



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

MÁRCIO ODILON DIAS RODRIGUES

**SISTEMA SILVIPASTORIL NA AMAZÔNIA LEGAL-AVALIAÇÃO DEMOGRÁFICA E
AGRONÔMICA EM PASTAGENS**

ARAGUAÍNA
2020

MÁRCIO ODILON DIAS RODRIGUES

**SISTEMA SILVIPASTORIL NA AMAZÔNIA LEGAL-AVALIAÇÃO DEMOGRÁFICA E
AGRONÔMICA EM PASTAGENS**

Tese apresentada ao curso de Pós-graduação strictu
sensu em Ciência Animal Tropical da Universidade
Federal do Tocantins para obtenção do título de
Doutor em Ciência Animal Tropical

Área de concentração: Solo x Planta x Animal

Orientador: Prof. Dr. Antonio Clementino dos Santos

ARAGUAÍNA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

R696s Rodrigues, Marcio Odilon Dias de.
SISTEMA SILVIPASTORIL NA AMAZÔNIA LEGAL-AVALIAÇÃO
DEMOGRÁFICA E AGRONÔMICA EM PASTAGENS. / Marcio Odilon
Dias de Rodrigues. – Araguaína, TO, 2020.
70 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em
Ciência Animal Tropical, 2020.

Orientador: Antonio Clementino dos Santos

1. Silvipastoril. 2. Atributos químicos do solo. 3. Demografia do
capim Mombaça sob restrição de luz. 4. Silvipastoril com mata nativa.
I. Título

CDD 636.089

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de
qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que
citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime
estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da
UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

MÁRCIO ODILON DIAS RODRIGUES

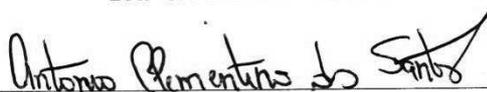
**SISTEMA SILVIPASTORIL NA AMAZÔNIA LEGAL-AVALIAÇÃO DEMOGRÁFICA E
AGRONÔMICA EM PASTAGENS**

Tese apresentada ao curso de Pós-graduação strictu
sensu em Ciência Animal Tropical da Universidade
Federal do Tocantins para obtenção do título de
Doutor em Ciência Animal Tropical

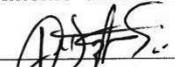
Orientador: Prof. Dr. Antonio Clementino dos Santos

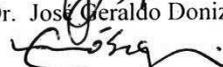
Aprovado em: 19 / 12 / 2019

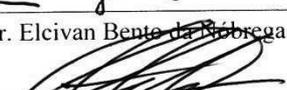
BANCA EXAMINADORA

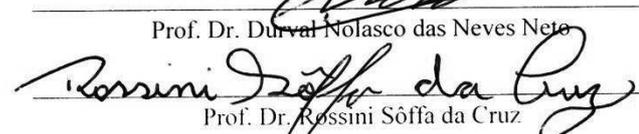


Prof. Dr. Antonio Clementino dos Santos


Prof. Dr. José Geraldo Donizetti dos Santos


Prof. Dr. Elcivan Bente da Móbrega


Prof. Dr. Durval Nolasco das Neves Neto


Prof. Dr. Rossini Sôffia da Cruz

Dedico este trabalho à minha família, em especial a minha esposa, Flávia Silva Araújo Rodrigues, minha companheira e amiga de todas as horas; ao meu filho, Pedro Augusto Araújo Rodrigues, meu presente vindo de Deus. Aos meus pais: na pessoa da senhora Vanda Dias Ribeiro exemplo de mulher, de mãe e de amiga; meu pai, Odilon Rodrigues Gomes, homem íntegro e de caráter singular. Dedico também a todos os amigos de

Academia que de forma direta ou indireta
contribuíram para o desenvolvimento deste
trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao bom Deus que, na sua infinita bondade, tornou possível a realização de um sonho.

À minha família: Vanda Dias Ribeiro, Odilon Rodrigues Gomes, Maria de Jesus, Flávia Silva Araújo Rodrigues, ao meu querido filho, Pedro Augusto Araújo Rodrigues. Em especial a meu amigo e irmão Marcos Odilon Dias Rodrigues, pelo apoio, pelo companheirismo, pelas brigas, pois grandes amigos se desentendem, mas a amizade é para sempre.

Aos meus amigos de acadêmica, parceiros de trabalho e de estudos, obrigado pelos anos que compartilhamos, pois não foram poucos, ao todo cerca de 10 anos. Ou seja, dediquei um terço de minha vida à academia e durante este período vocês foram minha família. Em especial aos colegas Marcos Odilon Dias Rodrigues, Otacílio Silveira Junior, Hugo Mariano e todos os demais que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Quero agradecer a meu Orientador, Antonio Clementino dos Santos, pelo apoio e pelos ensinamentos. Obrigado!

A todos os professores de maneira geral que contribuíram enormemente para meu amadurecimento profissional e pessoal.

A Universidade Federal do Tocantins e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, foi uma honra fazer parte destas instituições.

Agradeço à **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES**, pela bolsa de estudo concedida.

SUMÁRIO

ABSTRACT	3
INTRODUÇÃO GERAL	4
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6
CAPÍTULO 01: VARIAÇÃO TEMPORAL DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM CULTIVO CONVENCIONAL E INTEGRAÇÃO DE BABAÇU COM CAPIM MOMBAÇA NA AMAZÔNICA ORIENTAL	8
RESUMO	8
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
CONCLUSÃO	22
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPÍTULO 02: COMPETIÇÃO POR LUZ EM SISTEMA SILVIPASTORIL NA PRODUÇÃO E EXPANSÃO HORIZONTAL DE CAPIM MOMBAÇA NOS TROPICOS	26
RESUMO	26
ABSTRACT	26
INTRODUÇÃO	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
CAPÍTULO 03: DEMOGRÁFIA DO CAPIM MOMBAÇA EM CONSÓRCIO COM MATA NATIVA NA AMAZÔNICA ORIENTAL.....	44
RESUMO	44
ABSTRAT	44
INTRODUÇÃO	46
MATERIAL E MÉTODOS.....	48
RESULTADOS E DISCUSSÃO	52

GERAÇÃO X ALTURA DE RESÍDUO DO PASTO.....	52
NITROGÊNIO X GERAÇÃO.....	55
CONCLUSÃO	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62

SISTEMA SILVIPASTORIL NA AMAZÔNIA LEGAL-AVALIAÇÃO DEMOGRÁFICA E AGRONÔMICA EM PASTAGENS

MÁRCIO ODILON DIAS RODRIGUES

RESUMO

Sistemas silvipastoris na Amazônia têm-se tornado importante no uso sustentável dos recursos naturais. Ao estudar sistemas alternativos de produção faz-se necessário avaliar as alterações que ocorrem e buscar alternativas de manejo que viabilizem a utilização dessas práticas. Dessa forma, sistemas silvipastoris reduzem as perdas de matéria orgânica do solo, aumentam a eficiência de utilização de nutrientes, a planta forrageira apresenta maior conteúdo de proteína bruta e maior relação folha:colmo, quando comparado a sistemas convencionais. Em contra partida, ocorre redução na produção de forragem, menor perfilhamento, principalmente próximo às árvores. Portanto, faz-se necessário avaliar os possíveis impactos que o manejo de altura, adubação nitrogenada e alterações na luminosidade, via manejo das árvores, podem acarretar no sistema. O objetivo foi estudar as alterações nos atributos químicos do solo ao longo do tempo; avaliar as alterações demográficas da planta em função de adubação nitrogenada e alturas de corte, além de estudar a distribuição do capim Mombaça em resposta ao sombreamento imposto pelas árvores. Para avaliar a química do solo consideraram-se três períodos experimentais (2011, 2014 e 2017) e dois sistemas de produção (silvipastoril e monocultivo), nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm. O sistema silvipastoril obteve matéria orgânica superior quando comparado ao monocultivo, na ordem de 1,28 e 0,71 g.dm⁻³, respectivamente. Mesmo comportamento observado para os cátions trocáveis. Nos períodos de 2013 e 2017. Observou-se que a produção de forragem seguiu mesmo padrão de sombreamento. As áreas com intenso sombreamento (próximo a 70%), foram 2000 kg.ha⁻¹ inferiores à áreas com 35% de sombreamento. Portanto, a restrição de luz foi determinante na produção de forragem. Por fim, avaliou-se a influência do adubo nitrogenado (0, 125; 187,5 e 250 kg.ha⁻¹ por ano de nitrogênio) e alturas de corte (30, 40 e 50 cm) no perfilhamento. A taxa de aparecimento (TxAp) variou (P<0,05) de forma inversa à altura de resíduo. A altura de 30 cm obteve taxa de aparecimento superior quando comparada as alturas de 40 e 50 cm de resíduo com valores na ordem de 1,55, 1,15 e 1,10 perfilho, respectivamente, já para as doses de nitrogênio apenas o aparecimento de perfilhos foi significativo, com maior perfilhamento na maior dose avaliada.

Palavras chave: Sistemas integrado, pastagens tropicais; sistemas agroflorestais; adubo nitrogenado.

ABSTRACT

Silvopastoral systems in the Amazon become an important tool in the conscious use of natural resources. When studying alternative production systems, it is necessary to

evaluate the changes that occur and to seek management alternatives that enable the use of these practices. Thus, silvipastoral systems reduce soil organic matter losses, increase nutrient utilization efficiency, the forage plant has higher crude protein content and higher leaf: stem ratio. when compared to conventional systems. On the other hand, there is a reduction in forage production, lower tillering, especially near the trees. Therefore, it is necessary to evaluate the possible impacts that height management, nitrogen fertilization and changes in light via tree management may have on the system. The present work aimed to evaluate the changes in soil chemical attributes over time; to evaluate the demographic changes of the plant as a function of nitrogen doses and cutting heights, and to study the distribution of Mombaça grass in response to tree shading. To evaluate soil chemistry, three experimental periods (2011, 2014 and 2017) and two production systems (silvipastoral and monoculture) at depths of 0-10 cm and 10-20 cm. The silvipastoral system obtained superior organic matter when compared to the monoculture, in the order of 1.28 and 0.71 g. dm⁻³, respectively. Exchangeable cations were also superior in the integrated system. The spatial evaluation used geostatistical method to determine the distribution of the pasture in the area. In addition, a multivariate method was used to determine the main system variables. For this purpose, two periods were evaluated, 2013 and 2017. It was observed that forage production followed the same pattern of shading, areas with intense shading (close to 70%) were 2000 kg.ha⁻¹ lower than areas with 35% of shading. Therefore, light restriction was determinant in forage production. Finally, the influence of nitrogen fertilizer (0, 125, 187.5 and 250 kg.ha⁻¹ per year of nitrogen) and cutting heights (30, 40 and 50 cm) were evaluated. The appearance rate (TxAp) varied (P < 0.05) inversely to the residue height (Table 2). The height of 30 cm had a higher rate of appearance when compared to the heights of 40 and 50 cm of residue with values in the order of 1.55, 1.15 and 1.10, respectively, whereas for nitrogen doses only the appearance of tillers was significant, with higher tillering at the highest dose evaluated.

Keywords : Integrated systems, tropical pastures; agroforestry systems; nitrogen fertilizer.

INTRODUÇÃO GERAL

Após a expansão da fronteira agrícola na década de 60 em direção ao norte do Brasil, os índices de desmatamento aumentaram chegando a 9,6 milhões de hectares entre 1970 e 1985. Na década de 90, mesmo com a política governamental não priorizando mais a ocupação e a integração, os índices de desmatamentos não diminuíram (ARRAES et al., 2012). Nesse aspecto fica claro que mudanças sociais na comunidade são necessárias.

O desenvolvimento de sistemas de produção que viabilizem a utilização de áreas de floresta secundária sem que haja a sua completa retirada torna-se alternativa sustentável. Os sistemas integrados na Amazônia: agroflorestais e

silvipastoris, apresentam-se como ferramentas eficientes no uso da terra mais adequadas às condições edafoclimáticas da região. Os sistemas agroflorestais (SAFs), em particular, são responsáveis por produzirem biomassa aérea e subterrânea, além de melhor cobertura do solo quando comparado a outros agrossistemas (LOSS et al., 2009).

Os benefícios da utilização de sistemas silvipastoris exóticos ou naturais são diversos, mas a motivação para sua implantação varia entre regiões. No Uruguai, o intuito é reduzir o risco de incêndios e manter boas relações de empresas madeireiras com agricultores locais. Em La Pampa, animais pastejam florestas de Caldén devido ao baixo custo, o que gera retorno mais alto. Na Nova Zelândia e na Patagônia, o uso de agrosilvipastoris é para aumentar a produtividade em terrenos declivosos e reduzir a erosão. Em Minas gerais, a estratégia de grandes empresas madeireiras é para amortizar o estabelecimento inicial das plantações e fornecer fluxo de caixa constante durante o período de maturidade. Ou seja, há uma gama de possibilidades em sistemas florestais (CUBBAGE et al., 2012).

Os sistemas agrosilvipastoris apresentam balanço de carbono positivo, com sequestro anual variando de 1,43 a 3,7 Mg.ha⁻¹ (MULLER et al., 2009; CASTRO NETO et al., 2017). As variações na deposição de material orgânico esta diretamente relacionada com a densidade de árvores na área. Vale ressaltar que ocorre aumento no estoque de carbono, e isto contribui para a melhoria dos atributos químicos do solo. Neste sentido, a matéria orgânica do solo complexa cátions (H⁺, Al³⁺) livres, adiciona bases trocáveis (Ca, Mg, K) e causa redução na acidez do solo e elevação no valor de pH (LINHARES et al., 2016).

Outro aspecto importante são as alterações morfológicas que o sistema proporciona à forrageira. Em ambientes com restrição de luz há influência do componente arbóreo sobre grande parte dos componentes morfológicos do pasto, variando conforme a distância ao renque de árvores (PACIULLO et al., 2011). Na presença de árvores a produção de forragem é reduzida, no entanto observa-se maior qualidade com maior teor de proteína bruta na lâmina foliar e maior relação folha:colmo (SOARES et al., 2009).

O perfilhamento e a taxa de crescimento relativo apresentam-se maiores em ambientes convencionais (pleno sol). No entanto, em locais sombreados as plantas alocam significativamente menos biomassa nas raízes e mais na parte aérea (DIAS FILHO et al., 2000). Essa diferença relaciona-se a restrição de luz, nessas

circunstâncias a baixa luminosidade na base da planta é um dos entraves na capacidade de perfilhamento de forrageiras mantidas mais altas, ou seja, além da restrição de luz imposta pelas árvores a altura de pastejo é fator determinante no perfilhamento (SBRISSIA & SILVA, 2008).

Dessa forma, podem ocorrer alterações nos atributos químicos do solo, na distribuição espacial do pasto em função do sombreamento e na demografia de perfilhos, quando se alteram a altura de corte e a disponibilidade de nitrogênio no solo. O objetivo foi estudar as alterações nos atributos químicos do solo ao longo do tempo, além das alterações demográficas da forrageira em função da adubação nitrogenada e alturas de corte. Também foi estudado o impacto do sombreamento, pelas árvores, na ocupação do espaço pelo capim mombaça.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRAES, R.A.; MARIANO, F.Z.; SIMONASSI, A.G. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista SR**, v.50, n.1, p.119-140, 2012.

CASTRO NETO, F.C.; JACOVINE, L.A.G.; TORRES, C.M.M.E.; CASTRO NETO, S.N.O.; CASTRO, M.M.; VILLANOVA, P.H.; FERREIRA, G.L. Balanço de Carbono-viabilidade econômica de dois sistemas Agroflorestais em Viçosa, MG. **Floresta e ambiente**, v.24, p.1-9, 2017.

CUBBAGE, F.; BALMELLI, G.; BUSSONI, A.; NOELLEMAYER, E.; PACHAS, A.N.; FASSOLA, H.; COLCOMBET, L.; ROSSNER, B.; FREY, G.; DUBE, F.; DE SILVA, M.L.; STEVENSON, H.; HAMILTON, J.; HUBBARD, W. Comparing silvopastoral systems and prospects in eight regions of the world. **Agroforest System**, v.86, p.303-314.

DIAS-FILHO, M.B. Growth and biomass allocation of the c4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa agropecuária. Brasileira, Brasília**, v.35, n.12, p.2335-2341, dez. 2000.

LINHARES, J.M.S.; BASTOS, W.R.; JUNIOR, R.F.S.; OLIVEIRA, L.C.S. Variabilidade de atributos físico-químicos e dos estoques de carbono orgânico em argissolo vermelho sob sistemas agroflorestais no assentamento umari sul do amazonas. **Revista geografia acadêmica**, v.10, n.1, p.93-117, 2016.

LOSS, A.; ANGELINI, G.A.R.; PEREIRA, A.C.C.; LÃ, O.R.; MAGALHÃES, M.O.L.; SILVA, E.M.R.; SAGGIN JUNIOR, O.J. Atributos químicos do solo e ocorrência de fungos micorrízicos sob áreas de pastagem e sistema agroflorestal, Brasil. **Acta Agronômica**, v.58, n.2, p91-95, 2009.

MÜLLER, M.D.; FERNANDES, E.M.; CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C.; ALVES, F.F. Estimativa de acúmulo de biomassa e carbono em sistema agrossilvipastoril na Zona da Mata Mineira. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.60, p.11-17, 2009.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; FERNANDES, P.B.; MULLER, M.D.; PIRES, M.F.A.; FERNANDES, E.N.; XAVIER, D.F. Características produtivas e nutricionais do pasto em Sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p1176-1183, 2011.

SBRISSIA, A.F., & SILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.35-47, 2008.

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

CAPÍTULO 01: VARIAÇÃO TEMPORAL DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM CULTIVO CONVENCIONAL E INTEGRAÇÃO DE BABAÇU COM CAPIM MOMBAÇA NA AMAZÔNICA ORIENTAL

RESUMO

Faz-se necessário a quantificação das variações dos atributos químicos do solo para melhor entendimento do sistema como todo, outro fator importante é a difusão de conhecimento de sistemas alternativos que possibilitem, principalmente aos pequenos produtores rurais, a produção de alimentos em sinergismo com o meio ambiente, haja vista que nos últimos anos há maior aceitação pela população de produtos oriundos de localidades que preservam o ambiente e que conseguem produzir alimentos e manter da melhor forma possível seus recursos naturais. Neste sentido sistemas agroflorestais, silvipastoris, dentre outros vem ganhando espaço no meio rural. O objetivo foi avaliar a variação temporal dos atributos químicos do solo em áreas de pastagens manejadas em sistema silvipastoril e pleno sol. A área foi composta por dois sistemas de produção (monocultivo e silvipastoril), ao longo de três períodos amostrais (2011 2014 e 2017). As amostras de solo compreenderam duas profundidades 0-10 e 10-20 cm, sendo que foram coletadas amostras compostas que posteriormente foram convertidas em nove médias amostrais para cada período nos dois sistemas, correspondendo assim ao total de 27 unidades amostrais, ao longo do tempo, para cada sistema avaliado para as duas profundidades observadas, separadamente. Observou-se redução em ambos os sistemas nos teores de matéria orgânica ao longo do período avaliado, reflexo da degradabilidade do material depositado no solo, no entanto, vale ressaltar que o sistema silvipastoril (SSP) que apesar de não ter mantido a regularidade nos níveis de matéria orgânica no solo, o mesmo foi mais eficiente na manutenção deste composto orgânico quando comparado ao monocultivo, os demais parâmetros químicos também sofreram alterações com destaque para o fósforo e potássio, o primeiro demonstrou-se com baixa reposição via material orgânico oriundo da pastagem e/ou das árvores nativas no sistema SSP, resultando em redução acentuada ao longo do tempo, já para o potássio mostrou-se crítico em ambos os sistemas e nas duas profundidades avaliadas e baixa reposição via serapilheira.

