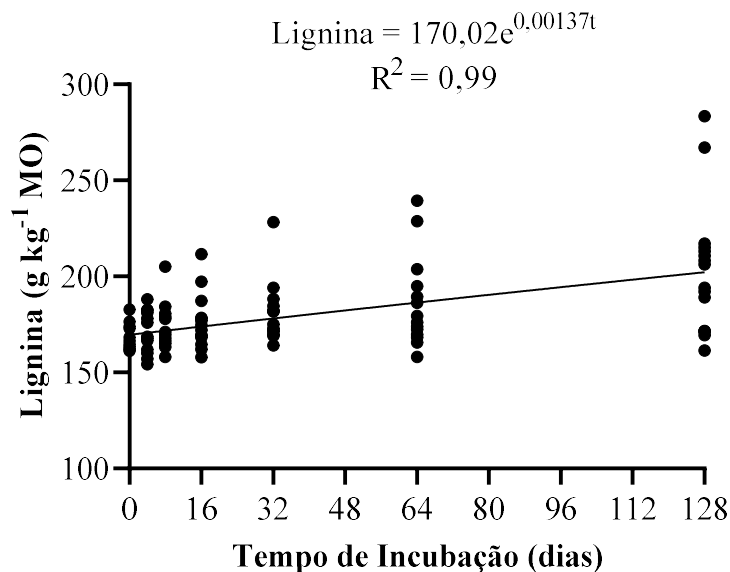


Figura 6 – Concentração de lignina (g kg⁻¹ MO) de amostras de serrapilheira, nos diferentes períodos (dias), na superfície do solo, em pastos diferidos de capim-braquiária (P<0,00001)

A relação lignina/N-total da serrapilheira não foi influenciada (P=0,29) pelas formas de manejo de capim-braquiária, nem pelos tempos de incubação (P=0,10), e observou-se média geral de 17,10 g kg⁻¹ MO. Também não houve diferença entre as formas de manejo (P=0,62), nem entre tempos de incubação (P=0,41) para a concentração de carbono (C), verificando-se média de 368,62 g C kg⁻¹ MO.

A concentração de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) (g kg⁻¹ MO) foi afetada (P=0,02) pela interação tratamentos de capim-braquiária e tempos de incubação (Figura 7), com taxas de decomposição variando de 4,25 a 5,24 mg g⁻¹ dia. Contudo, a concentração de NIDA não atingiu um “plateau linear”, o que indica que os 128 dias de incubação não foram suficientes para sua estabilização.

