

CAUBY DE MEDEIROS NETO

**ESTABILIDADE PRODUTIVA DE MISTURAS DE GRAMÍNEAS DE CLIMA
TROPICAL SUBMETIDAS A PASTEJO ROTATIVO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: André Fischer Sbrissia
Coorientador Rodrigo Amorim Barbosa

**LAGES
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Medeiros Neto, Cauby de
Estabilidade produtiva de misturas de gramíneas de clima tropical submetidas a pastejo rotativo / Cauby de Medeiros Neto. -- 2019.
110 p.

Orientador: André Fischer Sbrissia
Coorientador: Rodrigo Amorim Barbosa
Tese (doutorado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2019.

1. Mistura de gramíneas. 2. Estacionalidade produtiva. 3. Gramíneas tropicais. 4. Ambiente pastoril biodiverso. 5. Pastos multifuncionais. I. Sbrissia, André Fischer. II. Barbosa, Rodrigo Amorim. III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título.

CAUBY DE MEDEIROS NETO

**ESTABILIDADE PRODUTIVA DE MISTURAS DE GRAMÍNEAS DE CLIMA
TROPICAL SUBMETIDAS A PASTEJO ROTATIVO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal, área de concentração: Produção Animal.

Banca examinadora:

Orientador: _____

Professor Dr. André Fischer Sbrissia
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Membro: _____

Professor Dr. Dimas Estráusias de Oliveira
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membro: _____

Professor Dr. Sila Carneiro Da Silva
Universidade de São Paulo – USP

Membro: _____

Dr. Tiago Celso Baldissera
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina –
EPAGRI

Membro: _____

Professora Dra. Kelen Cristina Basso
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Lages, 29 de abril de 2019

Dedico aos meus pais, Carlos Alberto e Valdecira (Nikita). Minha eterna gratidão.

Ofereço àqueles muitos que contribuíram para minha formação pessoal e profissional. Gratidão pela oportunidade.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a tudo o que nos rege.

Aos meus pais, Carlos Alberto e Valdecira, pela entrega absoluta e incondicional na minha formação pessoal e profissional.

À minha irmã e ao meu irmão que por todos esses anos vêm mostrando inúmeras oportunidades de aprendizado.

Ao professor Dr. André Fischer Sbrissia, pela oportunidade concedida, pela orientação inestimável, confiança e pelo exemplo de conduta pessoal e profissional.

Ao pesquisador Dr. Rodrigo Amorim Barbosa pela coorientação e auxílio durante todos esses anos de convivência.

A equipe de campo da Embrapa Gado de Corte e aos parceiros da UNIPASTO e estudantes: Marcelo, Silvano, Guigui, Valter, Claudio, Bruninho, Paraguaio, Tilico, Patrick, Guilherme, Frederico, Tawan e Flavio.

A todos que contribuíram na elaboração, construção e/ou condução de experimentos na UDESC: Tiago, Clovinho, Joilson, Daniel, Pablo, Paulo, Tetê, Andreza, Bicudo, Márcia, Guga, Élvis, Crislauana, Matheus, Artur, Pandolfo, Daniel, Léderson.

A Barbara, por todos os momentos compartilhados, pelo apoio e pelas boas influências transmitidas.

À UDESC, pelo ensino de qualidade e estrutura disponíveis desde a minha graduação até o desenvolvimento dessa Tese.

À CAPES pela concessão de bolsa de estudo.

A todos os pesquisadores da Embrapa Gado de Corte que auxiliaram na discussão de ideias, em especial ao Dr. Zimmer, Dr. Alexandre, Dr. Macedo, Dra. Denise.

A todos os professores e colegas do curso de pós-graduação.

A todos que de alguma forma contribuíram na construção deste trabalho.

Gratidão por tudo ter sido exatamente como foi.

“Se te apetece esforçar, esforça-te; se te apetece repousar, repousa; se te apetece fugir, fuga; se te apetece resistir, resista; mas saiba bem o que te apetece, e não recue ante nenhum pretexto, porque o universo se organizará para te dissuadir.”

Trecho do Livro *Assim Falou Zaratustra*
Friedrich Nietzsche

RESUMO

MEDEIROS NETO, C. **Estabilidade produtiva de misturas de gramíneas de clima tropical submetidas a pastejo rotativo.** 2019. 110 p. Tese (Doutorado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Doutorado em Ciência Animal, Lages, 2019.

Estudos recentes têm revelado que a complementariedade funcional de espécies forrageiras cultivadas em misturas de gramíneas em regiões de clima temperado pode gerar ambientes com maior capacidade produtiva, principalmente em épocas de menor disponibilidade de recursos. A partir dessa premissa é possível pressupor que gramíneas de clima tropical cultivadas em misturas podem exercer efeitos aditivos semelhantes, com resultados positivos sobre a estacionalidade de produção de forragem comumente verificada nessas regiões. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a estabilidade produtiva de misturas entre gramíneas tropicais submetidas a estratégias de manejo, testando as seguintes hipóteses: i) as misturas entre gramíneas atenuam a estacionalidade produtiva comumente verificada em monocultivos; ii) a capacidade produtiva de misturas compostas por gramíneas de clima tropical está diretamente relacionada às diferentes estruturas de dossel forrageiro formadas por essas misturas; iii) o manejo do pastejo influencia na capacidade e estabilidade produtiva de misturas de gramíneas de clima tropical. O experimento foi constituído por duas misturas de gramíneas (Mistura A: *Panicum maximum* BRS Zuri, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk; Mistura B: *Panicum maximum* BRS Quênia, *Brachiaria brizantha* BRS Marandu e *Brachiaria brizantha* BRS Paiaguás) e um monocultivo (*Panicum maximum* BRS Zuri). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições e cinco tratamentos (T1-T5), constituídos da seguinte forma: monocultivo manejado com 80 cm de altura pré-pastejo e rebaixado a 50% dessa altura (T1), mistura A manejada com 70 cm de altura pré-pastejo e rebaixada a 40% (T2) e 60% (T3) dessa altura, mistura B manejada com 60 cm de altura pré-pastejo e rebaixada a 40% (T4) e 60% (T5) dessa altura. O período experimental teve duração de 20 meses, com início em julho de 2017 e término em fevereiro de 2019. A massa de forragem, a composição botânica e a densidade populacional de perfilhos (DPP) foram estimados por meio de seis amostras de 1 m² (1m × 1m) por piquete. O acúmulo de forragem foi estimado pela diferença de massa de forragem entre o pré-pastejo do ciclo atual (n) e o pós-pastejo do ciclo anterior (n-1). As médias das misturas de gramíneas e suas respectivas estratégias de manejo foram agrupadas e contrastadas com as médias do monocultivo (T1x[T2+T3+T4+T5]), com o auxílio da função CONTRAST do procedimento GLM (*General Linear Model*) do pacote estatístico SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.2). Posteriormente as médias apenas das misturas de gramíneas e severidade de desfolhação foram agrupadas em arranjo fatorial e realizada a análise de variância por meio do PROC MIXED do pacote estatístico SAS. As médias foram comparadas através do “LS MEANS”, adotando-se o nível de 10% de significância. A partir da primeira época de águas, a DPP das misturas foi maior relativamente àquela do monocultivo assim como a cobertura vegetal que, após a seca em 2018, foi maior nas misturas. As misturas apresentaram maior IAF pós-pastejo e maior massa e distribuição de raízes durante a seca de 2018 quando comparadas ao monocultivo, fato possivelmente responsável pela maior taxa de acumulo de forragem durante esse período e menor estacionalidade de produção de forragem ao longo do ano. As misturas com diferentes estruturas apresentaram

capacidades produtivas semelhantes, independente se desfolhadas em 40% ou 60% da altura pré-pastejo, apesar de manejos mais severos terem resultado em menor cobertura do solo pelo dossel forrageiro.

Palavras chave: Mistura de gramíneas, estacionalidade produtiva, gramíneas tropicais, ambiente pastoril biodiverso, pastos multifuncionais, pastos biodiversos.

ABSTRACT

MEDEIROS NETO, C. **Productive stability of mixtures of tropical grasses submitted to rotational grazing.** 2019. 110 p. Tese (Doutorado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Doutorado em Ciência Animal, Lages, 2019.

Recent studies have shown that the functional complementarity of cultivated species in grass mixtures in temperate regions generates environments with greater productive capacity, especially during a period of reduction in resource availability. From this premise it is possible to assume that the cultivated tropical climate grasses can appear as beneficial effects, with positive results on the production of wood for the joint construction of the regions. Thus, the objective of this study was to evaluate the stability of the strategies among the species submitted to management strategies, testing the following hypotheses: i) the mixtures between grasses attenuate the productive seasonality commonly observed in monocultures; ii) the productive capacity of mixtures composed of tropical climate grasses is directly related to the different forage canopy structures formed by these mixtures; iii) grazing management influences the productive capacity and stability of tropical grass mixtures. The experiment consisted of two mixtures of grasses (Mixture A: *Panicum maximum* BRS Zuri, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés and *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk; Mixture B: *Panicum maximum* BRS Kenya, *Brachiaria brizantha* BRS Marandu and *Brachiaria brizantha* BRS Paiaguás) and one monoculture (*Panicum maximum* BRS Zuri). The experimental design was completely randomized with three replicates and five treatments (T1-T5), consisting of the following monoculture: monoculture managed with 80 cm of pre-grazing height and lowered to 50% of that height (T1), the mixture A was managed with 70 cm of pre-grazing height and lowered to 40% (T2) and 60% (T3) of that height, mixture B managed with 60 cm of pre-grazing height and lowered to 40% (T4) and 60 % (T5) of that height. The experimental period lasted 20 months, beginning in July 2017 and ending in February 2019. The forage mass, botanical composition and population density of tillers (DPP) were estimated by means of six 1-m² samples (1m × 1m) per picket. Forage accumulation was estimated by the difference in forage mass between pre-grazing of the current cycle (n) and post-grazing of the previous cycle (n-1). The means of grass mixtures and their respective management strategies were grouped and contrasted with the monoculture averages (T1 × [T2 + T3 + T4 + T5]), with the aid of the CONTRAST function of GLM (General Linear Model) procedure statistical package SAS (Statistical Analysis System, version 9.2). Subsequently, the means only of the grass mixtures and defoliation severity were grouped in factorial arrangement and the analysis of variance was performed through the PROC MIXED of the statistical package SAS. The averages were compared through the "LS MEANS", adopting the level of 10% of significance. From the first water season, the DPP of the mixtures was higher than that of the monoculture as well as the vegetal cover that, after the drought in 2018, was higher in the mixtures. The mixtures showed higher post-grazing LAI and higher root mass and distribution during the drought of 2018 when compared to monoculture, a fact probably responsible for the higher forage accumulation rate during this period and lower seasonality of forage production throughout the year. The mixtures with different structures presented similar productive capacities, regardless of whether they were defoliated at 40% or 60% of

pre-grazing height, although more severe management resulted in lower soil cover by the forage canopy.

Key words: Grass mixed, productive seasonality, tropical grasses, biodiverse pastoral environment, multifunctional pastures, biodiverse pastures.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Precipitação pluviométrica e temperatura (mínima, máxima e média) ao longo do período experimental na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Fonte: Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/INPE..... 38
- Figura 2 - Balanço hídrico mensal durante o período experimental na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Adaptado: Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/INPE (CAD 75 mm)..... 38
- Figura 3 - Esquema gráfico do processo de amostragem e subamostragem da massa de forragem em pré-pastejo coletada nas misturas de gramíneas (Mistura A)..... 43
- Figura 4 - Densidade populacional de perfilhos (DPP) em pastos cultivados com misturas de gramíneas e em monocultivo..... 48
- Figura 5 - Porcentagem de cobertura vegetal ao longo das estações do ano em pastos formados por misturas de gramíneas e monocultivo..... 48
- Figura 6 - Taxa de acúmulo (kg de MS/ha.dia) em misturas de gramíneas e em monocultivo de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri ao longo de duas estações de crescimento e um período seco..... 55
- Figura 7 - Distribuição vertical da massa de raízes (t de MS/ha) ao longo das épocas do ano em misturas de pastos de clima tropical e em monocultivo..... 57
- Figura 8 - Precipitação pluviométrica e temperatura (mínima, máxima e média) ao longo do período experimental na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Fonte: Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/INPE..... 67
- Figura 9 - Balanço hídrico mensal durante o período experimental na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Adaptado: Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/INPE, (CAD: 75 mm)..... 67
- Figura 10 - Esquema gráfico do processo de amostragem e subamostragem da massa de forragem em pré-pastejo coletada na mistura de gramíneas..... 72
- Figura 11 - Participação relativa de cada categoria de gramínea (porte alto, intermediário e baixo) dentro de cada estrato vertical do dossel forrageiro das misturas..... 77
- Figura 12 - Participação relativa dos componentes morfológicos (lâmina foliar, colmo/pseudocolmo e material morto) ao longo dos estratos verticais do

dossel forrageiro das misturas.....	79
Figura 13 - Taxa de acúmulo de forragem (kg de MS/ha.dia) em misturas de gramíneas de clima tropical ao longo das épocas de avaliação e anos.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas do solo antes da aplicação dos fertilizantes e da semeadura (agosto de 2016) e dos anos seguintes antes da adubação de manutenção (agosto de 2017 e 2018).....	39
Tabela 2 - Gramíneas utilizadas para compor o monocultivo e as duas misturas.....	40
Tabela 3 - Descrição dos tratamentos experimentais correspondentes às estratégias de manejo do pastejo utilizadas para as misturas de gramíneas e para o monocultivo.....	41
Tabela 4 - Massa de forragem total, massa de folha + colmo/pseudocolmo e porcentagem de componentes morfológicos (folha, colmo+pseudocolmo e material morto) em pré-pastejo.....	46
Tabela 5 - Índice de área foliar (IAF) total e participação relativa de <i>Panicum maximum</i> no IAF total em pré-pastejo do monocultivo e de misturas de gramíneas.....	49
Tabela 6 - Massa total e de folha + colmo/pseudocolmo em pós-pastejo de pastos de misturas de gramíneas e monocultivo de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri.....	50
Tabela 7 - Índice de área foliar (IAF) total e participação relativa de <i>Panicum maximum</i> no IAF total em pós-pastejo de pastos de misturas de gramíneas e monocultivo de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri.....	50
Tabela 8 - Acúmulo de forragem, período médio de descanso e taxa de acúmulo de forragem ao longo das diferentes épocas e anos de pastos de misturas de gramíneas e monocultivo de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri.....	51
Tabela 9 - Massa total de raízes (t de MS/ha) na região das touceiras e entre touceiras em pastos de misturas de gramíneas e monocultivo de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri.....	52
Tabela 10 - Características químicas do solo antes da aplicação dos fertilizantes e semeadura (agosto de 2016) e dos anos seguintes antes da adubação de manutenção (agosto de 2017 e 2018).....	65
Tabela 11 - Gramíneas que integraram os pastos formados pelas misturas e o monocultivo.....	68
Tabela 12 - Características estruturais das gramíneas cultivadas nas Misturas A e B	69

Tabela 13 - Descrição das estratégias de manejo do pastejo para as misturas de gramíneas e para o monocultivo.....	70
Tabela 14 - Alturas (cm) pré e pós-pastejo para misturas de gramíneas submetidas a diferentes severidades de desfolhação.....	75
Tabela 15 - Massa de forragem total (kg de MS/ha), e porcentagem de componentes morfológicos (folha, colmo+pseudocolmo e material morto, %) em pré-pastejo de misturas de gramíneas de clima tropical.....	76
Tabela 16 - Densidade populacional de perfilhos (DPP) total e de gramíneas de porte alto, médio e baixo nas misturas.....	77
Tabela 17 - Índice de área foliar (IAF) total e das gramíneas de portes alto, médio e baixo nas misturas avaliadas em pré-pastejo.....	78
Tabela 18 - Cobertura vegetal do solo ao longo das estações de avaliação em pastos formados por misturas de gramíneas de clima tropical e submetidos a severidades de desfolhação ao longo das épocas do ano.....	80
Tabela 19 - Massa de forragem total (kg de MS/ha), e porcentagem de componentes morfológicos (folha, colmo+pseudocolmo e material morto, %) em pós-pastejo de misturas de gramíneas de clima tropical.....	80
Tabela 20 - Índice de área foliar (IAF) total e das gramíneas de portes alto, médio e baixo nas misturas avaliadas em pós-pastejo.....	81
Tabela 21 - Acúmulo total de forragem (kg de MS/ha), período médio de descanso (dias) e taxa de acúmulo de forragem ao longo das épocas de avaliação e anos.....	82
Tabela 22 – Massa de raízes (ton MS/ha) na região de touceiras e entre touceiras ao longo das épocas dos anos em misturas de gramíneas.....	82
Tabela 23 – Massa de raízes (ton MS/ha) na região de touceiras e entre touceiras em duas misturas de gramíneas.....	82

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1 IMPORTÂNCIA DE ECOSSISTEMAS BIODIVERSOS.....	23
2.2 CARACTERÍSTICAS DAS GRAMÍNEAS DESTINADAS AO CULTIVO DE MISTURA.....	25
2.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
3 HIPÓTESES	31
4 OBJETIVOS	33
5 PRODUÇÃO DE FORRAGEM E MASSA DE RAÍZES EM PASTOS MULTIESPECÍFICOS DE GRAMÍNEAS DE CLIMA TROPICAL COMPARADOS COM PASTO MONOESPECÍFICO	35
5.1 RESUMO	35
5.2 INTRODUÇÃO.....	36
5.3 MATERIAL E MÉTODOS	37
5.3.1 Delineamento experimental.....	39
5.3.2 Monitoramento das condições experimenta.....	41
5.3.3 Massa e componentes botânicos da forragem.....	42
5.3.4 Acúmulo e taxa de acúmulo de forragem.....	44
5.3.5 Cobertura vegetal do pasto.....	44
5.3.6 Índice de Área Foliar.....	44
5.3.7 Massa de raízes.....	45
5.3.8 Análise estatística.....	45
5.4. RESULTADOS.....	46
5.5. DISCUSSÃO.....	52
5.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
5.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
6. CAPACIDADE PRODUTIVA DE MISTURAS DE GRAMÍNEAS SUBMETIDAS A ESTRATÉGIAS DE MANEJO.....	63

6.1 RESUMO.....	53
6.2 INTRODUÇÃO.....	64
6.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	65
6.3.1 Delineamento experimental	67
6.3.2 Monitoramento das condições experimentais.....	70
6.3.3 Massa e componentes botânicos da forragem.....	71
6.3.4 Acúmulo e taxa de acúmulo de forragem.....	73
6.3.5 Área de cobertura vegetal	73
5.3.6 Estratificação do dossel forrageiro.....	73
6.3.7 Índice de Área Foliar.....	74
6.3.8 Massa de raízes.....	74
6.3.9 Análise estatística.....	74
6.4 RESULTADOS.....	75
6.5 DISCUSSÃO.....	83
6.6 CONCLUSÃO.....	87
6.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
7. ANEXO.....	91

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, estudos com plantas forrageiras têm procurado entender os processos dinâmicos envolvidos no desenvolvimento e na utilização do recurso forrageiro em ambientes pastoris. No Brasil, desde a década de 1970 e sob influência de escolas norte-americanas, europeias e neozelandesas, priorizou-se o entendimento das inter-relações com plantas em monocultivo, ou seja, os efeitos, basicamente, da competição intraespecífica. Os conhecimentos gerados por essas pesquisas, assim como sua adoção por boa parte do setor produtivo, trouxeram inegáveis ganhos à pecuária nacional, aumentando significativamente os patamares produtivos e culminando na adoção de sistemas baseados em monocultivos de gramíneas.

Atualmente, os monocultivos praticados no Brasil são representados principalmente por espécies dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* as quais encontram-se estabelecidas em aproximadamente 85% das pastagens cultivadas (Andrade, 1994; Macedo e Zimmer, 2007; Macedo, 2009). Apesar da relevância desses monocultivos, e os impactos das novas tecnologias geradas para o aprimoramento desses sistemas, a direção que os estudos tomaram ao longo dos anos gerou um arsenal de oportunidades para um sistema que até então foi pouco explorado em regiões de clima tropical: o cultivo de pastos formados por mistura de gramíneas.

A utilização de ecossistemas biodiversos, apesar de contradizer alguns paradigmas historicamente preconizados para ambientes pastoris, carrega, associado à ideia, alguns questionamentos desafiadores que ainda precisam ser investigados. Um deles, e o mais intrigante: *Se pesquisas conduzidas em países de clima temperado têm mostrado que o princípio funciona com espécies C₃, por que não funcionaria com espécies C₄?* Com esse ponto de partida e, a partir de agora, com influência mais notadamente de escolas europeias, é possível estabelecer alguns benefícios que os cultivos biodiversos podem oferecer a esses ecossistemas e seus efeitos sobre o *status quo* de sistemas de produção sob pastejo, alguns deles descritos ao longo deste estudo.

Apesar de a literatura científica gerar precedentes para a investigação das potencialidades de pastos biodiversos, a integração desses sistemas em regiões tropicais ainda necessita de informações relevantes quanto a seu funcionamento e possibilidade de implementação e uso. Critérios de escolha das espécies que irão

integrar as misturas assim como o manejo de implantação e utilização dos materiais forrageiros são apenas alguns pontos que precisam ser investigados. Em função disso, o presente trabalho parte de algumas premissas e estabelece alguns critérios para testar uma das potencialidades que a mistura de gramíneas pode oferecer ao sistema pastoril tipicamente tropical, na tentativa de atenuar a estacionalidade de produção de forragem e estabelecer melhores estratégias de manejo do pastejo em cultivos de mistura de gramíneas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A IMPORTÂNCIA DE ECOSSISTEMAS BIODIVERSOS

A mistura de plantas forrageiras é uma técnica que permite associar o cultivo concomitante de diferentes espécies em um mesmo ambiente pastoril. Essa prática vem despertando interesse principalmente pelo caráter multifuncional que os ecossistemas pastoris adquirem e do potencial efeito aditivo das espécies consorciadas sobre aspectos ecológicos e produtivos. Essa multifuncionalidade pode ser potencializada com o aumento da diversidade de espécies, uma vez que a diversidade genética contida nas plantas forrageiras resulta em uma infinidade de características morfogênicas, estruturais e fisiológicas capazes de construírem incontáveis ambientes onde a alta variabilidade existente dentro de uma comunidade de plantas estaria relacionada às diferentes funções desempenhadas no sistema (Weigelt et al., 2009).

As vantagens de um ecossistema biodiverso em exercer variadas funções associadas à oportunidade de uso dessa biodiversidade como ferramenta para produção e manutenção dos ecossistemas vêm revolucionando o conceito de ecossistemas produtivos. Aumentos significativos na produção de forragem (Tilman et al., 1996; Hector et al., 1999; Van Ruijven e Berendse, 2003; Cardinale et al., 2007; Kuchenmeister et al., 2012), na estabilidade produtiva de pastagens (Creissen et al., 2013; Gross et al., 2014; Hector et al. 2010) e na melhoria das condições ambientais (Cardinale, 2011; Pérez et al., 2013; Lange et al., 2015) em decorrência de incrementos na biodiversidade são alguns dos resultados que vêm gerando interesse por parte de pesquisadores e pecuaristas na adoção de sistemas pastoris biodiversos.

Uma das hipóteses que relacionam a diversidade de espécies e a produtividade do ecossistema, por exemplo, pode ser explicada por características morfofisiológicas envolvidas numa melhor distribuição tridimensional e ocupação dos espaços pelo dossel forrageiro (Naeem et al., 1994; Spehn et al., 2000). Segundo Naeem et al. (1994), se todas as funções de um ecossistema são dependentes da entrada de energia no sistema e esse rearranjo arquitetônico nas comunidades com alta biodiversidade promove maior eficiência na interceptação de luz, seria razoável pressupor que essas comunidades conseguem utilizar melhor os recursos disponíveis e, consequentemente, aumentar a produtividade do sistema.

Além disso, a biodiversidade também tem sido associada positivamente com maior estabilidade de produção (Cottingham et al., 2001; Griffin et al., 2009; Hector et al. 2010) e tem sido apontada como uma importante ferramenta para amenizar os prejuízos causados pelas mudanças climáticas (Maestre et al., 2012). Uma das explicações para a maior estabilidade dos ecossistemas é que a biodiversidade aumenta as flutuações temporais de população e produção primária de espécies individuais, mas reduz essas variações em nível de comunidade (Tilman et al., 2006; Hector et al., 2010).

Apesar da grande maioria dos trabalhos com pastagens biodiversas ter sido conduzida em regiões de clima subtropical ou temperado e com a presença de espécies C₃, a constatação de aumentos na estabilidade produtiva em pastagens com maior diversidade de espécies permite levantar inúmeras hipóteses de como esses ecossistemas podem ser vantajosos também em regiões tipicamente tropicais. Nessas regiões, apesar da possibilidade de perenização dos monocultivos ao longo do ano satisfazer a demanda de produção primária no período das águas, a diminuição da produção no período da seca reduz a produtividade global do sistema. Nesse sentido, a construção de ambientes pastoris biodiversos pode representar interessante alternativa, uma vez que é possível combinar espécies perenes com diferentes picos de produção, épocas de florescimento, qualidade nutricional, estratégia de ocupação de espaço, porte e arquitetura do dossel forrageiro e capacidade de utilização de recursos, permitindo que flutuações intrínsecas a cada gramínea tornem mais estável o sistema produtivo como um todo.

Entretanto, é importante salientar que, para que misturas de gramíneas possam expressar seu potencial produtivo, o tipo e a participação de cada espécie que compõe a mistura devem ser considerados e não apenas a quantidade de espécies utilizadas (Sanderson et al., 2007). Nesse sentido, Tracy e Sanderson (2004) propuseram que a mistura de até três espécies bem adaptadas às condições ambientais do local de cultivo resultaria em maior produção de forragem e estabilidade produtiva do que o simples plantio associado de uma grande quantidade de espécies. Da mesma forma, Roscher et al. (2007) mostraram que o efeito de complementariedade é saturado com número reduzido de espécies (três no caso daquele estudo) quando são utilizadas espécies potencialmente dominantes.