Palavras chave: *Attalea speciosa*, *Megathyrsus maximus*; serapilheira; matéria orgânica.

ABSTRACT

It is necessary to quantify the variations of soil chemical attributes for a better understanding of the system as a whole, another important factor is the diffusion of knowledge of alternative systems that enable, mainly to small farmers, the production of food in synergy with the environment. given that in recent years there has been greater acceptance by the population of products from locations that preserve the environment and that can produce food and maintain their natural resources as best as possible, in this sense agroforestry, silvopastoral systems, among others has been gaining space in rural areas. In this sense, the objective was to evaluate the temporal variation of the chemical attributes of the soil in areas of pastures managed in silvopastoral system and full sun. The present work was carried out at the School

of Veterinary Medicine and Animal Science of the Federal University of Tocantins, Araguaína, where, in an area composed by two production systems (monoculture and silvipastoral), over three sampling periods (2011, 2014 and 2017). Soil samples comprised two depths 0-10 and 10-20 cm, and composite samples were collected and subsequently converted into nine sample averages for each period in both systems, thus corresponding to a total of 27 sample units over time, for each system evaluated at the two observed depths separately. In the present work, it was observed a reduction in both systems in the Organic Matter content over the evaluated period, reflecting the degradability of the material deposited in the soil, however, it is noteworthy that the silvipastoral system (SSP) which, despite not maintaining the regularity of levels matterly the organic soil, it was more efficient in maintaining this organic compound compared to monoculture, other chemical parameters also changed notably phosphorus and potassium, the first was demonstrated with low replenishment via Organic material from pasture and/or native trees in the SSP system, resulting in marked reduction over time, while for potassium was critical in both systems and in both depths evaluated and low replacement via litter.

Keywords: *Attalea speciosa* , *Megathyrus maximus* ; litter; organic matter.

INTRODUÇÃO

Sistemas de produção que permitem a conservação do meio ambiente e produção de alimentos simultaneamente tem ganhado espaço nos últimos anos. A busca por sistemas de produção mais eficientes vem sendo difundidos pelo mundo há décadas. Na América do Sul existem diferentes sistemas, variando de região, onde cada sistema tem suas peculiaridades regionais, com componentes forrageiros e arbóreos peculiares de cada região, mas há similaridade na busca por alternativas de produção sustentáveis e socioeconômicas (CUBBAGE et al., 2012).

Sistemas silvipastoris (SSP) que possam introduzir de forma adequada o componente forrageiro em áreas que estão em processo de recuperação natural são fundamentais, pois se tornam alternativa sustentável e adequada às variações edafoclimáticas da Amazônia, auxiliando na redução do desmatamento, isto devido ao rompimento do ciclo vicioso observado na pecuária migratória muito comum no norte do Brasil (COUTO et al., 2017). Vale ressaltar que para melhor entendimento desta associação de plantas nativas e pastagem faz-se necessário o estudo dos impactos que este sistema produz no solo.

A variação dos atributos químicos ao longo do tempo é realidade em todo sistema de produção. No entanto, pouco se sabe sobre estas alterações em ambientes de pastagem com mata nativa, dessa forma acredita-se que a mudança moderada do componente arbóreo produz alterações na deposição de material orgânico no solo e, conseqüentemente, mudança na composição química, isto através também da velocidade de decomposição do material depositado, reflexo da riqueza de espécies na área (MACHADO et al., 2015).

A alteração dos atributos químicos ao longo do tempo é a realidade natural de cada sistema. A matéria orgânica em sistemas silvipastoril com floresta nativa tem tendência inicial de decréscimo, mas mantém-se superior ao monocultivo ((CARVALHO et al., 2016). Da mesma forma ocorre com alguns cátions, o cálcio tem redução nos primeiros 30 meses de implantação, mas suas alterações tem estreita relação com a exportação via plantas e animais, onde se observa lento retorno ao solo (SCORIZA et al., 2017). No entanto, Castro Neto et al. (2015), sistemas silvipastoris com mata nativa apresentam valores semelhantes de Ca quando comparado a mata nativa.

A alteração na acidez do solo mostra-se mais acentuada em sistemas silvipastoris quando comparado ao pleno sol. Essa diferença está diretamente ligada

à concentração de material orgânica no solo. Dessa forma, observa-se que ambientes com componente florestal tem maior frequência de deposição de material orgânico, proveniente das árvores (material lenhoso, raízes e folhas) e da forrageira (principalmente raízes), gerando fluxo contínuo de matéria orgânica, superior a monocultivo. Essa peculiaridade torna os níveis de pH mais baixos e hidrogênio mais alto (OLIVEIRA et al., 2015; EBERLING et al., 2008; BATTISTI et al., 2018).

Quantificar as variações dos principais atributos é fundamental, pois ocorrem padrões diferentes na deposição de nutrientes, sendo que um dos grandes entraves do sistema é a sincronização entre demanda e oferta desses componentes químicos (PAULA et al., 2015), onde a vegetação espontânea apresenta padrão diferente, quando comparado a leguminosas por exemplo, na decomposição de resíduos, sendo que praticamente todas as plantas apresentam alta liberação de potássio e lenta de Cálcio, o que geralmente está relacionado a função de cada nutriente na anatomia e fisiologia da planta.

Os atributos químicos do solo podem sofrer alterações em suas concentrações, através da mudança de ambiente de produção, onde haveria melhores condições de solo em ambiente silvipastoril quando comparado ao monocultivo, devido, principalmente, a sua diversidade de plantas e maior conservação e ciclagem de nutrientes. Nesse sentido, observou-se com este estudo a variação temporal dos atributos químicos do solo em silvipastoril e pleno sol ao longo de sete anos de exploração.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Araguaína – Tocantins, na Universidade Federal do Tocantins. A área experimental é localizada nas seguintes coordenadas geográficas: 7°6'21"S e 48°11'19"O. O clima da região é classificado como Aw (quente e úmido), com estação bem definida, apresentando precipitação pluviométrica média anual de 1800 mm e temperatura média anual de 25°C. O solo da área experimental é um Argissolo Vermelho Amarelo TA Férrico Abrupto, classificado conforme metodologia da Embrapa (2018).

A área utilizada no presente trabalho fazia parte de um sistema rotacionado composto por três piquetes, sendo um em monocultivo e dois em sistemas silvipastoris com diferentes níveis de sombreamento, 30 e 60%. Para o presente trabalho apenas a área com 30% foi avaliada, sendo que as demais não fizeram parte do protocolo experimental. Dessa forma, durante o período experimental havia ovinos que periodicamente pastejavam os piquetes experimentais, mas quando fazia-se necessária a retirada do mesmo da área de 30% de interceptação para avaliação experimental os animais ficavam nas duas áreas restantes que não faziam parte do experimento. Portanto, durante o período de coletas os animais não frequentaram a área experimental.

No ano de 2011, foi realizada análise química do solo com posterior correção de 2 Mg.ha⁻¹ calcário dolomítico no sistema silvipastoril e 1 Mg.ha⁻¹ a pleno sol para elevar a saturação por bases acima de 60%, além disso, houve a necessidade de quebrar o equilíbrio que o solo apresentava na área de silvipastoril. Antes do plantio foi realizada adubação fosfatada 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, 120 kg.ha⁻¹ de K₂O e 100 kg.ha⁻¹ de N no período de implantação, independente do sistema, sendo que o nitrogênio foi fracionado em duas aplicações. No ano de 2014, foram 60 kg.ha⁻¹ P₂O₅, 120 kg.ha⁻¹ de K₂O e 150 kg.ha⁻¹ de N na forma de ureia parcelado em três aplicações, já em 2017 não foram realizadas práticas de manejo da fertilidade do solo. A textura do solo é a seguinte: 53% de areia, 11% de silte e 28% de argila, sendo classificado como argilo-arenoso.

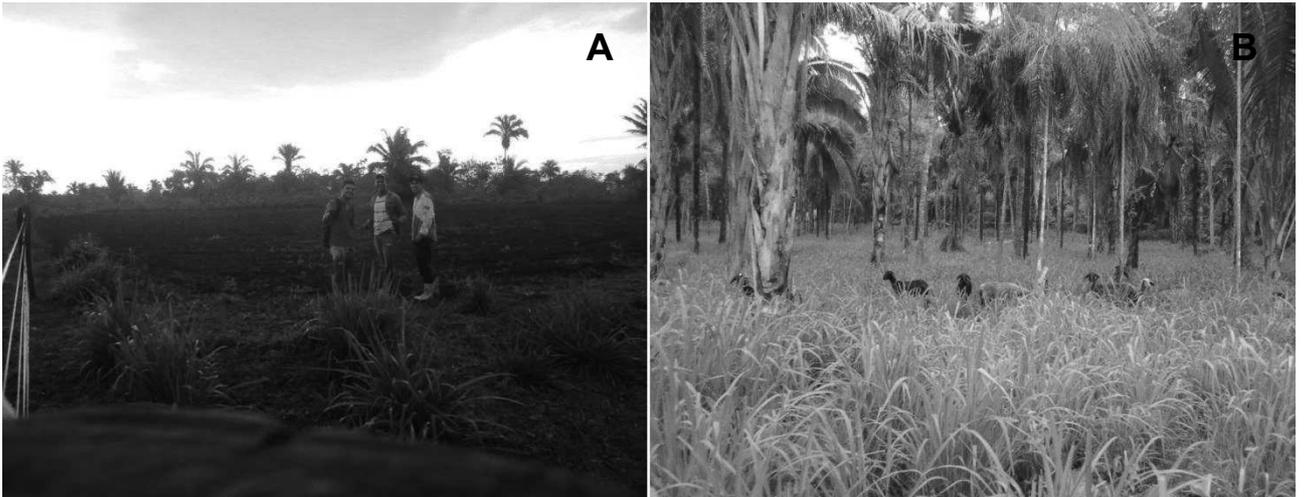


Figura 1. Sistema de monocultivo (A) e silvipastoril (B).

As avaliações foram feitas em duas áreas de 12.000 m² cultivadas desde 2011 com *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça, em sistema Silvipastoril (sistema arbóreo com predominância de *Attalea speciosa*), e monocultivo (Figura 1), sendo que as avaliações foram realizadas em três períodos, no ano de 2011, 2014 e 2017, ambas no intervalo entre o mês de dezembro a março.

As amostras de solo foram coletadas em malha amostral regular de 12 x 12 m, para melhor representatividade da área avaliada. Foram coletadas trinta e seis amostras compostas, em seguida dividiu-se a área em nove quadrantes os quais foram representados por quatro amostras cada, dessa forma obtiveram-se nove amostras representativas em cada sistema. Formou-se um fatorial de 2 x 3, sendo dois sistemas, monocultivo e silvipastoril e três períodos de avaliação, 2011, 2014 e 2017, sendo os anos avaliados através de medida repetida no tempo.

Após a coleta as amostras foram levadas ao laboratório secas ao ar até completa dessecação, destorroou-se os aglomerados e em conjunto de duas peneiras, a primeira 20 mm e a segunda 2 mm, procedeu-se a separação do material, logo após foram realizadas as análises químicas.

As variáveis avaliadas foram a matéria orgânica (MO) do solo e, os atributos químicos: cálcio (Ca), cálcio + magnésio (Ca + Mg), potássio (K), hidrogênio + alumínio (H + Al), fósforo (P), capacidade de troca de cátions (CTC), capacidade de troca de cátions efetiva, soma de bases, saturação por bases e saturação por alumínio (EMBRAPA, 2011).

O pH em cloreto de cálcio (CaCl₂) e em água foi realizado pelo método de medição do potencial eletro por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão

solo:líquido; a matéria orgânica foi realizada pelo método de oxidação via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico, sendo o excesso de dicromato da oxidação titulado com solução padrão de sulfato ferroso amoniacal. A capacidade de troca de cátions e bases trocáveis foram determinadas pelo método do KCl 1 mol.L^{-1} (EMBRAPA, 2011).

As respostas referentes aos tipos de sistemas de produção, nos diferentes anos, foram efetuados teste de normalidade e posterior análise de variância através comando PROC MIXED adotando os tratamentos (MONOCULTIVO e silvipastoril), e período temporal (2011, 2014 e 2017) de avaliação como efeitos fixos, e o bloco como efeito aleatório, através do comando RANDOM. Os períodos e sistemas foram analisados com medida repetida no tempo, usando teste de média através de PDIFF ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável pH em CaCl_2 (Tabela 1) na profundidade de 0-10 cm observou-se efeito significativo entre os períodos avaliados, variando entre 5,35 e 5,69 para os anos de 2011 e 2017, respectivamente. O pH mais ácido em 2011 pode ser atribuído a maior concentração de matéria orgânica no mesmo período, ou seja, os resultados indicam que o aumento da MO reduziu o pH, pois a MO do solo tem estreita relação com o aumento do H^+ extraível e com a acidez potencial (OLIVEIRA et al., 2015; EBERLING et al., 2008; BATTISTI et al., 2018).

O pH em CaCl_2 na profundidade de 10-20 cm não apresentou interação entre os fatores observados nem significância entre os sistemas (Tabela 1), no entanto, entre períodos em média obteve-se diferença indo de 5,34 em 2011 para 5,71 em 2017, tais alterações podem estar relacionadas a variação da acidez potencial que apresentou mesmo padrão de evolução ao longo do período observado (EBERLING et al., 2008).

Em 2011 a MO do solo (0-10 cm) foi maior quando comparado a 2014 e 2017, variando entre 1,35 a 0,81 g.dm^{-3} , respectivamente (Tabela 1). Outro detalhe importante é a participação do monocultivo na redução, a longo prazo, da matéria orgânica, haja vista que o mesmo apresentou redução de 50%, entre 2011 e 2014, o que contribuiu para a redução entre os períodos. No entanto, no silvipastoril também ocorre reduções de MO após sua implantação. Segundo Carvalho et al. (2016), logo nos primeiros meses ocorre grande perda do material orgânico depositado via serapilheira através da decomposição, com perda de até 50% do material no primeiro ano, sendo que fatores como precipitação são preponderantes nos níveis de degradação da MO do solo, em que o sistema integrado é capaz de reter maiores concentrações de água no solo favorecendo a microbiota do solo (SOUSA et al., 2018; SANTOS, et al., 2013; ALONSO, 2011).

Entre sistemas observou-se variação para MO ($P < 0.05$) com melhor desempenho para o silvipastoril quando comparado ao monocultivo, variando entre 1,28 e 0,71 g.dm^{-3} , respectivamente. Desse modo, os níveis de matéria orgânica mantem-se mais elevados no sistema integrado, resultados estes que vão ao encontro de Castro Neto et al. (2017) e Müller et al. (2009) onde, segundo os autores sistemas silvipastoris e agrosilvipastoris apresentam incremento anual de carbono no solo variando de 1,43 a 3,71 $\text{Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ de carbono, em sistemas com

eucalipto e acácia, respectivamente, com alta densidade de árvores, o que pode ter favorecido o incremento de carbono, respectivamente.

Tabela 1. Valores de pH em Cloreto de Cálcio ($\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$), Matéria orgânica (MO), Alumínio (Al^{+3}) e Hidrogênio + Alumínio ($\text{H} + \text{Al}^{+3}$), para os sistemas de monocultivo e silvipastoril com mata nativa na profundidade de 0-10 e 10-20 cm.

Sistema	Período de avaliação			Média	p-valor
	2011	2014	2017		
pH em CaCl_2 (0-10 cm)					
Monocultivo	5,54	5,41	5,66	5,54	Sis. 0,41
Silvipastoril	5,16	5,59	5,71	5,48	Per. 0,01
Média	5,35 b	5,5 ab	5,69 a		QMe 0,13
pH em CaCl_2 (10-20 cm)					
Monocultivo	5,42	5,26	5,63	5,44	Sis. 0,31
Silvipastoril	5,25	5,58	5,78	5,54	Per. 0,05
Média	5,34 b	5,42 b	5,71 a		QMe 0,09
Matéria Orgânica (MO) ($\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$) (0-10 cm)					
Monocultivo	0,99	0,54	0,61	0,71 B	Sis. 0,01
Silvipastoril	1,72	1,07	1,05	1,28 A	Per. 0,03
Média	1,35 a	0,81 b	0,83 b		QMe 0,78
Matéria Orgânica (MO) ($\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$) (10-20 cm)					
Monocultivo	0,56	0,29	0,57	0,47 B	Sis. 0,05
Silvipastoril	1,03	0,72	0,52	0,75 A	Per. 0,04
Média	0,79 a	0,50 a	0,55 a		QMe 0,14
Alumínio (Al) ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) (0-10 cm)					
Monocultivo	0,29	0,078	0,15	0,1733	Sis. 0,31
Silvipastoril	0,28	0,065	0,093	0,474	Per. 0,01
Média	0,2867 a	0,072 b	0,122 b		QMe 0,57
Alumínio (Al) ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) (10-20 cm)					
Monocultivo	0,022 d	0,032 d	0,048 d	0,034	Sis. 0,01
Silvipastoril	0,317 a	0,081 c	0,110 b	0,169	Per. 0,01
Média	0,170	0,056	0,079		QMe 0,01
Hidrogênio + Alumínio (H + Al) ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) (0-10 cm)					
Monocultivo	0,37 c	0,61 c	0,57 c	0,52	Sis. 0,01
Silvipastoril	4,29 a	3,07 b	2,87 b	3,41	Per. 0,01
Média	2,16	1,56	1,46		QMe 0,01
Hidrogênio + Alumínio (H + Al) ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) (10-20 cm)					
Monocultivo	0,326 d	0,068 e	0,083 e	0,15	Sis. 0,01
Silvipastoril	4,55 a	3,09 b	2,80 c	3,48	Per. 0,01
Média	2,44	1,58	1,44		QMe 0,01

Medias nas linhas ou nas colunas seguidas por letra diferente são estatisticamente diferente pelo teste de PDIFF ($P \leq 0,05$). QMe: quadrado médio do erro, Sis: Sistema, Per: Período.

A diversidade arbórea natural que compõe o presente estudo é outro fator que pode ter influenciado a deposição de material orgânico no solo, fato este relacionado ao padrão heterogêneo de deposição de material entre espécies. Nessa perspectiva, sistema de produção multe espécies têm potencial produtivo superior a monoculturas com melhor desempenho, sendo capaz de sequestrar mais carbono

orgânico em função das melhores condições do solo e de suas interações (LORENZ, 2014).

A MO do solo na maior profundidade (10-20 cm) foi superior ($P < 0.05$) no sistema silvipastoril quando comparado ao monocultivo com 0,75 e 0,47%, respectivamente (Tabela 1). Essa diferença já era esperada, pois são sistemas distintos com espécies e volume de biomassa diferente. Portanto, esta variação deve-se as concentrações de carbono orgânico no solo que são superiores em sistemas silvipastoris, principalmente devido as árvores que intensificam o acúmulo de nitrogênio e carbono no solo. Enquanto a densidade do solo, geralmente é superior em áreas abertas, o que afeta o armazenamento de carbono orgânico no solo (ARIAL et al., 2018; HOOSBEEK et al., 2016)

No entanto, observa-se que na profundidade de 10-20 cm do solo ocorreu decréscimo deste componente, quando comparado a 0-10 cm, principalmente no sistema SSP. A redução no teor de carbono em profundidade pode estar relacionada ao menor aporte do conteúdo orgânico nas camadas mais profundas quando comparadas as mais superficiais. Na superfície do solo concentra-se a maior parte da matéria orgânica deposita pelas árvores, principalmente de 0-10 cm de profundidade (COUTO et al., 2017; BATTISTI et al., 2018; HOOSBEEK et al., 2016).