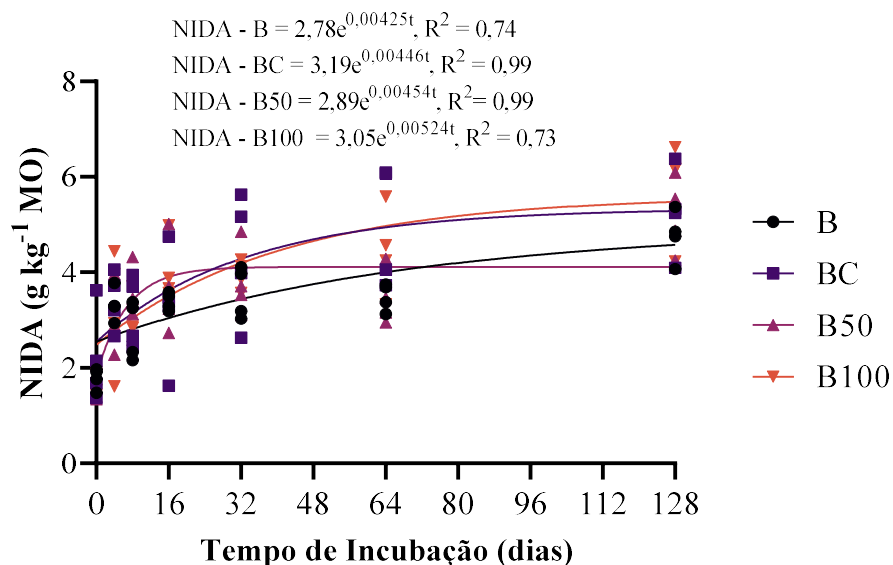


Figura 7 - Concentração de NIDA (g kg^{-1} MO) na serrapilheira após 128 dias de incubação na superfície do solo em pastos diferidos de capim-braquiária. B = capim-braquiária não adubado com nitrogênio ($P < 0,00001$); BC = capim-braquiária consorciado com calopogônio ($P = 0,0002$); B50 = capim-braquiária adubado com 50 kg ha^{-1} N ($P < 0,00001$); B100 = capim-braquiária adubado com 100 kg ha^{-1} N ($P < 0,00001$)

Não houve diferença ($P = 0,4688$) entre os tratamentos, mas houve diferença ($P < 0,0001$) entre os períodos de incubação para a relação lignina/NIDA (Figura 8). O modelo “exponencial plateau” foi utilizado para explicar os dados. Observa-se que 9 dias foram necessários para que houvesse a estabilização da relação lignina/NIDA, atingindo valor de 47,48.

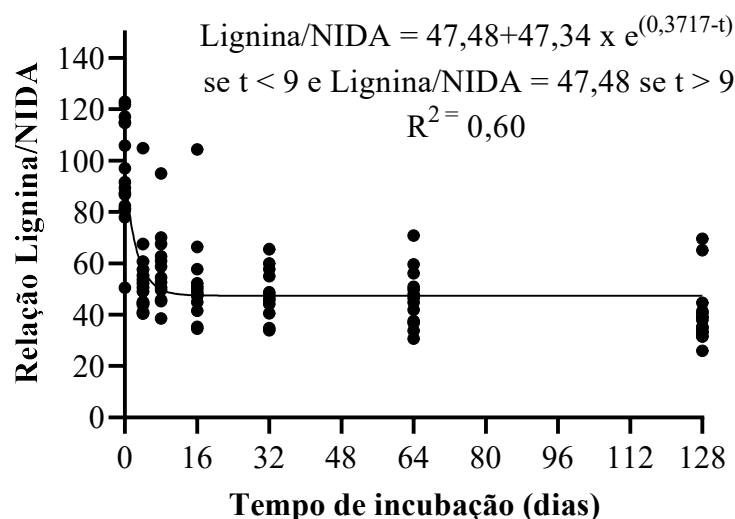


Figura 8 – Relação lignina/NIDA (MO) de amostras de serrapilheira, nos diferentes períodos (dias), na superfície do solo, em pastos diferidos de capim-braquiária ($P < 0,00001$)

Não houve diferença ($P=0,8529$) quanto aos tratamentos de capim-braquiária para a concentração de NIDA/NT, contudo, houve efeito ($P=0,0125$) dos tempos de incubação, sendo os dados ajustados ao modelo exponencial simples: $g \text{ NIDA } kg^{-1} N = 299,5 \times e^{(0,002060t)}$ ($R^2 = 0,15$; $P=0,00001$). Como o coeficiente de determinação da equação foi muito baixo, optou-se em registrar o valor médio de $324 g \text{ NIDA } kg^{-1} N$, para os tempos de incubação.

As concentrações de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) na serrapilheira não diferiram ($P=0,33$) quanto aos tratamentos de capim-braquiária, mas apresentaram diferença ($P=0,03$) em função dos tempos de incubação, sendo os dados ajustados ao modelo linear simples, com equação: $FDN = 807,6 - 0,19t$ ($R^2 = 0,51$; $P < 0,01$). Em função dos baixos coeficientes de determinação verificados nas equações, foram utilizados os valores médios $807,6 g \text{ kg}^{-1} MO$ e $783,0 g \text{ kg}^{-1} MO$, no tempo 0 e 128 dias de incubação, respectivamente. Também, os valores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), na serrapilheira incubada, não diferiram ($P=0,17$) entre os tratamentos de capim-braquiária, porém, houve diferença ($P=0,044$) em relação aos tempos de incubação, sendo os dados ajustados ao modelo linear simples, com equação: $FDA = 461,1 + 0,22t$ ($R^2 = 0,12$; $P < 0,0001$). Os valores de FDA aumentaram ao longo do período de incubação, apresentando valor médio de $460,9 g \text{ kg}^{-1} MO$ e $488,0 g \text{ kg}^{-1} MO$, no tempo 0 e aos 128 dias de incubação, respectivamente.