Sendo assim, para a escolha das espécies que podem compor uma mistura em regiões de clima tropical e do manejo mais adequado a esse ecossistema pastoril,

surgem muitas indagações que precisam ser esclarecidas, como: *Quais características intrínsecas às plantas devem ser levadas em consideração na escolha do material que irá compor uma mistura de gramíneas? Qual o número recomendado de espécies? A proporção de cada espécie interfere na eficiência produtiva? Como o manejo do pastejo pode influenciar na produção das espécies envolvidas? Quais estratégias podem ser estabelecidas para favorecer a estabilidade produtiva do sistema?*

2.2 CARACTERÍSTICAS DAS GRAMÍNEAS DESTINADAS AO CULTIVO DE MISTURAS

A forma com que os recursos disponíveis são captados e utilizados pelas diferentes espécies forrageiras (absorção de nutrientes e interceptação luminosa) assim como a interação entre espécies desempenha papel fundamental no funcionamento do ecossistema pastoril. Essas características dentro de uma comunidade biodiversa estão positivamente relacionadas às funções que cada espécie desempenha dentro do sistema e podem ser utilizadas para analisar e classificar o tipo ou grupo funcional que uma determinada espécie representa (Garnier et al., 2001; Cruz et al., 2002; Duru et al., 2004).

Nesse sentido, alguns autores têm elencado características envolvendo variáveis morfofisiológicas que possam identificar os grupos de plantas que desempenham funções similares no ecossistema (Garnier et al., 2001; Duru et al., 2004; Pontes, 2006; Quadros et al., 2006). Dentre esses grupos funcionais, Cruz et al. (2002) sugeriram uma classificação específica para sistemas pastoris baseada na habilidade das plantas em adquirir recursos (utilizando ou conservando) e na capacidade de adaptar-se a diferentes níveis de desfolhação.

Seguindo o critério de grupos funcionais e com base na classificação proposta por Cruz et al. (2002), pode-se sugerir algumas possibilidades de formação de misturas multifuncionais. Por exemplo, a combinação de espécies pertencentes a diferentes grupos funcionais, como plantas do tipo A ou B (com estratégias tipicamente de captação de recursos) com plantas do tipo C ou D (com estratégias tipicamente de conservação de recursos), poderia ser uma alternativa para reduzir a estacionalidade de produção comumente verificada em monocultivos de regiões tropicais, uma vez essa combinação possuiria plantas com picos produtivos de

diferentes magnitudes e intervalos temporais, bem como diferentes níveis de tolerância a condições adversas. Além disso, a determinação de diferentes grupos de gramíneas pode ser baseada ainda nas variáveis morfogênicas e estruturais, como elaborada por Silveira et al. (2010) para gramíneas tropicais. A oportunidade de mistura de gramíneas com diferentes estruturas/arquiteturas pode ser uma alternativa para formação de cultivos biodiversos devido à ocupação de diferentes nichos ou estratos do dossel forrageiro por essas plantas, melhorando a eficiência de utilização dos recursos disponíveis por meio da maior interceptação de luz (Naeem et al., 1994).

Por outro lado, os benefícios da utilização de gramíneas com diferentes características estruturais com o objetivo de promover a ocupação de diferentes estratos do dossel forrageiro estão intimamente relacionados à adaptação ao ambiente de cultivo, disponibilidade de nutrientes no solo e manejo do pastejo (Siebenkas et al., 2015; Petersen e Isselstein, 2015). Segundo Petersen e Isselstein (2015), o manejo de misturas (representado por níveis de adubação e frequências de desfolhação) pode ser o maior determinante do sucesso produtivo dos ecossistemas pastoris, uma vez que influencia na composição botânica das espécies envolvidas e, consequentemente, na produção do ecossistema.

Dessa forma, assumindo a possibilidade de coexistência de espécies de gramíneas de clima tropical com diferentes estratégias de crescimento e ocupação espacial, o presente estudo levanta a hipótese de que a complementariedade das espécies consorciadas, assim como suas diferenças funcionais e temporais de desenvolvimento, podem resultar em maior produção de forragem e atenuar a estacionalidade produtiva frequentemente observada nos monocultivos implantados nessas regiões. Além disso, assim como nos monocultivos, estratégias de manejo do pastejo possivelmente modulam a produção de forragem ao longo do ano e poderiam ser utilizadas como ferramenta para maximizar o efeito da mistura sobre a produção de forragem e estabilidade produtiva da pastagem. Apesar dos impactos que essas questões podem trazer ao sistema produtivo, tais hipóteses ainda precisam ser validadas e correspondem ao alvo de pesquisa do presente trabalho.

2.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, R. P. Tecnologia de produção de sementes de espécies do gênero Brachiaria. In: Simpósio sobre manejo de pastagem, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 49-71
- CARDINALE, B. J.; WRIGHT, J. P.; CADOTTE, M. W. et al. Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 46, p. 18123-18128, 2007.
- CARDINALE, B. J. Biodiversity improves water quality through niche partitioning. **Nature**, v. 472, n. 7341, p. 86-89, 2011.
- COTTINGHAM, K. L.; BROWN B. L.; LENNON, J. T. Biodiversity may regulate the temporal variability of ecological systems. **Ecology Letters**, v. 4, p. 72–85, 2001.
- CREISSEN, H. E.; JORGENSEN, T. H.; BROWN, J. K. M. Stabilization of yield in plant genotype mixtures through compensation rather than complementation. **Annals of botany**, v. 112, n. 7, p. 1439-1447, 2013.
- CRUZ, P., et al. Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d'usage. **Fourrages**. v.172: p. 335-354, 2002.
- DURU, M.; CRUZ, P.; MAGDA, D. Using plant traits to compare sward structure and composition of grass species across environmental gradients. **Applied Vegetation Science**, v. 7, 2004, p. 11-18.
- GARNIER, E. et al. Consistency of species ranking based on functional leaf traits. **New Phytologist**. v. 152, 2001. p. 69-83.
- GRIFFIN, J. N. et al. Biodiversity and the stability of ecosystem functioning. In: NAEEM, S.; BUNKER, D.; LOREAU, M. et al. **Eds.** Biodiversity and human impacts. Oxford University Press, Oxford, UK, Pages 78–93, 2009.
- GROSS, K. et al. Species Richness and the Temporal Stability of Biomass Production: A New Analysis of Recent Biodiversity Experiments. **The American Naturalist**, v. 183, n. 1, p. 1-12, 2014.
- HECTOR, A. et al. Plant diversity and productivity experiments in European grasslands. **Science**, v. 286, n. 5442, p. 1123-1127, 1999.
- HECTOR, A. et al. General stabilizing effects of plant diversity on grassland productivity through population asynchrony and overyielding. **Ecology**, v. 91, n. 8, p. 2213-2220, 2010.
- KÜCHENMEISTER, F. et al. Yield and yield stability in mixtures of productive grassland species: Does species number or functional group composition matter?. **Grassland science**, v. 58, n. 2, p. 94-100, 2012.
- LANGE, M. et al. Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon

storage. **Nature communications**, v. 6, 2015.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. Sistemas integrados de lavoura-pecuária na região dos Cerrados do Brasil. In: Simpósio Internacional em Integração Lavoura-pecuária, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR; UFRGS; Ohio Statete University, 2007.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, p. 133-146, 2009.

MAESTRE, F. T. et al. Plant species richness and ecosystem multifunctionality in global drylands. **Science**, v. 335, n. 6065, p. 214-218, 2012.

NAEEM, S. et al. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. **Nature**, v. 368, p. 21, 1994.

PÉRÈS, G. et al. Mechanisms linking plant community properties to soil aggregate stability in an experimental grassland plant diversity gradient. **Plant and soil**, v. 373, n. 1-2, p. 285-299, 2013.

PETERSEN U.; ISSELSTEIN, J. Nitrogen addition and harvest frequency rather than initial plant species composition determine vertical structure and light interception in grasslands. **Aob Plants**. 2015. doi:10.1093/aobpla/plv089

PONTES, L.S. **Diversité fonctionnelle des graminées prairiales: conséquences pour la productivité et pour la valeur nutritive**. Clermont-Ferrand, PhD Thesis. Université Blaise Pascal, 2006.

QUADROS, F. L. F. et al. (2006). Uso de tipos funcionais de gramíneas como alternativa de diagnóstico da dinâmica e do manejo de campos naturais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa. **Proceedings...** p.1-4. CD-ROM.

ROSCHER, C. et al. Detecting the role of individual species for overyielding in experimental grassland communities composed of potentially dominant species. **Oecologia**. v.154(3):535-49. 2007.

SANDERSON, M. A. et al. Plant species diversity, ecosystem function, and pasture management-A perspective. **Canadian journal of plant science**, v. 87, n. 3, p. 479-487, 2007.

SIEBENKAS, A.; SCHUMACHER, J.; ROSCHER, C. Phenotypic plasticity to light and nutrient availability alters functional trait ranking across eight perennial grassland species. **Aob Plants** 7, 2015, plv029; doi:10.1093/aobpla/plv029

SILVEIRA, M.C.T et al. Morphogenetic and structural comparative characterization of tropical forage grass cultivar under free growth. **Sci. Agric.**, v. 67, n. 2, 2010. p. 136-142.

SPEHN, E. M. et al. Above-ground resource use increases with plant species richness in experimental grassland ecosystems. **Functional Ecology**, v. 14, n. 3, p. 326-337, 2000.

- TILMAN, D.; WEDIN, D.; KNOPS, J. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. **Nature**, v. 379, n. 6567, p. 718-720, 1996.
- TILMAN, D.; REICH, P. B.; KNOPS, J. M. H. Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment. **Nature**, v. 441, n. 7093, p. 629-632, 2006.
- TRACY, B. F.; SANDERSON, M. A. Productivity and stability relationships in mowed pasture communities of varying species composition. **Crop Science**, v. 44, n. 6, p. 2180-2186, 2004.
- VAN RUIJVEN, J.; BERENDSE, F. Positive effects of plant species diversity on productivity in the absence of legumes. **Ecology Letters**, v. 6, n. 3, p. 170-175, 2003.
- WEIGELT, A. et al. Biodiversity for multifunctional grasslands: equal productivity in high-diversity low-input and low-diversity high-input systems. **Biogeosciences**, v. 6, n. 8, 2009.

3. HIPÓTESES

- a) O cultivo de mistura de gramíneas de clima tropical de diferentes arquiteturas e estruturas do dossel forrageiro diminui a estacionalidade de produção de forragem quando comparado a um monocultivo altamente produtivo.
- b) A capacidade e a estabilidade produtiva de misturas compostas por gramíneas de clima tropical estão diretamente relacionadas às diferentes estruturas de dossel forrageiro formadas pelas espécies associadas.
- c) O manejo do pastejo influencia a capacidade e a estabilidade produtiva de misturas de gramíneas de clima tropical.

4. OBJETIVOS

- a) Avaliar a capacidade produtiva e a estacionalidade de produção de pastos formados por misturas de gramíneas de clima tropical e um monocultivo altamente produtivo.
- b) Determinar qual mistura de gramíneas de clima tropical proporciona maior desempenho e estabilidade produtiva ao longo das épocas do ano.
- c) Determinar estratégias de manejo do pastejo para misturas de gramíneas de clima tropical que permitam atenuar a estacionalidade produtiva.

5. Estabilidade produtiva de misturas de gramíneas de clima tropical e um monocultivo altamente produtivo

5.1 RESUMO

Ecossistemas pastoris cultivados com gramíneas de clima temperado e de estruturas/arquiteturas contrastantes têm se mostrado mais eficientes na captação dos recursos disponíveis além de exercerem efeitos aditivos nesses ambientes, principalmente em momentos mais críticos de disponibilidade de recursos. Admitindo essa perspectiva e com a possibilidade de cultivar gramíneas tropicais em um mesmo ambiente pastoril, o presente trabalho levanta a hipótese de que o cultivo de misturas compostas por gramíneas de clima tropical de diferentes estruturas/arquiteturas aumenta a capacidade produtiva e atenua os efeitos da estacionalidade de produção de forragem relativamente a um monocultivo altamente produtivo. Dessa forma, o objetivo foi comparar a capacidade produtiva e a estacionalidade de produção de pastos formados por misturas de gramíneas de clima tropical com um monocultivo. Foram utilizadas duas misturas de gramíneas e um monocultivo: Mistura A - *Panicum maximum* BRS Zuri, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk; Mistura B - *Panicum maximum* cv. BRS Quênia, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás e o Monocultivo de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições. Foram utilizados cinco tratamentos (T1-T5): Monocultivo, manejado com 80 cm de altura pré-pastejo e rebaixado a 50% dessa altura (T1), Mistura A manejada com 70 cm de altura pré-pastejo e rebaixada a 40% (T2) e 60% (T3) dessa altura, Mistura B manejada com 60 cm de altura pré-pastejo e rebaixada a 40% (T4) e 60% (T5) dessa altura. A massa de forragem, a composição botânica e a densidade populacional de perfilhos (DPP) foram estimadas por meio de seis amostras coletadas em quadros de 1 m² (1m × 1m) por piquete. O acúmulo de forragem foi estimado pela diferença de massa de forragem entre o pré-pastejo do ciclo atual (n) e o pós-pastejo do ciclo anterior (n-1). As médias das misturas e suas respectivas estratégias de manejo foram agrupadas e contrastadas com as médias do monocultivo ($T1 \times [T2 + T3 + T4 + T5]$) com o auxílio da função CONTRAST do procedimento GLM (*General Linear Model*) do pacote estatístico SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.2). A partir da primeira época de águas, a DPP das misturas de gramíneas foi maior relativamente àquela do monocultivo assim como a cobertura vegetal que, após a época seca de 2018, foi maior no cultivo das misturas. A mistura de gramíneas apresentou IAF pós-pastejo maior que o do monocultivo durante a época seca de 2018, o que possivelmente promoveu a maior taxa de acumulo de forragem nessa época relativamente ao monocultivo. Além disso, a mistura de gramíneas apresentou maior massa e melhor distribuição de raízes durante a época seca de 2018. A mistura de gramíneas demonstrou potencial em garantir maior cobertura de solo e diminuir a estacionalidade de produção de forragem em comparação ao monocultivo.

Palavras chave: Mistura de gramíneas, estacionalidade de produção de forragem, gramíneas tropicais, ambiente pastoril biodiverso, ambiente pastoril multifuncional

5.2 INTRODUÇÃO

O cultivo de gramíneas em regiões de clima tropical, mais especificamente na região do Brasil Central, é composto predominantemente por monocultivos de gramíneas pertencentes aos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, o primeiro com maior destaque e predominância em função de sua alta adaptação às condições edafoclimáticas e o segundo como alternativa promissora para intensificação da produção animal. De acordo com Resende et al (2008), dentre os lançamentos de cultivares de gramíneas forrageiras nos últimos anos, aquelas pertencentes ao gênero *Panicum* têm possibilitado potencializar a produção animal, principalmente por possuírem elevada produção de forragem e valor nutritivo superior aos materiais forrageiros comumente utilizados.

No entanto, apesar de o cultivo desses materiais satisfazer a demanda de produção durante o período favorável ao crescimento dessas plantas, os monocultivos são anualmente desafiados pelas estacionalidades hídricas, conhecidas como época seca (Euclides et al., 2008a; Euclides et al., 2008b). Algumas estratégias vêm sendo direcionadas para a intensificação da produção nessa época do ano como, por exemplo, a adequação de estratégias de manejo do pastejo na época das águas e posterior dferimento das áreas na época seca (associado a estratégias de suplementação alimentar), mas que ainda são tecnologias pouco difundidas em nível de campo (Euclides et al., 2010). Dessa forma, um dos desafios atuais da produção animal em ambientes pastoris tropicais tem sido, além de manter altas produções durante a época chuvosa, atenuar os efeitos da estacionalidade de produção de forragem decorrentes das épocas secas.

Buscando alternativas para aumentar o potencial produtivo dos pastos e reduzir os efeitos negativos da estacionalidade de produção, estudos com gramíneas cultivadas em regiões de clima temperado têm revelado que pastos multiespecíficos vêm se consolidando como uma alternativa promissora relativamente aos monocultivos tradicionalmente praticados em várias regiões do mundo. Entre as potencialidades desses sistemas é possível destacar a melhoria do ecossistema pastoril por meio de aumentos significativos na produção e estabilidade produtiva dos pastos (Creissen et al., 2013; Gross et al., 2014; Sanderson, 2006; Hector et al. 2010). Segundo Naeem et al. (1994), as relações envolvidas na melhoria dos aspectos agronômicos com o aumento da diversidade estão relacionadas principalmente à

complementariedade espaço-temporal que as espécies envolvidas exercem sobre o ecossistema. O aumento na diversidade de plantas em um ecossistema permite, por exemplo, melhor distribuição tridimensional e ocupação dos espaços do dossel forrageiro, aumentando a eficiência de interceptação de luz e a exploração e absorção de nutrientes (Naeem et al., 1994; Spehn et al., 2000).

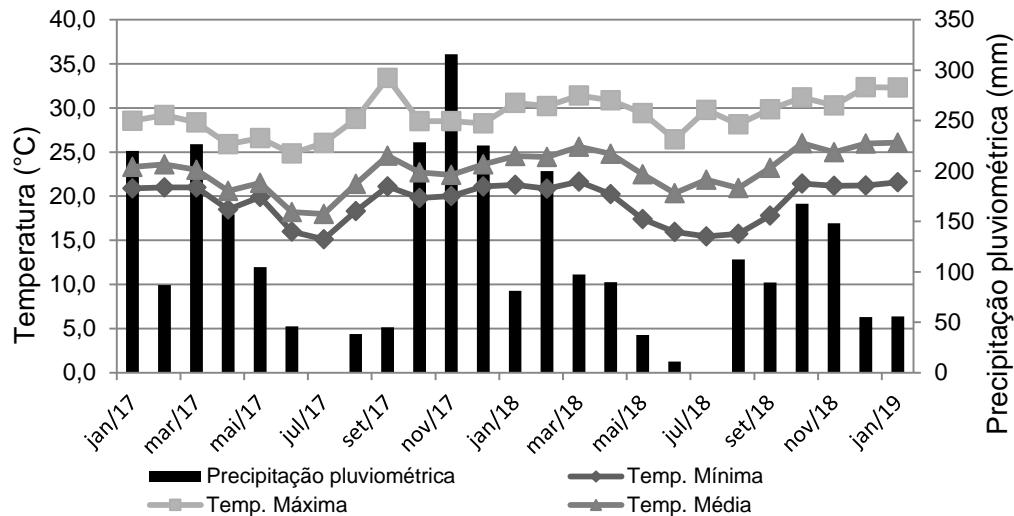
No entanto, Sanderson (2009) ressalta que a construção de ambientes pastoris biodiversos não deve ser realizada de forma empírica, mas guiada pelos objetivos pretendidos com o cultivo. Fatores que vão desde a adaptação das plantas à região de cultivo, tolerância a doenças, capacidade de utilização dos recursos disponíveis e seus índices de produtividade além de atributos associados às estratégias de ocupação espacial e estrutural das gramíneas precisam ser levados em consideração para que o efeito das misturas sobre a produção e estabilidade produtiva da pastagem seja maximizado.

Dessa forma, com base na hipótese de que cultivos de mistura de gramíneas tropicais de diferentes estruturas/arquiteturas aumentam a eficiência produtiva dos pastos, principalmente na época seca do ano, o objetivo deste trabalho foi comparar atributos agronômicos e a estabilidade produtiva de misturas de gramíneas tropicais com um monocultivo altamente produtivo.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

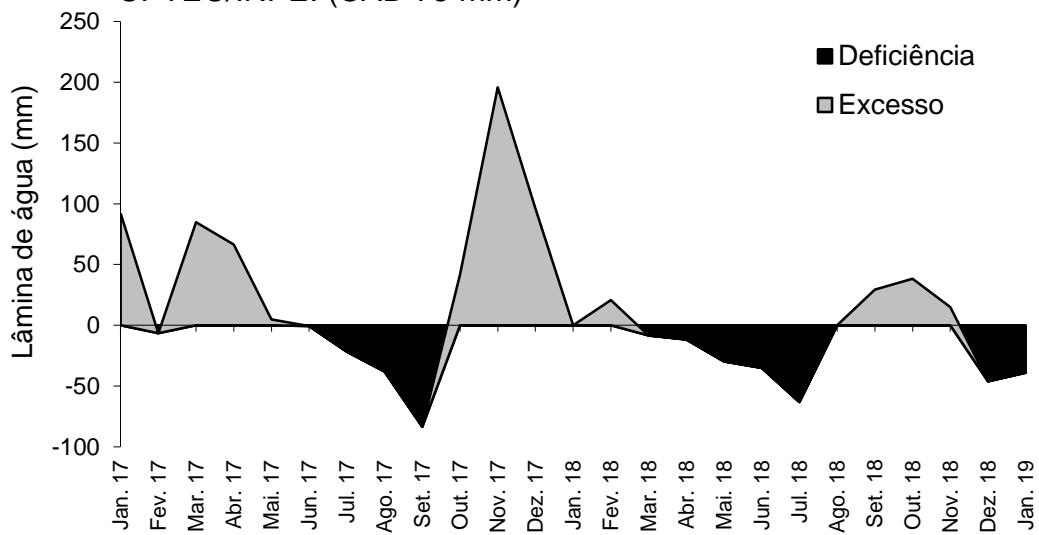
O experimento foi realizado na EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), na cidade de Campo Grande, MS (Latitude: 20°27', Longitude: 54°37' e Altitude: 530m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso de savana, subtipo Aw, caracterizado pela distribuição anual irregular das chuvas, com ocorrência bem definida do período seco durante os meses mais frios do ano e um período chuvoso durante os meses de primavera e verão (Alvares et al. 2013). Os dados referentes à precipitação pluviométrica, temperatura mínima, média e máxima durante o período experimental foram registrados pelo Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/INPE e, com essas informações, foi estimado o balanço hídrico mensal (Figura 1; Figura 2).

Figura 1 - Precipitação pluviométrica e temperatura (mínima, máxima e média) ao longo do período experimental na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Fonte: Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/INPE.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Figura 2 - Balanço hídrico mensal durante o período experimental na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Adaptado: Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/INPE. (CAD 75 mm)



O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 1992), caracterizado por textura argilosa, pH ácido, baixa saturação por bases e alta concentração de alumínio. Para maior precisão das características físicas e químicas da área experimental, foram coletadas amostras de solo para posterior análise (Tabela 1) e estabelecimento de estratégias de correção da acidez e adubação ao longo dos anos. Em julho de 2016 foi aplicado calcário dolomítico em cobertura,

com dose equivalente a 2 ton/ha (PRNT= 100%) e, posteriormente, realizou-se a incorporação do mesmo com o auxílio de grade aradora. Durante a implantação dos pastos (dezembro de 2016) foram aplicados 100 kg/ha de fósforo (P_2O_5) e 100 kg/ha de potássio (K_2O) utilizando o fertilizante formulado 0-20-20 (N-P-K). Após a semeadura e germinação das sementes, foram aplicados 150 kg/ha de nitrogênio na forma de ureia divididos igualmente em duas aplicações (março e abril de 2017). Nas águas de 2017/2018 foram aplicados 80 kg/ha de fósforo (P_2O_5) e 80 kg/ha de potássio (K_2O) utilizando o fertilizante formulado 0-20-20 (N-P-K) e 150 kg/ha de nitrogênio na forma de uréia, divididos igualmente em três aplicações (dezembro, fevereiro e abril). Nas águas de 2018/2019 foram aplicadas as mesmas quantidades de fósforo e de potássio do ano anterior e 50 kg/ha de nitrogênio da forma de ureia (dezembro de 2018).

Tabela 1. Características químicas do solo antes da aplicação dos fertilizantes e da semeadura (agosto de 2016) e dos anos seguintes antes da adubação de manutenção (agosto de 2017 e 2018).

Prof cm	pH	MO	P	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Al ⁺³	H+Al	S	T	V	
	CaCl ₂	H ₂ O	%	mg/dm ³			cmol _ø /dm ³				%	
<u>2016</u>												
0-20	5,6	6,2	4,5	1,4	3,0	2,0	0,3	0,0	4,4	5,3	9,7	54,8
20-40	5,3	5,9	3,8	0,8	2,3	0,9	0,2	0,0	4,2	3,4	7,7	44,6
<u>2017</u>												
0-20	5,9	6,5	4,0	1,5	2,3	1,6	0,3	0,0	3,1	4,2	7,3	57,1
20-40	5,4	6,5	3,1	0,6	0,7	0,6	0,1	0,0	3,4	1,4	4,8	29,2
<u>2018</u>												
0-20	5,7	6,5	4,1	0,9	2,2	1,6	0,2	0,0	3,4	4,0	7,4	53,7
20-40	5,2	6,4	2,8	0,5	0,8	0,6	0,1	0,0	3,5	1,5	5,0	28,9

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

5.3.1 Delineamento experimental

As fases que antecederam o experimento, associadas à escolha da estratégia de fertilização do solo, das gramíneas envolvidas nas misturas e da semeadura das mesmas estão descritas em *Alternativas para o estabelecimento de consórcios de*

gramíneas tropicais (Barbosa et al., 2018; Anexo I). Dessa forma, os dados abordados no Capítulo I são referentes ao período após a implantação e estabilização dos pastos, com início em julho de 2017 e término em fevereiro de 2019.

A área experimental utilizada foi de 5,5 hectares, que foi dividida em 15 piquetes de 0,25 ha (unidades experimentais) e uma área reserva de 1,75 ha. A área reserva foi destinada à manutenção dos animais que eram utilizados para o rebaixamento dos pastos. Os piquetes foram ocupados pelos animais seguindo o método de lotação intermitente (Allen et al., 2011) utilizando vacas da raça Caracu com peso corporal médio de 500 kg. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado e planejado com cinco tratamentos e três repetições.