A concentração de MO nos primeiros 5 cm do solo tem relação com o sistema radicular da pastagem e com a deposição de material orgânico das árvores, há de se frisar, também, que essa dinâmica produz MO micro e macro, sendo a micro proveniente da pastagem, de maior degradação, e a macro devido a serapilheira com predominância de material lenhoso de maior duração, ou seja, essa dinâmica de deposição torna a superfície do solo superior em matéria orgânica (HAILE et al., 2010).

Os valores de alumínio em todos os sistemas e períodos avaliados variaram de 0,072 e 0,286 cmolc.dm^{-3} para 2014 e 2011, respectivamente, para a profundidade de 0-10 cm (Tabela 1). Porém observou-se variação significativa entre 2011 e os demais períodos. Redução deste atributo ao longo do período avaliado pode estar relacionada com a função da MO de complexar os cátions H^+ e Al^{3+} livres com compostos orgânicos aniônicos, alterando sua atividade no perfil do solo (IWATA et al., 2012).

Na profundidade de 10-20 cm O alumínio (Al) apresentou diferença ($P < 0.05$) entre os sistemas (Tabela 1), em todos os períodos avaliados, com maior

concentração para o silvipastoril quando comparado ao monocultivo, na ordem de 0,169 e 0,034 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, respectivamente. Apesar das diferenças os valores são considerados baixos com redução do Al, assim como a acidez potencial, ao longo do período observado, o que pode estar relacionado ao Al estar complexado a matéria orgânica e possivelmente devido a ciclagem de Ca e Mg através das árvores e animais via excreção (AREVALO et al., 1998).

A acidez potencial variou ($P < 0.05$) entre os sistemas estudados (Tabela 1) na profundidade de 0-10 cm. No silvipastoril os valores mantiveram-se entre 4,29 e 2,87 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, superiores durante todo o período estudado quando comparado ao monocultivo, em 2011 observou-se a maior variação na ordem de 4,29 e 0,37 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ em SSP e monocultivo, respectivamente. Essa diferença está relacionada com o maior aporte de MO em SSP. Mesma dinâmica foi relatada em outros trabalhos onde os autores, ao estudarem os sistemas de uso da terra, observaram relação entre maior aporte de MO e elevação da acidez potencial (LINHARES et al., 2016; EBERLING et al., 2008).

Em relação a variável H+Al de 10-20 cm de profundidade, depreende-se que o sistema SSP foi significativamente superior ao monocultivo atingindo concentrações de hidrogênio quatorze vezes superior, o que pode estar relacionado com a percentagem de matéria orgânica nesse sistema, que também foi superior quando comparado ao monocultivo, desta forma, nos primeiros anos o alto índice de degradabilidade do material orgânico pode ter influenciado os valores de acidez potencial do sistema (Tabela 1). Linhares et al. (2016) ao estudarem sistemas de produção agroflorestais e convencionais relacionaram o aumento da acidez do solo ao maior aporte de matéria orgânica do solo produzido em sistemas SSPs, quando comparado a sistemas agrícolas convencionais.

O fósforo obteve interação ($p < 0.05$) (Tabela 2), em 2011 o sistema SSP foi superior quando comparado ao monocultivo com 21,82 e 4,35 mg dm^{-3} , respectivamente, já para os demais períodos os sistemas igualaram-se. Em cada sistema estudado, isoladamente, o período de 2011 foi superior aos demais.

No sistema SSP ocorreu decréscimo de 85% na concentração de P, ou seja, o SSP em três anos reduziu a concentração de P no solo e manteve seus níveis a partir de então. A redução vertiginosa observada de 2011 para 2014 pode ter relação com a fração argila nas camadas mais superficiais. Neste sentido, o maior percentual de argila pode ter favorecido a adsorção de P. Fatores como elevado teor

de argila e de carbono orgânico são determinantes para o incremento da adsorção de P no solo (VALLADARES et al., 2003). Portanto, o teor de argila juntamente com os elevados teores de material orgânico, no silvipastoril, durante os primeiros anos de estudo podem ter sido fundamentais para a redução de P.

A redução observada foi superior à encontrada na literatura. Redução de 37,97% no retorno do P quando há raleamento do sistema com 50% de sombra, quando comparado ao sistema nativo, já foi observado (CASTRO NETO et al., 2015). Vale ressaltar que o P tem um dos menores retornos ao solo, via serapilheira, quando comparado a outros macronutrientes (CARVALHO et al., 2016).

As reduções também podem ter relação com o raleamento do sistema arbóreo. Segundo Machado et al. (2015) em sistemas arbóreos mais avançados ocorre menores valores deste nutriente no componente foliar, devido a sua variação durante a sucessão secundária, corroborando a hipótese de redução nas folhas do conteúdo de P conforme o avanço sucessional, portanto o baixo retorno deste nutriente via serapilheira pode ter influenciado suas baixas concentrações no solo.

Para a variável fósforo (P) na profundidade de 10-20 cm obteve-se interação ($P < 0.05$) entre os sistemas e período ao longo dos anos, onde, no primeiro ano (2011) os sistemas apresentaram os maiores valores encontrados, com 20,29 e 4,65 mg.dm³ para silvipastoril e monocultivo (Tabela 2), respectivamente. Obteve-se redução progressiva de P no solo, principalmente para o consórcio mata nativa x pastagem. A explicação para essa redução é complexa, mas há uma tendência cíclica no aumento e redução na concentração de P relacionada à translocação orgânico-inorgânica e sua concentração no conteúdo de Carbono (AREVALO et al., 1998). Além da adsorção de P no solo devido ao percentual de argila, e a relação positiva da matéria orgânica na adsorção de fósforo, vale ressaltar que está relação processa-se através de pontes de cátions metálicos (Fe ou Al), haja vista seu caráter aniônico, o que torna viável a ligação entre matéria orgânica e o ânion fosfato (BAHIA FILHO et al., 1983).

O fósforo tem baixo retorno ao solo através dos canais naturais como a ciclagem de nutrientes, o que corrobora com o relatado por Scoriza et al. (2017) onde os autores observaram o menor retorno via serapilheira para o P. Sabe-se ainda, que esta redução ocorre em ambientes com redução do componente arbóreo, influenciada pela menor deposição de serrapilheira (CASTRO NETO et al., 2015). Além disso, em sistemas silvipastoris obtém-se maior concentração de P em áreas

de silvipastoril com maior teor de areia, corroborando a hipótese de redução nos valores de P devido à percentagem de argila no solo e em função da variabilidade espacial do nutriente, podendo variar em pequenas áreas (3-5 m), com maiores concentrações sob árvores quando comparado a áreas longe do renque das árvores (HOOSBEEK et al., 2016).

Tabela 2. Valores de Fósforo (P), Cálcio (Ca^{+2}), Cálcio + Magnésio (Ca + Mg) e Potássio (K), para os sistemas de monocultivo e silvipastoril com mata nativa na profundidade de 0-10 e 10-20 cm.

Sistema	Período de avaliação			Média	p-valor
	2011	2014	2017		
Fósforo (P) ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) (0-10 cm)					
Monocultivo	4,35 b	3,29 c	3,06 c	3,57	Sis. 0,01
Silvipastoril	21,82 a	3,20 c	3,25 c	9,42	Per. 0,01
Média	13,08	3,25	3,12		Sis*Per 0,01,
Fósforo (P) ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) (10-20 cm)					
Monocultivo	4,65 b	3,33 c	3,20 cd	3,73	Sis. 0,01
Silvipastoril	20,29 a	2,82 e	2,90 ed	8,67	Per. 0,01
Média	12,47	3,07	3,05		Sis*Per 0,01
Cálcio (Ca) ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) (0-10 cm)					
Monocultivo	5,88	4,37	4,35	4,87 B	Sis. 0,001
Silvipastoril	7,88	6,47	5,92	6,76 A	Per. 0,010
Média	6,88 a	5,42 b	5,13 b		QMe 0,75
Cálcio (Ca) ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) (10-20 cm)					
Monocultivo	4,59	3,71	4,10	4,13	Sis. 0,10
Silvipastoril	5,11	4,38	4,21	4,57	Per. 0,02
Média	4,85 ^a	4,04 ^b	4,15 ^b		QMe 0,64
Cálcio + Magnésio (Ca + Mg) ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) (0-10 cm)					
Monocultivo	8,15	7,19	7,35	4,87 B	Sis. 0,001
Silvipastoril	10,4	9,02	8,92	6,76 A	Per. 0,035
Média	9,28 a	8,11 b	8,13 b		QMe 0,66
Cálcio + Magnésio (Ca + Mg) ($\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) (10-20 cm)					
Monocultivo	20,02 a	6,59 b	6,67 b	11,09	Sis. 0,01
Silvipastoril	6,77 b	6,09 b	6,19 b	6,35	Per. 0,01
Média	13,39	6,34	6,43		QMe 0,01
Potássio (K) ($\text{mmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) (0-10 cm)					
Monocultivo	21,37 a	2,70 c	3,15 b	9,07	Sis. 0,01
Silvipastoril	0,06 d	0,04 d	0,06 d	0,06	Per. 0,01
Média	10,71	1,37	1,61		QMe 0,01
Potássio (K) ($\text{mmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$) (10-20 cm)					
Monocultivo	19,09 a	2,65 c	3,20 b	3,73	Sis. 0,01
Silvipastoril	0,036 d	0,052 d	2,90 d	8,67	Per. 0,01
Média	9,56	3,07	3,05		QMe 0,01

Medias nas linhas ou nas colunas seguidas por letra diferente são estatisticamente diferentes pelo teste de PDIFF ($P \leq 0,05$). QMe: quadrado médio do erro, Sis: Sistema, Per: Período.

Tais resultados vão de encontro com o relatado por Linhares et al. (2016) onde os autores observaram maior retorno do P em sistemas SSPs quando

comparado ao monocultivo. Mas há justificativa para o aumento deste nutriente em determinados sistemas, segundo Battisti et al. (2018) sob a copa das árvores, com mais de dez anos, observa-se maior conteúdo de P devido a contínua deposição de material orgânico, quando comparado a áreas afastadas das copas e que até 20 cm de profundidade se encontra as maiores concentrações deste nutriente.

Dessa forma há de se analisar os valores para 2011, em ambas as profundidades, com 21,82 e 20,2 mg.dm⁻³ de P nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, valores estes acima dos demais períodos. Veja, se a literatura aponta para altas concentrações de P sob copas de árvores, há de se pensar que em 2011 houve um efeito residual das árvores que foram retiradas para implantação do sistema. Portanto, o alto adensamento de árvores na área, anterior a 2011, propiciou os altos valores de P, sendo que os mesmos foram reduzidos ao longo dos anos devido à redução do componente arbóreo.

Entre os sistemas avaliados observou-se diferença ($p < 0.05$) para Ca em silvipastoril e monocultivo com 6,76 e 4,87, respectivamente, na profundidade de 0-10 cm. Entre os períodos 2011 foi superior ($p < 0.05$) a 2014 e 2017 variando em média entre 6,88, 5,42 e 5,13, respectivamente.

Observou-se manutenção dos valores de Ca entre 2014 e 2017 (Tabela 2), devido à alta capacidade de retorno dos cátions via ciclagem, o qual apresenta taxa de retorno lenta ao solo (SCORIZA et al., 2017), além disso, segundo Castro Neto et al. (2015), sistemas silvipastoris com mata nativa apresentam valores semelhantes de Ca quando comparado a mata nativa. Vale salientar que o Ca constitui a lamela média da parede celular, ou seja, compõe estrutura extremamente recalcitrante no tecido vegetal, o que propicia seu retorno ao solo de forma mais lenta (PAULA et al., 2015).

O cálcio na profundidade de 10-20 cm apresentou-se com pouca variação entre sistemas e períodos de avaliação (Tabela 2), com significância apenas para a variância temporal com maior concentração em 2011, na ordem de 4,85, reduzindo levemente até 2014. Segundo Arevalo et al. (1998) o Ca apresenta redução após 30 meses, onde está dinâmica pode ser relacionada a exportação por árvores frutíferas e animais em pastejo. Esses dois fatores (componente arbóreo e animais) podem ter influenciado a redução de Ca, pois o número de plantas de babaçu é significativo e ambos os sistemas foram pastejados por ovinos de 2011 a 2017.

Para o (Ca + Mg) obteve-se redução acentuada durante o mesmo período, principalmente no sistema de monocultivo, evidenciando que o magnésio foi o nutriente exportado com grande intensidade no início do período experimental, sendo que o mesmo não foi repostado com a mesma eficiência que N e Ca (Tabela 2). Para Castro Neto et al. (2015) o Mg tem retorno inferior a nutrientes com Ca e P, ainda segundo os autores silvipastoril com 50% de sombreamento apresentou-se com redução de 36% de Mg quando comparado ao sistema de 80% de sombra, corroborando com o presente trabalho, ou seja, a redução do componente arbóreo associada a introdução da pastagem são determinantes na concentração de Mg no solo.

Verificou-se diferença entre os sistemas e períodos para a variável potássio ($P < 0,05$). Ocorreu interação entre os sistemas com maior concentração em 2011 para o monocultivo, já para os demais períodos os valores apesar de serem superiores ao silvipastoril os mesmos não seguiram padrão lógico, variando de forma aleatória ao longo do tempo.

A maior concentração em 2011 para monocultivo tem relação direta com a adubação realizada no período e tratos culturais (gradagem e aração) que não foram possíveis no silvipastoril, devido a disposição aleatória das árvores. Outro ponto importante é a capacidade peculiar de movimentação do potássio tanto no solo quanto na planta, dessa forma não é incomum observar resultados, ao longo do tempo, que não seguem padrão lógico de concentração (BATTISTI et al., 2018).

O potássio (K) apresentou-se interação ($P < 0,05$) na profundidade de 10-20 cm, sendo que no primeiro período (2011) obteve-se diferença entre os sistemas avaliados com 19,09 e 0,036 de K para o monocultivo e silvipastoril, respectivamente, para os demais períodos o monocultivo foi levemente superior quando comparado ao silvipastoril. resultado das baixas concentrações encontradas de forma mais acentuada no sistema SSP, caracterizando o K como nutriente de alta mobilidade no canal solo x planta. Este fenômeno pode estar relacionado a intensa produção de tecidos e frutos, fato corroborado por Aires et al. (2007) onde segundo os autores os valores encontrados em sistemas agroflorestais foram críticos o que evidencia seu alto índice de exportação, via produção de massa e frutos, e necessidade de reposição, pois mesmo com o aumento na eficiência do uso desse nutriente ocorre redução significativa (Tabela 2).

A redução acentuada do (K) entre 2011 e 2014 no monocultivo demonstra a eficiência do sistema radicular em absorvê-lo (Tabela 2). Esta dinâmica do potássio no sistema solo x planta representa sua eficiência em transportar-se pelo sistema radicular até a planta, ou até mesmo perder-se via lixiviação. Outro fator que deve ser considerado é sua baixa reposição via serapilheira, o que também pode afetar suas concentrações no solo. Segundo Carvalho et al. (2016) o potássio juntamente com o fósforo são os macros nutrientes de menor retorno ao solo em florestas, ainda segundo os autores tais fatores sofrem influência da localidade, condições edafoclimáticas, estágio sucessional e composição das espécies do fragmento avaliado.

Tabela 3. Valores de Soma de bases (SB), Capacidade de Troca de Cátions Efetiva (CTCe) e Saturação por Bases (V%), para os sistemas de monocultivo e silvipastoril com mata nativa na profundidade de 0-10 e 10-20 cm.

Sistema	Período de avaliação			Média	p-valor
	2011	2014	2017		
Soma de Bases (SB) (cmol_c.dm⁻³) (0-10 cm)					
Monocultivo	9,67	7,25	7,5	8,14 B	Sis. 0,04
Silvipastoril	10,15	9,07	8,87	9,36 A	Per. 0,01
Média	9,91 a	8,16 b	8,18 b		QMe 0,59
Soma de Bases (SB) (cmol_c.dm⁻³) (10-20 cm)					
Monocultivo	14,51 b	6,62 c	6,72 c	9,28	Sis. 0,01
Silvipastoril	20,73 a	6,14 c	6,25 c	11,04	Per. 0,01
Média	17,62	6,38	6,48		QMe 0,01
Capacidade de troca de cátions efetiva (CTCe) (cmol_c.dm⁻³) (0-10 cm)					
Monocultivo	9,96	7,33	7,65	8,32 B	Sis. 0,05
Silvipastoril	10,48	9,14	8,96	9,53 A	Per. 0,01
Média	10,22 a	8,23 b	8,31 b		QMe 0,61
Capacidade de troca de cátions efetiva (CTCe) (cmol_c.dm⁻³) (10-20 cm)					
Monocultivo	14,83 b	6,69 c	6,80 c	9,44	Sis. 0,01
Silvipastoril	21,05 a	6,22 c	6,36 c	11,21	Per. 0,01
Média	17,94	6,45	6,58		QMe 0,01
Saturação por Bases (V%) (0-10 cm)					
Monocultivo	67,80	68,56	70,77	69,04 B	Sis. 0,01
Silvipastoril	68,93	74,24	74,90	72,69 A	Per. 0,01
Média	68,36 b	71,40 a	72,80 a		QMe 0,13
Saturação por Bases (V%) (10-20 cm)					
Monocultivo	74,17 b	66,33 c	67,46 c	69,32	Sis. 0,03
Silvipastoril	81,10 a	65,61 c	68,21 c	71,64	Per. 0,01
Média	77,63	65,97	67,84		QMe 0,02

Medias nas linhas ou nas colunas seguidas por letra diferente são estatisticamente diferentes pelo teste de PDIFF ($P \leq 0,05$). QMe: quadrado médio do erro, Sis: Sistema, Per: Período.

Outro fator importante é a alteração dos cátions via decomposição da MO. A maior degradabilidade com posterior redução nos teores do material orgânico pode

ter reduzido a concentração de H^+ e Al e influenciado a reposição de nutrientes como Ca e Mg, pois uma das várias funções da MO é complexar H^+ e Al livres, e adicionar as bases trocáveis Ca, Mg e K (LINHARES et al., 2016; IWATA et al., 2012).

A saturação por bases de 0-10 cm (V%) (Tabela 6) corrobora o observado para Ca e (Ca + Mg) haja vista a correlação positiva entre estas variáveis, dessa forma o sistema SSP manteve-se com os maiores índices de V% quando comparado ao MONOCULTIVO com 72,69 e 69,04%, respectivamente, sendo que observou-se aumento progressivo para esta variável até 2014 e manutenção de seus índices a partir de então.

A saturação por bases de 10-20 cm apresentou-se com valores altos para ambos os sistemas e períodos avaliados (Tabela 12), a interação significativa observada entre os sistemas é resultado da redução deste atributo no sistema silvipastoril de 2011 para 2014 com variação de 81,10 a 65,61%, respectivamente, mudança está corroborada com a mesma variação para CTCe (Tabela 12), ou seja, essa redução pode estar relacionada com o Ca que apresentou decréscimo de 2011 para 2014 (Tabela 10), resultado da alta extração deste nutriente no perfil do solo pelas raízes, dessa forma fica evidente que em camadas mais profundas as deficiências apresentam-se de forma mais acentuada reflexo da baixa efetividade do manejo edáfico (HOSSBEEK et al., 2016).

CONCLUSÃO

O sistema silvipastoril foi mais eficiente quando comparado ao monocultivo, sendo capaz de manter maiores concentrações de nutrientes, como: matéria orgânica do solo, Ca, CTC, CTCe e saturação por bases em ambas as profundidades, caracterizando o sistema integrado como mais eficiente na utilização e manutenção dos atributos químicos do solo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, J. Silvopastoral systems and their contribution to the environment. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.45, n.2, p.107-113, 2011.