4. Discussão

Houve maior perda de biomassa de serrapilheira nos primeiros dias de incubação (Figura 2), que se deve, sobretudo, a maior concentração de compostos mais solúveis (lábeis) na serrapilheira e à maior pluviosidade (Figura 1), no início do período de incubação. Vários estudos demonstraram que a pluviosidade se correlaciona positivamente com a taxa de decomposição e perda de biomassa de serrapilheira incubada (Wang et al., 2017; Almagro et al., 2015). O valor de biomassa remanescente de serrapilheira, encontrado em nosso estudo, aos 128 dias de incubação, encontra-se dentro da faixa relatada por Apolinário et al. (2014), de 40 a 60%, após 128 dias de incubação de serrapilheira de capim-braquiária (*Urochloa decumbens*).

A biomassa de N remanescente não apresentou variação entre os tratamentos, mas com os tempos de incubação (Figura 3), com apenas 23% da quantidade de N, inicialmente presente na serrapilheira, sendo disponibilizada durante 128 dias de incubação. Resposta similar foi encontrada por Silva et al. (2012), que observaram baixa

mineralização de N (27%), durante 256 dias de incubação, em serrapilheira de pastos de capim-braquiária (*Urochloa decumbens*), coletada durante o período chuvoso e seco, em dois anos de estudo. No nosso estudo, a decomposição líquida média de N foi de 2,3 g N kg⁻¹ de serrapilheira, resultando em pequena contribuição de N, advindo da serrapilheira de pastos diferidos, ao “pool” de nutrientes do solo.

A relação C/N diminuiu com o tempo de incubação (Figura 4), semelhantemente ao relatado por Kohmann et al. (2019), que atribuíram o fato a mais rápida decomposição inicial das frações solúveis de carbono. Além disso, a imobilização de N em serrapilheira de mais baixa qualidade, assim como, o N ligado aos constituintes fibrosos, dificultam as perdas de N, fato constatado no presente estudo, com serrapilheira coletada em pasto diferido.

Como regra geral, o equilíbrio entre mineralização e imobilização de N é aceito como função da disponibilidade relativa de C e N no substrato, ou seja, altas relações C/N (acima de 40) promovem retenção de nutrientes, por meio da imobilização pelos micro-organismos do solo (Heijboer et al., 2016). No presente estudo, o valor inicial da relação C/N dos tratamentos foi um pouco maior que 40, sugerindo que houve imobilização inicial de N pela massa microbiana do solo, mas, ao final do período de incubação, a relação C/N atingiu valor próximo de 23, um indicativo que, no processo de reciclagem de nutrientes, houve disponibilização de nutrientes.

Em estudo de 21 locais, com 7 biomas diferentes, Parton et al. (2007) observaram liberação líquida de N da serrapilheira quando a relação C/N foi inferior a 40, em uma faixa de estudo variando de 31 a 48. Os autores também observaram que, em geral, a serrapilheira apresentou pouca ou nenhuma imobilização líquida de N, quando sua concentração inicial foi superior a 10 g N kg⁻¹ na serrapilheira. Em nosso estudo, a concentração inicial de N na serrapilheira era de 9,89 g N kg⁻¹ serrapilheira, aquém da preconizada para favorecer a decomposição de N.