Os tratamentos corresponderam a combinações entre um monocultivo de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri e duas misturas de gramíneas denominadas Mistura A e Mistura B e estratégias de manejo do pastejo. A Mistura A foi composta por uma gramínea do gênero *Panicum* (*Panicum maximum* cv. BRS Zuri) e duas gramíneas do gênero *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk). De forma análoga, a mistura B foi composta por uma gramínea do gênero *Panicum* (*Panicum maximum* cv. BRS Quênia) e duas gramíneas do gênero *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás) (Tabela 2).

Tabela 2 – Gramíneas utilizadas para compor o monocultivo e as duas misturas.

Monocultivo	Mistura A	Mistura B
<i>P. maximum</i> BRS Zuri	<i>P. maximum</i> cv. BRS Zuri <i>B. brizantha</i> cv. Xaraés <i>B. decumbens</i> cv. Basilisk	<i>P. maximum</i> cv. BRS Quênia <i>B. brizantha</i> cv. Marandu <i>B. brizantha</i> cv. BRS Paiaguás

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Cada um dos três tipos de pasto foi submetido a diferentes estratégias de pastejo rotativo caracterizadas por diferentes metas de altura pré e pós-pastejo (Tabela 3). O monocultivo foi tratado como o ‘pasto testemunha’ e seguiu o manejo técnico recomendado para o capim BRS Zuri (EMBRAPA, 2014), com altura pré-pastejo de 80 cm e estratégia de rebaixamento de 50% da altura de entrada (40 cm pós-pastejo).

As alturas utilizadas como metas pré-pastejo das misturas foram baseadas nas

espécies de porte alto (*Panicum*), porém com alturas ligeiramente inferiores (dentro de uma amplitude de alturas que não prejudicam o potencial produtivo dos pastos (Sbrissia et al., 2018) com o objetivo de não prejudicar demasiadamente as espécies de porte inferior. Dessa forma, foi estabelecida a altura de 70 cm em pré-pastejo para a Mistura A, sendo que um tratamento foi rebaixado até a altura de 42 cm (remoção de 40% da altura pré-pastejo) e o outro até a altura de 28 cm (remoção de 60% da altura pré-pastejo) (Tabela 3). Para a Mistura B a meta de altura pré-pastejo foi definida em função da altura de manejo recomendada para o capim BRS Quênia (Jank et al., 2017), 60 cm, sendo que um tratamento foi rebaixado até a altura de 36 cm (remoção de 40% da altura pré-pastejo) e o outro até a altura de 24 cm (remoção de 60% da altura pré-pastejo) (Tabela 3).

Tabela 3 - Descrição dos tratamentos experimentais correspondentes às estratégias de manejo do pastejo utilizadas para as misturas de gramíneas e para o monocultivo.

Tratamento	Descrição
T1	Monocultivo com altura pré-pastejo de 80 cm e severidade de desfolhação de 50% (altura pós-pastejo de 40 cm)
T2	Mistura A com altura pré-pastejo de 70 cm e severidade de desfolhação de 40% (altura pós-pastejo de 42 cm)
T3	Mistura A com altura pré-pastejo de 70 cm e severidade de desfolhação de 60% (altura pós-pastejo de 28 cm)
T4	Mistura B com altura pré-pastejo de 60 cm e severidade de desfolhação de 40% (altura pós-pastejo de 36 cm)
T5	Mistura B com altura pré-pastejo de 60 cm e severidade de desfolhação de 60% (altura pós-pastejo de 24 cm)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O processo de formação dos pastos e implantação dos tratamentos iniciou-se no mês de julho de 2017, com o primeiro pastejo utilizando as metas pós-pastejo planejadas para cada tratamento.

5.3.2 Monitoramento das condições experimentais

O acompanhamento da altura de todas as unidades experimentais, tanto

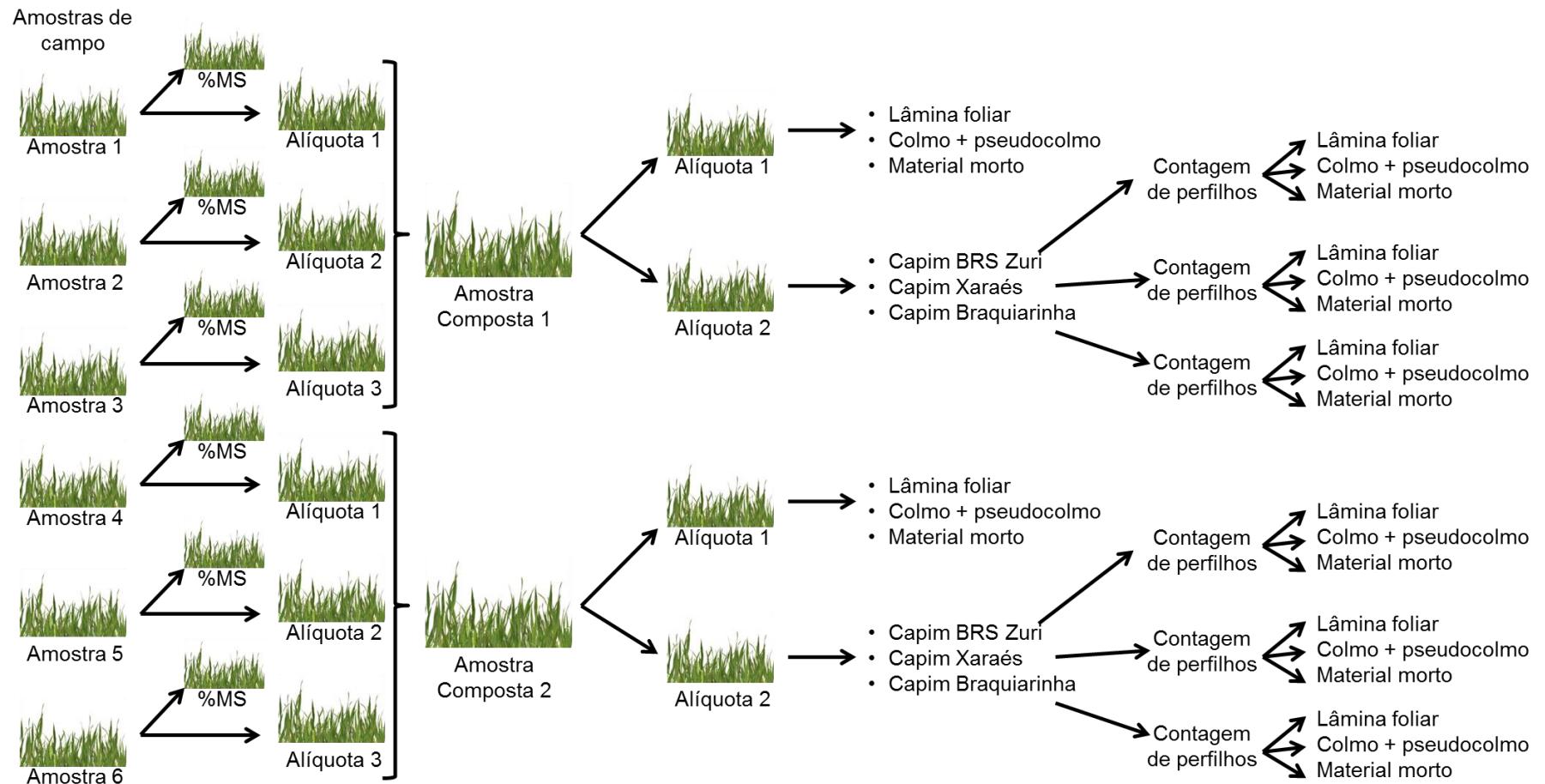
durante o período de ocupação como de descanso dos piquetes foi realizado por meio de régua graduada em centímetros posicionada aleatoriamente em 60 pontos dentro de cada piquete. Essas avaliações se tornavam mais frequentes quando a altura dos pastos se aproximava da meta estabelecida para cada tratamento tanto em pré como em pós-pastejo. Foi convencionado que o registro da altura de cada ponto de coleta seguiria uma posição média das regiões mais altas do dossel em torno da régua.

5.3.3 Massa e componentes botânicos da forragem

A massa de forragem em pré e em pós-pastejo foi estimada por meio do corte da forragem contida no interior de armações de 1 m² (1 m x 1 m). Foram colhidas 6 amostras por piquete com o auxílio de máquinas roçadoras costais com lâminas serrilhadas. Após colheita, as amostras eram identificadas, pesadas e uma alíquota equivalente a 30% do peso total de cada amostra era coletada e colocada para secar em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até atingir peso constante (Figura 3). Essa alíquota foi usada para estimar a porcentagem de matéria seca de cada amostra e, posteriormente, a massa de forragem em pré e pós-pastejo. O material não utilizado para a estimativa da massa de forragem foi reagrupado para a formação de uma amostra composta. Essas amostras compostas eram destinadas ao processo de separação botânica e estimativa da densidade populacional de perfilhos a partir de duas alíquotas (Figura 3):

- Alíquota 1: separação dos componentes estruturais do pasto (lâmina foliar, colmo+pseudocolmo e material morto), independente da gramínea envolvida na mistura, que posteriormente eram secos em estufa e pesados para a estimativa da participação relativa de cada componente morfológico.
- Alíquota 2: classificação dos perfilhos como gramíneas do gênero *Panicum* ou gramíneas de *Brachiaria* spp e posteriormente realizada a contagem de perfilhos para estimar a participação relativa de cada gramínea dentro de cada mistura. No caso do monocultivo, a contagem era realizada na alíquota 1, antes da separação botânica. Na sequência, cada gramínea tinha seus componentes morfológicos separados (lâmina foliar, colmo+pseudocolmo e material morto) para estimativa da composição morfológica.

Figura 3 - Esquema gráfico do processo de amostragem e subamostragem da massa de forragem em pré-pastejo coletada nas misturas de gramíneas (Mistura A).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

5.3.4 Acúmulo e taxa de acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem (kg MS/ha) foi calculado para cada ciclo de pastejo a partir da diferença entre a massa de forragem pré-pastejo do ciclo em questão (n) e a massa de forragem pós-pastejo do ciclo anterior (n-1). Para a determinação da taxa de acúmulo de forragem (kg de MS/ha.dia) os valores de acúmulo de forragem foram divididos pelo número de dias de descanso dos pastos (os intervalos de pastejo). O acúmulo total de matéria seca de cada época do ano foi calculado por meio do somatório da produção de todos os ciclos de pastejo dentro de cada época do ano.

5.3.5 Cobertura vegetal

A cobertura vegetal dos pastos foi avaliada com o auxílio de uma corda de nylon de trinta metros graduada a cada metro por um nó. Em pós-pastejo, a corda foi alinhada na posição diagonal dentro do piquete e a cada ponto (nó) era classificado em área com cobertura vegetal ou área descoberta. Além disso, quando havia cobertura vegetal, esta era identificada conforme a gramínea que ocupava aquele ponto de amostragem. A corda foi alocada em três regiões dentro de cada piquete, totalizando 90 pontos por piquete.

5.3.6 Índice de área foliar

O índice de área foliar (IAF) foi estimado de forma indireta por meio do produto entre a área foliar específica e a massa de lâminas foliares de cada gramínea. Para isso, foram coletadas aleatoriamente 100 folhas de cada gramínea por mistura (A e B) e no monocultivo, as quais foram posteriormente passadas em aparelho integrador de área foliar (modelo LI-3100C) para determinação da área foliar total da amostra. Em seguida, as lâminas foliares foram colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até atingir peso constante e pesadas. A partir dos resultados foi calculada a área foliar específica (cm^2/g) de cada amostra por meio da razão entre área foliar e o peso seco das lâminas foliares das amostras. O índice de área foliar dos pastos foi calculado como sendo o produto entre a área foliar específica e a massa seca de lâminas foliares (g) oriundas da separação botânica da massa de forragem (Figura 3) seguido da divisão do valor resultante pela área amostrada em cada

unidade experimental (10000 cm^2). Esse procedimento foi realizado para cada gramínea, dentro de cada tratamento em tanto em pré como em pós-pastejo (Diavão et al., 2017).

5.3.7 Massa de raízes

A coleta de amostras para estimativa da massa de raízes foi realizada por meio de uma sonda cilíndrica com 4,8 cm de diâmetro e 100 cm de altura. Foram coletadas quatro amostras por piquete, sendo duas na região da coroa das touceiras e duas no espaço médio entre touceiras. Além disso, cada amostra foi estratificada nas profundidades de 0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm e 30–40 cm. Após coleta, as amostras contendo solo + raízes foram processadas em peneiras de malha de dois milímetros utilizando corrente suave de água. As amostras de raízes obtidas após processamento foram identificadas separadamente, secas em estufa a $60\text{ }^\circ\text{C}$ por 72 horas e pesadas para determinação da massa de raízes em cada amostra.

5.3.8 Análise estatística

Os dados foram agrupados em valores médios de cada repetição por tratamento para cada época (água ou seca) de cada ano. Além disso, as médias das misturas de gramíneas e suas respectivas estratégias de manejo foram agrupadas e contrastadas com as médias do monocultivo que, por sua vez, foi tratado como *pasto testemunha* ($T_1 \times [T_2 + T_3 + T_4 + T_5]$; Tabela 3). Segundo Corrente et al. (2001), tais comparações podem ser feitas por meio da técnica de contrastes ortogonais, uma vez que os graus de liberdade dos tratamentos podem ser decompostos por meio de comparações planejadas de acordo com o interesse do pesquisador em testar efeitos específicos.

Dessa forma, os contrastes foram testados utilizando a função CONTRAST do procedimento GLM (*General Linear Model*) do pacote estatístico SAS® (*Statistical Analysis System*, versão 9.2) e posteriormente submetidos à análise de variância utilizando o mesmo procedimento. O nível de significância adotado foi de 10%.

5.4 RESULTADOS

A massa de forragem em pré-pastejo não diferiu entre os pastos, independente das épocas de avaliação e dos anos, com valores médios de 5760 e 6170 kg MS/ha, respectivamente, para o monocultivo e para as misturas de gramíneas. A massa de folhas+colmo/pseudocolmo (kg MS/ha) também não diferiu entre os pastos ao longo das épocas de avaliação, com exceção da época das águas de 2018/2019, quando maiores valores foram registrados para as misturas relativamente ao monocultivo ($p=0,003$; Tabela 4).

Tabela 4 - Massa de forragem total, massa de folha + colmo/pseudocolmo e porcentagem de componentes morfológicos (folha, colmo+pseudocolmo e material morto) em pré-pastejo

Época/Ano	Médias		Pr > t
	Monocultivo	Misturas	
Massa de forragem total (kg de MS/ha)			
Seca 2017	4830	4800	0,9701
Águas 2017/18	6090	6030	0,9364
Seca 2018	5340	6400	0,2739
Águas 2018/19	6800	7430	0,4581
Massa de folha+colmo/pseudocolmo (kg de MS/ha)			
Seca 2017	4290	3740	0,2231
Águas 2017/18	3970	4580	0,214
Seca 2018	350	410	0,574
Águas 2018/19	3310	6100	0,003
Porcentagem de folhas (%)			
Seca 2017	58	51	0,3685
Águas 2017/18	45	45	0,9412
Seca 2018	43	42	0,9018
Águas 2018/19	30	49	0,0041
Porcentagem de colmo+pseudocolmo (%)			
Seca 2017	31	28	0,4207
Águas 2017/18	21	32	0,0003
Seca 2018	24	24	0,9719
Águas 2018/19	18	34	<0,0001
Continua...			

...Continuação

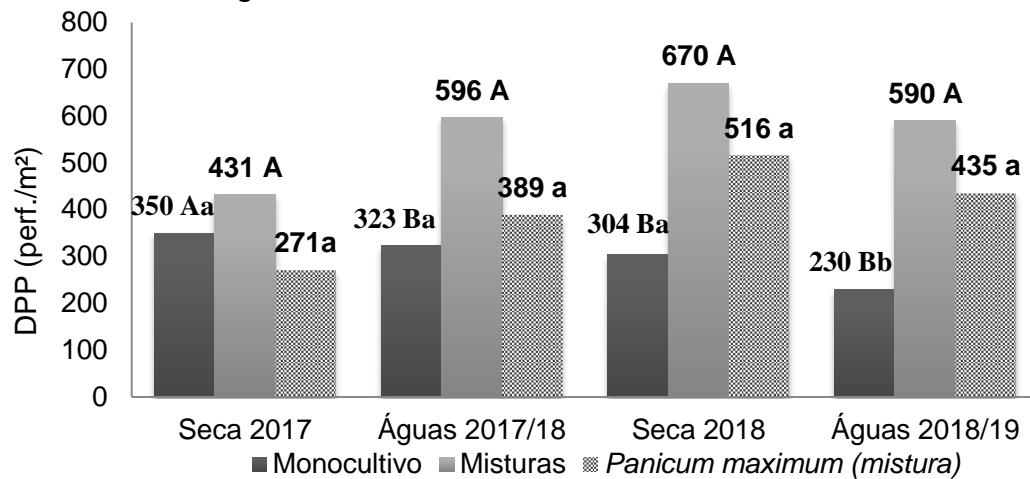
	Porcentagem de material morto (%)		
Seca 2017	11	21	0,0742
Águas 2017/18	34	23	0,0287
Seca 2018	33	26	0,3364
Águas 2018/19	52	16	0,0002

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Durante o período das águas de 2018/2019 as misturas apresentaram maior porcentagem de folhas na massa total em pré-pastejo ($p=0,0041$) comparado ao monocultivo. A porcentagem de colmos+pseudocolmos foi maior nas misturas na época das águas de 2017/2018 ($p=0,0003$) e 2018/2019 ($p<0,0001$), enquanto que a porcentagem de material morto foi menor comparado ao monocultivo para as mesmas épocas do ano (Tabela 4).

A densidade populacional de perfilhos (DPP) não diferiu ($p=0,3378$) entre o monocultivo e as misturas apenas na primeira seca, com média de 390 perfilhos/ m^2 (Figura 4). Nas demais épocas de avaliação houve diferença em DPP entre as misturas e o monocultivo, registrando contrastes de até 365 perfilhos/ m^2 e maior número de perfilhos observados nas misturas de gramíneas. A densidade populacional de perfilhos de *Panicum maximum* não diferiu entre o monocultivo e as misturas, com exceção das águas de 2018/2019, época em que sua participação na população de perfilhos foi maior quando cultivado em misturas ($p=0,0646$).

Figura 4 - Densidade populacional de perfilhos (DPP) em pastos cultivados com misturas de gramíneas e em monocultivo.

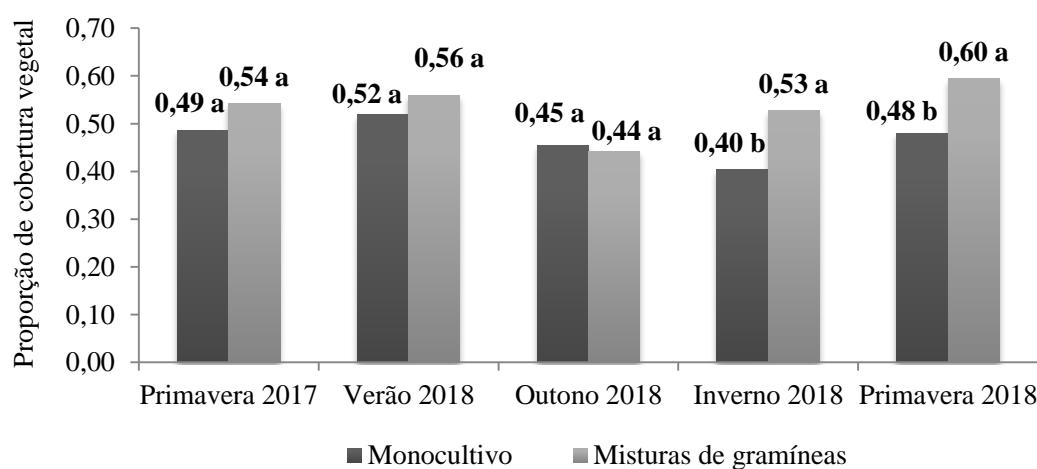


*Letras maiúsculas comparam monocultivo e mistura de gramíneas dentro de uma mesma época do ano e letras minúsculas comparam a DPP de *Panicum maximum* em monocultivo e em mistura de gramíneas dentro de cada época do ano.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A cobertura vegetal não variou entre os pastos durante as três primeiras épocas do ano ($p>0,1442$; Figura 5). No entanto, no inverno e primavera de 2018 houve diferença entre os cultivos ($p=0,0399$ e $p=0,0002$, respectivamente). A mistura de gramíneas apresentou 53% e 60% de cobertura vegetal enquanto que o monocultivo registrou 40% e 48%, respectivamente.

Figura 5. Porcentagem de cobertura vegetal ao longo das estações do ano em pastos formados por misturas de gramíneas e monocultivo.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

*Letras minúsculas comparam monocultivo e mistura de gramíneas dentro de uma mesma época do ano.

O índice de área foliar em pré-pastejo não variou entre tratamentos durante o

primeiro ano de cultivo (seca/2017 e águas 2017/2018; Tabela 5). No segundo ano, o IAF em pré-pastejo para as misturas foi maior ($p=0,0014$) que para o monocultivo tanto na seca 2018 ($p=0,0014$) como nas águas de 2018/2019 ($p=0,0607$). A participação relativa de *Panicum maximum* no IAF das misturas variou de 70 a 80% ao longo dos anos, e representaram valores menores quando comparados àqueles do monocultivo ($p<0,0029$; Tabela 5).

Tabela 5 - Índice de área foliar (IAF) total e participação relativa de *Panicum maximum* no IAF total em pré-pastejo do monocultivo e de misturas de gramíneas.

Época/ano	Médias		Pr > t
	Monocultivo	Misturas	
IAF total (pré-pastejo)			
Seca 2017	4,2	3,5	0,1019
Águas 2017/18	3,5	4,3	0,1446
Seca 2018	2,7	5,3	0,0014
Águas 2018/19	3,4	4,6	0,0607
IAF <i>Panicum maximum</i> (%)			
Seca 2017	100	70	0,0019
Águas 2017/18	100	77	0,0005
Seca 2018	100	80	0,0013
Águas 2018/19	100	74	0,0029

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Não houve diferença em massa de forragem pós-pastejo entre os tratamentos no primeiro ano de cultivo ($p>0,2830$). A partir da seca de 2018 foram verificadas diferenças, com maiores valores registrados para o monocultivo em comparação às misturas de gramíneas ($p<0,0365$; Tabela 6). Em relação à massa de folha + colmo/pseudocolmo em pós-pastejo, maiores valores foram registrados para o monocultivo relativamente às misturas somente nas águas de 2018/2019 ($p=0,0089$; Tabela 6).

Tabela 6 - Massa total e de folha + colmo/pseudocolmo em pós-pastejo de pastos de misturas de gramíneas e monocultivo de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri.

Época/ano	Médias		
	Monocultivo	Misturas	Pr > t
Massa Total (kg de MS/ha)			
Seca 2017	2076	2202	0,5829
Águas 2017/18	3363	2968	0,2830
Seca 2018	6192	4454	0,0365
Águas 2018/19	6966	4091	<0,001
Massa de folha + colmo/pseudocolmo (kg de MS/ha)			
Seca 2017	1476	1525	0,7696
Águas 2017/18	1566	1366	0,2004
Seca 2018	1888	1602	0,3302
Águas 2018/19	2229	1529	0,0089

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Não houve diferença em IAF pós-pastejo entre tratamentos durante a seca 2017 e as águas 2017/2018 ($p>0,2385$; Tabela 7). Na seca de 2018 maiores valores de IAF pós-pastejo ($p=0,0416$) foram registrados para as misturas de gramíneas relativamente ao monocultivo (0,83 e 0,39, respectivamente). A participação relativa de *Panicum maximum* no IAF total variou de 65% a 80% ao longo de todo o período experimental (Tabela 7).

Tabela 7 - Índice de área foliar (IAF) total e participação relativa de *Panicum maximum* no IAF total em pós-pastejo de pastos de misturas de gramíneas e monocultivo de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri.

Época/ano	Médias		
	Monocultivo	Misturas	Pr > t
IAF total (pós-pastejo)			
Seca 2017	0,54	0,39	0,2385
Águas 2017/18	0,41	0,44	0,7308
Seca 2018	0,39	0,83	0,0416
Águas 2018/19	0,90	1,02	0,6984
IAF <i>Panicum maximum</i> (%)			
Seca 2017	100	68	0,0018
Águas 2017/18	100	65	<0,0001
Seca 2018	100	80	<0,0001
Águas 2018/19	100	76	0,0008

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O acúmulo de forragem não variou entre tratamentos nas duas primeiras épocas do ano ($p>0,5531$; Tabela 8) e, na seca de 2018, as misturas de gramíneas apresentaram maior acúmulo de forragem ($p=0,0110$) em relação ao monocultivo. Dentro de cada época, o período de descanso foi igual para os diferentes pastos, com média de 113 e 155 dias para os períodos secos de 2017 e 2018, respectivamente, e de 50 dias para as águas. Não houve diferença em taxa de acúmulo de forragem ($p>0,3372$) entre os tratamentos durante as duas primeiras épocas de avaliação (24 e 67 kg de MS/ha/dia para os períodos de seca de 2017 e águas 2017/2018, respectivamente). No período seco de 2018, no entanto, houve diferença entre tratamentos ($p=0,0004$), com as misturas de gramíneas acumulando aproximadamente 16 kg de MS/ha/dia a mais que o monocultivo (Tabela 8).

Tabela 8. Acúmulo de forragem, período médio de descanso e taxa de acúmulo de forragem ao longo das diferentes épocas e anos de pastos de misturas de gramíneas e monocultivo de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri.