AREVALO, L.A.; ALEGRE, J.C.; BANDY, D.E.; SZOTT, L.T. The effect of cattle grazing on soil physical and chemical properties in a silvopastoral system in the Peruvian Amazon. **Agroforestry Systems**, v.40, p.109-124, 1998.

ARIAL, D.R.; GONZÁLEZ, R.R.G.; NURIASMÚ, R.H.; RUIZ, D.E.M.; Carbon stocks and tree diversity scattered tree silvopastoral systems in Chiapas, Mexico. **Agroforest systems**, v.93, n.1, p.213-227.

AYRES, M.I.; ALFAIA, S.S. Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais da Amazônia ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.7, p.957-963, 2007.

BAHIA FILHO, A.F.C.; BRAGA, J.M.; RESENDE, M.; RIBEIRO, A.C. Relação entre adsorção de fosforo e componentes mineralógicos da fração argila de latossolos do planalto central. **Revista Brasileira Ciência do solo**, n.7, p.221-226, 1983.

BATTISTI, L.F.Z.; SCHMITT FILHO, A.L.; LOSS, A.; SIRISGALLI, P.A.A. Soil chemical attributes in a high biodiversity silvopastoral system. **Acta Agronomic**, v.67, n.4, p.486-493, 2018.

CARVALHO, D.C.; PEREIRA, M.G.; TOLEDO, L.O.; SIMON, C.A.; RODRIGUES, J.S.; FERNANDES, J.C.F.; CASTRO NETO, E.C.S. Ciclagem de nutrientes de um plantio de eucalipto em regeneração de espécies nativas no sub-bosque. **Floresta**, Curitiba, v.47, n.1, p.17-27, 2016.

CASTRO NETO, F.C.; JACOVINE, L.A.G.; TORRES, C.M.M.E.; CASTRO NETO, S.N.O.; CASTRO, M.M.; VILLANOVA, P.H.; FERREIRA, G.L. Balanço de Carbono- viabilidade econômica de dois sistemas Agroflorestais em Viçosa, MG. **Floresta e ambiente**, v.24, p.1-9, 2017.

COUTO, W.H.; CUNHA DOS ANJOS, L.H.; PEREIRA, M.G.; GUARESCHI, R.F.; ASSUNÇÃO, S.A.; WADT, P.G.S. Carbono, nitrogênio, abundância natural de ^{13}C e ^{15}N do Solo sob sistemas agroflorestais. **Floresta e ambiente**, p.24, 2017.

CUBBAGE, F.; BALMELLI, G.; BUSSONI, A.; NOELLEMAYER, E.; PACHAS, A.N.; FASSOLA, H.; COLCOMBET, L.; ROSSNER, B.; FREY, G.; DUBE, F.; DE SILVA, M.L.; STEVENSON, H.; HAMILTON, J.; HUBBARD, W. Comparing silvopastoral systems and prospects in eight regions of the world. **Agroforest Systems**, v.86, p.303-314, 2012.

EBERLING, A.G.; DOS ANJOS, L.H.C.; PEREZ, D.V.; PEREIRA, M.G.; VALLADARES, G.S. Relação entre acidez e outros atributos químicos em solos com teores elevados de matéria orgânica. **Bragantia**, v.67, n.2, p.429-439, 2008.

- HAILE, S.G.; NAIR, V.D.; NAIR, P.K.R. Contribution of trees to carbon storage in soils of silvopastoral systems in Florida, USA. **Global Change Biology**, v.16, p.427-438, 2010.
- HOOSBEEK, M.R.; REMME, R.P.; RUSCH, G.M. Trees enhance soil carbon sequestration and nutrient cycling in a silvopastoral system in south-western Nicaragua. **Agroforest Systems**, v.92, n.2, p.263-273, 2016.
- IWATA, B. F.; LEITE, L. F. C.; ARAUJO, A, S. F. A.; NUNES, L. A. P. L.; GEHRING, C.; CAMPOS, L. P. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n.7, p. 731-738, 2012.
- LINHARES, J.M.S.; BASTOS, W.R.; JUNIOR, R.F.S.; OLIVEIRA, L.C.S. Variabilidade de atributos físico-químicos e dos estoques de carbono orgânico em argissolo vermelho sob sistemas agroflorestais no assentamento umari sul do Amazonas. **Revista geografia acadêmica**, v.10, n.1, p.93-117, 2016.
- LORENZ, K.; LAL, R. Soil organic carbon sequestration in agroforestry systems. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v.34, n. 2, p.443-454, 2014.
- MACHADO, D.L.; PEREIRA, M.G.; CORREIA, M.E.F.; DINIZ, A.R.; SANTOS, L.L.; MENEZES, E.G. Ciclagem de nutrientes em diferentes estágios sucessionais da mata atlântica na vacia do rio paraíba no sul, RJ. **Bioscience journal**, Uberlândia, v.31, p.1222-1237, 2015.
- Manual de métodos de análise de solos / organizadores, Guilherme Kangussú Donagema... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2011. 230 p. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627 ; 132)
- MÜLLER, M.D.; FERNANDES, E.M.; CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C.; ALVES, F.F. Estimativa de acúmulo de biomassa e carbono em sistema agrossilvipastoril na Zona da Mata Mineira. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.60, p.11-17, 2009.
- OLIVEIRA, I.A.; CAMPOS, M.C.C.; FREITAS, L.; SOARES, M.D.R. Caracterização de solos sob diferentes usos na região sul do Amazonas. **Acta Amazônica**, v.45, n.1, p.1-12, 2015.
- PAULA, P.D.; CAMPELLO, E.F.C.; GUERRA, J.G.M.; SANTOS, G.A.; RESENDE, A.S. Decomposição das podas das leguminosas arbóreas *Glyceridia sepium* E *Acácia angustíssima* em um sistema agroflorestal. **Ciência Florestal, Santa Maria**. V.25, n.3, p.791-800, 2015.
- SANTOS, D.C.; FARIAS, M.O.; LIMA, C.L.R.; KUNDE, R.J.; PILLON, C.N.; FLORES, C.A. Fracionamento químico e físico da matéria orgânica de um argissolo vermelho sob diferentes sistemas de uso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.5, p.838-844, 2013.
- SCORIZA, R.N.; CORREIA, M.E.F.; SILVA, E.M.R. O estoque de serapilheira é diferente como indicador ambiental em fragmentos florestais de encosta. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12 n.1, p.79-85, 2017.

Sistema brasileiro de classificação de solos / organizadores, SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F.- dados eletrônicos -, Rio de Janeiro:. Embrapa solos, 2018. 237 p. (Documentos/Embrapa solos, ISBN 978-85-7035-817-2).

SOUSA, I.R.L.; PAULETTO, D.; LOPES, L.S.S.; RODE, R. Decomposição de espécies utilizadas como adubação verde em sistema agroflorrestal experimental, Santarém, Pará. **Agroecossistemas**, v.10, n.2, p.50-63, 2018.

VALLADARES, G.S.; BATISTELLA, M.; PEREIRA, M.G. Alterações ocorridas pelo manejo em latossolo, Rondônia, Amazônia Brasileira. **Bragantia, Campinas**, v.70, n.3, p.631-637, 2011.

VALLADARES, G.S.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H. Adsorção de fósforo em solos de argila de atividade baixa. **Bragantia**, v.62, n.1, p.111-118, 2003.

CAPÍTULO 02: COMPETIÇÃO POR LUZ EM SISTEMA SILVIPASTORIL NA PRODUÇÃO E EXPANSÃO HORIZONTAL DE CAPIM MOMBAÇA NOS TROPICOS

RESUMO

A formação de pasto em consórcio com mata nativa tem como maior gargalo a expansão da forragem no sub-bosque e, conseqüentemente, pela redução da luminosidade espera-se baixos níveis de produção de matéria seca de forragem. Além disso, a variabilidade do componente arbóreo, em sua maioria de palmeiras de babaçu, limita a chegada de luz para as gramíneas, o que reduz a fotossíntese e, conseqüentemente, a produção de forragem de forma regionalizada. O objetivo foi avaliar os efeitos do sombreamento na produção e expansão do dossel forrageiro de forma regionalizada. O trabalho foi realizado em área de silvipastoril, onde o componente forrageiro foi o *Megathyrsus Maximus* cv. Mombaça; já o bosque foi composto de mata nativa. As variáveis foram obtidas sob malha regular (12 x 10 m) com 60 pontos amostrais, onde utilizou-se do método de análise espacial para determinar os semivariogramas e mapas de isolinhas na determinação da variação espacial das variáveis observadas, sendo que realizou-se as avaliações no ano de 2013 e 2017. Observou-se influência do sombreamento nas características estruturais e agrônômicas do pasto. A massa seca total e massa seca de folhas obtiveram forte correlação na análise de componentes principais (0,92 e 0,91), contribuindo de forma acentuada para a variabilidade total dos dados no espaço amostral. Entre os períodos avaliados ocorreu aumento acentuado na produção de forragem, de 2013 para 2017, observou-se aumento de cerca de 1500 kg.ha⁻¹ de matéria seca. O aumento de produção na ordem de 1.500 kg.ha⁻¹ de MST, de 2013 para 2017, deixa claro que a forragem com luminosidade adequada, que está na faixa de 30% de sombreamento, em algumas zonas da área avaliada foi capaz de aumentar a produção. Portanto, observou-se que as áreas com sombreamento acima de 40% foram as menos produtivas dentro do espaço amostral.

Palavras Chave: mata nativa; Fotossíntese; Silvipastoril.

ABSTRACT

Pasture formation in a consortium with native forest has as a major bottleneck the expansion of forage in the understory and, consequently, the reduction of light is expected to low levels of forage dry matter production. Moreover, the variability of the tree component mostly babassu palm limits the arrival of light to the grasses the reducing photosynthesis and, consequently, the production of fodder by region. The objective of this work was to evaluate the effects of shading on forage canopy production and expansion in a regionalized way. The present work was carried out in a silvopastoral zone, where the forage component was the *Megathyrsus Maximus* cv. Mombasa; the forest was already composed of native forest. The variables were obtained under regular mesh (12 x 10 m) with 60 sampling points, where the spatial analysis method was used to determine the semivariograms and isoline maps. in determining the spatial variation of the observed variables, and the evaluations were carried out in 2013 and 2017. It was observed the influence of shading on the structural and agronomic characteristics of the pasture. The total dry mass and leaf dry mass had a strong correlation in the

principal component analysis (0.92 and 0.91), contributing significantly to the total variability of the data in the sample space. Between the evaluated periods there was a sharp increase in forage production, from 2013 to 2017, an increase of about 1500 kg.ha⁻¹ of dry matter was observed. The production increase of 1,500 kg.ha⁻¹ of MST from 2013 to 2017 makes it clear that forage with adequate light, which is in the 30% shade range, in some areas of the assessed area was able to increase the production. Therefore, it was observed that areas with shading above 40% were the least productive within the sample space.

Keywords: native forest; Photosynthesis; Silvipastoral.

INTRODUÇÃO

Sistemas silvipastoris representam o aproveitamento de árvores, pasto e animais no mesmo espaço produtivo. Essa integração torna o sistema mais efetivo na melhoria do conforto termino dos animais, preservação da umidade do solo, melhoria da fertilidade, assim como aumento da atividade biológica, no entanto, pontos negativos também se apresentam, sendo a alteração dos aspectos morfofisiológicos devido ao sombreamento um dos maiores entraves do sistema (PACIULLO, 2008). Portanto o estudo da variabilidade do componente forrageiro é fundamental para determinar as variações existentes e, posteriormente, desenvolver métodos de manejo que possam uniformizar o ambiente forrageiro.

Em sistemas silvipastoris as restrições a que são submetidas às gramíneas, relacionada à quantidade de luz que chega ao sub bosque (pastagem), podem restringir ou dificultar o avanço da planta no sentido horizontal. Fato relacionado ao maior período vegetativo da forrageira em ambientes sombreados que para compensar a baixa luminosidade, passa a investir mais no desenvolvimento da parte aérea (alongamento de folhas, colmos e maior área de folha) (DIAS FILHO et al., 2000). Porém, o perfilhamento e o aumento no diâmetro das touceiras, fatores fundamentais para a ocupação da área pela forragem, são comprometidos.

A distribuição e estrutura da planta forrageira determina a eficiência de colheita pelo animal (HACK et al., 2007), sendo o pasto formado por componentes morfológicos que povoam o espaço no sentido vertical (VERT) e horizontal (HOZ). A abundância e distribuição desses componentes na área determinam o grau de ocupação da forragem, sendo o estudo dos mecanismos de ocupação e dos fatores que influenciam este processo, fundamentais para o melhor entendimento do sistema em si (SANTOS, et al., 2011).

Os métodos de povoamento das gramíneas forrageiras são caracterizados a

partir de arranjo estrutural da planta, em dois sentidos VERT e HOZ. No sentido vertical por meio do arranjo de folhas e colmos, da sucessão de fitômeros e dos componentes estruturais que determinam os níveis de produção da forragem. No sentido horizontal através do número de indivíduos, da sua freqüência e distribuição na área. A partir daí que a população de indivíduos poderá ser caracterizada (CANGIANO et al, 2002).

O crescimento em forma de touceiras (TOC) característico de gramíneas cespitosas, como é o caso da cultivar Mombaça, torna o processo de povoamento mecanismo conjunto que irá depender dos indivíduos que formam as TOC, sendo o diâmetro, o número e morte de perfilhos e a competição por luz no interior das TOC, fundamentais para que haja a divisão e aumento no número das mesmas e, conseqüentemente a ocupação da área pela gramínea (CALDWELL et al., 1983). Portanto, acredita-se que o sombreamento seja determinante na expansão horizontal do capim Mombaça, alterando de forma regional seu crescimento e desenvolvimento no espaço.

A hipótese inicial leva em consideração o efeito do sombreamento na expansão horizontal da forrageira. Onde fatores como intensidade luminosa e densidade arbórea são fatores determinantes nas alterações geográficas do pasto em sistema silvipastoril em floresta nativa. O objetivo foi avaliar os efeitos do sombreamento na produção e expansão do dossel forrageiro caracterizando sua distribuição espacial.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Araguaína – Tocantins, na Universidade Federal do Tocantins. A área experimental foi localizada nas seguintes coordenadas geográficas: 7°6'21"S e 48°11'19"O. O clima da região é classificado como Aw (quente e úmido), com estação bem definida, apresentando precipitação pluviométrica média anual de 1800 mm e temperatura média anual de 25°C, o solo da região é um Argissolo Vermelho Amarelo TA Férrico Abrupto classificado conforme metodologia da Embrapa (2018). Os dados de precipitação pluviométrica estão apresentados na figura 2.

No ano de 2011, foi realizada análise química do solo e posterior correção com 2 Mg.ha⁻¹ calcário dolomítico no sistema silvipastoril; antes da semeadura da gramínea forrageira foi realizada adubação fosfatada (100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅), potássica (120 kg.ha⁻¹ de K₂O) e de nitrogênio (100 kg.ha⁻¹ de N), no período de

implantação. No ano de 2013, foram $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ P_2O_5 , $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de K_2O e $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N na forma de uréia parcelado em três aplicações. Na Tabela 1 estão apresentados os parâmetros químicos do solo nos dois períodos avaliados.

As avaliações foram feitas em área de 12.000 m^2 cultivada desde 2011 com capim Mombaça, em sistema Silvipastoril (SSP), sendo que as avaliações foram realizadas em dois períodos, no ano de 2013 e 2017, ambas no mês de fevereiro. Foram utilizados para as avaliações em malha regular ($12 \times 10\text{m}$) (Figura 1), com pontos georreferenciados obtidos via ferramenta GPS (sistema de Posicionamento Global).

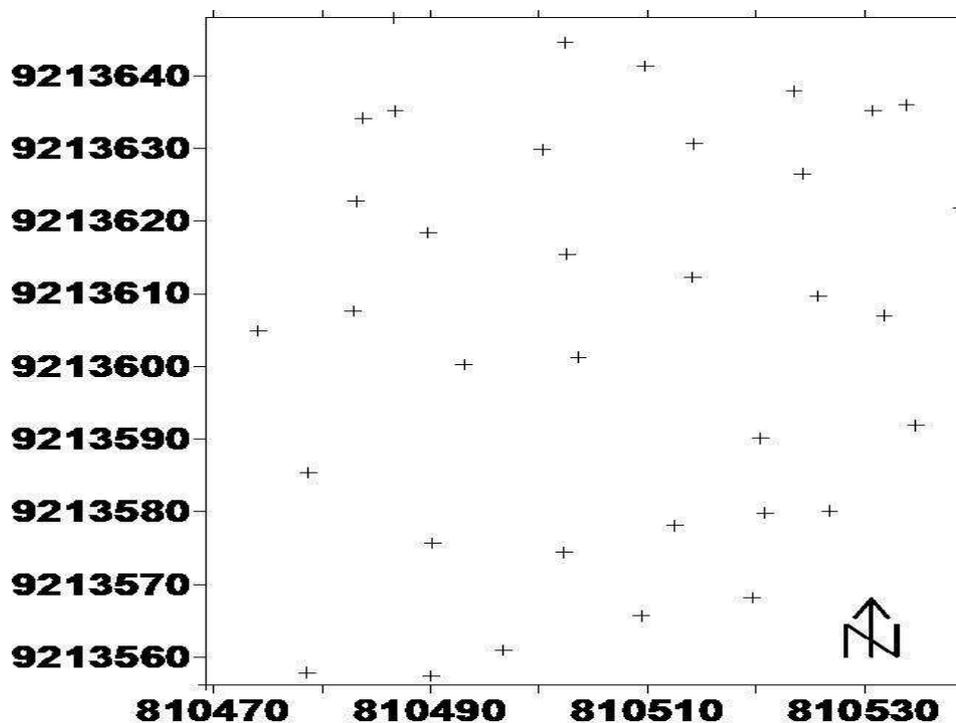


Figura 1. Mapa demonstrativo do método de amostragem adotado com a localização dos locais de amostragem.

A área de silvipastoril anterior ao ano de 2011 era composta por vegetação nativa com predominância de babaçu (*Attalea speciosa*) com média de 90 palmeiras.ha⁻¹ e arranjo espacial aleatório. Para implantação do projeto adotou-se nível de sombreamento de 30%, sendo que para isto efetuou-se raleamento do componente arbóreo de forma aleatória até a obtenção da luminosidade total realizada com luxímetro. A média da iluminância total observada na área foi de 236,75 lx, o que em termos de percentagem corresponde a 57,02%. Vale ressaltar que o ultimo raleamento efetuado foi no ano de 2014, ou seja, desde então o componente de mata nativa desenvolveu-se naturalmente tornando a luminosidade

heterogênea na área experimental.