Durante o período de colheita de serrapilheira (161 dias), em 2017, a taxa de deposição média de serrapilheira, para os tratamentos aplicados, foi de 53,6 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (Capítulo 2). Considerando-se que foram disponibilizados, em média, via serrapilheira, 2,3 g N kg⁻¹ de serrapilheira depositada, pode-se estimar que a serrapilheira reciclou aproximadamente 20 kg ha⁻¹ de N 161 dias⁻¹. Desta forma, em um sistema de pastejo diferido, baixa quantidade de N retornou ao solo via serrapilheira, cujos benefícios seriam alcançados a longo prazo.

Houve alta proporção de N remanescente, ao final do período de incubação (Figura 3), contudo, o aumento na concentração de N com o avanço de tempo, na serrapilheira incubada (Figura 5), pode ser atribuído, principalmente, ao aumento na concentração de NIDA no material incubado (Figura 7).

De acordo com Cotrufo et al. (2013), compostos orgânicos mais lábeis, como açúcares solúveis e aminoácidos livres, são rapidamente mineralizados no início da incubação, enquanto ocorre aumento na fração do nitrogênio que está ligada à fibra, sendo esta de difícil decomposição. Além disso, novos componentes semelhantes à lignina são produzidos por microrganismos. Dessa forma, ocorre um efeito de concentração do nitrogênio na biomassa incubada ao longo do período de incubação (Dubeux Jr. et al., 2006).

De acordo com Luo et al. (2017), a qualidade da serrapilheira é um controlador primário de suas taxas de decomposição, com deterioração mais rápida associada a menores concentrações de substratos quimicamente recalcitrantes. Embora o N seja considerado o elemento mais comum, cuja deficiência limita a decomposição, e a relação C/N seja frequentemente usada como medida da qualidade da serrapilheira, a natureza do C, assim como, compostos secundários persistentes (e.g., lignina), e outros nutrientes e suas interações, podem afetar significativamente a decomposição (Bonanomi et al., 2012).

Segundo Kohmann et al. (2019), o comprimento da fase de decomposição também pode estar relacionado às elevadas concentrações finais de lignina e às interações entre N e lignina. No nosso estudo, a concentração de N aumentou de 9,88 para 14,50 g kg⁻¹ MO (Figura 5) e a concentração de lignina aumentou de 170 para 202,6 g kg⁻¹ MO (Figura 6), médias do início e final do período de incubação, respectivamente. Esses resultados demonstram que 128 dias não foram suficientes para estabilizar a decomposição da serrapilheira de capim-braquiária diferido.

De modo geral, no nosso estudo, a concentração de NIDA (g kg⁻¹ MO) aumentou para todos os tratamentos (Figura 7), no entanto, as mais altas concentrações, ao final dos 128 dias de incubação, foram observadas para o pasto com maior dose de nitrogênio (100 kg/ha) e o pasto consorciado. Isso indica que, apesar do aumento da concentração de N ao longo do tempo, parte desse N estava ligado à FDA, portanto, com baixa disponibilidade para decomposição microbiana (Dubeux et al., 2006). Outro fator que corrobora com a afirmação acima, é a quantidade de NIDA como fração do N total, que

aumentou do início do período de incubação, em média, de 222 g kg⁻¹ do N total para 372 g kg⁻¹ do N total, ao final dos 128 dias de incubação (Tabela 3).

A relação lignina/NIDA, no nosso estudo, foi estabilizada aos 9 dias de incubação (Figura 8), cuja redução nos tempos iniciais de incubação pode ser atribuída ao aumento da concentração de NIDA. De acordo com Berg e McClaugherty (2014), grupos fenólicos de carboidratos, lignina e quinonas podem reagir com o N amoniacal, durante a decomposição, tornando-o indisponível para utilização microbiana.

5. Conclusões

A biomassa e o nitrogênio remanescente, assim como, a relação C/N, em serrapilheira de pastos de capim-braquiária diferidos, não foram afetados pelos tratamentos, apenas pelos tempos de incubação.