Época/Ano	Médias		
	Monocultivo	Misturas	Pr > t
Acúmulo de forragem (kg de MS/ha)			
Seca 2017	2750	2600	0,8335
Águas 2017/18	6160	7010	0,5531
Seca 2018	146	2450	0,0110
Águas 2018/19	7700	8460	0,5579
Período de descanso (dias)			
Seca 2017	113	113	0,9682
Águas 2017/18	48	50	0,8304
Seca 2018	152	158	0,6523
Águas 2018/19	47	53	0,3510
Taxa de acúmulo de forragem (kg de MS/ha.dia)			
Seca 2017	24	23	0,7900
Águas 2017/18	61	72	0,3372
Seca 2018	1	17	0,0004
Águas 2018/19	89	81	0,7101

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A massa de raízes na região das touceiras não variou entre tratamentos durante as épocas de avaliação ($p>0,2106$), com valores médios variando entre 6,2 e 18,1 ton de MS/ha para a seca de 2017 e a seca de 2018, respectivamente (Tabela

9). A massa de raízes entre touceiras também não variou entre tratamentos durante as duas primeiras épocas de avaliação (seca 2017 e águas 2017/2018). Entretanto, durante a seca de 2018 as misturas apresentaram aproximadamente três toneladas por hectare a mais de raízes que o monocultivo ($p<0,0007$).

Tabela 9 - Massa total de raízes (t de MS/ha) na região das touceiras e entre touceiras em pastos de misturas de gramíneas e monocultivo de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri.

Época/Ano	Médias		Pr > t
	Monocultivo	Misturas	
Região das touceiras (ton de MS/ha)			
Seca 2017	6,5	6,2	0,7998
Águas 2017/18	8,4	9,3	0,5026
Seca 2018	15,7	18,1	0,2106
Entre touceiras (ton de MS/ha)			
Seca 2017	3,4	3,7	0,6154
Águas 2017/18	3,0	3,7	0,3185
Seca 2018	2,6	5,6	0,0007

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

5.5 DISCUSSÃO

As metas de manejo baseadas na altura do dossel forrageiro foram atendidas ao longo de todo o período experimental, tanto em pré como em pós-pastejo. Apesar de as metas pré-pastejo da Mistura A e Mistura B terem sido baseadas nas alturas recomendadas para os capins BRS Zuri (80 cm) e BRS Quênia (70 cm), a proposta de reduzir para 70 cm e 60 cm, respectivamente, a meta pré-pastejo foi com o objetivo de possibilitar maior entrada de luz nos pastos e favorecer a manutenção nas áreas das *Brachiarias* integrantes das misturas, uma vez que são plantas de menor porte e estrutura. Vale ressaltar que as alturas de 70 cm para o capim BRS Zuri e 60 cm para o BRS Quênia estão dentro da faixa de flexibilização do manejo do pastejo que não prejudica o potencial produtivo de ambos os cultivares de *Panicum* utilizados, considerando a proposta de interceptação da luz incidente na faixa de 90 a 95% (Barbosa et al., 2007; Sbrissia et al., 2018; Jank et al., 2017; EMBRAPA, 2014).

Apesar dos pastos terem sido manejados com diferentes metas de altura (Tabela 3), a massa de forragem em pré-pastejo para as misturas de gramíneas e o

monocultivo não variou, independente da época de avaliação e do ano (Tabela 4). Esses resultados divergem de trabalhos realizados em monocultivo de *Panicum maximum*, que sugerem que a altura pré-pastejo tem influência na massa de forragem pré-pastejo, uma vez que definem períodos mais longos ou mais curtos de rebrotação e acúmulo de forragem pelos pastos até atingirem a meta de altura almejada (Barbosa et al., 2007; Carnevalli et al., 2006). Isso sugere que, mesmo quando as misturas são manejadas com menores alturas pré-pastejo (baseada na altura da planta de porte mais alto), a melhor ocupação dos estratos mais baixos do dossel pelas espécies de menor porte compensam a menor altura de manejo, aumentando a densidade de forragem nos estratos inferiores e mantendo elevada quantidade de forragem disponível ao pastejo.

Essa compensação em massa de forragem pode ser resultado da participação das gramíneas de porte mais baixo ocupando diferentes estratos na estrutura do dossel forrageiro. Isso pode ser verificado pela quantidade de perfilhos dentro do mesmo cultivo (Figura 4). Embora a população de perfilhos de *Panicum maximum* tenha sido igual tanto em monocultivo como na mistura de gramíneas, a DPP total foi maior nas misturas, evidenciando a importância dos cultivares de *Brachiaria* na composição da DPP desses pastos.

Outro ponto importante com relação à DPP foi a maior população de perfilhos de *Panicum maximum* observada nas misturas durante o período das águas de 2018/2019 em comparação ao monocultivo, sugerindo maior sensibilidade dos monocultivos após período de estresse hídrico da seca anterior. Segundo Pimm (1984), a estabilidade de um ecossistema biodiverso é resultado da maior resistência às adversidades externas e de sua capacidade de recuperação após essas perturbações. Além disso, a maior porcentagem de folhas e de colmo+pseudocolmo nas misturas e maior porcentagem de material morto no monocultivo podem também indicar o efeito residual do período seco e a menor capacidade de recuperação desses cultivos após um período de estresse. Mais especificamente em relação ao período seco, Tilman e Downing (1994) descreveram uma relação assintótica positiva com a diversidade de espécies em um ecossistema com a resistência e capacidade de recuperação após um período de estresse hídrico.

A maior DPP nos pastos multiespecíficos possivelmente teve influência sobre a distribuição da cobertura vegetal no plano horizontal dos pastos (Figura 5). Enquanto o monocultivo ocupou aproximadamente 40% da área do piquete, a mistura de

gramíneas apresentou uma cobertura vegetal 32% maior durante a seca de 2018. Essa diferença entre tratamentos se manteve nas águas de 2018/2019, com a mistura de gramíneas ocupando 60% da área total do piquete enquanto o monocultivo ocupou cerca de 48%. Segundo Alencar et al. (2010), a cobertura vegetal é importante para a manutenção das condições físicas do solo, reduzindo a possibilidade de selamento da superfície e consequente compactação, além de propiciar redução da perda de água por evaporação. A importância da maior cobertura de solo em misturas passa a ser ainda mais relevante no período seco, quando as condições edafoclimáticas são mais severas e frequentemente se observa déficit hídrico (Figura 2).

A maior população de perfilhos associada à maior cobertura vegetal possivelmente favoreceu uma melhor distribuição espacial e capacidade de utilização de recursos entre as gramíneas envolvidas nas misturas. Essa constatação é baseada no maior IAF dos pastos multiespecíficos em comparação ao monocultivo a partir da seca de 2018 (Tabela 5). Segundo Naeem et al. (1994) e Spehn et al. (2000), a maior diversidade de plantas em um ecossistema permite melhor distribuição tridimensional e ocupação dos espaços do dossel, que favorece a melhor interceptação de luz e maior eficiência de utilização dos recursos disponíveis, com reflexos positivos sobre a produção de forragem.

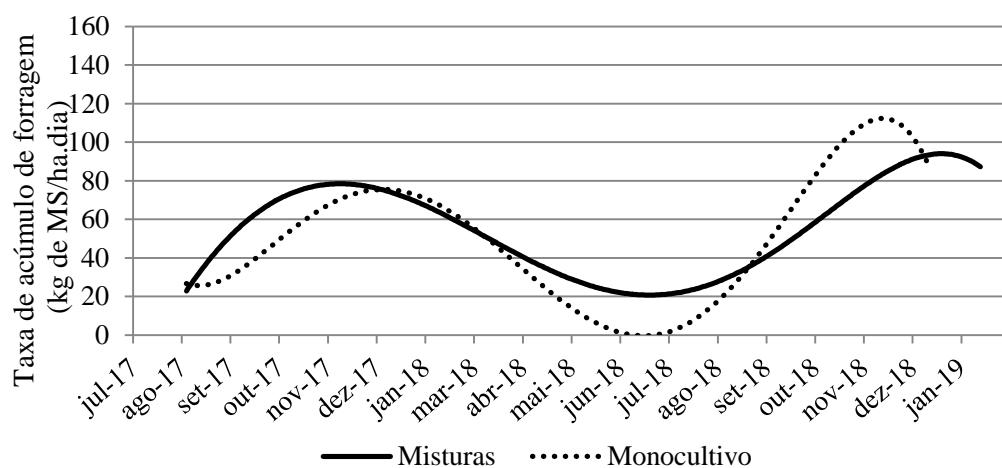
Em relação às metas pós-pastejo, apesar das misturas de gramíneas apresentarem diferentes valores de altura de resíduo, estas corresponderam a valores semelhantes de proporção de rebaixamento dos pastos, ou seja, severidade de desfolhação (remoção de 40% e 60% da altura pre-pastejo configurando um manejo leniente e um manejo severo, respectivamente) (Curl e Wilkins, 1982; Fonseca et al., 2012; Fonseca et al., 2013; Rodolfo et al., 2015). Para o monocultivo, tomado como pasto testemunha, foi utilizada a meta de manejo recomendada para o capim (EMBRAPA, 2014). As diferentes alturas residuais dos pastos resultaram em diferenças em massa de forragem pós-pastejo a partir da seca de 2018 (Tabela 6), com maiores valores registrados para o monocultivo. Isso é justificado pelo fato de apenas uma estratégia de manejo de mistura de gramíneas apresentar altura residual acima da meta residual do monocultivo (T2; Tabela 3), enquanto que as outras estratégias de manejo (T3, T4 e T5; Tabela 3) apresentaram maior remoção de massa de forragem durante o pastejo e, consequentemente, menor massa de forragem pós-pastejo (Carnevalli et al. 2006; Barbosa et al., 2007).

Numa perspectiva tridimensional do dossel forrageiro, é possível admitir que as

misturas de gramíneas foram formadas por plantas de diferentes portes (baixo, médio e alto) e hábitos de crescimento (cespitoso e decumbente), o que favoreceu maior distribuição das estruturas ao longo do plano horizontal dos pastos (Figura 5). Essas características possivelmente favoreceram as misturas que, embora tivessem menores alturas e massas de forragem residual durante a seca de 2018, apresentaram maiores IAFs residuais quando comparadas ao monocultivo (Tabela 7).

O maior IAF residual apresentado nas misturas durante a seca de 2018 pode ter implicado, não apenas em maior cobertura e manutenção da humidade do solo, mas também em uma condição pós-pastejo mais favorável ao processo de captação e utilização de recurso disponível que, invariavelmente, elevou as taxas de acúmulo de forragem durante esse período do ano (Tabela 8). Como consequência, embora as culturas tenham apresentado taxas de acúmulo de forragem similares ao longo dos períodos das águas, maiores produções foram observadas nas misturas durante o período de seca de 2018, evidenciando a complementariedade agronômica que as gramíneas podem gerar por meio do aumento da diversidade de espécies cultivadas (Figura 6).

Figura 6 - Taxa de acúmulo (kg de MS/ha.dia) em misturas de gramíneas e em monocultivo de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri ao longo de duas estações de crescimento e um período seco.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A redução na estacionalidade na taxa de acúmulo ao longo dos meses do ano das misturas quando comparadas ao monocultivo pode ser atribuída tanto à inclusão de gramíneas menos sensíveis às variações edafoclimáticas (*Brachiaria sp*; Euclides et al., 2008a) como também ao efeito de complementariedade das gramíneas

envolvidas nas misturas. Quanto à primeira possibilidade levantada, algumas gramíneas do gênero *Brachiaria* são mais adaptadas às condições tropicais, mais tolerantes a solos de baixa fertilidade e ao estresse hídrico, principalmente quando comparadas às gramíneas do gênero *Panicum* (Euclides et al., 2008a; Euclides et al., 2008b). Dessa forma, a inclusão dessas gramíneas mais tolerantes às adversidades edafoclimáticas em monocultivos fisiologicamente mais sensíveis e de produções mais estacionais podem gerar um maior equilíbrio dinâmico dos pastos principalmente em períodos em que os recursos são mais escassos.

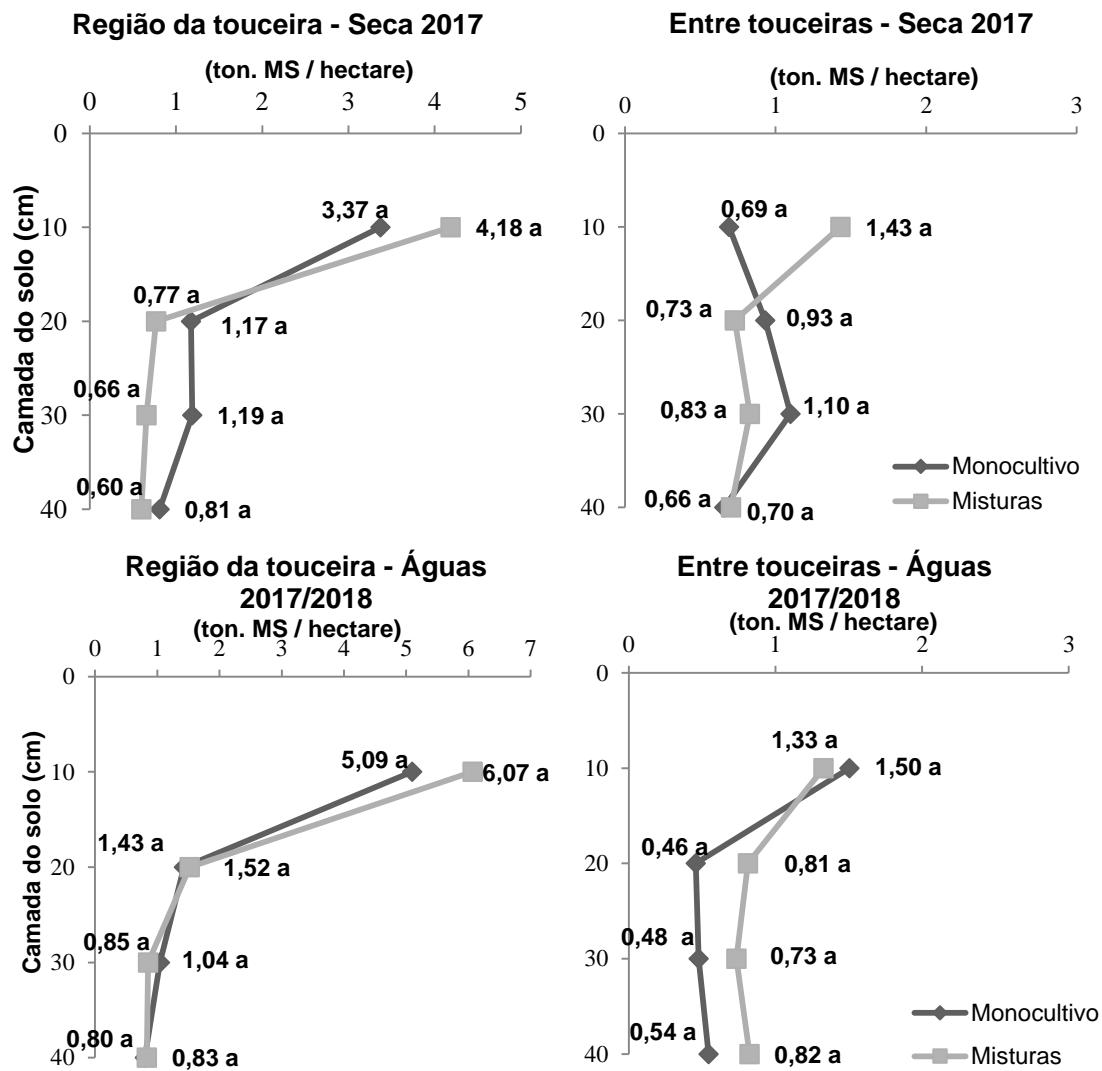
Em relação ao possível efeito da complementariedade entre gramíneas que compõem um ambiente pastoril sobre a redução da estacionalidade na taxa de acúmulo, Loreau e Hector (2001) descreveram que o efeito complementar ocorre pelas diferentes características (morfológicas, estruturais, fisiológicas) presentes nas comunidades biodiversas, que resulta em diferenças espaço-temporais na captura de recursos e pode melhorar a exploração dos recursos acima e abaixo do solo.

Em se tratando da exploração de recursos abaixo do solo, foi verificado que, apesar da semelhança na massa de raízes na região das touceiras tanto nas misturas de gramíneas como no monocultivo, houve diferença entre os pastos quando essa variável foi avaliada entre touceiras (Tabela 9; Seca 2018). Os resultados possibilitam a reflexão de que a inclusão de gramíneas de diferentes hábitos de crescimento possibilita que áreas de solo geralmente descobertos (espaço entre touceiras em pastos de *Panicum maximum*) sejam ocupadas pelas gramíneas associadas, o que, invariavelmente, implica em maior fixação de matéria orgânica nessas áreas. Segundo Mommer et al. (2010), a maior capacidade de pastos biodiversos em produzir raízes pode ser responsável pelos incrementos na matéria orgânica do solo (estoque de carbono), mineralização e disponibilização de nitrogênio para as plantas presentes na comunidade (estoque de nutrientes) e, finalmente, pela relação positiva entre diversidade e produtividade.

Além disso, analisando a distribuição da massa de raízes ao longo dos estratos do solo, é possível verificar que a mistura de gramíneas apresentou maiores valores nas camadas mais profundas durante a seca de 2018 na região das touceiras e entre touceiras foi detectada maior massa principalmente nas camadas superficiais para essa mesma época (Figura 7). Segundo Cardinale et al (2011), comunidades biodiversas são capazes de capturar maior proporção de recursos em comparação a comunidades menos diversas, não apenas acima do nível do solo mas também

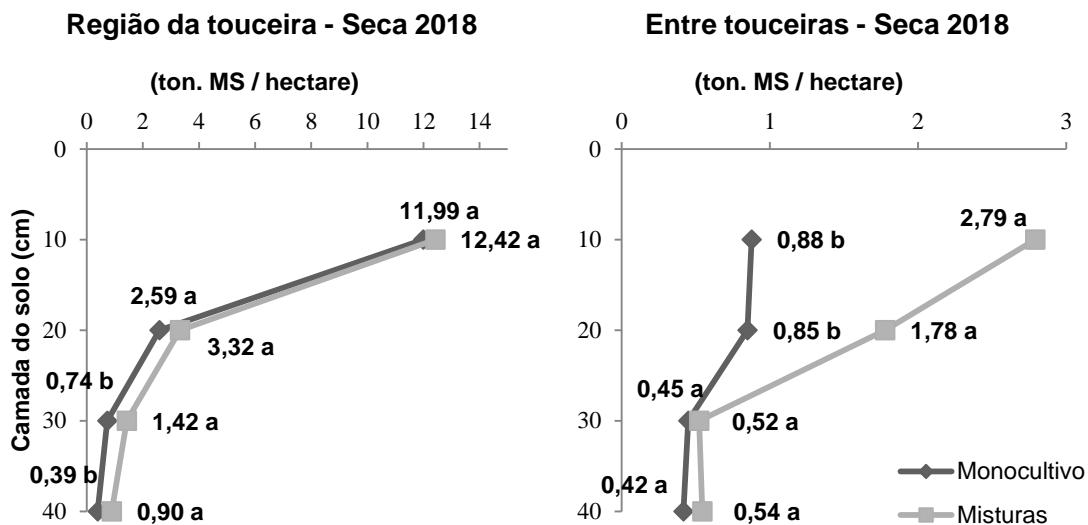
recursos adquiridos pelas raízes das plantas que, por sua vez, impactam diretamente na produção de massa de forragem.

Figura 7 - Distribuição vertical da massa de raízes (t de MS/ha) ao longo das épocas do ano em misturas de pastos de clima tropical e em monocultivo



Continua...

...Continuação



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

*Letras minúsculas comparam monocultivo e mistura de gramíneas dentro de cada estrato do solo na região de touceiras e entre touceiras.

5.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A similaridade entre as misturas e o monocultivo, tanto nas questões estruturais dos pastos como também na produção de matéria seca acima e abaixo do solo durante o primeiro ano de avaliação (seca 2017 e águas 2017/2018), possivelmente está associada ao fato que, por mais que as metas de manejo tenham sido atingidas durante a condução do experimento, os pastos ainda estavam em processo de formação. Dessa forma, inferências baseadas em protocolos que buscam avaliar os efeitos de misturas sobre os atributos de produção durante períodos iniciais de implantação das misturas de espécies devem ser analisadas com cautela.

Ainda que o presente estudo tenha levantado a possibilidade de coexistência e manejo de pastos multiespecíficos formados por gramíneas de clima tropical, mais estudos devem ser feitos relativamente à escolha das gramíneas para compor a mistura, taxa de semeadura a ser utilizada durante a implantação, à fertilização do solo ao longo do ciclo de produção e ao manejo do pastejo durante as épocas do ano, uma vez que essas variáveis podem ser decisivas na conquista dos objetivos desejados com as misturas de gramíneas.

Além disso, a possibilidade de coexistência de gramíneas com diferentes atributos e estratégias de perenização permite gerar cenários até então teóricos em

que a existência proporcional de uma gramínea resistente a determinado agente (abiótico ou não) poderia atenuar os efeitos negativos desse agente sobre outra gramínea mais suscetível quando cultivada em monocultivo. Um exemplo clássico dessa vantagem seria evitar o declínio da produção de monocultivos de *Brachiaria decumbens* ocasionado por cigarrinha-das-pastagens infestados em toda a área por meio da inclusão de outras gramíneas resistentes a esse agente e, com isso, promover a diminuição dos prejuízos.

Apesar das misturas de gramíneas atenuarem os efeitos da estacionalidade de produção de forragem e apresentarem efetiva produção em um período crítico de pouca precipitação hídrica, mais estudos precisam ser feitos no sentido de investigar outras vantagens que pastos multiespecíficos podem conferir ao ambiente pastoril, envolvendo desde seus efeitos nas propriedades do solo até suas implicações na produção animal em sistemas baseados nesses cultivos.

5.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, C. A. B. et al. Altura de capins e cobertura do solo sob adubação nitrogenada, irrigação e pastejo nas estações do ano. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 21-27, 2010.
- ALLEN, G. V. et al. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, 66, 2–28, 2011.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BARBOSA, R. A. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e freqüência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 42, 329-340, 2007.
- BARBOSA, A. R. et al. **Alternativas para o estabelecimento de consórcios de gramíneas tropicais**. Brasília:EMBRAPA, 2018. 18p. (EMBRAPA. Comunicado Técnico, 147).
- CARDINALE, B. J. Biodiversity improves water quality through niche partitioning. **Nature**, v. 472, n. 7341, p. 86-89, 2011.
- CARNEVALLI, R. A. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça pastures under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, n.3, p.165-176, 2006.
- CORRENTE, J. E.; NOGUEIRA, M. C. S.; COSTA, B. M. Contrastos ortogonais na análise do controle de volatilização de amônia em compostagem. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 407-412. 2001.
- CREISSEN, H. E.; JORGENSEN, T. H.; BROWN, J. K. M. Stabilization of yield in plant genotype mixtures through compensation rather than complementation. **Annals of Botany**, v. 112, n. 7, p. 1439-1447, 2013.
- CURLL, M. L.; WILKINS, R. J. Frequency and severity of defoliation of grass and clover by sheep at different stocking rates. **Grass and Forage Science**. v. 37, 291-297, 1982.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1992. 412p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **BRS ZURI, produção e resistência para a pecuária**. Brasília: EMBRAPA, 2014. 2p. (EMBRAPA. Folder técnico).
- EUCLIDES V. P. B. et al. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.43, n.12, p.1805-1812. 2008a.
- EUCLIDES V. P. B. et al. Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. **Rev. Bras. Zootec.**, v.37, n.1, p.18-26, 2008b.

- EUCLIDES, V. P. B. et al. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Rev. Bras. Zootec.**, v.39, p.151-168, 2010 (supl. especial).
- FONSECA, L. et al. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in Sorghum bicolor. **Livestock Science**. 145, 205–211, 2012.
- FONSECA, L. et al. Effect of sward surface height and level of herbage depletion on bite features of cattle grazing Sorghum bicolor swards. **J. Anim. Sci.** v. 91. 1–9, 2013.
- GROSS, K. et al. Species richness and the temporal stability of biomass production: a new analysis of recent biodiversity experiments. **The American Naturalist**, v. 183, n. 1, p. 1-12, 2014.
- HECTOR, A. et al. General stabilizing effects of plant diversity on grassland productivity through population asynchrony and overyielding. **Ecology**, v. 91, n. 8, p. 2213-2220, 2010.
- JANK, L. et al., **O capim-BRS Quênia (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens.** Brasília:EMBRAPA, 2017. 18p. (EMBRAPA. Comunicado Técnico, 138).
- LOREAU, M.; HECTOR, A. Partitioning selection and complementarity in biodiversity experiments. **Nature**, v. 412, n. 6842, p. 72-76, 2001.
- MOMMER, L. et al. Unveiling below-ground species abundance in a biodiversity experiment: a test of vertical niche differentiation among grassland species. **Journal of Ecology**, v. 98, n. 5, p. 1117-1127, 2010.
- NAEEM, S. et al. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. **Nature**, v. 368, p. 21, 1994.
- PIMM, S. L. The complexity and stability of ecosystems. **Nature**, v. 307, n. 5949, p. 321-326, 1984.
- RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B.; JANK, L. **Melhoramento de forrageiras tropicais.** Campo Grande/MS: Embrapa Gado de Corte, 2008.
- RODOLFO, G. R. et al. Levels of defoliation and regrowth dynamics in elephant grass swards. **Ciência Rural**. v.45, n.7, p.1299-1304, 2015.
- SANDERSON M. A. et al. Sward structure of simple and complex mixtures of temperate forages. **Agronomy Journal**, 98, 238–244. 2006
- SANDERSON, M. A. Stability of production and plant species diversity in managed grasslands: A retrospective study. **Basic and Applied Ecology**. v. 11. p. 216-224, 2009.
- SBRISSIA, A. F. et al. Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking method: underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. **Crop Science**. 58:945–954. 2018.
- SPEHN, E. M. et al. Above-ground resource use increases with plant species richness

in experimental grassland ecosystems. **Functional Ecology**, v. 14, n. 3, p. 326-337, 2000.