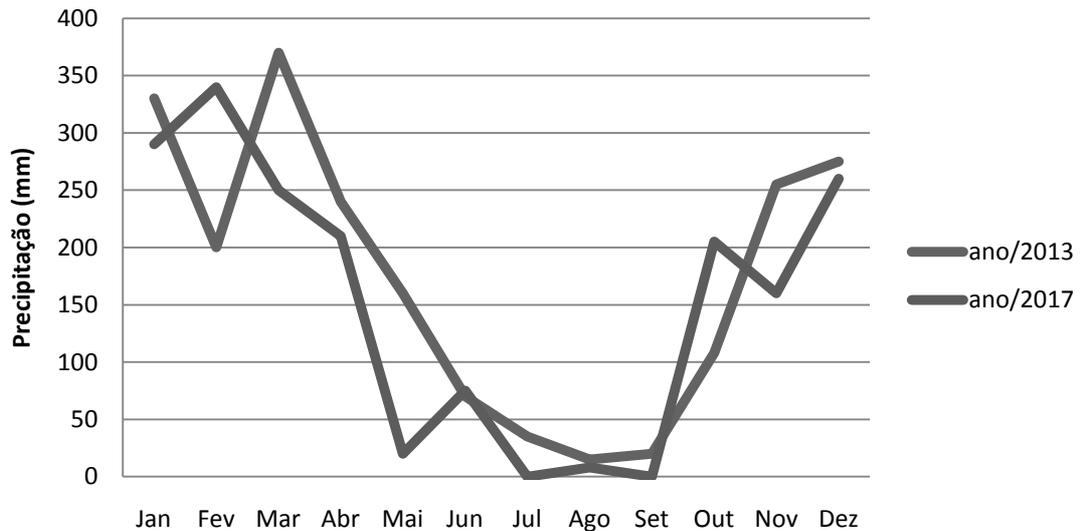


Figura 2. Dados de precipitação pluviométrica para os anos de 2013 e 2017 (INMET)

O corte da forragem para avaliação agronômica foi realizado a 40 cm. Em cada ponto foi utilizado quadro de 4 m² suspenso a 1 m do solo, na área do quadro foi realizada a mensuração da frequência (%) de touceiras, espaços vazios e de plantas invasoras. A composição botânica foi obtida através de avaliação visual, onde, observava-se, em cada quadrante, frequência de ocupação do solo (touceira, espaço vazio ou invasora).

A altura do dossel forrageiro foi determinada utilizando-se régua de metal graduada em centímetros medindo-se por dez vezes, aleatoriamente, em cada ponto georreferenciado. A altura de cada visualização correspondeu à média do dossel em torno da régua, e a média de cada ponto foi obtida através das dez medições. A densidade de folhas foi determinada através do quociente entre a massa seca de folhas produzida e a altura da planta ajustada para o corte a 20 cm do solo, sendo expressa em kg de MS.cm⁻¹.ha⁻¹. Em cada ponto georreferenciado foram determinadas o número de touceiras que ocupava uma área de 4 m². Considerava-se na avaliação como touceira, toda a comunidade de perfilhos que se mantinha separada pela base (superfície do solo) de outra touceira, sendo dessa forma diferenciadas para determinação do número das mesmas que ocupava a área.

Foram feitas, em todos os pontos georreferenciados, amostragem para quantificação da matéria seca total de folhas, colmo e material senescente, através da forragem contida no interior de um quadro retangular (0,5 x 1,0 m), sendo a

massa de forragem coletada representativa da média (avaliação visual) de cada ponto. Logo após, a forragem coletada foi levada ao laboratório, pesada, realizada a separação da forragem nos componentes: folha, colmo e material senescente, em seguida, foram pesadas e postas em estufa de circulação de ar forçada a 55° por 72 horas, para determinação massa seca.

Através do corte de 50 transectas de 10 cm de comprimento, avaliou-se a área específica da folha (SLA), posteriormente pesou-se em balança analítica de precisão para determinação do peso total da amostra (PTt). Para o cálculo do IAF foi utilizado o peso das folhas vivas (Pfv).

A mensuração da área da touceira por meio de fita métrica de 1 m de comprimento graduada em centímetros, realizada em duas touceiras representativas da área. A determinação da área média foi possível através da extrapolação da avaliação realizada para o número de touceiras presentes em cada ponto georreferenciado. Em seguida, o número de perfilhos foi determinado através da avaliação de duas touceiras representativas. Após, foi determinado o número médio de perfilhos através da extrapolação da avaliação realizada para o número de touceiras presentes em cada ponto georreferenciado.

Tabela 1. Parâmetros da química do solo nos dois períodos de avaliação (2013 e 2017).

Ano	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H	SB	CTC	m	V
	CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³									%
2017	5,7	0,83	3,25	0,06	5,92	2,66	0,093	0,06	8,87	11,74	1,11	74,90
2013	5,5	0,81	1,02	0,04	6,47	2,55	0,065	0,04	9,07	12,15	0,76	74,24

MO= matéria orgânica; P= Fósforo; K= Potássio; Ca= Cálcio; Mg= Magnésio; Al= Alumínio; H= Hidrogênio; SB= soma de bases; CTC= capacidade de troca de cátions; CTCe= capacidade de troca de cátions efetiva; m%= saturação por alumínio; V%= saturação por bases.

Foi aplicado método estatístico multivariado, com o objetivo de classificar os acessos (60 pontos amostrais de forma individual) em grupos, isto, por meio da análise de componentes principais (ACP). De início, realizou-se ACP com as variáveis descritas acima de forma independente para os períodos. Tais componentes foram selecionados através da combinação da correlação entre as variáveis, sendo sua classificação em ordem decrescente de importância, com vistas a grandeza de importância para a variação total dos dados (SILVA et al., 2010), para tanto utilizou-se o *software statistica*.

Para classificação das correlações utilizou-se classificação proposta por Coelho (2003) onde o critério de classificação dos autovetores (valores que

representam a contribuição de cada caractere, em cada componente, e podem variar de -1 a +1) sendo: valor absoluto $< 0,30$, determinada como pouco significativo; $0,30-0,40$, classificada como mediamente significativo; e $>0,50$, considerado como altamente significativo (AS). As variáveis que adequaram-se ao AS foram submetidas a uma nova ACP, para classificar os componentes com maior valor fatorial (escore).

O diagnóstico das variáveis avaliadas da forrageira estudada foi mensurado através das medidas descritivas e por meio de semivariogramas. O teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) a 5% de probabilidade foi utilizado para testar a hipótese de normalidade. Através da análise dos semivariogramas foi possível quantificar as variações espaciais, adequados a modelos teóricos, determinando os parâmetros (pepita, patamar e alcance). Os semivariogramas foram calculados com amplitude de 45° .

A elaboração dos mapas de: MS lamina foliar; colmo; material morto; relação folha; IAF; número de touceiras por m^2 ; número de perfilhos por touceira; perímetro da base da touceira; frequência: touceiras; espaços vazios; invasoras foram realizados por meio da interpolação por krigagem. O padrão de dependência espacial foi determinado por meio da análise geoestatística (Vieira, 2000), com posterior determinação da variância, através do software GS^+ (ROBERTSON, 1998).

A determinação dos valores do efeito pepita (C_0), do alcance (A) e do patamar ($C + C_0$) foram possíveis através dos ajustes dos semivariogramas. O modelo teórico foi selecionado através da observação da soma do quadrado dos resíduos (SQR), coeficiente de determinação (R^2), maior grau de dependência espacial (GDE). Na análise do grau de dependência espacial (GDE) das variáveis morfológicas de *Megayhyrsus Maximus* cv. Mombaça foi utilizada a relação $C/(C + C^2)$, classificada segundo Robertson (1998) como forte ($GDE \geq 0,75$), moderada ($0,25 \leq GDE < 0,75$), e de baixa dependência ($GDE < 0,25$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise de componentes principais (ACP) através de todos os atributos avaliados, foram extraídos dois componentes principais (CP) para o ano de 2017 e um para 2013. A seleção dos CP é considerada quando se verifica autovalores acima de um, assim considera-se que o CP proporcionou informação relevante das variáveis originais, além disso, devido ao fator ser o vetor de coeficientes de correlação, o mais coerente é baseá-lo em coeficientes de correlação que são em sua essência interpretáveis. Para satisfazer essa condição as correlações próximo a -1 indicam uma relação funcional, e próximas a 0, que indicam relação não linear (KAISER, 1958).

Tabela 2. Componentes principais (CP1, CP2 para 2017 e CP1 para 2013) da análise multivariada entre todas as variáveis avaliadas de *Megayhyrsus Maximus* cv. Mombaça no sub-bosque com mata nativa no norte do Tocantins.

Variáveis	Avaliação 2017				Avaliação 2013	
	CP1	Cont. CP1	CP2	Cont. CP2	CP1	Cont. CP1
Auto valor	7,37	--	1,62	--	6,73	--
Variância explicada (%)	61,47	--	13,57	--	74,84	--
IAF	-0,79*	0,085	-0,21	0,029	-0,93*	0,13
Altura	-0,89*	0,109	-0,01	0,000	-0,86*	0,111
Nº de touceiras	0,69*	0,065	-0,08	0,004	--	--
Per. Base	-0,74*	0,074	0,34	0,073	-0,93*	0,13
Nº de pertilhos	-0,83*	0,093	-0,20	0,025	-0,87*	0,11
Esp. Vazios (%)	0,76*	0,079	-0,43	0,118	0,69*	0,07
Touceiras (%)	-0,77*	0,080	0,55	0,200	-0,71*	0,07
Invasoras (%)	0,57*	0,044	-0,59	0,220	--	--
Massa Seca Colmo	-0,85*	0,100	-0,35	0,078	-0,87*	0,10
Massa Seca Folha	-0,91*	0,114	-0,22	0,029	-0,95*	0,14
MSMM	-0,51*	0,036	-0,54	0,180	--	--
Massa seca total	-0,92*	0,120	-0,29	0,054	-0,94*	0,14
Sombreamento (%)	0,69*	---	-0,22	--	0,31	--

IAF: índice de área foliar; CP1: componente principal 1; CP2: componente principal 2; cont.CP1: contribuição do componente principal 1; cont.CP2: contribuição do componente principal 2; per. Base: perímetro da base da touceira (cm); esp. Vazios: espaços vazios (%); MSMM: Massa seca material morto.

O ano de 2017 os dois CP explicaram, de forma acumulada, 75,04%, em que o número de touceiras, a frequência de espaços vazios e o sombreamento apresentaram correlação positiva com a variabilidade total. Já para 2013 apenas um componente foi responsável por explicar 74,84% da variabilidade total dos dados, sendo que as variáveis espaços vazios e sombreamento correlacionaram-se de

forma positiva, indicando que estas variáveis apresentam-se com distribuição similar (Tabela 2).

Dessa forma para o ano de 2017 todas as variáveis compuseram o CP1, no entanto apenas frequências de touceiras (%touc) e de invasoras (%invaz) foram altamente significativos ($>0,5$ em valor absoluto) para CP2, onde observou-se que estas variáveis foram responsáveis por 13,57% da variabilidade total dos dados. Para 2013 o material morto (MM), o número de touceiras e a %invaz foram descartadas pois não observou-se significância com base nas correlações, portanto as demais variáveis avaliadas representaram o CP1. Após o descarte foi realizada nova análise de ACP para determinar quais variáveis melhor explicam a variabilidade da produção e variabilidade horizontal do Mombaça na área estudada.

Neste estudo, as variáveis avaliadas apresentam significância para variabilidade total dos dados, exceto para %invaz, MM e número de touceiras (N°touc), neste sentido observou-se que as variáveis MSF, MST, MSC, Altura, número de perfilhos e IAF apresentam correlação mais acentuada com a variabilidade total, onde, indicou-se maior influência na variação do ambiente estudado.

Através dos coeficientes de correlação e contribuição (Tabela 2), determinaram-se quais seriam as variáveis analisadas via geoestatística. Portanto, para o ano de 2017 a variável altura, massa seca de colmo (MSC), massa seca de folha (MSF), material seco total (MST) e o escore com base na correlação do CP1; já para 2013 as variáveis com maior contribuição são MSF, MST e IAF sendo realizada, também, a análise com base nos escores das variáveis para o CP1.

Com base na análise dos semivariogramas para o ano de 2013 todas as variáveis adequaram-se ao modelo gaussiano, sendo que apenas o IAF adequou-se ao exponencial, com dependência espacial moderada para MST e escore CP1, a forte para MSF e IAF (Tabela 3). Para a avaliação realizada no ano de 2017 os modelos variaram entre gaussiano (MSF, Prod. Total), exponencial (Altura) e esférico para o CP1. Já para o escore do CP2 observou-se efeito pepita puro, fato este que pode estar relacionado com a natureza de distribuição das variáveis frequências de touceiras e invasoras, haja vista, que estas foram responsáveis pela caracterização e significância do CP2, sendo assim, a malha amostral pode ter sido insuficiente para indicar dependência espacial, originando efeito pepita puro.

A densidade amostral (distância entre os pontos) pode influenciar o ajuste ao modelo do semivariograma para algumas variáveis como MSC, variando de esférico a gaussiano no presente trabalho. Dessa forma as cinco densidades amostrais (30, 60, 90, 120 e 150 m) avaliadas por Gross Filho et al. (2016), apresentaram padrão espacial que se ajustou, na maioria das vezes, ao modelo esférico. Ainda segundo os autores a MSF, em todas as malhas amostrais, adequou-se ao modelo esférico, diferindo do presente trabalho, onde se observou, com malha amostral de 12 m, ajuste ao modelo gaussiano o que corrobora com a afirmativa da influência da densidade amostral no ajuste dos semivariogramas. No entanto, o grau de precisão do modelo em caracterizar, via mapa de isolinhas, a variabilidade do atributo investigado é mais importante que o mesmo.

O alcance observado para 2013 variou entre 118,8 e 54,7 m para IAF e escore CP1, respectivamente, já para 2017 o maior alcance foi para o escore CP1 com 61 m (Tabela 2), este componente do semivariograma é de suma importância para nortear futuras pesquisas, pois fornece informações sobre a distância máxima entre dois pontos amostrais, onde, ainda seria possível observar dependência espacial. No tocante ao desempenho dos semivariogramas, através da grandeza do coeficiente de determinação espacial (r^2), o escore CP1 (0,84) apresentou-se com maior consistência, no entanto, a variável MSC (0,31) obteve o menor desempenho. Sendo que de forma geral todas as variáveis apresentaram altos coeficientes de determinação, mesma tendência encontrada por Castro Neto et al. (2015) onde observaram coeficientes variando de 0,80 a 0,99 e baixas somas residuais de quadrado, indicando forte relação dos valores estimados com o real.

A baixa correlação da MSMM para 2017 e o descarte para 2013 pode estar relacionada com alta variabilidade deste componente no espaço amostral, dessa forma a densidade amostral pode ter influenciado. Neste sentido Gross Filho et al. (2016) observaram para MSC e MSMM melhorias na precisão do ajuste do semivariograma e na redução do resíduo conforme aumentou-se o número de amostras, relatou ainda, que no tamanho de amostra igual a 90, observou-se perda de exatidão quando comparado as densidades amostrais de 120 e 150 pontos. Portanto, para o presente trabalho o maior adensamento da malha amostral poderia aumentar a precisão dos dados, principalmente das variáveis MSC e MSMM.

Com base no mapa de isolinhas observou-se variabilidade acentuada para o escore CP1 e MST (Figura 2), sendo que ambas distribuíram-se de forma similar,

indicando forte influência da MST na variabilidade total dos dados no ambiente. Esta correlação não foi observada para a avaliação de 2017, sendo que para este período os componentes agrônômicos evoluíram e observou-se maior número de variáveis correlacionando se com a variação total. Diante disto, fica evidente que na primeira avaliação (2013) as variações agrônômicas e estruturais eram intensas, no entanto, um menor número de variáveis tornou se determinante na variabilidade total, fato este corroborado pelo descarte de algumas variáveis para este período (Tabela 2).

Tabela 3. Modelos e parâmetros estimados aos semivariogramas experimentais para as características morfológicas de capim Mombaça: matéria seca de folha, colmo e senescente (kg ha^{-1}), IAF, em silvipastoril com mata nativa, em dois períodos de avaliação: 2013 e 2017.

Variáveis	Modelo	Co	Co+c	Ao	$[(\text{co}/\text{co}+\text{c}) \times 100]$	GDE	Classificação	R ²
Avaliação 2013								
Folha	Gaussiano	713000	310700	74,99	0,22	0,771	Forte	0,66
Prod.total	Gaussiano	98900	379800	66,85	0,26	0,74	Moderado	0,66
IAF	Exponencial	0,087	3,10	118,8	0,028	0,972	Forte	0,76
Escore CP1	Gaussiano	0,384	1,13	54,7	0,338	0,662	Moderado	0,78
Avaliação 2017								
Folha	Gaussiano	272000	799000	36,54	0,34	0,66	Moderado	0,78
Prod. Total	Gaussiano	564000	151000	34,29	0,374	0,626	Moderado	0,74
Colmo	Esférico	46214	99300	32,1	0,465	0,535	Moderado	0,31
Escore CP1	Esférico	0,207	1,058	61	0,196	0,804	Forte	0,84
Escore CP2	Ef.Pepita	--	--	--	--	--	--	--

Co= Efeito pepita, Co+C= Patamar, Ao= alcance, $[(\text{co}/\text{co}+\text{c}) \times 100]$ = Contribuição do efeito pepita (%), GDE= Grau de dependência espacial, r²= coeficiente de determinação.

A MST, quando se observa as figuras 4 e 5, obteve aumento na ordem de 1400 kg.ha^{-1} , de 2013 para 2017, quando comparado às áreas mais escuras dos mapas, que apresentaram entre 30 e 40% de sombreamento, metade dos níveis de sombra observada nas áreas menos produtivas. Essa relação de produção e níveis de interceptação de luz segue correlação negativa, em áreas menos adensadas ocorre maior perfilhamento. Onde sistemas com vegetação arbórea natural, com predominância de babaçu, apresenta maior produção de perfilhos, consequentemente de forragem, em níveis de adensamento menores (85 palmeiras por hectare) (ARAÚJO et al., 2020). Portanto, sabendo que o número de árvores descrito é similar aos do presente trabalho, acredita-se que o sombreamento seja o maior entrave para o aumento de produção.

Nos pontos mais claros (região sul e sudoeste do mapa), a MST (Figura 4), em ambos os períodos, não foi maior que $800 \text{ kg.MST.ha}^{-1}$, essa baixa produção ocorreu nas áreas com sombreamento próximo a 70% (Figura 3). Nesse sentido, o

baixo desempenho na produção de forragem pode ser devido ao sombreamento natural excessivo, que por sua vez reduz a relação vermelho:vermelho distante, que possui grande efeito sobre a morfogênese das plantas (DA SILVA E SILVA et al., 2007).

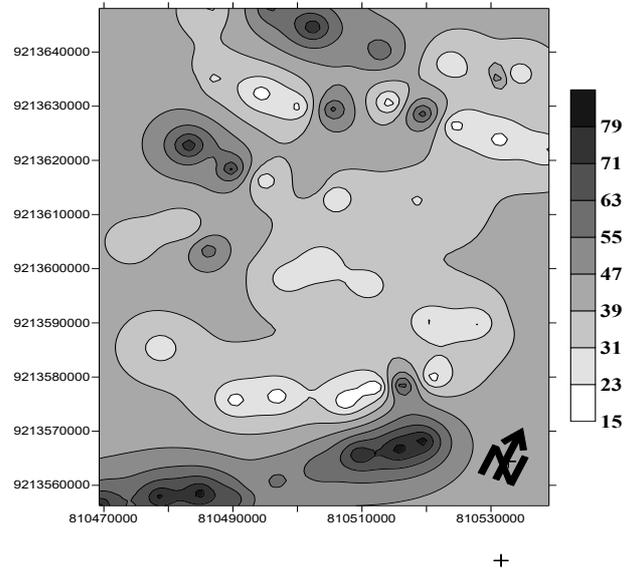


Figura 3. Avaliação espacial da porcentagem de sombra (%) para a avaliação realizada em 2017.