Os tratamentos também não alteraram a composição química da serrapilheira, exceto as concentrações de NIDA (%MO), que foram mais elevadas com uso de 100 kg ha⁻¹ de N e em pasto consorciado.

Pasto de capim-braquiária, sob diferimento e pastejo, retorna ao solo aproximadamente 20 kg ha⁻¹ de N, contribuindo para a reciclagem deste nutriente.

6. Referências Bibliográficas

- Almagro, M., Maestre, F. T., Martínez-López, J., Valencia, E., & Rey, A. (2015). Climate change may reduce litter decomposition while enhancing the contribution of photodegradation in dry perennial Mediterranean grasslands. *Soil Biology and Biochemistry*, 90, 214-223. doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.08.006
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. The Association of Official Analytical Chemists. 17th Ed. Arlington, Virginia, USA.
- Apolinário, V. X., Dubeux, J. C., Lira, M. A., Mello, A. C., Santos, M. V., Muir, J. P., & Viana de Freitas, E. (2017). Nitrogen and Grazing Affect Napier Grass Leaf Litter Biomass and Decomposition. *Agronomy Journal*, 109(6), 2982-2987. [doi/full/10.2134/agronj2017.06.0308](https://doi.org/10.2134/agronj2017.06.0308)
- Apolinário, V. X., Dubeux, J. C., Mello, A. C., Vendramini, J., Lira, M. A., Santos, M. V., & Muir, J. P. (2014). Litter decomposition of signalgrass grazed with different stocking rates and nitrogen fertilizer levels. *Agronomy Journal*, 106(2), 622-627. [doi/full/10.2134/agronj2013.0496](https://doi.org/10.2134/agronj2013.0496)
- Banegas, N., Albanesi, A. S., Pedraza, R. O., & Dos Santos, D. A. (2015). Non-linear dynamics of litter decomposition under different grazing management regimes. *Plant and soil*, 393(1-2), 47-56. [doi/full/10.1007/s11104-015-2472-y](https://doi.org/10.1007/s11104-015-2472-y)

- Berg, B., and C. McClaugherty. 2014. Plant litter: *Decomposition, humus formation, carbon sequestration*. 3rd ed. Springer, Berlin.
- Bonanomi, G., Incerti, G., Giannino, F., Mingo, A., Lanzotti, V., & Mazzoleni, S. (2013). Litter quality assessed by solid state ¹³C NMR spectroscopy predicts decay rate better than C/N and Lignin/N ratios. *Soil Biology and Biochemistry*, 56, 40-48. doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.03.003
- Cotrufo, M. F., Wallenstein, M. D., Boot, C. M., Deneff, K., & Paul, E. (2013). 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*, 19(4), 988-995. doi:10.1111/gcb.12113
- Dubeux Jr, J. C. B., Muir, J. P., Santos, M. V. F., Vendramini, J. M. B., Mello, A. C. L., & Lira, M. D. A. (2011). Improving grassland productivity in the face of economic, social, and environmental challenges. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40, 280-290.
- Dubeux, J. C. B., Sollenberger, L. E., Interrante, S. M., Vendramini, J. M. B., & Stewart, R. L. (2006). Litter decomposition and mineralization in bahiagrass pastures managed at different intensities. *Crop Science*, 46(3), 1305-1310. doi/abs/10.2135/cropsci2005.08-0263
- Ferreira, T. C., Aguilar, J. V., Souza, L. A., Justino, G. C., Aguiar, L. F., & Camargos, L. S. (2016). pH effects on nodulation and biological nitrogen fixation in *Calopogonium mucunoides*. *Brazilian Journal of Botany*, 39(4), 1015-1020.
- Gimenes, F. M. de A., Barbosa, H. Z., Gerdes, L., Giacomini, A. A., Batista, K., de Mattos, W. T., ... & de Vasconcellos Miguel, A. N. (2017). The utilization of tropical legumes to provide nitrogen to pastures: A review. *African Journal of Agricultural Research*, 12(2), 85-92. doi:10.5897/ajar2016.11893
- Heijboer, A., ten Berge, H. F., de Ruyter, P. C., Jørgensen, H. B., Kowalchuk, G. A., & Bloem, J. (2016). Plant biomass, soil microbial community structure and nitrogen cycling under different organic amendment regimes; a ¹⁵N tracer-based approach. *Applied soil ecology*, 107, 251-260. doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.06.009
- Kohmann, M. M., Sollenberger, L. E., Dubeux, J. C., Silveira, M. L., & Moreno, L. S. (2019). Legume Proportion in Grassland Litter Affects Decomposition Dynamics and Nutrient Mineralization. *Agronomy Journal*, 111(3), 1079-1089. doi/full/10.2134/agronj2018.09.0603
- Kohmann, M. M., Sollenberger, L. E., Dubeux, J. C., Silveira, M. L., Moreno, L. S., da Silva, L. S., & Aryal, P. (2018). Nitrogen fertilization and proportion of legume affect litter decomposition and nutrient return in grass pastures. *Crop Science*, 58(5), 2138-2148. doi/full/10.2135/cropsci2018.01.0028
- Liu, K., Sollenberger, L. E., Silveira, M. L., Vendramini, J., & Newman, Y. C. (2011). Grazing intensity and nitrogen fertilization affect litter responses in 'Tifton 85' bermudagrass pastures: II. Decomposition and nitrogen mineralization. *Agronomy journal*, 103(1), 163-168. doi/abs/10.2134/agronj2010.0320