TILMAN, D.; DOWNING, J. A. Biodiversity and stability in grasslands. **Nature**, v. 367, p. 363-365, 1994.

6 Produção de forragem e estabilidade produtiva de misturas de gramíneas de clima tropical submetidas a estratégias de manejo do pastejo

6.1 RESUMO

Ambientes pastoris formados por misturas de gramíneas de clima temperado têm se mostrado mais eficientes na captação dos recursos disponíveis, principalmente quando utilizadas gramíneas de diferentes estruturas/arquiteturas e estratégias de ocupação de espaço. Com a possibilidade de misturar espécies de gramíneas de clima tropical em um mesmo ambiente pastoril, o presente trabalho levanta a hipótese de que a mistura de gramíneas de clima tropical com diferentes estruturas/arquiteturas pode apresentar diferenças na sua capacidade produtiva assim como as estratégias de manejo do pastejo utilizadas podem modular a produção de forragem. Dessa forma, os objetivos foram: a) Comparar a capacidade e estabilidade produtiva de pastos com diferentes estruturas/arquiteturas formados por misturas de gramíneas e b) Comparar a capacidade e estabilidade produtiva desses pastos quando submetidos a diferentes severidades de desfolhação. Foram comparadas duas misturas de gramíneas: Mistura A - *Panicum maximum* BRS Zuri, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e Mistura B - *Panicum maximum* cv. BRS Quênia, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições e quatro tratamentos (T1-T4), constituídos em arranjo fatorial: Mistura A manejada com 70 cm de altura pré-pastejo rebaixada até 40% (T1) e 60% (T2) dessa altura no pós-pastejo; mistura B manejada com 60 cm de altura pré-pastejo e rebaixada até 40% (T3) e 60% (T4) dessa altura no pós-pastejo. A massa de forragem, a composição botânica/morfológica e a densidade populacional de perfilhos (DPP) foram estimadas por meio de seis amostras coletadas em quadros de 1 m² (1m x 1m) por piquete. O acúmulo de forragem foi estimado pela diferença de massa de forragem entre o pré-pastejo do ciclo atual e o pós-pastejo do ciclo anterior. As médias de cada tratamento foram submetidas à análise de variância por meio do procedimento GLM do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2). As médias foram comparadas através do “LS MEANS”, adotando-se o nível de 10% de significância. A composição de espécies utilizada para formar as misturas de gramíneas não alterou sua capacidade e estabilidade produtiva. Severidades de desfolhação de 40% a 60% não influenciaram a capacidade produtiva das misturas de gramíneas apesar da maior severidade de desfolhação resultar em menor cobertura do solo pelo dossel forrageiro.

Palavras chave: Mistura de gramíneas, estacionalidade produtiva, estratégia de manejo, severidade de desfolhação, estrutura de gramíneas, pastos biodiversos.

6.2 INTRODUÇÃO

O cultivo de diferentes espécies ou gêneros de gramíneas em um mesmo ambiente pastoril vem despertando interesse em diversas regiões de clima temperado, principalmente pelo caráter multifuncional que os ecossistemas adquirem com o aumento da biodiversidade (Sanderson et al., 2006).

Segundo Weigelt et al. (2009), incrementos em diversidade de espécies possibilitam a combinação de uma infinidade de características morfogênicas, estruturais e fisiológicas em um mesmo ambiente, favorecendo a possibilidade de existência de inúmeras capacidades de desempenhar diferentes funções em um mesmo sistema e potencializar a captação e utilização dos recursos disponíveis. A relação existente entre a diversidade de espécies e a produtividade de um ecossistema pastoril pode ser explicada, por exemplo, por meio das características morfológicas envolvidas em uma melhor distribuição tridimensional e ocupação dos espaços pelo dossel forrageiro (Naeem et al., 1994; Spehn et al., 2000) ou pela capacidade de explorar e capturar recursos em diferentes regiões abaixo da superfície do solo (Tilman et al. 1996).

Entretanto, para que o potencial produtivo de um cultivo de mistura de plantas seja maximizado, características relacionadas às espécies que compõem os cultivos devem ser consideradas, não sendo apenas a quantidade de espécies utilizadas a estratégia mais apropriada ou importante (Sanderson et al., 2006). Tracy e Sanderson (2004) propuseram que a mistura de até três espécies bem adaptadas às condições ambientais do local de cultivo resultaria em maior produção de forragem e estabilidade produtiva do que o simples plantio aleatório de uma grande quantidade de espécies, evidenciando assim a importância da escolha estratégica das características expressadas por cada gramínea a ser cultivada em misturas. Aspectos relativos à adaptação às regiões de cultivo, capacidade de coexistência com outras plantas, disponibilidade de nutrientes no solo e flexibilidade de adaptação ao pastejo são fatores que também precisam ser levados em consideração na escolha das gramíneas que serão cultivadas em um mesmo ambiente. Segundo Petersen e Isselstein (2015), o manejo de uma mistura de gramíneas (representado por níveis de adubação e frequências de desfolhação) pode ser o maior determinante da produção das misturas, uma vez que influencia a composição botânica das espécies envolvidas e, consequentemente, a produção do ecossistema.

Dessa forma, é possível pressupor que o potencial produtivo de misturas compostas por gramíneas de clima tropical está diretamente relacionado às diferentes estruturas/arquiteturas formadas pelas misturas. Além disso, assim como em monocultivos, estratégias de manejo do pastejo possivelmente modulam a produção de forragem ao longo do ano e poderiam ser utilizadas como ferramenta para maximizar o efeito das misturas sobre a produção de forragem. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de forragem e a estabilidade produtiva de duas misturas formadas por gramíneas de clima tropical com diferentes estruturas/arquiteturas e capacidade de ocupação do espaço e verificar a influência da severidade de desfolhação como moduladora da produção de forragem.

6.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), na cidade de Campo Grande - MS (Latitude: 20°27', Longitude: 54°37' e Altitude: 530m). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 1992), caracterizado por textura argilosa, pH ácido, baixa saturação por bases e alta concentração de alumínio. Para maior precisão das características físicas e químicas da área experimental, foram coletadas amostras de solo para posterior análise (Tabela 10) e estabelecimento de estratégias de adubação ao longo dos anos.

Tabela 10 - Características químicas do solo antes da aplicação dos fertilizantes e semeadura (agosto de 2016) e dos anos seguintes antes da adubação de manutenção (agosto de 2017 e 2018)

Prof cm	pH CaCl ₂	pH H ₂ O	MO %	P mg/dm ³	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Al ⁺³ cmol/dm ³	H+Al cmol/dm ³	S	T	V %
2016												
0-20	5,6	6,2	4,5	1,4	3,0	2,0	0,3	0,0	4,4	5,3	9,7	54,8
20-40	5,3	5,9	3,8	0,8	2,3	0,9	0,2	0,0	4,2	3,4	7,7	44,6
2017												
0-20	5,9	6,5	4,0	1,5	2,3	1,6	0,3	0,0	3,1	4,2	7,3	57,1
20-40	5,4	6,5	3,1	0,6	0,7	0,6	0,1	0,0	3,4	1,4	4,8	29,2
2018												
0-20	5,7	6,5	4,1	0,9	2,2	1,6	0,2	0,0	3,4	4,0	7,4	53,7
20-40	5,2	6,4	2,8	0,5	0,8	0,6	0,1	0,0	3,5	1,5	5,0	28,9

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

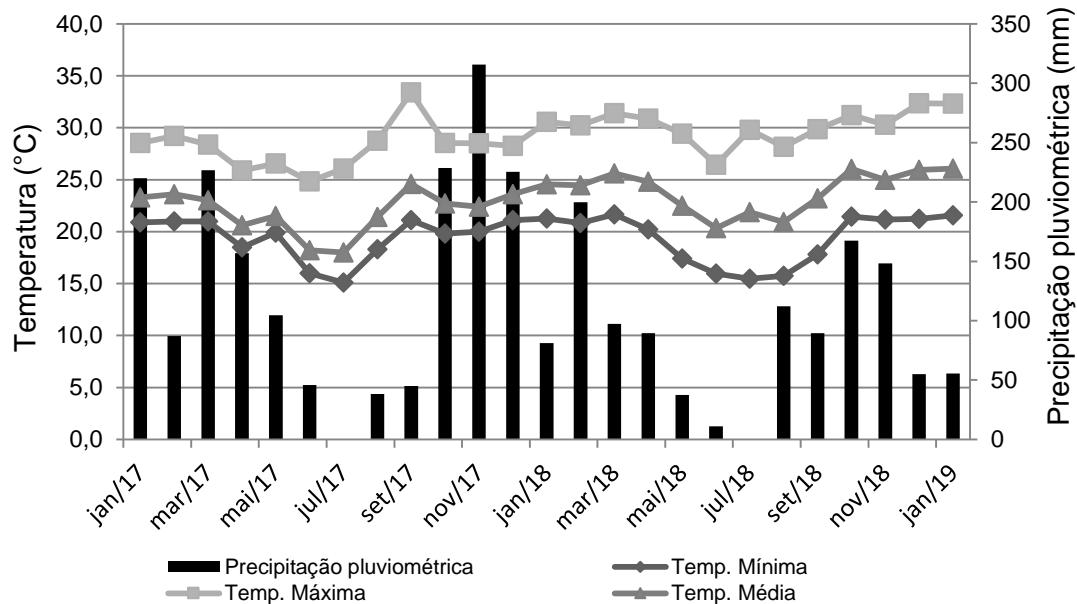
Durante a implantação dos pastos (dezembro de 2016) foram aplicados 100

kg/ha de fósforo (P₂O₅) e 100 kg/ha de potássio (K₂O) por meio da fórmula 0-20-20 (N-P-K). Após semeadura e germinação das sementes, foram aplicados 150 kg/ha de nitrogênio na forma de uréia, igualmente divididos em duas aplicações (março e abril de 2017). Nas águas de 2017/2018 foram aplicados 80 kg/ha de fósforo (P₂O₅) e 80 kg/ha de potássio (K₂O) por meio da fórmula 0-20-20 (N-P-K) e 150 kg/ha de nitrogênio na forma de uréia, igualmente divididos em três aplicações (dezembro, fevereiro e abril). Nas águas de 2018/2019 foram aplicadas as mesmas quantidades de fósforo e potássio do ano anterior e 50 kg/ha de nitrogênio da forma de ureia (dezembro de 2018).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso de savana, subtipo Aw, caracterizado pela distribuição anual irregular das chuvas, com ocorrência bem definida do período seco durante os meses mais frios do ano e um período chuvoso durante os meses de primavera e verão (Alvares et al. 2013).

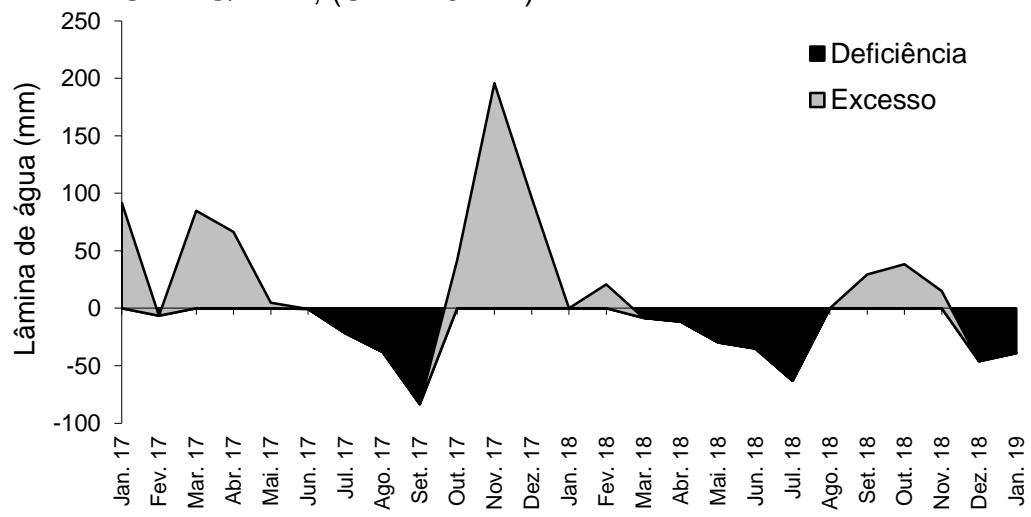
Os dados referentes à precipitação pluviométrica, temperatura mínima, média e máxima durante o período experimental foram registrados pelo Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/INPE e, com essas informações, foi estimado o balanço hídrico mensal (Figura 8; Figura 9).

Figura 8 - Precipitação pluviométrica e temperatura (mínima, máxima e média) ao longo do período experimental na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Fonte: Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/INPE



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Figura 9 - Balanço hídrico mensal durante o período experimental na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Adaptado: Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/INPE, (CAD: 75 mm).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

6.3.1 Delineamento experimental

As fases que antecederam o ensaio experimental, correspondentes à escolha da estratégia de fertilização do solo, das gramíneas a serem utilizadas nas misturas e

da semeadura das mesmas estão descritas em *Alternativas para o estabelecimento de consórcios de gramíneas tropicais* (Barbosa et al., 2018; Anexo I). Dessa forma, o Capítulo II deste documento e os dados abordados na atual seção são referentes ao período pós implantação e estabilização dos pastos, correspondente à produção dos mesmos, que teve início em julho de 2017 e término em fevereiro de 2019.

A área experimental utilizada foi de 5,5 hectares, quais foram divididos em 12 piquetes de 0,25 ha com uma área reserva de aproximadamente 1,75 ha. A área de reserva foi destinada à manutenção dos animais que eram utilizados para o rebaixamento dos pastos experimentais.

Os piquetes foram ocupados pelos animais seguindo o método de lotação intermitente (Allen et al., 2011) utilizando vacas da raça Caracu com peso corporal médio de 500 kg. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado e planejado em arranjo fatorial 2 x 2 (duas misturas de gramíneas e duas severidades de desfolhação) e três repetições.

Os tratamentos foram constituídos de duas misturas de gramíneas, denominadas Mistura A e Mistura B. A Mistura A foi composta por uma gramínea do gênero *Panicum* (*Panicum maximum* cv. BRS Zuri) e duas gramíneas do gênero *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk). A mistura B seguiu a mesma lógica, integrando uma gramínea do gênero *Panicum* (*Panicum maximum* cv. BRS Quênia) e duas gramíneas do gênero *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás), conforme Tabela 11.

Tabela 11 – Gramíneas que integraram os pastos formados pelas misturas e o monocultivo

Mistura A	Mistura B
<i>P. maximum</i> cv. BRS Zuri	<i>P. maximum</i> cv. BRS Quênia
<i>B. brizantha</i> cv. Xaraés	<i>B. brizantha</i> cv. Marandu
<i>B. decumbens</i> cv. Basilisk	<i>B. brizantha</i> cv. BRS Paiaguás

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A escolha de cada gramínea que participou de cada mistura foi determinada por suas características estruturais na tentativa de garantir a geração de ambientes

pastoris com maior diversidade estrutural para que atendessem a uma das hipóteses levantadas. Dessa forma, seguindo as características da Tabela 12, as gramíneas do gênero *Panicum* foram denominadas de ‘porte alto’, as *B. brizanha* cv. Xaraés e Marandu de ‘porte intermediário’ e a *B. decumbens* cv. Basilisk e *B. brizantha* cv. BRS Paiaguás como plantas de ‘porte baixo’.

Além da variação estrutural intraespecífica (dentro de cada mistura), a escolha das gramíneas para a formação de cada mistura também seguiu uma estratégia de construção de dois cultivos com características estruturais/arquiteturas contrastantes (baseado na altura das plantas) com o objetivo de testar a influencia da escolha das gramíneas sobre a capacidade e estabilidade produtiva das misturas. Dessa forma, a Mistura A foi formada por gramíneas de alturas mais contrastantes, de maior estratificação, e a Mistura B formada por gramíneas de alturas mais próximas (principalmente entre as que ocupam os estratos mais baixos; Tabela 12).

Tabela 12. Características estruturais das gramíneas cultivadas nas Misturas A e B.

Características	Mistura A			Mistura B		
	BRS Zuri	Xaraés	Decumbens	BRS Quênia	Marandu	BRS Paiaguás
Altura da planta (cm)*	130,0	87,0	43,0	92,0	63,0	60,0
Comprimento do internódio (cm)	26,4	15,2	8,8	23,7	12,0	9,4
Diâmetro do colmo (mm)	5,8	5	3,0	4,9	4,3	3,3
Comprimento lamina foliar (cm)	40,0	15,0	9,0	55,5	13	9,2
Largura lamina foliar (cm)	4,0	2,4	1,4	2,7	1,9	1,4
Arquitetura folha	Arqueada	Arqueada	Ereta	Arqueada	Arqueada	Ereta
Habito de crescimento	Cespitoso	Semi-ereto	Decumbente	Cespitoso	Semi-ereto	Decumbente

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Adaptado de Barrios et al. (2017).

Além disso, cada uma das misturas foi submetida a diferentes estratégias de pastejo rotativo caracterizadas por diferentes metas de altura pré e pós-pastejo (Tabela 13). Foi estabelecida a altura de 70 cm pré-pastejo para a Mistura A e duas alturas pós-pastejo: rebaixamento até a altura de 42 cm (T1) e até 28 cm (T2) representando severidades de desfolhação de 40% e 60% em relação à altura pré-pastejo, respectivamente. Para a Mistura B, a altura pré-pastejo foi 60 cm (tomando-se por base a meta do capim BRS Quênia), e as alturas pós-pastejo foram 36 cm (T3) e 24 cm (T4) representando as severidades de desfolhação de 40% e 60% em relação à altura pré-pastejo, respectivamente (Tabela 13).

Tabela 13 - Descrição das estratégias de manejo do pastejo para as misturas de gramíneas e para o monocultivo.

Tratamento	Descrição
T1	Mistura A com altura pré-pastejo de 70 cm e severidade de desfolhação de 40% (altura pós-pastejo de 42 cm)
T2	Mistura A com altura pré-pastejo de 70 cm e severidade de desfolhação de 60% (altura pós-pastejo de 28 cm)
T3	Mistura B com altura pré-pastejo de 60 cm e severidade de desfolhação de 40% (altura pós-pastejo de 36 cm)
T4	Mistura B com altura pré-pastejo de 60 cm e severidade de desfolhação de 60% (altura pós-pastejo de 24 cm)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O processo de formação das primeiras estruturas do dossel forrageiro das misturas e implantação dos tratamentos foi iniciado no mês de julho de 2017 com o primeiro rebaixamento dos pastos seguindo a altura residual específica para cada tratamento.

6.3.2 Monitoramento das condições experimentais

O acompanhamento da altura de todos os piquetes, tanto durante o período de ocupação como de descanso, foi realizado por meio de régua graduada em centímetros e posicionada aleatoriamente em 60 pontos dentro de cada piquete. Essas avaliações se tornavam mais frequentes quando a altura dos pastos se aproximava das metas pré e pós-pastejo específica de cada tratamento. Foi

convencionado que o registro da altura de cada ponto de coleta corresponderia à posição média das regiões mais altas do dossel forrageiro em torno da régua.

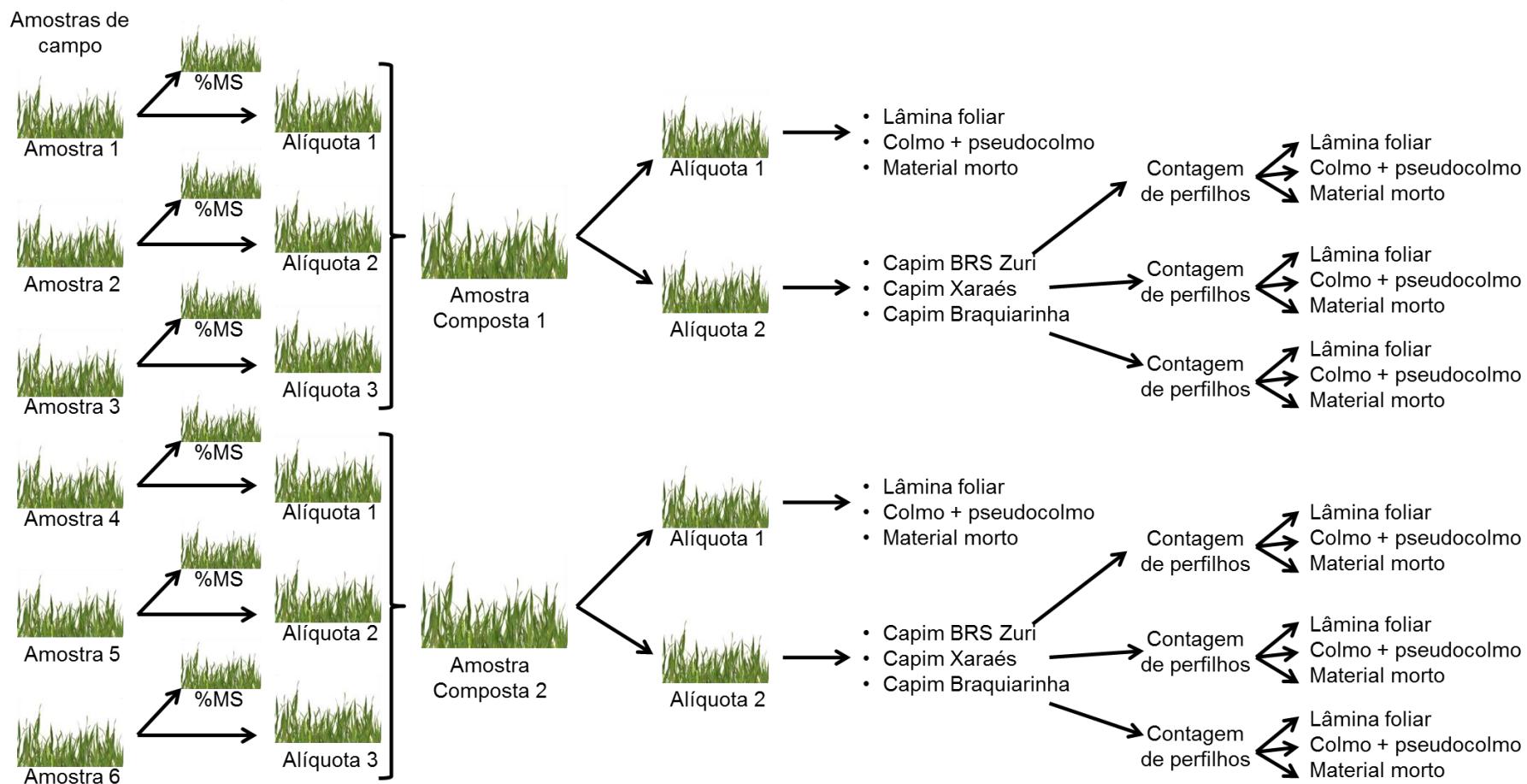
6.3.3 Massa e componentes botânicos/morfológicos da forragem

A massa de forragem em pré e em pós-pastejo foi estimada por meio do corte de seis amostras de forragem coletadas em área de 1 m² (1 m x 1 m). O procedimento foi realizado com o auxílio de máquinas roçadoras costais com lâminas serrilhadas. Posteriormente à coleta, todas as amostras eram identificadas e pesadas. Após pesagem, eram coletadas alíquotas equivalentes a aproximadamente 30% do peso total de cada amostra que posteriormente eram acondicionadas em sacos de papel e pesadas antes e depois do processo de secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até peso constante (Figura 10). Essa alíquota foi usada para estimar a porcentagem de matéria seca de cada amostra e posteriormente estimar a massa de forragem em pré e em pós-pastejo.

Além disso, era coletada uma segunda alíquota de cada amostra para a formação de uma amostra composta. Essa amostra composta integrava três alíquotas, ou seja, a cada três amostras de campo, se formava uma amostra composta. Essas amostras compostas eram destinadas ao processo de separação botânica/morfológica e estimativa da densidade populacional de perfilhos a partir de duas alíquotas (Figura 10):

- Alíquota 1: separação dos componentes morfológicos do pasto (lâmina foliar, colmo+pseudocolmo e material morto), independente da gramínea envolvida na mistura, que posteriormente eram secos em estufa e pesados para a estimativa de participação relativa de cada componente morfológico.
- Alíquota 2: classificação e separação dos perfilhos do gênero *Panicum* e das *Brachiarias* para posterior contagem estimativa da participação relativa de cada gramínea em cada mistura.

Figura 10 - Esquema gráfico do processo de amostragem e subamostragem da massa de forragem em pré-pastejo coletada na mistura de gramíneas.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

6.3.4 Acúmulo e taxa de acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem (kg MS/ha) foi calculado para cada ciclo de pastejo a partir da diferença entre a massa de forragem em pré-pastejo do ciclo atual (n) e o pós-pastejo do ciclo anterior (n-1). Para a determinação da taxa de acúmulo de forragem (kg MS/ha.dia) os valores de acúmulo de forragem por ciclo de pastejo foram divididos pelo número correspondente de dias de descanso dos piquetes. O acúmulo total de matéria seca para cada época de avaliação foi calculado por maio do somatório do acúmulo de forragem de todos os ciclos de pastejo dentro de cada época.

6.3.5 Área de cobertura vegetal

A distribuição horizontal dos pastos foi avaliada com o auxílio de uma corda de nylon de trinta metros graduada por um nó a cada metro. Em pós-pastejo, a corda foi alinhada na posição diagonal dentro dos piquetes e a cada ponto (nó) era feita leitura do que havia no local (cobertura vegetal ou área descoberta). Além disso, quando havia cobertura vegetal, esta era identificada conforme a gramínea que ocupava aquele ponto de amostragem. A corda foi alocada em três regiões dentro de cada piquete, totalizando 90 pontos por piquete.