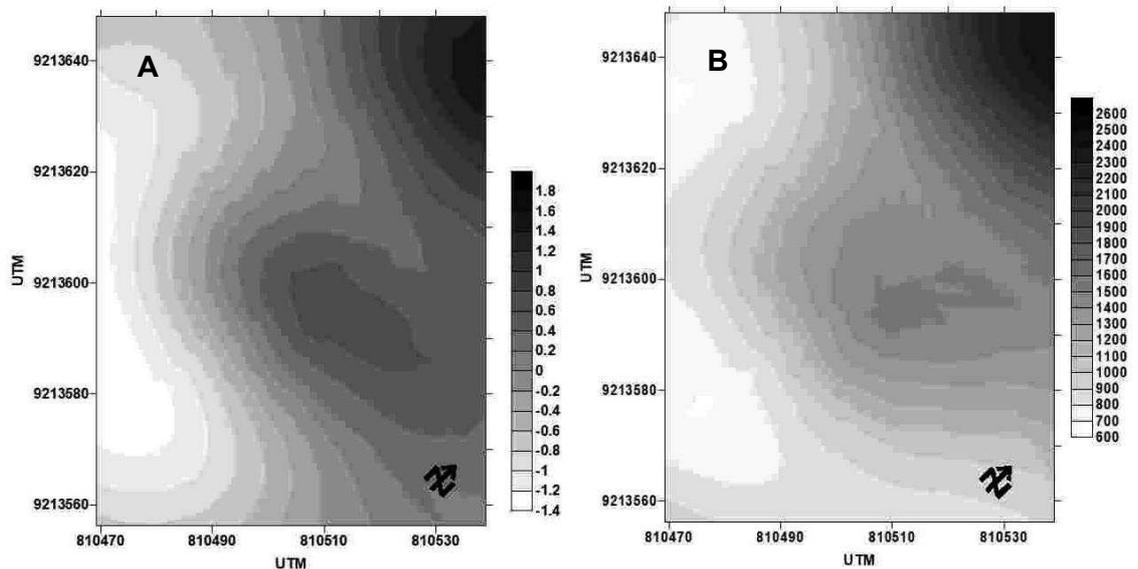


Figura 4. Avaliação espacial do escore componente principal 1 (A) e massa seca total ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (B), respectivamente, para a avaliação realizada em 2013.

Observa-se que o aumento da densidade do bosque torna-se fator negativo no avanço do dossel forrageiro, onde a produção de forragem é afetada diretamente. As áreas mais claras do mapa (Figuras 6 e 7) representam tanto as áreas com menor produção de forragem, como as que apresentam a maior densidade de

palmeiras (Figura 3). Nesse contexto o raleamento das áreas mais adensadas poderia alterar a dinâmica de luminosidade nas zonas com menor produção, o que teoricamente induziria o aumento da produção de massa.

A MSF e o IAF para o ano de 2013 apresentam se com distribuição similar (Figura 5), onde a maior produção de folhas proporcionou o maior índice de área foliar. O reduzido IAF nas áreas mais claras do mapa, que não ultrapassaram o valor absoluto de 3, podem ser indicativos do menor vigor produtivo devido a restrição de luz, fato este corroborado pela similar distribuição do IAF com a percentagem de sombra no presente trabalho (Figura 7). Nestas circunstâncias a condição desfavorável ao acúmulo de massa seca reduz o IAF, principalmente em áreas com maior adensamento do bosque. Coelho et al. (2014) observaram redução de 60% no IAF em ambientes com restrição de luz, o que corrobora com o presente trabalho, onde a variabilidade da produção de forragem no espaço amostral foi determinante para as variações do IAF.

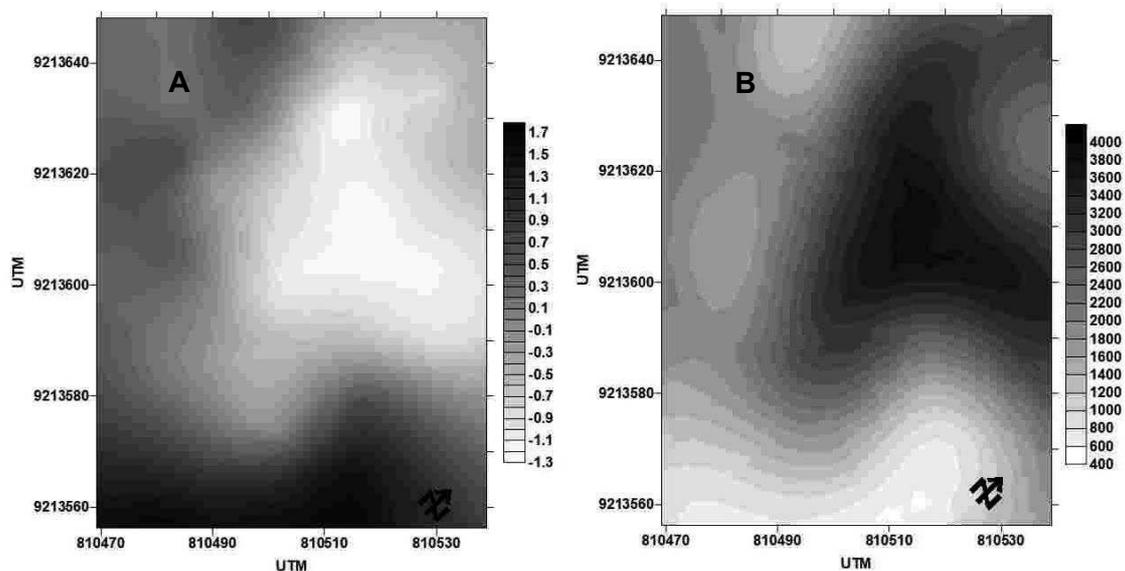


Figura 5. Avaliação espacial do escore componente principal 1 (A) e massa seca total (kg.ha⁻¹) (B), respectivamente, para a avaliação realizada em 2013.

A massa seca foliar para o ano de 2017 distribui-se com as mesmas características da MST, o que aponta para a forte influência da MSF na composição da variabilidade total da produção de forragem (Figuras 3 e 5). Nessas condições observa se que a MSF aumentou de forma acentuada ao longo dos períodos avaliados, principalmente na área central do mapa. Fato que pode estar relacionado as melhores condições de luz que possibilitou o aumento da síntese de tecidos e,

consequentemente, maior produção de forragem em determinadas áreas ao longo dos anos (Figura 7).

As zonas que obtiveram as maiores produções de forragem são as mesmas que se apresentam com as menores densidades de árvores. Este menor adensamento arbóreo reflete a necessidade de adotar-se distancias maiores entre árvores dentro do sistema, principalmente, em sistemas com distribuição aleatória como a do presente trabalho. Para Paciullo et al. (2011) variáveis como: massa seca de folha, massa seca senescente e massa seca total apresentam-se com efeito quadrático quando altera-se a distância das árvores e que este padrão é semelhante para a distribuição da radiação incidente no sub-bosque, ainda segundo os autores níveis acima de 40% de sombreamento podem afetar o crescimento da maior parte das gramíneas tropicais. Ou seja, a menor produção em locais mais adensados é reflexo da baixa qualidade e quantidade de luz que chega ao extrato inferior (SOARES et al., 2009; RODRIGUES et al., 2019)

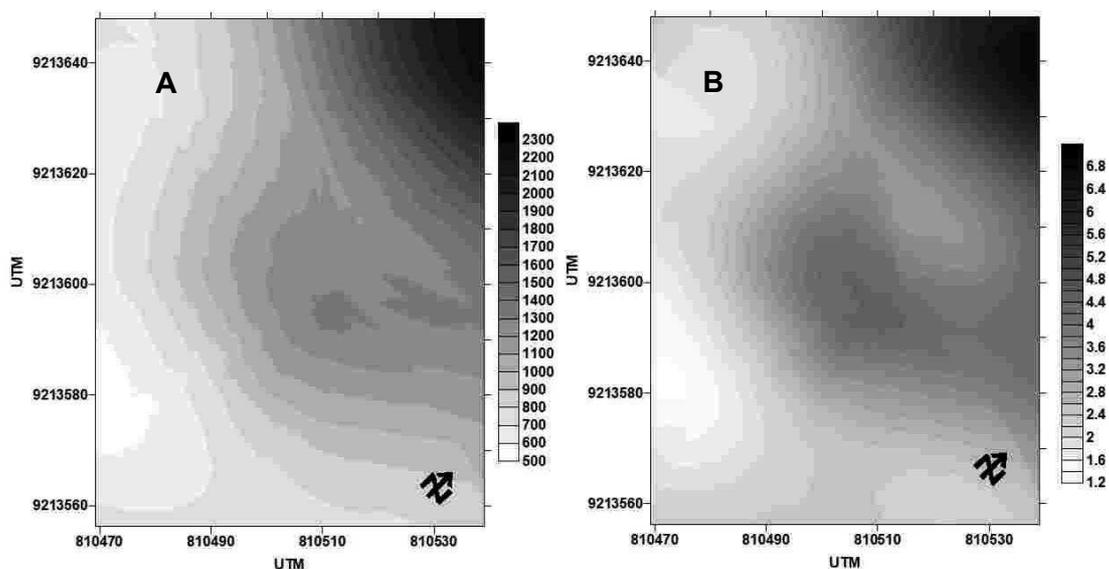


Figura 6. Avaliação espacial da massa seca foliar (kg.ha^{-1}) (A) e do índice de área foliar (B), respectivamente, para a avaliação realizada em 2013.

Em algumas áreas ocorreu aumento na ordem de 1500 kg.ha^{-1} de MSF, de 2013 para a avaliação de 2017 (Figuras 6 e 7). A redução na produção de MS de forragem em ambientes com restrição de luz deve-se ao fato das forrageiras tropicais serem plantas C_4 e necessitarem de maior aporte de energia luminosa para seu metabolismo (COELHO et al., 2014). Outro fator importante é a precipitação, que ao reduzir seu volume afeta o perfilhamento e a produção de forragem (ARAÚJO et al., 2020). Portanto, o manejo do componente arbóreo de forma

localizada, através da poda, torna-se alternativa para minimizar a restrição de luz e, conseqüentemente, aumentar a produção de forragem, haja vista que o sombreamento natural pelas árvores, modifica a intensidade e qualidade da luz incidente no sub-bosque (PACIULLO, et al., 2011; DA SILVA E SILVA 2007)

As áreas mais produtivas em 2017 se equivalem em produção as de monocultivo avaliadas por Cargnelutti et al. (2004) no qual avaliaram sistemas com e sem restrição de luz, segundo os autores em pleno sol a produção máxima chegou a 3491 kg.ha⁻¹ para o genótipo Mombaça. Quando ocorreu a restrição de luz a produção não ultrapassou 673 kg.ha⁻¹ de MS. Diante disto, verifica-se, para o presente trabalho, que a restrição de luz induz a desaceleração da evolução ontogênica da forragem, dessa forma a formação e povoamento da comunidade de perfilhos são retardados.

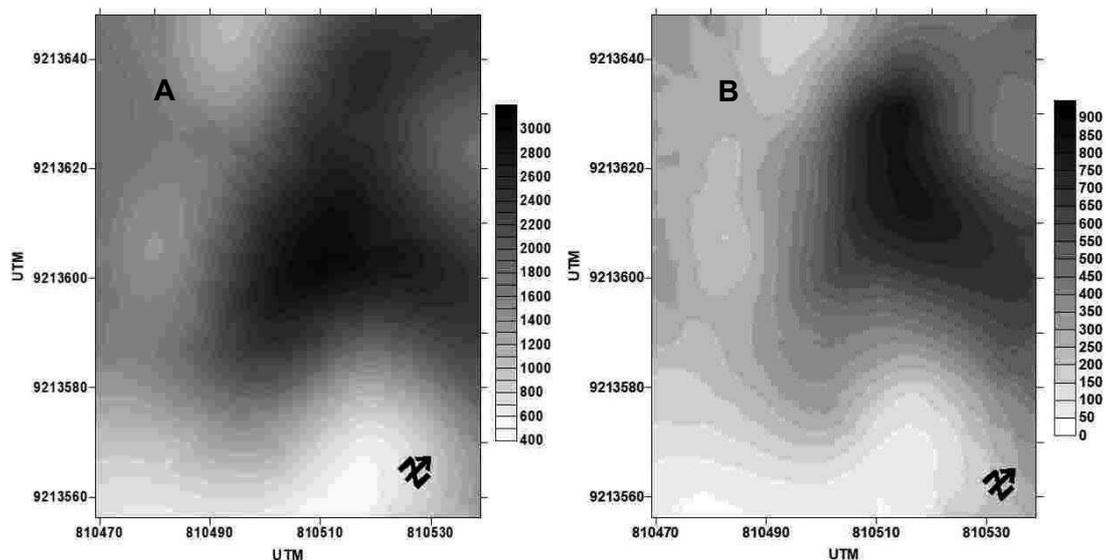


Figura 7. Avaliação espacial da massa seca foliar (kg.ha⁻¹) (A) e massa seca de colmo (kg.ha⁻¹) (B), respectivamente, para a avaliação realizada em 2017.

CONCLUSÃO

O sombreamento imposto pelo componente arbóreo reduziu a produção de massa e o desenvolvimento ontogênico do *Megayhysus Maximus* cv. Mombaça. As áreas com maior restrição de luz reduziram a produção de forragem, sendo necessário o raleamento para atingir níveis de luminosidade superior a 70%, valores similares aos observados nas áreas mais produtivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, R.A.; RODRIGUES, R.C.; COSTA, C.S.; SANTOS, F.N.S.; COSTA, F.O.; LIMA, A.J.T.; SILVA, I.R.; RODRIGUES, M.M. Composição químico-bromatológica e degradabilidade in situ de capim Marandu em sistemas silvipastoris formados por babaçu e em monocultivo. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.17, n.3, p.401-412, 2016.

ARAÚJO, R.A.; RODRIGUES, R.C.; COSTA, C.S.; SANTOS, F.N.S.; LIMA, J.T.; RODRIGUES, M.M. Dynamics and stability of Marandu grass tillers in monocrop systems and babassu palm silvopastoral systems. **Acta Scientiarum**, v.42, p.1-10, 2020.

CALDWELL, M.M.; DEAN, T.J.; NOWAK, R.S.; DZUREC, R.S.; RICHARDS, J.H. Bunchgrass architecture, light interception, and water-use efficiency: assessment by fiber optic point quadrats and gas exchange. **Oecologia**, Berlin, v. 59. p.178-184, 1983.

CANGIANO, R.A.; GALLIB, J.R.; PECEB, M.A.; DICHIOB, L.; ROZSYPALEKB S.H. Effect of liveweight and pasture height on cattle bite dimensions during progressive defoliation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.53, n.5, p.541-549, 2002.

CASTRO NETO, S.P.; SANTOS, A.C.; LEITE, R.L.L.; ALEXANDRINO, E.; NEIVA, J.N.M.; SANTOS, J.G.D.; SILVA, J.E.C. Variação espacial e definição de zonas de extração de nutrientes pela fitomassa de capim-Marandu. **Semina: Ciências Agrárias**. V.36, n.5, p.3383-3398, 2015

COELHO A.M. Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. In: Curi N, Marques JJ, Guilherme LRG, Lima JM, Lopes AS, Alvarez V VH, editores. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**; v.5, p.259-90, 2003.

COELHO, S.J.; ARAÚJO, S.A.C.; VIANA, M.C.M.; VILLELA, S.D.J.; FREIRE, F.M.; GRAZ, T.G.S. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária em sistema silvipastoril com diferentes arranjos espaciais. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.3, p.1487-1499, 2014.

DA SILVA E SILVA, B.M.; JULIANA, D.L.; VALENTE DANTAS, V.A.; DA SILVA MORAIS, W.; ZUMKELLER, S.D.; Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v.31, n.6, p.1019-1028, 2007.

DIAS-FILHO, M.B. Growth and biomass allocation of the c4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa agropecuária. Brasileira, Brasília**, v.35, n.12, p.2335-2341, dez. 2000.

GROSS FILHO, A.R.; GARCIA, R.N.; SILVA, A.F.; PENNO, M.S.; SILVA CASTRO NETO, S.P. Predição espacial de características de produção de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. **Engenharia na Agricultura**, v.24, n.5, p.406-416, 2016.

HACK, E. C. et al. Características estruturais e produção de leite em pastos de

capim-mombaça (*Megathirus maximus* jacq.) submetidos a diferentes alturas de pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, p.218-222, jan-fev. 2007.

KAISER H.F. **The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis.** **Psychometrika**, v.23, n3, p.187-200, 1958.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, T.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.917-923, 2008.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; FERNANDES, P.B.; MULLER, M.D.; PIRES, M.F.A.; FERNANDES, E.N.; XAVIER, D.F. Características produtivas e nutricionais do pasto em Sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p1176-1183, 2011.

ROBERTSON, G.P.; GS+: **Geostatistics for the enviromental sciences- GS+** User's guide. Plainwell, Gamma Desing software, p. 152, 1998.

RODRIGUES, O.D.R.; DOS SANTOS, A.C.; RODRIGUES, M.O.D.; SILVEIRA JUNIOR, O.; DE OLIVEIRA, L.B.T.; LEITE, R.L.L. Cutting height of Mombasa grass under silvopastoral and monoculture Systems. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.5, p.433-442, 2019

SANTOS, M. E. R. Variabilidade espacial da vegetação e produção animal mono específica: proposta de um modelo conceitual. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. v.1, n.1, p.129-136, Julho, 2011

SILVA S.A.; Lima J.S.S.; Xavier A.C.; Teixeira M.M. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho- Amarelo húmico cultivado com café. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. V.34, p.15-22, 2010.

SILVA, E.N.S.; MONTANARI, R.; PANOSSO, A.R.; RODRIGUES, C.A.; TOMAZ, P.K.; FERRAUDO, A.S. Variabilidade de atributos físicos e químicos do solo e produção de feijoeiro cultivado em sistema de cultivo mínimo com irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.2, p.598-607, 2015.

SILVA, F. de A. S. e. AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. **In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: Americam Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.

Sistema brasileiro de classificação de solos / organizadores, SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F.- dados eletrônicos -, Rio de Janeiro:. Embrapa solos, 2018. 237 p. (Documentos/Embrapa solos, ISBN 978-85-7035-817-2).

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-

451, 2009.

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H. & SCHAEFER, G.R., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.1, p.1-54, 2000.

CAPÍTULO 03: DEMOGRÁFIA DO CAPIM MOMBAÇA EM CONSÓRCIO COM MATA NATIVA NA AMAZÔNICA ORIENTAL

RESUMO

Sistemas silvipastoris apresentam limitações no desenvolvimento do perfilho devido a limitações de luz fotossintetizante, variações climáticas e nutricionais, dessa forma faz-se necessário melhor entendimento das variações que ocorrem na estabilidade do estande forrageiro em sistemas integrados. O objetivo foi avaliar as alterações demográficas em resposta à altura de corte e doses de nitrogênio. O trabalho foi desenvolvido no município de Araguaína – Tocantins, na Universidade Federal do Tocantins. A área experimental foi localizada nas seguintes coordenadas geográficas: 7°6'21"S e 48°11'19"O. Em novembro de 2014 iniciou-se experimento proposto para tentar minimizar os problemas de perfilhamento e da baixa produtividade no sistema silvipastoril. O experimento foi realizado no período de novembro de 2014 a julho de 2015. Foi realizado em delineamento experimental em blocos casualizados em esquema de medidas repetidas no tempo, sendo os fatores principais as quatro doses de nitrogênio (0, 125; 187,5 e 250 kg.ha⁻¹ por ano de nitrogênio) e o fator secundário as três alturas de corte do capim (30, 40 e 50 cm) ao longo do tempo amostral, perfazendo doze tratamentos com quatro repetições cada, totalizando 48 unidades experimentais com 12 m² por unidade. Observou-se que a altura de resíduo de 30 cm foi a que obteve a maior taxa de perfilhamento na ordem de 1,55 perf.dia⁻¹, as taxas de mortalidade e o índice de estabilidade foram superiores na quarta e última geração, evidenciando o efeito do sistema na estabilidade do dossel ao longo do tempo. As doses de nitrogênio pouco influenciaram as variações do perfilhamento, no entanto a dose de 187,5 kg de N.ha⁻¹ foi a mais eficiente ao longo das gerações quando comparada com as doses anteriores.