- Luo, D., Cheng, R., Shi, Z., & Wang, W. (2017). Decomposition of leaves and fine roots in three subtropical plantations in China affected by litter substrate quality and soil microbial community. *Forests*, 8(11), 412. doi.org/10.3390/f8110412
- Parton, W., Silver, W. L., Burke, I. C., Grassens, L., Harmon, M. E., Currie, W. S., ... & Fasth, B. (2007). Global-scale similarities in nitrogen release patterns during long-term decomposition. *Science*, 315(5810), 361-364. doi:10.1126/science.1134853
- Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Dos Anjos, L. H. C., De Oliveira, V. A., Lumberras, J. F., Coelho, M. R., ... & Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- Silva, A. A. S., Fonseca, D. M. D., Santos, M. E. R., Sousa, B. M. D. L., Gomes, V. M., & Cantarutti, R. B. (2015). Initial height and nitrogen fertilization on deferred signalgrass. *Bioscience Journal*, 31 (6), p. 1671-1681.
- Silva, H. M. da S., Batista Dubeux, J. C., Ferreira dos Santos, M. V., de Andrade Lira, M., & Muir, J. P. (2012). Signal grass litter decomposition rate increases with inclusion of calopo. *Crop science*, 52(3), 1416-1423. doi:abs/10.2135/cropsci2011.09.0482
- Thomas, R. J., & Asakawa, N. M. (1993). Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. *Soil Biology and Biochemistry*, 25(10), 1351-1361. [doi.org/10.1016/0038-0717\(93\)90050-L](https://doi.org/10.1016/0038-0717(93)90050-L)
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10), 3583-3597. [doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vendramini, J. M. B., Silveira, M. L. A., Dubeux Jr, J. C. B., & Sollenberger, L. E. (2007). Environmental impacts and nutrient recycling on pastures grazed by cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 139-149. doi.org/10.1590/S1516-35982007001000015
- Wagner, G. H., & Wolf, D. C. (1999). Carbon transformations and soil organic matter formation. *Principles and applications of soil microbiology*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 218-258.
- Wang, X., Xu, Z., Lü, X., Wang, R., Cai, J., Yang, S., ... & Jiang, Y. (2017). Responses of litter decomposition and nutrient release rate to water and nitrogen addition differed among three plant species dominated in a semi-arid grassland. *Plant and Soil*, 418(1-2), 241-253. doi: 10.1007/s11104-017-3288-8