5.3.6 Estratificação do dossel forrageiro

A composição botânica/morfológica do perfil vertical do dossel forrageiro foi avaliada com o auxílio do *ponto inclinado* (Grant, 1993), sempre em pré-pastejo. O equipamento foi posicionado em três regiões de cada piquete que visualmente apresentavam a presença das três gramíneas que compunham cada mistura. Posteriormente foram registradas as alturas em que ocorriam os toques da ponta da haste do aparelho em componentes morfológicos (lâmina foliar, colmo e material morto) das diferentes gramíneas da mistura (composição botânica) do topo até o nível do solo. Foram registrados 300 toques por tratamento em cada época de avaliação. Os dados foram agrupados em quatro estratos, formados a cada 25% da altura pré-pastejo de cada mistura. Portanto, foram gerados os seguintes estratos: de 0-17,5 cm/17,5-35 cm/35-52,5 cm e 52,5-70 cm para a Mistura A e 0-15 cm/ 15-30 cm/ 30-

45 cm/ 45-60 cm para a Mistura B.

6.3.7 Índice de área foliar

O índice de área foliar (IAF) foi estimado de forma indireta como sendo o produto da área foliar específica e a massa de lâminas foliares de cada gramínea. Para isso, foram coletadas aleatoriamente 100 folhas de cada gramínea por mistura (A e B), as quais foram posteriormente passadas em aparelho integrador de área foliar (modelo LI-3100C), secas em estufa e pesadas. Em seguida, calculou-se a área foliar específica (cm^2/g) de cada amostra por meio da razão entre área foliar e o peso seco das amostras. O índice de área foliar dos pastos foi calculado como resultado do produto entre a área foliar específica e a massa seca de lâminas foliares (g) oriundas da separação botânica da massa de forragem (Figura 10) e pela divisão do valor resultante pela área amostrada em cada unidade experimental (10000 cm^2). Esse procedimento foi realizado para cada gramínea, dentro de cada tratamento, em pré e em pós-pastejo.

6.3.8 Massa de raízes

A coleta de amostras para estimativa da massa de raízes foi realizada utilizando-se uma sonda cilíndrica com 4,8 cm de diâmetro e 100 cm de altura. Foram coletadas quatro amostras por piquete, sendo duas na região das touceiras de *Panicum* e duas entre touceiras. Após a coleta, as amostras contendo solo + raízes foram processadas em peneiras de malha de 2 milímetros utilizando corrente suave de água. As amostras de raízes obtidas após processamento foram identificadas separadamente, secas em estufa a 60 °C por 72 horas e pesadas para determinação da massa de MS de raízes em cada amostra.

6.3.9 Análise estatística

Os dados foram agrupados em valores médios de cada repetição conforme a época (água ou seca) de cada ano. A análise de variância dos dados foi realizada segundo o procedimento GLM do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2). As médias foram comparadas através do “LS MEANS”, adotando-se o

nível de 10% de significância.

6.4 RESULTADOS

As metas de alturas tanto pré como pós-pastejo foram atingidas ao longo de cada ciclo de pastejo e em cada época do ano, com variação de até 5,4% em relação à meta estabelecida (Tabela 14).

Tabela 14 – Alturas (cm) pré e pós-pastejo para misturas de gramíneas submetidas a diferentes severidades de desfolhação

	Seca 2017	Águas 2017/18	Seca 2018	Águas 2018/19	CV
Pré-pastejo					
Mistura A	71	70	68	70	3,2
Mistura B	61	62	58	61	3,7
Pós-pastejo					
A40%	45	42	45	41	5,0
A60%	26	28	28	26	5,3
B40%	37	35	37	34	4,4
B60%	26	23	26	21	5,4

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A massa de forragem em pré-pastejo não diferiu entre as misturas de gramíneas e as severidades de desfolhação, porém apresentou efeito ao longo das épocas do ano, com maiores valores para as águas de 2018/19 em relação às duas primeiras épocas de avaliação (seca 2017 e águas 2017/18; Tabela 15). A porcentagem de lâminas foliares em pré-pastejo foi maior na primeira seca de avaliação quando comparada à seca de 2018, porém não diferiu das demais épocas do ano. Além disso, a porcentagem de folhas apresentou interação com a severidade de desfolhação ($p=0,002$), com participação de 50% na severidade de desfolhação de 60% e 42% deste componente na severidade de 40%, independente da mistura de gramíneas. A participação de componente colmo + pseudocolmo foi maior durante o período das águas e o material morto foi maior durante a seca de 2018 quando comparada a época de águas de 2018/19, que não diferiu entre as outras épocas do ano.

Tabela 15 - Massa de forragem total (kg de MS/ha), e porcentagem de componentes morfológicos (folha, colmo+pseudocolmo e material morto, %) em pré-pastejo de misturas de gramíneas de clima tropical

	Seca 2017	Águas 2017/18	Seca 2018	Águas 2018/19	CV	p-value
Massa de forragem total	4803 C	6033 B	6398 AB	7364 A	21,38	0,0003
Porcentagem de folhas	51 A	44 AB	42 B	49 AB	21,25	0,0687
Porcentagem de colmo+pseudocolmo	28 BC	32 AB	24 C	34 A	22,76	0,0015
Porcentagem de material morto	21 AB	23 AB	26 A	16 B	43,34	0,0927

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

*Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si.

Houve redução da DPP das gramíneas de porte baixo, independente da mistura, apresentando 1 perfilho/m² na última época de avaliação (Tabela 16). Plantas de porte intermediário não variaram com a época do ano e a DPP das plantas de porte alto apresentaram menores valores no início do período de avaliação e foram aumentando ao longo do período experimental, chegando a 435 perfilhos na última época de avaliação. Em relação às épocas do ano, a DPP total foi maior ($p=0,0836$) nas águas de 2018/19 quando comparada à seca de 2017 e não diferiu das demais épocas do ano.

Tabela 16 - Densidade populacional de perfilhos (DPP) total e de gramíneas de porte alto, médio e baixo nas misturas

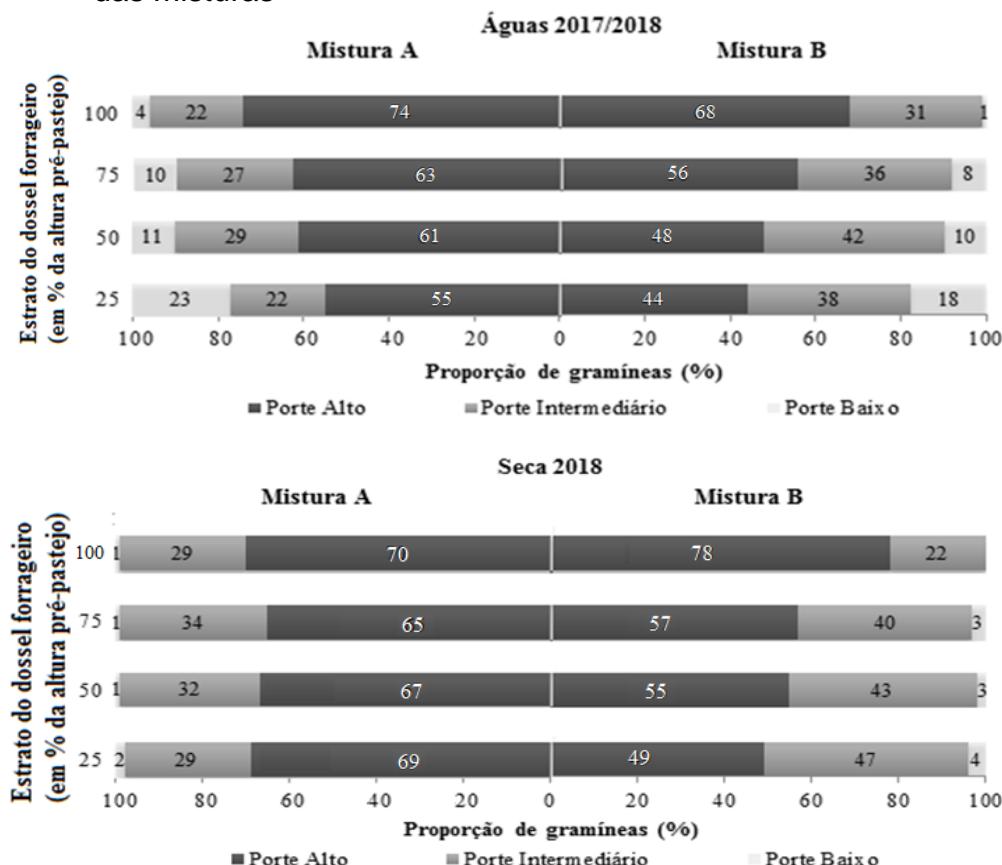
DPP	Seca 2017	Águas 2017/18	Seca 2018	Águas 2018/19	CV	p-value
Porte baixo	41 A	23 AB	2 B	1 B	159,4	0,0031
Porte médio	130 A	165 A	156 A	164 A	47,28	0,5700
Porte alto	270 B	389 AB	466 A	435 A	36,15	0,0089
Total	431 B	596 AB	590 AB	623 A	35,15	0,0836

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

*Letras maiúsculas na mesma linha comparam a DPP ao longo das épocas do ano.

A participação de cada gramínea ao longo dos estratos do perfil vertical do dossel forrageiro foi semelhante ao longo das épocas de avaliação, com participação ligeiramente maior das gramíneas de porte alto na Mistura A em relação à mesma categoria de plantas na Mistura B (Figura 11).

Figura 11. - Participação relativa de cada categoria de gramínea (porte alto, intermediário e baixo) dentro de cada estrato vertical do dossel forrageiro das misturas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

*A participação de cada gramínea é estimada dentro de cada estrato e de cada mistura, levando-se em consideração estratos formados a cada 25% da altura pré-pastejo de cada mistura.

Não houve interação ($P>0,10$) entre o IAF pré-pastejo e a mistura de gramíneas ou severidade de desfolhação sendo registrado efeito apenas para épocas do ano. As gramíneas de porte baixo reduziram o IAF pré-pastejo após a primeira seca enquanto que as plantas de porte alto aumentaram o IAF após esse mesmo período (Tabela 17). Plantas de porte intermediário permaneceram com o IAF pré-pastejo constante ao longo das épocas do ano.

Tabela 17 - Índice de área foliar (IAF) total e das gramíneas de portes alto, médio e baixo nas misturas avaliadas em pré-pastejo

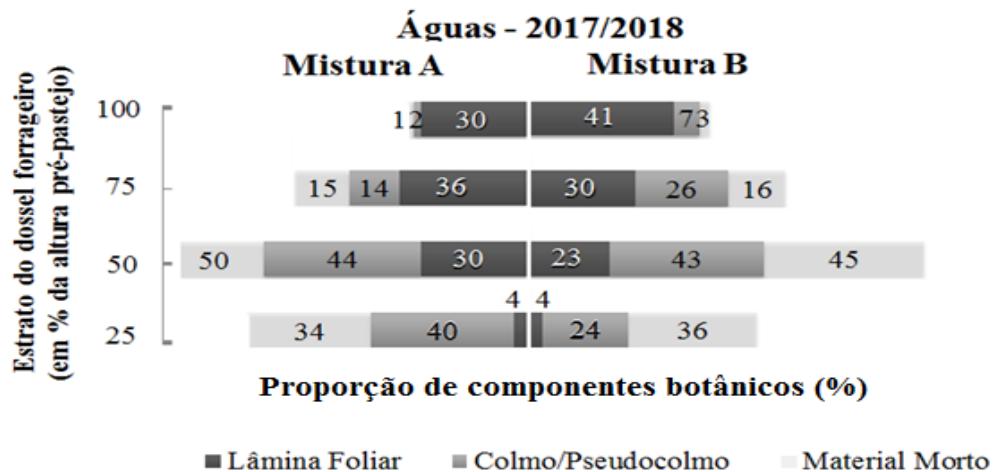
Categoria/ estrutura	Seca 2017	Águas 2017/18	Seca 2018	Águas 2018/19	CV	p-value
Porte baixo	0,044 A	0,015 B	0,001 B	0,017 B	112,15	<0,0001
Porte médio	0,53 A	0,47 A	0,74 A	0,78 A	65,27	0,2199
Porte alto	1,37 B	1,87 A	1,98 A	2,1 A	25,22	0,0029
Total	1,94 B	2,35 AB	2,71 A	2,65 A	23,81	0,0073

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

*Letras maiúsculas na mesma linha comparam o IAF ao longo das épocas do ano.

A distribuição dos componentes morfológicos ao longo dos estratos verticais do dossel forrageiro foi relativamente semelhante entre as misturas, com maior concentração de colmo e de material morto no estrato inferior (Figura 12) e maior participação de folhas no estrato superior.

Figura 12 - Participação relativa dos componentes morfológicos (lâmina foliar, colmo/pseudocolmo e material morto) ao longo dos estratos verticais do dossel forrageiro das misturas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

*A participação de cada componente botânico dentro de cada estrato é estimada em relação à participação total do referido componente ao longo de todo o perfil do dossel forrageiro e levando-se em consideração estratos formados a cada 25% da altura pré-pastejo de cada mistura.

Houve efeito da mistura de gramíneas e da severidade de desfolhação para cobertura vegetal (Tabela 18). A Mistura A apresentou menor cobertura vegetal durante o outono e inverno quando comparada as demais épocas do ano enquanto que, apesar da Mistura B ter apresentado mesma cobertura vegetal ao longo das quatro primeiras estações de avaliação, no outono de 2018 a cobertura vegetal foi inferior ($p<0,10$) à primavera do mesmo ano. Independente da severidade de desfolhação, a cobertura vegetal foi inferior principalmente no outono quando comparado às estações mais úmidas (Tabela 18). Além disso, a severidade de desfolhação de 40% apresentou maior cobertura vegetal, independente da época do ano.

Tabela 18 - Cobertura vegetal do solo ao longo das estações de avaliação em pastos formados por misturas de gramíneas de clima tropical e submetidos a severidades de desfolhação ao longo das épocas do ano.

	Primavera 2017	Verão 2018	Outono 2018	Inverno 2018	Primavera 2018	CV	p
Mistura de gramíneas							
Mistura A	55 Aa	57 Aa	42 Ba	50 Ba	63 Aa	10,42	0,0743
Mistura B	54 ABa	55 ABa	46 Ba	55 ABa	56 Aa		
Severidade de desfolhação							
40%	61 ABCa	70 Aa	51 Ca	59 BCa	64 ABa	10,42	0,0012
60%	48 ABb	42 BCb	37 Cb	46 ABCb	55 Ab		

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

*Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna comparam a cobertura vegetal do solo. Interações verificadas: misturas de gramíneas*épocas do ano e severidade de desfolhação*épocas do ano.

A massa de forragem em pós-pastejo variou ($p<0,0001$) ao longo das épocas dos anos, com menores valores para as duas primeiras épocas de avaliação (Tabela 19). Além disso, apesar de não haver diferença entre as misturas de gramíneas, a massa de forragem pós-pastejo sofreu influência da severidade de manejo ($p=0,014$), variando de 3153 kgMS/ha na severidade de desfolhação de 60% para 3704 kgMS/ha na menor severidade de manejo. A porcentagem de folhas assim como a participação de colmo+pseudocolmo no dossel forrageiro foi maior apenas na seca de 2017 enquanto que a participação de material morto aumentou ao longo das épocas dos anos em pós-pastejo (Tabela 19).

Tabela 19 - Massa de forragem total (kg de MS/ha), e porcentagem de componentes morfológicos (folha, colmo+pseudocolmo e material morto, %) em pós-pastejo de misturas de gramíneas de clima tropical

	Seca 2017	Águas 2017/18	Seca 2018	Águas 2018/19	CV	p-value
Massa de forragem total	2201 B	2968 B	4454 A	4091 A	25,12	<0,0001
Porcentagem de folhas	0,14 A	0,08 B	0,06 B	0,07 B	68,74	0,0063

Continua...

...Continuação

Porcentagem de colmo+pseudocolmo	0,54 A	0,38 B	0,29 C	0,30 C	21,18	<0,0001
Porcentagem de material morto	0,30 C	0,52 B	0,64 A	0,62 A	18,5	<0,0001

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

*Letras maiúsculas na linha compararam as variáveis ao longo das épocas dos anos

O IAF total pós-pastejo não apresentou influência do tipo de mistura de gramíneas e da severidade de desfolhação e variou apenas ao longo das estações do ano (Tabela 20). O IAF residual das plantas de porte baixo reduziu após a primeira seca de avaliação ($p=0,0437$) enquanto que as plantas de porte alto apresentaram aumento ($p<0,0001$) desta variável ao longo das épocas. O IAF pós-pastejo de plantas de porte intermediário não variou durante o período de avaliação ($p=0,3201$)

Tabela 20 - Índice de área foliar (IAF) total e das gramíneas de portes alto, médio e baixo nas misturas avaliadas em pós-pastejo

Categoria/ estrutura	Seca 2017	Águas 2017/18	Seca 2018	Águas 2018/19	CV	p-value
Porte baixo	0,027 A	0,012 AB	0,004 B	0,003 B	190,98	0,0437
Porte médio	0,103 A	0,143 A	0,166 A	0,192 A	81,12	0,3201
Porte alto	0,257 B	0,284 B	0,679 A	0,820 A	64,95	<0,0001
Total	0,387 B	0,44 B	0,85 A	1,016 A	56,02	<0,0001

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

*Letras maiúsculas na mesma linha compararam o IAF ao longo das épocas do ano.

Não houve interação para o acúmulo de forragem entre misturas de gramíneas e severidades de desfolhação ($p>0,10$). O maior acúmulo foi verificado nas águas de 2018/19 quando comparado as secas de 2017 e 2018 que, por sua vez, não diferiram das águas de 2017/18 (Tabela 21). O período de descanso foi maior na segunda seca de avaliação e menor durante as águas de 2017/18 e 2018/19, independente da mistura de gramíneas ou severidade de desfolhação. A taxa de acúmulo foi maior na seca de 2017/18 e 2018/19 quando comparadas às duas épocas secas dos anos avaliados.

Tabela 21 – Acúmulo total de forragem (kg de MS/ha), período médio de descanso (dias) e taxa de acúmulo de forragem ao longo das épocas de avaliação e anos

	Seca 2017	Águas 2017/18	Seca 2018	Águas 2018/19	CV	p-value
Acúmulo total de forragem	2601 B	3503 AB	2298 B	4230 A	51,73	0,0086
Período de descanso	113 B	50 C	157 A	52 C	20,5	<0,0001
Taxa de acúmulo de forragem	23 B	72 A	14 B	81 A	56,6	<0,0001

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

*Letras maiúsculas na linha comparam as variáveis ao longo das épocas dos anos.

A massa de raízes na região de touceiras aumentou ao longo das épocas dos anos enquanto que entre touceira permaneceu constante ao longo das épocas avaliadas (Tabela 22). Independente da mistura de gramíneas ou severidade de desfolhação, a massa de raízes foi maior na região das touceiras quando comparada as regiões entre touceiras (Tabela 22 e 23). Além disso, a Mistura A apresentou maior massa de raízes na região de touceiras quando comparada à Mistura B ($p<0,10$; Tabela 23).

Tabela 22 – Massa de raízes (ton MS/ha) na região de touceiras e entre touceiras ao longo das épocas dos anos em misturas de gramíneas

	Seca 2017	Águas 2017/18	Seca 2018	CV	p-value
Região de touceiras	6,2 Ca	9,3 Ba	18,0 Aa	36,03	<0,0001
Entre touceiras	3,7 Ab	3,7 Ab	5,6 Ab		

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

*Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna comparam as variáveis ao longo das épocas dos anos e região de coleta, respectivamente.

Tabela 23 – Massa de raízes (ton MS/ha) na região de touceiras e entre touceiras em duas misturas de gramíneas

	Região de touceira	Entre touceiras	CV	p-value
Mistura A	12,7 Aa	4,4 Ba		
Mistura B	9,6 Ab	4,3Ba	34,7	0,0107

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

*Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna comparam as variáveis ao longo das

regiões de coleta e misturas de gramíneas, respectivamente.

6.5 DISCUSSÃO

As metas de manejo baseadas na altura do dossel forrageiro foram atendidas ao longo de todo o período experimental, tanto em pré como em pós-pastejo (Tabela 14). Apesar de as metas pré-pastejo da Mistura A e Mistura B terem sido baseadas nas alturas recomendadas para os capins BRS Zuri (80 cm) e BRS Quênia (70 cm), a proposta de reduzir, respectivamente, para 70 cm e 60 cm foi com o objetivo de possibilitar maior entrada de luz nos pastos e favorecer a manutenção das áreas das *Brachiarias* integrantes das misturas, uma vez serem plantas que possuem estrutura e porte menor relativamente ao *Panicum*. Entretanto, vale ressaltar que as alturas de 70 cm para o capim BRS Zuri e 60 cm para o BRS Quênia estão dentro da faixa de flexibilização do manejo do pastejo para ambas as gramíneas, considerando a proposta de interceptação da luz incidente na faixa de 90 a 95% (Barbosa et al., 2007; Sbrissia et al., 2018; Jank et al., 2017; EMBRAPA, 2014).

É importante salientar que, apesar de alguns trabalhos que tiveram como objetivo maximizar a produção vegetal e o desempenho animal recomendarem severidade de desfolhação dos pastos de até 50% em relação à altura pré-pastejo (Fonseca et al., 2012; Pérez-Prieto e Delagarde, 2012), as severidades de desfolhação utilizadas no presente protocolo (moderada - 40% e severa - 60%), independente da mistura, se baseou no objetivo de procurar entender a dinâmica (e.g. populacional, de crescimento, de competição) das diferentes gramíneas quando manejadas em cultivos de misturas e submetidas a severidades de pastejo dentro de uma amplitude de valores normalmente utilizados em condições de campo.

Apesar de pastos manejados com diferentes alturas pós-pastejo geralmente apresentarem contrastes estruturais, botânicos e produtivos em ambientes pastoris formados pelos monocultivos tradicionais (Michell e Fulkerson, 1987; Carnevalli et al. 2006; Barbosa et al. 2007; Ganche et al. 2013), ambas as misturas de gramíneas, mesmo manejadas com diferentes severidades de pastejo (moderada e severa), não influenciaram a estrutura dos pastos em pré-pastejo (Tabela 15). A ausência de diferença estrutural em pré-pastejo mesmo quando as misturas foram manejadas com diferentes severidades de pastejo pode estar associada às metas pré-pastejo utilizadas, uma vez que a referência de manejo utilizada foi o capim de porte alto.

Nessas circunstâncias, apesar de o presente protocolo ter utilizado alturas dentro da faixa de manejo recomendada e baseada na interceptação de luz dessas gramíneas, a mistura de gramíneas pode ter maximizado a exploração espacial e gerado ambientes com IAF crítico antes mesmo das plantas de *Panicum* atingirem sua meta de altura ideal. Isso, por sua vez, pode ter gerado processos dinâmicos de compensação nos pastos (Sbrissia et al. 2008; Duchini et al. 2013) durante o período de descanso e resultando na geração de estruturas semelhantes em pré-pastejo.

A incapacidade de competição por luz em condições extremas possivelmente seja responsável pelo declínio na população de plantas de porte baixo, independente da mistura (Tabela 16; Figura 11). Apesar de ambas as gramíneas de porte baixo (*B. decumbens* cv. Basilisk e *B. brizantha* cv. BRS Paiaguás) serem conhecidas pela alta capacidade de adaptação em ambientes tropicais (Moreira et al. 2009; Germano et al. 2018), a ocupação de estratos inferiores do dossel possivelmente desfavoreceu o seu processo de perenização em função da dificuldade em competir por luz com plantas de portes maiores e com metas de manejo acima dos limites recomendados para plantas de portes menores.

Apesar disso, é possível observar que não houve tendência de redução na densidade populacional total de perfilhos (considerando todos os perfilhos integrantes da pastagem, independente do tipo de gramínea), demonstrando haver um possível mecanismo de ajuste na comunidade de plantas ao longo das épocas de avaliação. Este mecanismo de ajuste dentro da comunidade de plantas pode ser verificado ainda por meio do IAF total em pré-pastejo, uma vez que, mesmo com o declínio do IAF de plantas de porte baixo, o IAF total aumentou ao longo das épocas de avaliação possivelmente devido ao aumento de áreas de folha de plantas de porte alto. Além disso, é possível verificar na Figura 12 que a distribuição da área foliar foi relativamente semelhante ao longo dos estratos do dossel forrageiro, com participação de aproximadamente 70% das lâminas foliares ocupando o estrato superior do dossel forrageiro (acima de 50% da altura pré-pastejo de cada mistura), independente da mistura ou severidade de desfolhação.

Além disso, apesar da DPP não ter variado com as severidades de pastejo, foi possível constatar que pastos de mistura de gramíneas manejadas com a severidade de 60% apresentam menor cobertura vegetal do solo que aqueles manejados com a severidade de 40% (Tabela 18), demonstrando perda na capacidade desses pastos em compensar o número de perfilhos quando manejados em estratégias de manejos

severos. Esses resultados demonstram que a densidade de perfilhos passou a ficar mais concentrada em touceiras e houve uma menor distribuição das gramíneas ao longo da área quando a severidade foi 60%, diferente daquela para a severidade de 40%, com 70% do solo coberto pelas plantas da mistura (verão de 2018).

A massa de forragem pós-pastejo foi diferente entre as severidades de desfolhação uma vez que pastejos severos aumentam a remoção de tecido vegetal e diminuem a massa residual quando comparado a manejos moderados (Tabela 19; Carnevalli et al. 2006; Barbosa et al. 2007). A participação de folhas em pós-pastejo também não diferiu entre as misturas de gramíneas possivelmente em função de que, apesar das alturas residuais terem sido diferentes, a proporção de remoção da altura do pasto foi a mesma para ambas as misturas resultando, consequentemente, em IAF residual total semelhante entre as misturas ao longo das épocas de avaliação (Tabela 20). Outro fator que pode estar associado ao IAF residual ter sido semelhante entre as misturas de gramíneas é que, apesar das severidades de desfolhação utilizadas no presente protocolo serem frequentemente praticadas em monocultivos, estas podem ser limitantes (mesmo as severidades moderadas) quando gramíneas de portes menores estão envolvidas nas misturas. Ou seja, quando gramíneas de porte menor precisam alongar colmo como estratégia de competição por luz em metas pré-pastejo mais elevadas e, posteriormente, são submetidas a severidades de desfolhação baseadas em plantas de porte alto, grande parte do tecido foliar e ou meristemas apicais das gramíneas de portes menores são removidos, ocasionando invariavelmente a redução do IAF residual e maior participação de material morto em cultivos com misturas de gramíneas (Tabela 19).