Palavras chave: sistemas silvipastoris; doses de nitrogênio; taxas de mortalidade

ABSTRAT

Silvopastoral systems have limitations in tillering development due to photosynthesizing light limitations, climatic and nutritional variations, thus it is necessary to better understand the variations that occur in the stability of the forage stand in integrated systems. The present work aimed to evaluate demographic changes in response to cutting height and nitrogen doses. The work was developed in the city of Araguaína-Tocantins, at the Federal University of Tocantins. The experimental area was located at the following geographical coordinates: 7° 6 '21" S and 48°11'19" O. In November 2014, a proposed experiment was started to try to minimize tillering and low productivity problems in the silvopastoral system. The experiment was carried out from November 2014 to July 2015. The experiment was carried out in a randomized complete block design in a time-repeated scheme, the main factors being the four nitrogen doses (0, 125; 187.5 and 250 kg.ha⁻¹ per year of nitrogen) and the secondary factor the three cutting heights of grass (30, 40 and 50

cm) over the sample time, making twelve treatments with four repetitions each, totaling 48 experimental units with 12 m² per unit. It was observed that the residue height of 30 cm was the one that obtained the highest tillering rate in the order of 1.55 perf.day⁻¹, the mortality rates and stability index were higher in the fourth and last generation, showing the effect of the system on canopy stability over time. Nitrogen rates barely influenced tillering variations, however the dose of 187.5 kg of N.ha⁻¹ was the most effective throughout generations as compared with the above doses.

Keywords: silvopastoral systems ; nitrogen doses; mortality rates

INTRODUÇÃO

O uso de alternativas de produção como sistemas silvipastoris tornam-se ferramentas importantes na busca por produção de alimentos de forma sustentável, no entanto a adoção de sistemas integrados em áreas com florestas nativas apresentam algumas limitações, principalmente relacionado a quantidade de luz que chega ao pasto. Dessa forma, fatores como a produção e sobre vida de perfilhos podem ser comprometidos pelas variações imposta pelo bosque (DOUGLAS et al., 2001; PACIULLO et al., 2016).

A presença de árvores pode reduzir drasticamente o crescimento do pasto, principalmente em áreas com sombreamento intenso, onde a dinâmica de ocupação da forragem no espaço pode ser comprometida, pois com redução da luminosidade incidente a taxa fotossintética pode ser comprometida afetando a produção de tecidos, neste cenário a planta adapta-se para compensar a redução da luminosidade alterando seus componentes morfológicos, reduzindo perfilhamento e aumentando área de folha e o crescimento do perfilho através do estiolamento do colmo (BARROS et al., 2018; CABRAL et al., 2017).

Outro fator importante em sistemas integrados é a fertilidade do solo e adubação utilizada. Dessa forma em sistemas integrados são evidentes as limitações que a planta enfrenta em relação ao nitrogênio (N), pois o potencial fotossintético pode ser comprometido em detrimento de seu fornecimento (YASUOKA et al., 2017). Vale ressaltar que em ambientes sombreados a limitação de luz parece comprometer o incremento de nitrogênio via adubação, pois mesmo em condições de alta aplicação de N a resposta é reduzida (CARVALHO et al 2019), principalmente quando comparado a sistemas convencionais, o que fortalece a hipótese que em ambientes sombreados o principal fator limitante é a baixa luminosidade.

Outro fator importante que deve ser abordado é a altura de resíduo do pasto em ambientes sombreados, pois devido à baixa luminosidade em ambientes pastoris, pastos manejados em maiores alturas, podem comprometer a chegada de luz na base da planta, o que limita a fotossíntese e

produção de novos perfilhos basais, nesse contexto maiores altura de manejo em silvipastoril associado a baixa luminosidade imposta pelo bosque intensifica ainda mais o desenvolvimento do dossel forrageiro (CABRAL et al., 2017). Portanto, mudança na altura do dossel forrageiro pode ter grandes implicações no desenvolvimento da planta em sistemas silvipastoril, pois em menores alturas ocorre aumento da quantidade de luz transmitida para a base do dossel (DEVKOTA et al., 2009).

A hipótese fundamenta-se da teoria de alterações demográficas na população de perfilhos em função da alteração da altura de corte e doses de adubo nitrogenado. Acredita-se que o aporte de nutriente, principalmente nitrogênio, e a altura pós pastejo influenciam os parâmetros populacionais da planta, como: taxa de aparecimento, morte e estabilidade de perfilhos, além do índice de sobrevivência. O objetivo foi avaliar as alterações demográficas da população de perfilhos em resposta à altura de corte e doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Araguaína – Tocantins, na Universidade Federal do Tocantins. A área experimental foi localizada nas seguintes coordenadas geográficas: 7°6'21"S e 48°11'19"O. O clima da região é classificado como Aw (quente e úmido), com estação bem definida, apresentando precipitação pluviométrica média anual de 1800 mm e temperatura média anual de 25°C, o solo da área experimental foi classificado, como Argissolo Vermelho Amarelo TA Férrico Abrupto classificado conforme metodologia da Embrapa (2018).

As áreas a serem utilizadas para o experimento foram implantadas no final de 2011, sendo composta por área de floresta secundária (0,67 ha) com presença predominante de Babaçu (*Attalea speciosa*, Mart) com 35% de sombreamento (Nível considerado moderado de sombra, OLIVEIRA et al., 2013).

Para atingir nível moderado de sombra no sistema silvipastoril realizou-se o ajuste do sombreamento, através de raleamento das árvores para atingir 35% de sombreamento, com auxílio de luxímetro (Modelo LD 200) realizou-se a taxa de lux que estava chegando ao sub-bosque em relação à área de sol pleno. As mensurações dos níveis de sombreamento foram realizadas em dias ensolarados sem presença de nuvem, realizando leitura de hora em hora das 08:00 até as 12:00, onde por diferença do ambiente de sol pleno, obteve-se o nível médio de sombreamento da área de silvipastoril.

O plantio do *Megayhirsus Maximus* cv. Mombaça foi realizado em novembro de 2011 com taxa de semeadura de 7 kg.ha⁻¹ de sementes, sendo o plantio e a adubação realizados manualmente. Entre 2012 e 2013, o sistema silvipastoril foi utilizado em pastejo com lotação contínua com ovinos, com altura do pasto a 50 cm, e carga animal variável, com oferta de forragem de 10% do peso vivo por animal.dia⁻¹, com ajuste de lotação a cada 14 dias, e manteve massa seca de lâmina foliar mínima de 2.000 kg há⁻¹.

A partir de 2014 a área foi conduzida através de pastejo alternado com período de ocupação de 6 dias e descanso de 28 dias, e oferta de forragem de 10% do peso vivo por animal.dia⁻¹ nas épocas chuvosas e período de descanso de 40 dias no período de seca. Com base nas avaliações agronômicas do projeto-piloto conduzido no ano de 2014, verificou-se que um dos grandes problemas do sistema silvipastoril era o perfilhamento.

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental antes da implantação do experimento, na camada de 0-20 cm de profundidade.

pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H	SB	CTC	CTCe	m	V
CaCl₂	g.dm ³	mg.dm ³	cmol _c .dm ³								%	
4,6	56,9	1,73	0,03	4,96	1,73	0,10	1,2	6,81	8,10	6,90	1,37	84,36

SB = Soma de Bases; MO = Matéria orgânica; CTC_{7,0} capacidade de troca catiônica a pH 7,0; CTCe = Capacidade de troca catiônica efetiva; m = Saturação por alumínio; V = Saturação por base.

A partir de novembro de 2014 iniciou-se experimento proposto para tentar minimizar os problemas de perfilhamento e da baixa produtividade no sistema silvipastoril. O experimento foi realizado no período de novembro de 2014 a julho de 2015. Em novembro de 2014 foi realizado rebaixamento do capim para cerca de 30 cm e coleta de amostras de solo para caracterização dos atributos químicos do solo antes da implantação do experimento. Com base nos resultados da análise de solo (Tabela 1) procedeu-se adubação. Foram aplicados 60 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de fósforo (P₂O₅, distribuído em uma única aplicação), 90 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de potássio (K₂O, distribuído em duas aplicações). Em dezembro foi realizado segundo corte de uniformização adotando as alturas de resíduos pós-corte de 30, 40 e 50 cm conforme os tratamentos a ser adotado, além disso, foi realizado sorteio dos tratamentos. As avaliações ocorreram nas seguintes datas: a primeira geração foi 24 de fevereiro e a última geração em 24 de junho (Figura 1).

O experimento foi realizado em delineamento experimental em blocos casualizados em esquema de medidas repetidas no tempo, sendo os fatores principais as quatro doses de nitrogênio (0, 125; 187,5 e 250 kg.ha⁻¹ por ano de nitrogênio) na forma de ureia, e o fator secundário as três alturas de corte do capim (30, 40 e 50 cm) ao longo do tempo amostral, perfazendo doze tratamentos com quatro repetições cada, totalizando 48 unidades experimentais com 12 m² por unidade.

O manejo da adubação nitrogenada foi realizado em função do tempo gasto para o capim atingir altura de corte, com base na eficiência de colheita, ou seja, a condição do pasto após o corte foi de 45% da biomassa em relação da altura do dossel. Assim o capim manejado a altura de corte de 70 cm apresentava altura pós corte de 30 cm, o manejado a 90 apresentava altura pós corte de 40 cm e o capim manejado a 105 cm apresentava altura pós corte de 50 cm de resíduo.

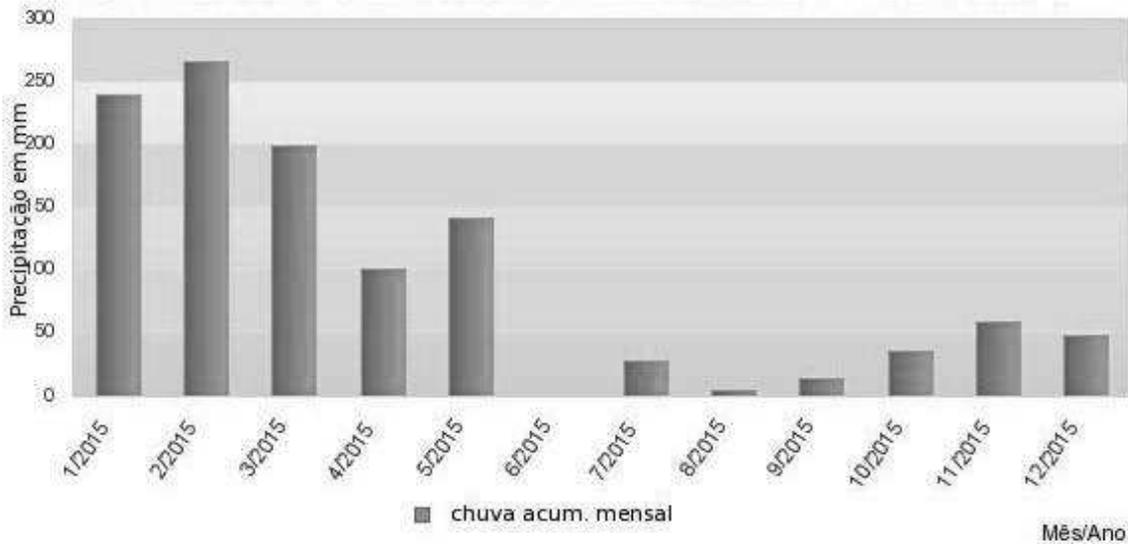


Figura 1. Precipitação pluviométrica no período de janeiro a dezembro de 2015, no município de Araguaína (INMET).

Como o intervalo de corte da forrageira era variável, o período e a quantidade de nitrogênio aplicado também ocorriam variação por ciclo. No entanto, todos os tratamentos receberam a quantidade correspondente de N ao tratamento testado até o final do período experimental.

A altura do capim Mombaça foi monitorada com régua graduada, realizados dez leituras aleatórias por unidade experimental, que foi adotado em cada leitura à altura média do dossel no ponto de mensuração, e a média da altura dos dez pontos corresponde à média da unidade experimental.

Para acompanhar a dinâmica da população de perfilhos adotou-se a análise, em cada unidade experimental, de uma touceira representativa a qual foi mensurada o número total de perfilhos e posteriormente marcados com fita de cor única, sendo que a cada ciclo (geração) a leitura era novamente realizada, sendo os novos perfilhos marcados com fita de cor diferente para que fosse diferenciadas as gerações subsequentes, dessa forma tornou-se possível a determinação das taxas de aparecimento, morte e sobrevivência de perfilhos, além do índice de estabilidade populacional. Durante o período de avaliação foram analisadas quatro gerações de perfilhos.

Para a determinação da dinâmica de perfilhamento foram estimadas as taxas de aparecimento, mortalidade e sobrevivência e índice de estabilidade de perfilhos basilares (TxAp, TxMort, TxSobrr, IndEst) (DUARTE et al., 2018), e utilizadas as fórmulas:

TxAp (taxa de aparecimento de perfilhos) (perf.dia^{-1}) = $\{[(\text{no de perfilhos novos marcados}/\text{total de perfilhos vivos na marcação anterior}) \times 100]/\text{no de dias do ciclo}\}$.

TxMort (taxa de mortalidade de perfilhos) ($\text{perfmorto.dia}^{-1}$) = $\{[(\text{no de perfilhos mortos}/\text{no total de perfilhos vivos na marcação anterior}) \times 100]/\text{no de dias do ciclo}\}$.

TxSobr (taxa de sobrevivência de perfilhos) (perf.dia^{-1}) = $1 - \text{TxMort}$.

IndEst (Índice de estabilidade) (perf/dia) = $\text{TxSobr} \times (100 + \text{TxAp})$

Foi utilizado o método de análise de variância ($P < 0,05$) para diferenciação da funcionalidade dos itens avaliados com 5% de probabilidade, através do programa estatístico SAS OnDemand for Academics versão online.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

GERAÇÃO X ALTURA DE RESÍDUO DO PASTO

A taxa de aparecimento (TxAp) variou ($P < 0,05$) de forma inversa à altura de resíduo (Tabela 2). Na altura de 30 cm observaram-se as maiores TxAp quando comparada as alturas de 40 e 50 cm de resíduo com valores na ordem de 1,55, 1,15 e 1,10, respectivamente. Este comportamento pode estar associado à quantidade de luz fotossintetizante que chega a base do dossel forrageiro, onde nas maiores alturas a redução do perfilhamento está relacionada ao aumento do dossel forrageiro que intercepta maior parte da radiação impedindo que chegue a base da touceira (ARAÚJO et al., 2020). Em contra partida, a menor altura de resíduo (30 cm) determinou a maior taxa de aparecimento de perfilhos. Em ambientes sombreados pastos mantidos mais baixos apresentam maior densidade de perfilhos pequenos como forma de contrabalancear a menor altura do pasto corroborando com o observado no presente trabalho (SBRISSIA & DA SILVA, 2008).

Essa correlação entre intensidade de corte e aparecimento de perfilhos é retratada na literatura. Da Silveira et al. (2010) ao estudarem diferentes alturas de pastejo, 25 e 50 cm, foi na menor altura que observou-se atividade de perfilhamento mais intensa quando comparada a 50 cm. Em alturas menores ocorre maior número de perfilhos menores e uma relação folha:caule melhor, já nas maiores o alongamento das hastes foi superior, além de produzir perfilhos maiores. Dessa forma, verificam-se importantes alterações morfológicas na planta em função da altura de corte.

Tabela 2. Taxa de Aparecimento de perfilhos (TxApa) em sistema silvipastoril em resposta à altura do resíduo.

Altura de resíduo	Taxa de aparecimento de perfilhos (perf.dia ⁻¹)			
	Gerações avaliadas			
	2 ^a	3 ^a	4 ^a	Médias
30 (cm)	2,44	0,43	1,77	1,55A
40 (cm)	1,60	0,37	1,48	1,15B
50 (cm)	1,13	0,36	1,83	1,10B
Médias	1,72a	0,38b	1,69a	

*letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferentes, são significativas ($P > 0,05$); **30 cm**= altura de resíduo de 30 cm; **40 cm**= altura de resíduo de 40 cm; **50 cm**= altura de resíduo de 50 cm; **2^a**, **3^a** e **4^a**= segunda, terceira e quarta geração avaliada.

A quantidade de luz que chega a base da planta é fundamental para o incremento do perfilhamento, pois a radiação vermelha estimula a síntese de fitocromos, pigmentos essenciais na emissão do leme, dessa forma os autores

observaram maior perfilhamento em plantas manejadas em menores alturas e em sistemas de monocultivo quando comparado ao sistema silvipastoril (CABRAL, et al., 2017; RODRIGUES et al., 2019). Portanto, para o presente trabalho o componente arbóreo torna-se mais limitante em pastos manejados mais altos, sendo necessárias menores alturas de manejo que favoreçam a chegada de luz na base da planta, pois a altura do dossel afeta a interceptação de luz na planta (YASUOKA et al., 2017; ARAÚJO et al., 2020).

A taxa de mortalidade de perfilhos (TxMort), variável de suma importância na avaliação da estabilidade do estande forrageiro, manteve estável entre as alturas avaliadas (Tabela 3). Isto vai de encontro com o observado em alguns trabalhos que demonstram que alturas de pastejo menores aumentam a decapitação do meristema apical dos perfilhos, o que intensifica a morte de perfilhos (BRAGA et al., 2004; CECATO et al., 2008) .

Já para as gerações verificou-se variação ($P < 0.05$) na mortalidade da primeira para a quarta na ordem de 334%, indo de 0,49 para 1,64 perfilhos.dia⁻¹. Resultados semelhantes foram relatados por Araújo et al. (2020) segundo os autores em sistemas silvipastoris com 160 palmeiras de babaçu observa-se aumento de 212% na morte de perfilho, ou seja, a redução da precipitação nesse período, na última geração, pode ter contribuído para o aumento da taxa de mortalidade.

Tabela 3. Taxa de mortalidade de perfilhos (TxMort) em sistema silvipastoril em resposta a altura do resíduo.

Altura de resíduo	Taxa de mortalidade (perf/dia)			
	Gerações avaliadas			
	2 ^a	3 ^a	4 ^a	Médias
30 (cm)	0,57	0,33	1,68	0,86A
40 (cm)	0,60	0,76	1,78	1,05A
50 (cm)	0,28	0,73	1,47	0,83A
Médias	0,49b	0,61b	1,64a	

*letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferentes, são significativas ($P > 0,05$); **30 cm**= altura de resíduo de 30 cm; **40 cm**= altura de resíduo de 40 cm; **50 cm**= altura de resíduo de 50 cm; **2^a, 3^a e 4^a**= segunda, terceira e quarta geração avaliada.

Maior atenção deve ser dada ao período final das chuvas (abril a julho), pois se inicia a redução no volume hídrico, onde a partir de abril, mês que ocorre redução da precipitação, observa-se queda na produção de perfilhos vegetativos, em função da maior translocação de nutrientes para perfilhos reprodutivos. Dessa forma, esta dinâmica de transporte de fotoassimilados pode ser fator determinante no aumento da morte de perfilhos nos meses de menor precipitação (CECATO et al., 2008).

Para a taxa de sobrevivência (TxSobr) observou-se interação entre geração e alturas de resíduo (Tabela 4). À medida que as gerações foram passando reduziu-se a TxSobr, sendo a altura de 50 cm a que melhor manteve seus índices, principalmente na segunda geração quando obteve 3,23 perfilho de índice de sobrevivência, enquanto as demais alturas, 30 e 40 cm, obtiveram-se com médias de 2,87 e 2,84, respectivamente, para as demais gerações não se observou diferença entre as alturas avaliadas.