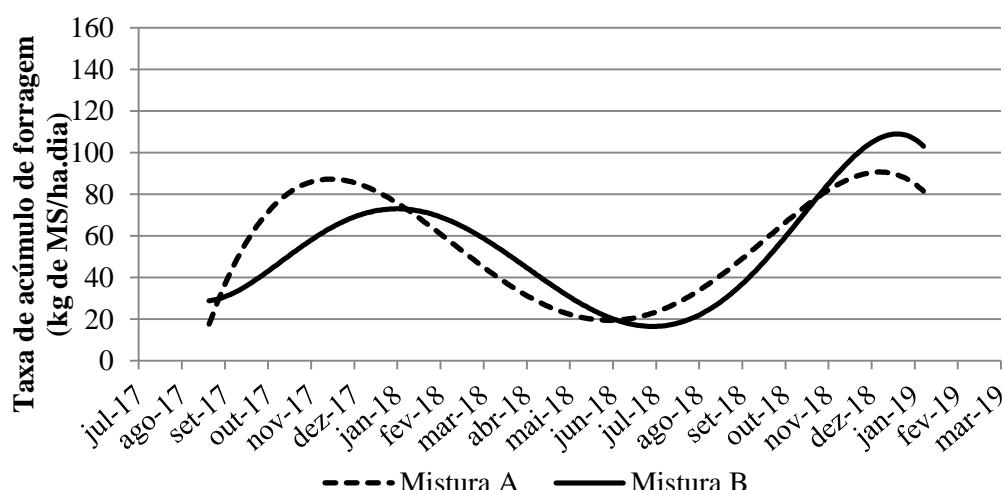
Apesar de terem sido verificadas variações do IAF residual entre gramíneas ao longo das épocas de avaliação, a geração de IAFs residuais totais semelhantes entre as misturas possivelmente influenciou no acumulo total de forragem dessas misturas, que não diferiu ao longo das épocas de avaliação (Tabela 21). O período médio em que os pastos passaram acumulando forragem entre pastejos sucessivos também não diferiu entre as misturas, com médias de 113 e 157 dias, respectivamente, na primeira e segunda seca e de 50 e 52 dias, respectivamente, nas águas de 2017/18 e 2018/19. Apesar do período de descanso apresentado pelas misturas estar acima do período comumente verificado para gramíneas de clima tropical (Euclides et al. 2008a; Euclides et al 2008b), é possível observar que estas foram desafiadas pelos fatores edafoclimáticos, que foram mais rigorosos durante o período de águas dos anos

avaliados (Figura 8 e Figura 9).

A taxa de acúmulo de forragem também não variou entre misturas, com valores médios de 72 e 81 kg de MS/ha.dia para as águas de 2017/18 e 2018/19, respectivamente, enquanto que nas secas de 2017 e 2018 os valores foram 23 e 14 kg de MS/ha.dia, respectivamente. De uma forma geral, as estruturas formadas pelas misturas (A e B) foram muito semelhantes ao longo das épocas (Tabelas 15, 16 e 17; Figuras 11 e 12) e isto pode ter resultado na semelhança em produção de forragem entre as misturas, uma vez que ambas podem ter utilizado estratégias semelhantes durante o processo de competição por luz e produção ao longo das épocas de avaliação. Além disso, as taxas registradas nas misturas de gramíneas são muito semelhantes àquelas de monocultivos de gramíneas do mesmo gênero das que foram utilizadas neste trabalho (Euclides et al. 2008a; Euclides et al. 2008b), mesmo com as questões limitantes de precipitação hídrica registradas durante o período experimental.

Além disso, é possível observar algumas particularidades na distribuição do acúmulo de forragem entre as misturas ao longo das épocas de avaliação (Figura 13), com uma tendência mais rápida de resposta da Mistura A em épocas de maior disponibilidade de recursos (início das chuvas) e a Mistura B demonstrando uma capacidade ligeiramente maior de tolerar mais o período de transição entre águas e seca durante o primeiro ano.

Figura 13 - Taxa de acúmulo de forragem (kg de MS/ha.dia) em misturas de gramíneas de clima tropical ao longo das épocas de avaliação e anos.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Em se tratando da exploração de recursos abaixo do nível solo, foi verificado aumento da massa de raízes na região de touceiras ao longo das épocas e dos anos, com os maiores valores observados na seca de 2018 (Tabela 22). Além disso, a Mistura A produziu maior massa de raízes na região das touceiras quando comparada à Mistura B e a massa de raízes permaneceu constante na região entre touceiras, independente da época do ano (Tabela 23). Esses resultados possibilitam a reflexão de que a inclusão de gramíneas de diferentes estruturas e com diferentes hábitos de crescimento possibilita a formação de pastos com diferentes estratégias de exploração do solo para a captação de recursos. Além disso, apesar de não ter sido verificado nenhum contraste em produção de forragem entre as misturas de gramíneas durante o período de avaliação, a consequência desses contrastes em massa de raízes precisa ser melhor avaliado ao longo dos anos, assim como a possível consequência das diferentes estratégias de exploração do solo sob aspectos ecológicos e produtivos da pastagem.

6.6 CONCLUSÃO

O cultivo de diferentes misturas compostas por gramíneas de clima tropical e submetidas a diferentes severidades de desfolhação (entre 40% e 60%) não alteram a capacidade e estabilidade produtiva dos pastos, apesar de maiores severidades de desfolhação reduzirem a cobertura do solo pelo dossel forrageiro.

Estratégias de manejo do pastejo baseadas em plantas de porte alto prejudicam a capacidade produtiva de plantas de portes menores quanto estas são cultivadas em misturas.

6.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA R.A et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e freqüência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 42, 329-340. 2007.
- CORRENTE, J. E.; NOGUEIRA, M. C. S.; COSTA, B. M. Contrastos ortogonais na análise do controle de volatilização de amônia em compostagem. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 407-412. 2001.
- DUCHINI, P. G. et al. Tiller size/density compensation in temperate climate grasses grown in monoculture or in intercropping systems under intermittent grazing. **Grass and Forage Science**, 69(4), 655–665, 2013.
- FONSECA L et al. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in Sorghum bicolor. **Livestock Science** 145, 205–211. 2012.
- GOMIDE, C. A. M. et al. Fotossíntese, Reservas Orgânicas e Rebrota do Capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) sob Diferentes Intensidades de Desfolha do Perfilho Principal. R. Bras. Zootec., v.31, n.6, p.2165-2175, 2002.
- JANK, L. et al., **O capim-BRS Quênia (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens.** Brasília:EMBRAPA, 2017. 18p. (EMBRAPA. Comunicado Técnico, 138).
- NAEEM, S.; THOMPSON, L. J.; LAWLER, S. P. et al. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. **Nature**, v. 368, p. 21, 1994.
- PEDREIRA, B. C.; Pedreira, C. G. S.; e Da Silva, S. C. Estrutura do dossel e acúmulo e forragem de Brachiaria brizantha cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 42 (2): 281-287, 2007.
- PÉREZ-PRIETO LA, DELAGARDE R. Meta-analysis of the effect of pregrazing pasture mass on pasture intake, milk production, and grazing behavior of dairy cows strip-grazing temperate grasslands. **Journal of Dairy Science** 95, 5317-5330. 2012.
- PETERSEN, U.; ISSELSTEIN, J. Nitrogen addition and harvest frequency rather than initial plant species composition determine vertical structure and light interception in grasslands. **Aob Plants**. 2015. doi:10.1093/aobpla/plv089
- SANDERSON M. A. et al. Sward structure of simple and complex mixtures of temperate forages. **Agronomy Journal**, 98, 238–244. 2006
- SBRİSSIA, A. F., & Silva, S. C. da. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37(1), 35–47. 2018.
- TILMAN, D.; WEDIN, D.; KNOPS, J. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. **Nature**, v. 379, n. 6567, p. 718-720, 1996.
- TRACY, B. F.; SANDERSON, M. A. Productivity and stability relationships in mowed

pasture communities of varying species composition. **Crop Science**, v. 44, n. 6, p. 2180-2186, 2004.

SPEHN, E. M. et al. Above-ground resource use increases with plant species richness in experimental grassland ecosystems. **Functional Ecology**, v. 14, n. 3, p. 326-337, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1992. 412p.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BARBOSA, A. R. et al. **Alternativas para o estabelecimento de consórcios de gramíneas tropicais**. Brasília:EMBRAPA, 2018. 18p. (EMBRAPA. Comunicado Técnico, 147).

ALLEN, G. V. et al. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, 66, 2–28, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **BRS ZURI, produção e resistência para a pecuária**. Brasília: EMBRAPA, 2014. 2p. (EMBRAPA. Folder técnico).

CARNEVALLI, R. A. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça pastures under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, n.3, p.165-176, 2006.

EUCLIDES V. P. B. et al. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.43, n.12, p.1805-1812. 2008a.

EUCLIDES V. P. B. et al. Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. **Rev. Bras. Zootec.**, v.37, n.1, p.18-26, 2008b.

WEIGELT, A. et al. Biodiversity for multifunctional grasslands: equal productivity in high-diversity low-input and low-diversity high-input systems. **Biogeosciences**, v. 6, n. 8, 2009.

MOREIRA, L. M. Perfilhamento, acúmulo de forragem e composição bromatológica do capim-braquiária adubado com nitrogênio. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.9, p.1675-1684, 2009.

GERMANO, L. H. E. Produtividade e características agronômicas de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás submetida a doses de nitrogênio sob cortes. **Bol. Ind. Anim**, Nova Odessa, v.75, p.1-14, 2018.

GANCHE, E. Does post-grazing sward height influence sward characteristics, seasonal herbage dry-matter production and herbage quality? **Grass and Forage Science**, 70, 130–143. 2013.

ANEXO I

Alternativas para o estabelecimento de consórcios de gramíneas tropicais

Rodrigo Amorim Barbosa^{1*}
Cauby de Medeiros Neto²
Ademir Hugo Zimmer¹
Manuel Cláudio Motta Macedo¹
Patrick Bezerra Fernandes³
André Fischer Sbrissia⁴

Resumo

A produção animal em ambientes pastoris de regiões tropicais é influenciada diretamente pelas variações na produção de forragem verificadas durante a transição entre os períodos das águas e da seca. Estratégias de suplementação animal associadas ao deferimento de pastos destinados ao período seco encontram-se entre as tecnologias utilizadas para atenuar o efeito da sazonalidade produtiva, apesar de ainda serem alternativas pouco praticadas. Uma proposta recente para amenizar os efeitos da estacionalidade da produção forrageira, e que vem sendo frequentemente praticadas com eficiência em regiões subtropicais e temperadas, é o cultivo de pastos consorciados com gramíneas. Segundo estas propostas, o cultivo integrado de gramíneas possibilitaria maior eficiência produtiva dos pastos e, de maneira geral, reduziria os danos causados por algum tipo de estresse na planta. No entanto, a possibilidade de se alcançar resultados com o consórcio de gramíneas de clima tropical ainda precisa ser estudada com protocolos que levem em consideração desde a escolha das gramíneas e dos objetivos envolvidos em cada consórcio, o adequado manejo da fertilidade do solo para suprir as demandas nutricionais de cada componente até a correta implantação de pastos biodiversos para posteriores avaliações da sua eficiência produtiva. Dessa forma, o objetivo deste documento é descrever e avaliar uma proposta de estabelecimento de pastos formados por consórcios de gramíneas tropicais.

Alternatives for establishment of multigrasses tropical swards

Abstract

Animal production under grazing, in tropical regions, is directly affected by forage yield variation among rainy and dry seasons. Animal supplementation strategies during the dry season, such as deferment, are one of the technologies used to mitigate the effect of seasonality, although they are still little practiced. A recent proposal to mitigate the seasonal effects of forage production, which has been efficiently and frequently used by farmers, in subtropical and temperate regions, is the cultivation of consortium of grasses in pastures, with or not using the same grasses species. According to these proposals, the integrated cultivation of grasses would allow greater productive efficiency of the pasture and, in general, would reduce the damages caused by some type of stress in the plant. However, the possibility of reaching reliable results with tropical climate consortium still needs to be studied with protocols that take into account the choice of grass species combination and the objectives involved in each consortium. In addition, it is necessary the appropriate management of soil fertility to supply the nutritional demands of each component until the correct implantation of these biodiverse pastures could be adopted as a productive and efficient technology. Thus, the objective of this paper is to describe and evaluate one alternative for the selection and establishment of grass pasture formed by tropical grasses in intercropping systems.

Introdução

A produção de carne e leite com base alimentar na forrageira é a forma mais

barata de se produzir proteína animal, sendo o custo inversamente relacionado com a proporção da dieta colhida pelos próprios animais. De maneira geral, é necessária uma elevada quantidade de folhas na pastagem para que os animais possam apresentar elevados índices zootécnicos, condição geralmente observada no estádio de desenvolvimento vegetativo das plantas forrageiras e em condições edafoclimáticas favoráveis.

Além disso, um ambiente pastoril produtivo precisa manter elevada produção de forragem ao longo de sua exploração, uma vez que, além da qualidade, é necessário também produzir alimento em quantidade. Entretanto, na maior parte do território brasileiro, determinadas épocas do ano apresentam condições desfavoráveis à manutenção de alta produção de forragem, conduzindo a pastagem a um cenário de baixa qualidade e/ou quantidade de forragem.

Este cenário de baixa qualidade e quantidade de forragem ocorre principalmente no Brasil Central durante a estação seca do ano, onde são verificadas reduções na taxa de acúmulo de forragem da ordem de 80% e decréscimo no valor nutritivo de até 30% (Euclides et al., 2008; Euclides et al., 2009). A utilização estratégica de pastos cultivados e destinados à estação seca (principalmente braquiárias) até o momento tem sido a melhor ou a única estratégia para a redução da estacionalidade da produção forrageira.

Uma prática relativamente comum e que vem sendo realizada empiricamente durante a implantação das pastagens é o plantio simultâneo de sementes de diferentes espécies ou cultivares de gramíneas forrageiras. Normalmente, esta estratégia é realizada com o objetivo de proporcionar rápido estabelecimento e alta produção inicial de forragem. Apesar de satisfazer ao interesse do pecuarista nesta fase inicial, é natural esperar que o material forrageiro mais rústico ou adaptado às condições domine a área da pastagem ao longo do tempo, uma vez que, não existe a preocupação com o manejo direcionado do sistema para que estes diferentes materiais possam coexistir na mesma área.

Segundo a UNIPASTO (Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras), grande quantidade de sementes de gramíneas forrageiras é comercializada para este fim em regiões tropicais, principalmente os capins Mombaça, Massai e Xaraés. Apesar da grande representatividade desta modalidade para o mercado de sementes forrageiras, nenhum trabalho vem sendo conduzido para entender as dinâmicas de estabelecimento e de crescimento de materiais forrageiros consorciados em regiões tropicais.

Trabalhos com gramíneas de clima temperado têm mostrado que ambientes pastoris consorciados (conhecidos como multiespecíficos) apresentam a capacidade de produzir mais biomassa de forragem e com maior estabilidade em relação às mesmas espécies em monocultivo (Tilman et al., 1996; Hector et al., 1999; Van Ruijven e Berendse, 2003; Cardinale et al., 2007). Existem indícios de que isto ocorra por meio da complementariedade entre espécies cultivadas na mesma área, uma vez que ocorrem diferentes ajustes, tanto na utilização de recursos disponíveis, como na dinâmica da população de cada espécie na tentativa de manter estável as condições do pasto. Entretanto, é provável que estas modificações estruturais do pasto aconteçam de maneira gradual, ou seja, as alterações na composição botânica de um

consórcio composto por várias espécies ou cultivares da mesma espécie são resultados das alternâncias entre temperatura, índices pluviométricos, fertilidade do solo, e manejo do pastejo ao longo dos anos.

Dessa forma, estudos com consórcios de gramíneas de clima tropical que visam entender a dinâmica de crescimento das espécies cultivadas sob pastejo ao longo dos anos são necessários, tanto para o estabelecimento de novas estratégias de manejo em pastagens consorciadas, quanto para a geração de sistemas de produção rentáveis e com importante papel no aumento da biodiversidade dos ecossistemas pastoris.

No entanto, existem alguns desafios que se iniciam antes mesmo da implantação dos materiais forrageiros, tais como: a estratégia de escolha das gramíneas que irão integrar o consórcio, a taxa, a proporção e o método de semeadura de cada gramínea, além do manejo da fertilidade do solo, em que o consórcio será implantado e cultivado. Na tentativa de responder a algumas destas questões antes da implantação definitiva dos pastos em campo, foram realizados “pré-testes” em casa de vegetação e em parcelas de campo, e os resultados são abordados ao longo deste trabalho.

Gramíneas utilizadas

Foram estabelecidos dois consórcios de gramíneas (Consórcio A e Consórcio B) sendo cada um deles compostos por uma cultivar de *Panicum maximum* e duas cultivares de *Brachiaria* (Tabela 1). A escolha das gramíneas que compõem cada consórcio foi baseada na possibilidade de integrar diferentes características estruturais e grupos funcionais em um mesmo pasto com o objetivo de exprimir a complementariedade dessas gramíneas quando cultivadas em consórcio.

Tabela 1. Relação de materiais forrageiros, em função do tipo funcional*, que serão utilizados nos consórcios.

Grupo Funcional	Consórcio A	Consórcio B
A	<i>P. maximum</i> cv. BRS Zuri	<i>P. maximum</i> cv. BRS Quênia
B	<i>B. brizantha</i> cv. Xaraés	<i>B. brizantha</i> cv. Marandu
C	<i>B. decumbens</i> cv. Basilisk	<i>B. brizantha</i> cv. BRS Paiaguás

* A classificação dos materiais, de acordo com o grupo funcional, foi baseada em suas características produtivas e estruturais, na tentativa de aproximação da proposta para gramíneas de clima temperado sugerida por Cruz et al., (2002).

A escolha das gramíneas que compõem a Consórcio A foi baseada na geração de uma estrutura de pasto estratificado, com nichos espaciais diferentes para cada

gramínea. Dessa forma, o estrato superior hipoteticamente seria ocupado pela planta de maior porte (cv. BRS Zuri), seguido pela cv. Xaraés, de porte mediano, e pela *Brachiaria decumbens*, de menor porte e ocupando o estrato inferior. A Consórcio B foi escolhida com o objetivo de obter um pasto de maior densidade volumétrica e distribuído de forma mais homogênea, com plantas ocupando nichos espaciais mais próximos.

Estabelecendo os critérios de escolha e definindo os materiais forrageiros que irão integrar a proposta de consórcio entre gramíneas, realizou-se o primeiro pré-teste, que teve como objetivo descrever as características morfológicas de cada gramínea com o propósito de facilitar a identificação e avaliação destes materiais posteriormente em consórcio no campo.

Pré-teste 1 – Identificação das forrageiras

Este ensaio foi conduzido em casa de vegetação e teve como objetivo identificar visualmente quais características morfológicas pudessem discriminar os materiais forrageiros em consórcio. Sementes das gramíneas foram semeadas, individualmente e em consórcio, em vasos de cultivo na profundidade de 1 cm (Figura 1). O acompanhamento das características morfológicas e os registros fotográficos foram realizados semanalmente por um período de 45 dias. As características morfológicas, que mais discriminaram visualmente os materiais forrageiros, foram registradas e estão apresentadas na Tabela 2.

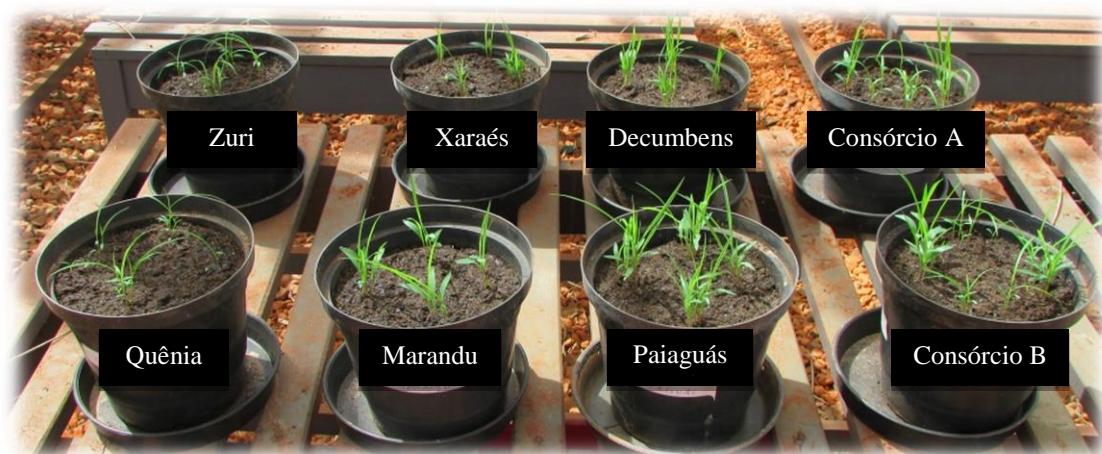


Figura 1. Plântulas de gramíneas implantadas isoladamente e seus respectivos consórcios em vasos de cultivo.

Tabela 2. Características morfológicas discriminantes entre os materiais forrageiros aos 21 dias após a emergência das plântulas.

Características	Consórcio A			Consórcio B		
	BRS Zuri	Xaraés	Decumbens	BRS Quênia	Marandu	BRS Paiaguás
Pilosidade	nula	Baixa	média	nula	alta	nula
Colmos	ovalado	redondo	redondo	ovalado	redondo	redondo
Coloração da base do colmo	levemente escuro	escuro	claro	levemente escuro	claro	claro
Espessamento da base do colmo	sim	Não	não	sim	não	não
Hábito de crescimento	ereto	Ereto	decumbente	ereto	ereto	decumbente

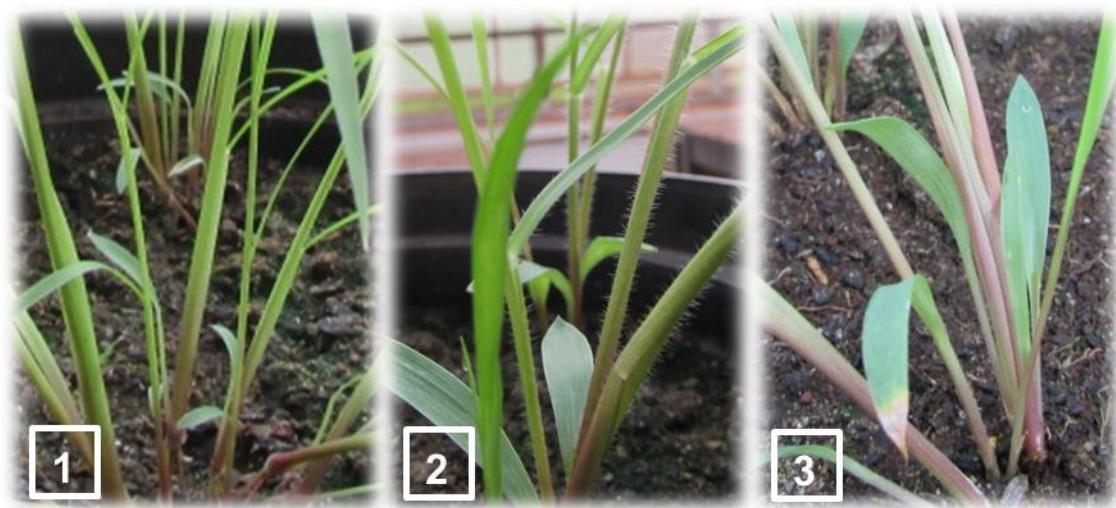
Desta forma, algumas características morfológicas foram determinantes para a discriminação dos materiais em ambos os consórcios. Para o Consórcio A, por exemplo, a cultivar BRS Zuri foi identificada por possuir colmos ovalados, espessamento da base do colmo e ausência de pilosidade. A cultivar Xaraés (*Brachiaria brizantha*) apresentou colmos arredondados, base do colmo escurecida e baixa pilosidade. Já a *Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk* foi caracterizada por possuir colmos redondos, claros e média pilosidade (Figura 2).



*1 – *Panicum maximum* cv. Zuri; 2 – *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés; 3 – *Brachiaria decumbens*.

Figura 2. Características morfológicas determinantes para a discriminação das gramíneas que integram o Consórcio A.

No consórcio B foi possível detectar algumas características peculiares, como na cultivar BRS Quênia, caracterizada por colmos ovalados, espessamento da base do colmo e ausência de pilosidade. A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu apresentou colmos redondos, com coloração clara na base do colmo e alta pilosidade. Para a *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás foram observadas características como colmos claros, arredondados e ausência de pilosidade além da tendência de crescimento decumbente logo após os 20 dias de germinação (Figura 3).



*1 – *Panicum maximum* cv. Quênia; 2 – *Brachiaria brizantha* cv. Marandu;
3 – *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás.

Figura 3. Características morfológicas determinantes para a discriminação das gramíneas que integram o Consórcio B.

Pré-teste 2 – Níveis de fertilização

Após registrar as características morfológicas de cada gramínea e conferir a possibilidade de distinção entre estas quando cultivadas em consórcio, o próximo passo foi verificar qual o nível de fertilidade necessário para atender a demanda das gramíneas em cada consórcio.