Esta dinâmica de sobrevivência tem estreita relação com a disponibilidade de fatores ambientais. Neste sentido a disponibilidade ao longo do ano de fatores como precipitação, temperatura, luminosidade e disponibilidade de nutrientes, juntamente com o manejo de desfolhação empregado são determinantes nas alterações do dossel, principalmente na renovação de perfilhos no pasto (CAMINHA et al., 2010; MATTHEW et al., 2000).

Tabela 4. Taxa de Sobrevivência de perfilhos (TxSobr), em sistema silvipastoril em resposta altura do resíduo.

Altura de resíduo	Taxa de sobrevivência (perf/dia)			
	Gerações avaliadas			Médias
	2 ^a	3 ^a	4 ^a	
30 (cm)	2,84Ba	2,99Aa	1,38Ab	2,40
40 (cm)	2,87Ba	2,67Aa	1,50Ab	2,34
50 (cm)	3,23Aa	2,69Ab	1,47Ac	2,46
Médias	2,98	2,78	1,45	

*letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferentes, são significativas ($P>0,05$); **30 cm**= altura de resíduo de 30 cm; **40 cm**= altura de resíduo de 40 cm; **50 cm**= altura de resíduo de 50 cm; **2^a, 3^a e 4^a**= segunda, terceira e quarta geração avaliada.

O índice de estabilidade do estande forrageiro foi diferente ($P<0,05$) para as gerações avaliadas com valores na ordem de 303, 279 e 147 para as gerações de número 2, 3 e 4, respectivamente, o que caracteriza a quarta geração com baixos índices de estabilidade, corroborada pelos índices de sobrevivência e mortalidade que seguiram mesmo padrão de desenvolvimento ao longo do tempo amostral, já para as alturas avaliadas a estabilidade do estande manteve-se homogênea (Tabela 5).

Tabela 5. Índice de estabilidade de perfilhos (IndEst), em sistema silvipastoril em resposta altura do resíduo.

Altura de resíduo	Índice de estabilidade			
	Gerações avaliadas			Médias
	2 ^a	3 ^a	4 ^a	
30 (cm)	290	300	140	243A
40 (cm)	291	268	152	237A
50 (cm)	327	270	150	249A

Médias	303a	279b	147c
---------------	------	------	------

*letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferentes, são significativas ($P>0,05$); **30 cm**= altura de resíduo de 30 cm; **40 cm**= altura de resíduo de 40 cm; **50 cm**= altura de resíduo de 50 cm; **2^a, 3^a e 4^a**= segunda, terceira e quarta geração avaliada.

NITROGÊNIO X GERAÇÃO

Nas tabelas 6, 7, 8 e 9 estão apresentados os dados que tange a relação entre as doses de nitrogênio e as gerações de perfilhos estudados. Para a variável taxa de aparecimento (TxAp) a dose de 250 kg de N.ha⁻¹ obteve a melhor taxa na ordem de 1,48, já a dose 0 kgde N.ha⁻¹ foi a que apresentou o menor índice 1,02, o que vai ao encontro dos dados observados por Braga et al. (2004), onde segundo os autores até a dose de 406 kg de N N.ha⁻¹ observa-se incremento da produção de perfilhos, o que deixa claro a necessidade da fertilização química no pasto para manutenção da população de plantas (Tabela 6). Segundo Lopes et al., (2017) a fertilização em ambientes com sombreamento moderado torna-se importante ferramenta no aumento da população de perfilhos.

Em relação às gerações obteve-se padrão sigmoide de resposta com menor aparecimento para terceira geração e maiores para a segunda e quarta na ordem de 0,38, 1,72 e 1,69, respectivamente, este padrão descontínuo de desenvolvimento ao longo do tempo pode ser reflexo de variações ambientais (umidade e luminosidade) e de manejo (período entre as fertilizações), que provavelmente determinam as variações observadas no presente trabalho.

Tabela 6. Taxa de Aparecimento de perfilhos (TxApa) em sistema silvipastoril em resposta altura do resíduo.

Doses do fertilizante (kg de N.ha⁻¹)	Taxa de aparecimento de perfilhos			
	Gerações avaliadas			Médias
	2^a	3^a	4^a	
0	1,17	0,35	1,52	1,02B
125	1,59	0,41	1,84	1,28AB
187,5	1,83	0,56	1,52	1,30AB
250	2,31	0,22	1,90	1,48A
Médias	1,72a	0,38b	1,69a	

*letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferentes, são significativas ($P>0,05$); **0, 125, 187,5, 250**= doses de nitrogênio aplicado em kg.N.ha⁻¹; **2^a, 3^a e 4^a**= segunda, terceira e quarta geração avaliada

Outro ponto que deve ser ressaltado relaciona-se a resposta de aparecimento de perfilho em cada geração quando se compara uma dose com a anterior, diante deste raciocínio a dose de 187,5 kg de N N.ha⁻¹ foi a mais eficiente, no entanto a maior dose apresentou a maior taxa média de aparecimento de perfilhos, 1,48, o que

demonstra a importância do nitrogênio na renovação da comunidade de plantas. Caminha et al. (2010) observaram resultados semelhantes ao estudarem as variações demográficas do capim marandu sob desfolha, onde segundo os autores o nitrogênio é fator importante na determinação da velocidade de recuperação e renovação de perfilhos no dossel forrageiro.

Tabela 7. Taxa de Mortalidade de perfilhos (TxMort) em sistema silvipastoril em resposta altura do resíduo.

Doses do fertilizante (kg.N.ha ⁻¹)	Taxa de mortalidade de perfilhos			
	Gerações avaliadas			
	2 ^a	3 ^a	4 ^a	Médias
0	0,62	0,55	1,41	0,86A
125	0,54	0,69	2,05	1,09A
187,5	0,44	0,49	1,32	0,75A
250	0,34	0,70	1,80	0,94A
Médias	0,49b	0,61b	1,64a	

*letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferentes, são significativas (P>0,05); **0, 125, 187,5, 250**= doses de nitrogênio aplicado em kg.N.ha⁻¹; **2^a, 3^a e 4^a**= segunda, terceira e quarta geração avaliada

A taxa de mortalidade diferenciou (P<0,05) (Tabela 7) apenas para as gerações estudadas com maior mortalidade para a quarta geração quando comparada a segunda e terceira, com valores de 1,64, 0,49 e 0,61, respectivamente, mesmo padrão observado para a taxa de sobrevivência apresentou o menor índice de 1,45 na quarta geração avaliada, este resultado pode estar relacionado ao conjunto de fatores: menor luminosidade chegando a planta devido ao bosque nativo e menor precipitação entre junho e julho, período de avaliação da 4^o geração, fatores estes essenciais para o desenvolvimento do perfilho (CAMINHA et al., 2010).

Em relação às doses era esperada maior morte para as maiores doses de nitrogênio devido à alta renovação de perfilho, no entanto esta variável mante-se inalterada entre as doses de N. Este vai de encontro ao observado por Caminha et al. (2010), os quais observaram maior taxa de mortalidade na dose de 450 kg de N.ha⁻¹, ainda segundo os autores o aumento no aporte de N aumenta a renovação de tecidos e torna o dossel mais versátil e produtivo.

Outros fatores como baixa luminosidade podem ter limitado a utilização do N pela planta. Neste sentido Gastal e Lamiere (2015) relataram que em índices de interceptação foliar altos (baixa luminosidade na base da planta) devido a alta densidade forrageira ou para o presente trabalho o fator floresta limitando a luz que chega à base da planta, a taxa de crescimento líquido é limitada tanto pelo ônus da

respiração dos tecidos na base da planta, ou seja órgãos sombreados em fotossíntese negativa, e pela perda de material senescente. Ou seja, o ecossistema forragem x floresta limitou a utilização de nitrogênio pela planta, inviabilizando a utilização de altas doses.

Dentro deste contexto observa-se que fatores como dose de fertilizante e sombreamento intenso podem interagir influenciando a planta de diferentes formas, sendo possível a redução na produção de perfilhos ao longo do tempo, reflexo da interação da planta com o ambiente. Paciullo et al. (2016) observaram efeito quadrático para a densidade de perfilho com a forrageira massai sob sombreamento intenso. Ainda segundo os autores a interação dose x sombreamento pode influenciar o desenvolvimento da planta e a densidade de perfilhos, pois a baixa luminosidade na base do dossel pode limitar a utilização do nitrogênio pela planta, principalmente relacionado ao aparecimento de novos perfilhos.

Tabela 8. Taxa de Sobrevivência de perfilhos (TxSobr) em sistema silvipastoril em resposta altura do resíduo.

Doses do fertilizante (kg.N.ha ⁻¹)	Taxa de Sobrevivência de perfilhos			
	Gerações avaliadas			
	2 ^a	3 ^a	4 ^a	Médias
0	2,90	2,82	1,59	2,43A
125	2,92	2,72	1,31	2,31A
187,5	3,02	2,85	1,61	2,49A
250	3,08	2,75	1,29	2,37A
Médias	2,98a	2,78a	1,45b	

*letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferentes, são significativas (P<0,05); **0, 125, 187,5, 250**= doses de nitrogênio aplicado em kg.N.ha⁻¹; **2^a, 3^a e 4^a**= segunda, terceira e quarta geração avaliada

Em ambientes sombreados a competição por luz pode ser mais limitante para a densidade de perfilhos que a fertilidade do solo (LOPES et al., 2017). Em condições de sombreamento excessivo, sendo que a maior mortalidade na quarta geração pode estar relacionada ao aborto espontâneo axilar, antes mesmo do surgimento de novos perfilhos, devido a reduções no fornecimento de carbono gerado pela competição por luz. Dessa forma, para o presente trabalho a fertilidade pouco influenciou na manutenção do estande sendo mais limitante a luz

fotossintetizante, pois a presença de árvores pode reduzir drasticamente o crescimento da planta (DOUGLAS et al., 2001).

O índice de estabilidade foi significativo ($P < 0,05$) entre as gerações avaliadas com padrão decrescente de resposta (Tabela 9) na ordem de 303, 279 e 147 para as gerações 2, 3 e 4, respectivamente, no entanto para as doses avaliadas não se observou diferença significativa. Esta resposta pode estar associada a dois fatores; primeiro, relacionado ao maior índice de mortalidade observado na quarta geração de perfilhos, devido principalmente a redução dos fatores ambientais, segundo, em ambientes sombreados o aumento na disponibilidade de nitrogênio favorece o crescimento dos perfilhos já existentes, em detrimento da geração de novos perfilhos (PACIULLO et al., 2016).

Tabela 9. Índice de estabilidade de perfilhos (IndEst) em sistema silvipastoril em resposta altura do resíduo.

Doses do fertilizante (kg de N.ha ⁻¹)	Índice de Estabilidade de perfilhos			
	Gerações avaliadas			Médias
	2 ^a	3 ^a	4 ^a	
0	293	283	161	246A
125	297	273	133	234A
187,5	307	286	164	252A
250	314	275	131	240A
Médias	303a	279b	147c	

*letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferentes, são significativas ($P > 0,05$); **0, 125, 187,5, 250**= doses de nitrogênio aplicado em kg.N.ha⁻¹; **2^a, 3^a e 4^a**= segunda, terceira e quarta geração avaliada

CONCLUSÃO

Tanto as alturas quanto a adubação nitrogenada foram significativas no desenvolvimento da forrageira Mombaça sob sombreamento.

Para as alturas de resíduo observou-se que apenas a taxa de aparecimento foi significativa entre os tratamentos com melhor desempenho para a altura de 30 cm que obteve $1,55 \text{ perf.dia}^{-1}$. Dessa forma o manejo do pasto a 30 cm neste sistema seria o mais adequado, pois possibilita melhores condições de aparecimento de perfilhos.

Em relação as doses de nitrogênio testadas conclui-se a dose de $187,5 \text{ kg de N.ha}^{-1}$ é a mais adequada para o sistema, pois apresenta os melhores rendimentos ao longo das gerações, principalmente quando comparada com as doses anteriores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRINO, E.; JÚNIOR, D.N.; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA, F.C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da brachiaria brizantha cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.
- ARAÚJO, R.A.; RODRIGUES, R.C.; COSTA, C.S.; SANTOS, F.N.S.; LIMA, J.T.; RODRIGUES, M.M. Dynamics and stability of Marandu grass tillers in monocrop systems and babassu palm silvopastoral systems. **Acta Scientiarum**, v.42, p.1-10, 2020.
- BARROS, J.S.; CASTRO, L.C.S.; SILVA, F.L.; ALVES, F.V.; ALMEIDA, R.G.; SANTOS, D.M.; LOURES, D.R.S. Productive and nutritional characteristics of Piaã-grass in integrated systems, **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.19, n.2, p.144-156, 2018.
- BRAGA, G.J.; LUZ, P.H.C.; HERLLING, V.R.; LIMA, C.G. Resposta do capim Mombaça a doses de nitrogênio e a intervalos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.26, n.1, p.123-128, 2004.
- CABRAL, C.E.A.; BARROS, L.V.; ABREU, J.G.; SILVA, F.G.; CABRAL, C.E.A.; CASTRO NETO, A.C.B.; ANDRADE, F.F.; SALES, K.C.; HERRERA, D.M.; DELLAMELINDA, T.M.D. Marandu paisade grass intercropped with densely spaced teak in silvopastoral system. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, n.4, p.2075-2082, 2017.
- CAMINHA, F.O.; SILVA, S.C.; PAIVA, A.J.; PEREIRA, L.E.T.; MESQUITA, P.; GUARDA, V.D.A. Estabilidade da população de perfilhos de capim marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.2, p.213-220, 2010.
- CARVALHO, Z.G.; SALES, E.C.J.; MONÇÃO, F.P.; VIANNA, M.C.M.; SILVA, E.A.; QUEIROZ, D.S. Morphogenic, structural, productive and bromatological characteristics of Braquiária in silvopastoral system under nitrogen doses. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.41, p.1-8, 2019.
- CECATO, U.; SKROBOT, V.D.; FAKIR, G.R.; BRANCO, A.F.; GALBIEIRO, S.; GOMES, J.A.N. Perfilhamento e características estruturais do capim Mombaça adubado com fontes de fósforo, em pastejo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n.1, p.1-7, 2008.
- DA SILVEIRA, M.C.T.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; DA CUNHA, B.A.L.; DIFANTE, G.S.; PENA, K.S.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, F. Effect of cutting interval and cutting height on morphogenesis and forage accumulation of guinea grass (*panicum maximum*). **Tropical Grasslands**, v.44, p.103-108, 2010.
- DEVKOTA, N.R.; KEMP, P.D.; VALENTINE, J.H.I.; JAYAM K.D. Relationship between tree canopy height and the production of pasture species in a silvopastoral system based on alder trees, **Agroforest Syst**, v.76, p.363-374, 2009.

DOUGLAS, G.B.; WALCROFT, A.S.; WILLS, B.J.; HURST, S.E.; FOOTE, A.G.; TRAINOR, K.D.; FUNG, L.E. Resident pasture growth and the micro-environment beneath young, wide spaced poplars in New Zealand. **Proceedings of the new Zealand Grassland Association**, v.63, p.131-138, 2001.

DUARTE, C.F.D.; PAIVA, L.M.; FERNANDES, H.J.; BISERRA, T.T.; FLEITAS, A.C.; SILVA, A.O. Métodos para determinação da dinâmica de perfilhamento de *Panicum paximum* cv. Tanzânia. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v.16, p.01-08, 2018.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3º ed. Brasília, DF: Embrapa. 353p, 2013.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Defoliation, shoot plasticity, Sward structure and herbage utilization in pasture: review of the underlying ecophysiological processes. **Agriculture**, p.1146-1171, 2015.

LOPES, C.M.; PACIULLO, D.S.C.; ARAÚJO, S.A.C.; MORENZ, M.J.F.; GOMIDE, C.A.M.; MAURÍCIO, R.M.; BRAZ, T.G.S. Plant morphology and herbage accumulation of signal grass with or without fertilization, under different light regimes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.47, n.02, p.01-07, 2017.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE HAMILTON, N.R. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. de; CARVALHO, P.C. de F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland cophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI, 2000. p.127-150.

OLIVEIRA, F.R.L.; RAMOS, V.A.M.M.S.; SANTOS, L.D.T.; OLIVEIRA, N.J.F.; GERASEEV, L.C. Comportamento de *Andropogon gayanus* cv. 'planaltina' e 36 *Panicum maximum* cv. 'Tanzânia' sob sombreamento. **Ciência Rural**. v.43, n.2, p.348-354, 2013.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; MAURÍCIO, R.M.; FERNANDES, P.B.; MORENZ, M.J.F. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and forage Science**, v.72, p.590-600, 2016.

RODRIGUES, O.D.R.; DOS SANTOS, A.C.; RODRIGUES, M.O.D.; SILVEIRA JUNIOR, O.; DE OLIVEIRA, L.B.T.; LEITE, R.L.L. Cutting height of Mombasa grass under silvopastoral and monoculture Systems. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.5, p.433-442, 2019

SBRISSIA, A.F., & SILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.35-47, 2008.

Sistema brasileiro de classificação de solos / organizadores, SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F.- dados eletrônicos -, Rio de Janeiro:. Embrapa solos, 2018. 237 p. (Documentos/Embrapa solos, ISBN 978-85-7035-817-2).

YASUOKA, J.I.; PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, V.J.; ALONSO, M.P.; SILVA, L.S.; GOMES, F.J. Canopy height and N effect herbage accumulation and the relative contribution of leaf categories to photosynthesis of grazed brachiariagrass pastures. **Grass Forage Science**, v.73, p.183-192, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É sabido que o mundo enfrenta uma corrida contra a escassez dos recursos naturais; falta de água, comida, extinção de animais e plantas, fatos constantemente pautados pelos líderes mundiais e instituições. É preciso adaptar-se aos novos tempos, criar tecnologias que possam reduzir a poluição e explorar os recursos de forma mais conservadora, e não menos importante, continuar aumentando a produtividade. Na região amazônica não é diferente, pelo contrario, os desafios são maiores, pois nela reside a maior biodiversidade do mundo, com recursos diversos, mas finitos.

O sistema de produção abordado no presente trabalho é claramente uma alternativa produtiva que quebra o ciclo de extrativismo desordenado, que predominou e mantém-se em grandes áreas da região amazônica. O silvipastoril em ambientes nativos é ferramenta ainda pouco conhecida e necessita de maior atenção. Já se sabe que alterações na pastagem, solo e componente arbóreo ocorrem, mas é preciso determinar de forma mais clara quais procedimentos devem ser adotados para a implantação de sistemas como este, e mais, é preciso aprofundar estudos que possibilitem analisar de forma econômica, social e ambiental os impactos que tecnologias como esta causam a sociedade.

Veja, uma floresta tão vasta em espécies e extensão territorial têm potencial gigantesco para exploração de sistemas integrados. Aliar a produção de animais com o extrativismo de pequena escala pode ser alternativa para a melhora nas condições de vida de pequenos produtores. Pois, não está apenas em jogo o aumento da produtividade, mas sim, criar meios para explorar recursos de forma sustentável e ao mesmo tempo tornar sistemas diversificados, onde, produzem-se diversos produtos na mesma área.

Portanto, há de se observar que muito ainda terá de ser feito, mas fica claro que sistemas que não tenham como um de seus objetivos fundamentais a preservação dos recursos naturais certamente tenderá ao insucesso. Para isto a pesquisa tem de sair à frente, produzir tecnologias e difundi-las de forma consciente

e social. Trazer para o meio rural técnicas que alterem o ciclo vicioso da exploração predatória difundida na revolução agrícola do século XX.