Essa perspectiva foi necessária uma vez que as gramíneas escolhidas para os consórcios apresentam níveis de exigência em fertilidade diferentes e classificados como baixo/médio (Decumbens e BRS Paiaguás), médio/alto (Xaraés e Marandu) e alto (BRS Zuri e BRS Quênia). Além disso, é importante ressaltar que as recomendações de calagem e, principalmente, adubação em solos para o cultivo de gramíneas tropicais são baseadas nas exigências em fertilidade para cada gramínea em monocultivo e nenhuma referência é feita ao manejo de fertilidade do solo para o cultivo consorciado de gramíneas com diferentes níveis de exigência.

Dessa forma, foi realizado um ensaio para acompanhar a germinação e o crescimento dos consórcios das forrageiras em solo submetido a diferentes níveis de adubação. Este ensaio foi realizado na Embrapa Gado de Corte, um Latossolo Distroférrico (Embrapa, 2013), em parcelas de campo de quatro metros quadrados (2m x 2m) e submetidas aos seguintes níveis: Adubação 1 – 1 ton. de calcário/ha, 50

kg/ha de K₂O, 50 kg/ha P₂O₅ e 100 kg/ha de N; Adubação 2 - 2 ton. de calcário/ha, 100 kg/ha de K₂O, 100 kg/ha P₂O₅ e 150 kg/ha de N e Adubação 3 - 3 ton. de calcário/ha, 150 kg/ha de K₂O, 150 kg/ha P₂O₅ e 200 kg/ha de N. O solo utilizado possui um teor de argila entre 50-52%, e os teores de P e K, estavam entre 1,4 -1,8 e 60-80 mg dm⁻³, respectivamente, medidos pelo extrator de Mehlich-1.

Cada consórcio foi submetido a um nível de adubação, em um total de seis parcelas. Os consórcios foram implantadas por meio de plantio em linhas intercaladas (uma linha para cada gramínea dentro de cada consórcio) espaçadas em 20 cm e a taxa de semeadura foi equivalente à expectativa de germinação de 77 plântulas/m²/gramínea, correspondendo a uma proporção de 33% de cada gramínea por consórcio. A expectativa de germinação foi estabelecida em experimentos prévios e definida em 50% e 20% para as braquiárias e para o gênero *Panicum*, respectivamente. Para a geração de 77 plântulas/m²/gramínea no Consórcio A, por exemplo, foram semeadas, respectivamente, 385, 154 e 154 sementes de BRS Zuri, Xaraés e Decumbens por metro quadrado.

O preparo das parcelas, o plantio das sementes, e a fertilização do solo ocorreram no mês de setembro de 2016 e, 24 dias após a semeadura, foi realizada a primeira contagem do número de plântulas germinadas (Tabela 3). Foi possível observar que o número de plântulas germinadas foi numericamente maior à expectativa de germinação (variando de 260 a 327 plântulas/m²) e a germinação média foi ligeiramente maior que a germinação esperada, com valores médios de 24% e 62% para os gêneros *Panicum* e Brachiaria, respectivamente.

Tabela 3. Número de sementes utilizadas no plantio, número de plântulas germinadas e germinação média por gramínea e por consórcio em cada nível de adubação

Gramínea	Nº de sementes/m ²	Nº plântulas germinadas/m ²			Germinação media (%)
		Adub 1*	Adub 2*	Adub 3*	
Zuri	385	85	123	86	26
Xaraés	154	96	86	87	58
Decumbens	154	91	118	88	64
<i>Consórcio A</i>		272	327	260	-
Quênia	385	98	70	90	22
Marandu	154	85	90	95	59
Paiaguás	154	93	100	108	65
<i>Consórcio B</i>		275	260	293	-

*Adub 1, Adub 2 e Adub 3 referem-se, respectivamente, aos três níveis de fertilização utilizado: Adubação 1 - 50 kg/ha de K₂O, 50 kg/ha P₂O₅ e 100 kg/ha de N; Adubação 2 - 100 kg/ha de K₂O, 100 kg/ha P₂O₅ e 150 kg/ha de N; Adubação 3 - 150 kg/ha de K₂O, 150 kg/ha P₂O₅ e 200 kg/ha de N.

Além disso, foi possível constatar que o número de plântulas germinadas/m² no

Consórcio A foi maior na adubação intermediária ‘Adubação 2’ enquanto que, para o Consórcio B, o número de plântulas germinadas foi muito próximo nos três níveis de adubação. Isso indica a possibilidade de utilização de ambas adubações (média e alta) no estabelecimento de gramíneas consorciadas em sistemas multiespecíficos.

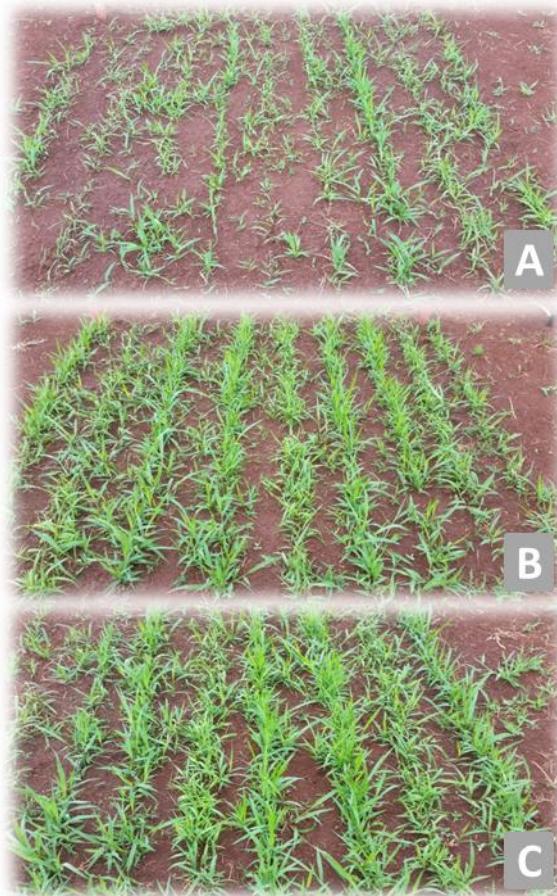


Figura 4. Plântulas germinadas em linha das gramíneas que compõem o Consórcio A aos 36 dias após o plantio das sementes (A – adubação 1; B – adubação 2 e C – adubação 3).

Apesar de não ter realizado nenhuma avaliação na dinâmica de crescimento das gramíneas, foi observado visualmente, aos 42 dias após o plantio, que as gramíneas do gênero *Panicum*, de ambos consórcios, apresentaram menor desenvolvimento em comparação às braquiárias (Figura 5). Esse fator se deve possivelmente aos mecanismos que ativam a germinação das sementes ou ainda aos mecanismos de utilização das reservas orgânicas das sementes para o crescimento das plantas (Adkins et. al, 2002; Bewley e Black, 2002). Nesse caso, as cultivares BRS Zuri e BRS Quênia podem ter sido desfavorecidas em comparação às braquiárias que, consequentemente, atrasou ou disponibilizou menor quantidade de energia para o crescimento dessas plantas.



Figura 5. Plântulas das gramíneas do Consórcio B aos 42 dias pós-plantio. As setas indicam o menor grau de desenvolvimento das linhas de capim Quênia em relação às braquiárias.

Além disso, aos 70 dias pós-plantio, foi realizada nova contagem de plantas/m² e constatado que, independente da adubação, o número de plantas em ambos consórcios reduziu, em média, 37% (Tabela 4). Apesar da competição entre plantas ser naturalmente verificada durante o período de implantação dos pastos, e resultar na diminuição da densidade populacional, foi verificado que as gramíneas do gênero *Panicum* reduziram sua densidade de plântulas, em média, 66% enquanto que as Braquiárias reduziram em 25% em relação ao número de plântulas aos 24 dias após a semeadura (Tabela 3).

Tabela 4. Número de plântulas/m² por gramínea e por consórcio em cada nível de adubação aos 70 dias após a semeadura

Gramínea	N° plântulas/m ²		
	Adub 1*	Adub 2*	Adub 3*
Zuri	23	46	26
Xaraés	49	42	57
Decumbens	75	81	90
<i>Consórcio A</i>	147	169	173
Quênia	35	31	25
Marandu	45	59	53
Paiaguás	83	111	121
<i>Consórcio B</i>	163	200	199

*Adub 1, Adub 2 e Adub 3 referem-se, respectivamente, aos três níveis de fertilização utilizado: Adubação 1 - 50 kg/ha de K₂O, 50 kg/ha P₂O₅ e 100 kg/ha de N; Adubação 2 - 100 kg/ha de K₂O, 100 kg/ha P₂O₅ e 150 kg/ha de N; Adubação 3 - 150 kg/ha de K₂O, 150 kg/ha P₂O₅ e 200 kg/ha de N.

O ensaio 2 foi fundamental para esclarecer algumas questões tanto em relação à fertilização do solo como também em relação à taxa de semeadura e a proporção de cada gramínea dentro dos consórcios. Em relação à fertilização, apesar da germinação ter sido satisfatória em todos os níveis de adubação, foi verificado um grau de desenvolvimento muito semelhante entre as plantas tanto na Adubação 2 como na Adubação 3 e, em função da maior aplicabilidade ao nível de propriedade rural, a adubação moderada foi escolhida para implantação do protocolo experimental definitivo.

Outro fator observado no ensaio 2 foi a possível supressão, por competição, de plantas do gênero *Panicum* quando consorciadas em mesma proporção com outras braquiárias. No ensaio em questão, a quantidade de sementes utilizadas foi baseada na expectativa de geração de iguais proporções de plantas, ou seja, 33,3% para cada gramínea dentro de cada consórcio. Essa proporção, associada ao crescimento inicial mais lento em relação às braquiárias, possivelmente prejudicou o processo de estabelecimento de plantas do gênero *Panicum*. Dessa forma, foi estabelecido alterar a proporção de plantas para o protocolo experimental, que será discutido ao longo deste trabalho.

Implantação dos pastos multigramíneas

Tratos culturais na área experimental

A área destinada ao protocolo experimental definitivo situa-se na Embrapa Gado de Corte, em um Latossolo Distroférrico (52% de argila), e foi ocupada anteriormente por gramíneas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em sua predominância (Resultados de análise de solos na Tabela 5). Dessa forma, os primeiros tratos culturais de implantação priorizaram a exclusão dessa gramínea da área para evitar possível contaminação.

Primeiramente, foi realizada a estratégia de rotação de culturas, com o plantio de sorgo granífero (*Sorghum vulgare*) no mês de novembro de 2015. Após colheita, no primeiro semestre de 2016, foi aplicado calcário dolomítico, em cobertura, em dose equivalente a 2 t/ha (PRNT= 100%) e, posteriormente, realizou-se a incorporação do mesmo com o auxílio de grade aradora (Figura 6a). A área foi vedada, e passou todo o inverno do ano de 2016 sendo monitorada quanto à germinação do possível banco de sementes residual (Figura 6b) e efetuado os devidos controles.

Tabela 5. Resultados da análise de solos da área após aplicação do corretivo e antes da aplicação dos fertilizantes. Agosto de 2016.

Prof.	pH		P	MO	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	H+Al	S	T	V
	CaCl ₂	H ₂ O										
cm			mg/dm ³	%				cmol _c / dm ³				%
0-20	5,56	6,16	1,36	4,52	0,27	3,00	2,05	0,00	4,39	5,32	9,71	54,8
20-40	5,32	5,92	0,78	3,82	0,22	2,30	0,90	0,00	4,25	3,42	7,67	44,6



Figura 6. Tratos culturais na área de implantação dos consórcios de gramíneas.

Em novembro de 2016, foi realizada adubação da área com fósforo e potássio, com 500 kg/ha da fórmula 0-20-20. A quantidade aplicada foi baseada nos resultados obtidos na dose intermediária do ensaio 2 (100 kg/ha de K₂O e 100 kg/ha P₂O₅). Essa aplicação a lanço foi seguida pela incorporação do fertilizante com uma grade niveladora.

Antes da semeadura foram tomados cuidados adicionais quanto aos possíveis pontos de contaminação da área pela *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, nos quais a mesma havia germinado, mais especificamente em posições onde a grade não tinha o devido acesso, entre os quais: nas proximidades das cercas e ao redor das árvores. Essas áreas foram dessecadas com glifosato, conforme recomendação do fabricante. O último revolvimento do solo para a remoção de possíveis plantas invasoras ocorreu no fim de janeiro de 2017, com o auxílio de grade niveladora, e em fevereiro de 2017, realizou-se o plantio (Figura 6c, d, e, f).

Estratégia de plantio e incorporação de sementes

Conforme observado no pré-teste 2, a proporção de 33,3% de plântulas para cada gramínea (dentro de cada consórcio) resultou em maior dificuldade de desenvolvimento para as plantas do gênero *Panicum*. Dessa forma, para a implantação do experimento de campo, optou-se por aumentar a proporção dessas gramíneas na área com o propósito de evitar a supressão de plantas do gênero *Panicum* na fase inicial de desenvolvimento. A proporção estabelecida foi de 50% de gramíneas do gênero *Panicum* e 50% de gramíneas do gênero *Brachiaria*, sendo 25% para cada espécie proposta de braquiária presente em cada consórcio (A e B).

A taxa de semeadura foi baseada na expectativa de germinação de 100 plantas/m² (50 plantas de *Panicum* e 25 plantas de cada braquiária dentro de cada consórcio; Tabela 6). A estimativa de germinação de plantas por metro quadrado foi baseada em experimentos prévios realizados na Embrapa, onde se observou uma taxa de germinação de 50% para as braquiárias e 20% para gramíneas do gênero *Panicum* (em relação às sementes puras viáveis – SPV).

Tabela 6. Parâmetros utilizados para a estimativa da taxa de semeadura por gramínea em cada consórcio e no monocultivo.

Gramínea	Germinação (%)	Expectativa de plantas (plantas/m ²)	Necessidade de sementes (SPV/m ²)	Peso por semente (g SPV)	Necessidade de sementes (g SPV/m ²)	Valor Cultural (%)	Necessidade de sementes comerciais (g/m ²)	Necessidade de sementes comerciais (kg/ha)
BRS Zuri	20	50	250	0,0017	0,43	60	0,71	7,08
Xaraés	50	25	50	0,0099	0,50	45	1,10	11,00
Decumbens	50	25	50	0,0050	0,25	45	0,56	5,56
BRS Quênia	20	50	250	0,0012	0,30	65	0,46	4,62
Marandu	50	25	50	0,0075	0,38	45	0,83	8,33
BRS Paiaguás	50	25	50	0,0058	0,29	25	1,16	11,60
BRS Zuri	20	100	500	0,0017	0,85	60	1,42	14,17

A Tabela 6 demonstra a quantidade de sementes (g/m^2 e kg/ha) necessária para satisfazer as expectativas de germinação, considerando as seguintes equações:

$$(1) \text{ Necessidade de sementes } (\text{SPV/m}^2) = \frac{\text{expectativa de plantas (plantas/m}^2)}{\text{germinação (\%)}}$$

$$(2) \text{ Necessidade de sementes (g SPV/m}^2) = \text{necessidade de sementes (nº de SPV/m}^2) \times \text{peso por semente (g/SPV)}$$

$$(3) \text{ Necessidade de sementes comerciais (g/m}^2) = \text{necessidade de sementes (g SPV/m}^2) \times \text{valor cultural (\%)}$$

$$(4) \text{ Necessidade de sementes comerciais (kg/ha)} = \frac{(\text{Necessidade de sementes comerciais (g/m}^2) \times 10000 (\text{m}^2))}{1000 (\text{g})}$$

Como demonstrado a Tabela 6, o peso por semente varia entre as gramíneas, principalmente quando se compara *Brachiaria* e *Panicum*. A variação em peso e tamanho implica na necessidade de elaboração de estratégias para o plantio. Isso é necessário, uma vez que a simples homogeneização das sementes e a distribuição em uma semeadeira de disco ou pendular, por exemplo, pode resultar em estratificação das sementes ao longo do plantio e, consequentemente, causar o efeito de ‘manchas’ de gramíneas isoladas na área.

Dessa forma, para evitar o possível efeito da mistura das sementes sobre a distribuição das mesmas ao longo dos piquetes, foi utilizado um implemento de plantio em linha com compartmentalização das caixas destinadas às sementes (Plantadeira Semeato SHM 15/17; Figura 7a). O implemento possibilitou separar as sementes de *Brachiaria* e de *Panicum* em diferentes caixas e, consequentemente, a distribuição de sementes foi regulada para cada caixa, com o propósito de atender à necessidade de sementes por metro quadrado, como descrito na Tabela 6. Em função das sementes das braquiárias possuírem densidades volumétricas semelhantes, as mesmas foram misturadas em uma mesma caixa (Figura 7b).



Figura 7. Implementos agrícolas e estratégias elaboradas para o plantio de gramíneas consorciadas.

Além disso, com o propósito de distribuir as sementes de forma homogênea e favorecer o processo de ocupação de nichos espaciais por parte das gramíneas, optou-se por retirar as mangueiras de distribuição das sementes para evitar que o plantio fosse realizado em linhas. Foi adaptada uma lona plástica logo abaixo do distribuidor das caixas de sementes (Figura 7c), fazendo com que as sementes fossem distribuídas de forma direta e ao acaso sobre o solo, sem direcionamento para a formação de linhas de plantio. Após o plantio a lanço das sementes, as mesmas foram incorporadas no solo com o auxílio de uma grade niveladora e compactadas com um rolo compactador (Figura 7e, f).

Em função do protocolo experimental possuir dois consórcios compostos por diferentes gramíneas, foi necessário isolar a possibilidade de contaminação de cada piquete durante o plantio. Para tanto, após o plantio de cada consórcio, a plantadeira foi limpa com aspirador de ar antes que as sementes das gramíneas do outro

consórcio fossem alocadas no implemento. É importante ressaltar que toda estratégia de plantio descrita acima foi realizada para atender às demandas do protocolo experimental, e tornar a operação mais próxima da aplicação do método praticado na fazenda. No entanto, não são descartadas outras possibilidades de ajustes, improvisações, e mecanismos para o plantio de consórcios de gramíneas. Todas essas questões ainda podem ser melhoradas a fim de serem implementadas em grande escala.

Germinação de sementes

Após o plantio e incorporação das sementes iniciou-se o processo de acompanhamento da germinação das sementes e formação das plântulas. Apesar de se observar o surgimento das primeiras plântulas aos sete dias após o plantio, a primeira contagem, e a diferenciação de cada gramínea só ocorreu 25 dias após a semeadura. A contagem das plântulas foi realizada em quadros de 1m² amostrados em três pontos dentro de cada piquete, e realizados a cada 10 dias, até as plantas atingirem a altura de pré-pastejo (Figura 8).

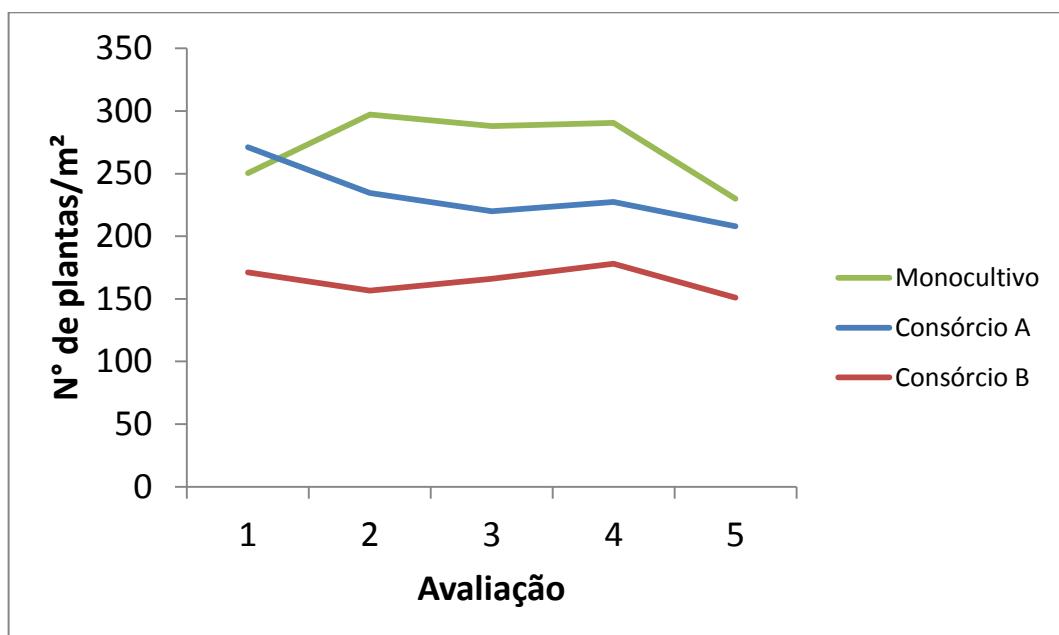


Figura 8. Número de plântulas/m² registradas no monocultivo (BRS Zuri) e nos consórcios (A e B) em cinco momentos após o plantio das sementes

As porcentagens esperadas de germinação de 20% para o *Panicum* e 50% para as braquiárias estiveram abaixo da germinação das sementes no campo, mas resultou em um maior número de plantas/m² em relação à expectativa apresentada na Tabela 6.

Foi observada pouca variação no número de plântulas ao longo do período de implantação dos pastos, com valores médios de 271, 232 e 165 plantas/m² no monocultivo, consórcio A e consórcio B, respectivamente. No último período de avaliação foi registrada redução no estande de plantas em ambos os consórcios e no monocultivo, esse fator se deve possivelmente à alta competição entre as plantas

observada no período próximo ao momento de pré-pastejo, ressaltando a importância do adequado manejo do pastejo para a preservação da comunidade de plantas após a formação de pastos.

A proporção de gramíneas dentro do consórcio A foi significativamente igual ($p=0,1715$) a porcentagem esperada para cada gramínea (55% de Zuri, 25% de Xaraés e 20% de *B. decumbens*), como demonstrado na (Figura 8). Em relação ao consórcio B, houve uma tendência para a proporção de plantas obtidas serem diferentes do esperado ($p=0,576$) possivelmente pela menor proporção de BRS Paiaguás em relação as outras gramíneas. Apesar dos tratos culturais terem sido os mesmos para as cultivares, as sementes da BRS Paiaguás implantadas apresentaram menor valor cultural em relação as demais (Tabela 6), o que pode ter prejudicado seu processo inicial de implantação.

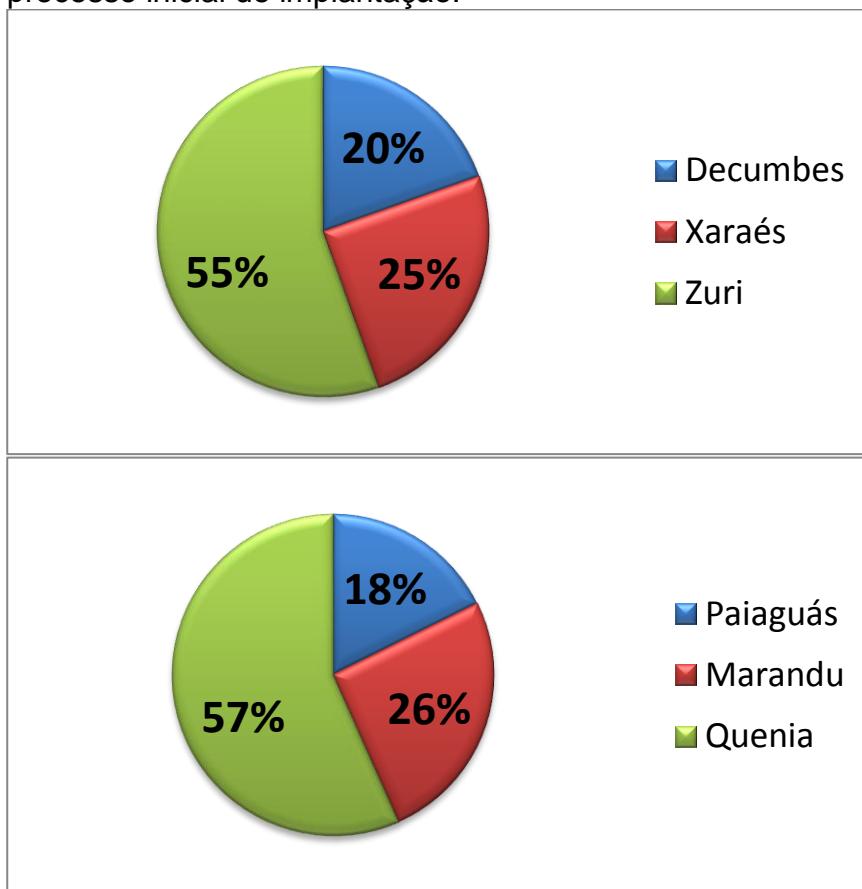


Figura 8. Porcentagem de cada gramínea nos consórcios A e B.

Considerações finais

Os pré-testes foram fundamentais para a identificação morfológica posterior dos materiais forrageiros estabelecidos em cada consórcio no campo, assim como, possibilitaram a escolha adequada do nível de fertilidade do solo para satisfazer as demandas nutricionais de cada grupo das forrageiras utilizadas.

O método de estabelecimento escolhido para implantação dos consórcios promoveu estandes de plantas adequados e com proporções muito próximas das metas estabelecidas previamente, possibilitando maior controle experimental para futuras avaliações e acompanhamento mais adequado da eficiência produtiva de

pastos consorciados com multigramíneas.

O acompanhamento da evolução de persistência das diferentes populações dentro de cada consorcio permitirá estabelecer critérios mais detalhados para a validação e possível adoção dessa prática agronômica.

Referências Bibliográficas

- Adkins, S. W., Bellairs, S. M., & Loch, D. S. Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. **Euphytica**. 126: 13–20, 2002
- Bewley, J. D., Black, M. Seeds. In: **Seeds**. Springer, Boston, MA, 1994. p. 1-33.
- Cardinale, B. J. et al. Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 46, p. 18123-18128, 2007.
- Cruz, P. et al., 2002. **Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d ' usage Présentation * Comment évaluer la valeur des prairies , pour mieux les gérer ?** Fourrages, 172, pp.1–15.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 3 ed. Brasília: Embrapa, 353p. 2013.
- Euclides, V. P. B. et al. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1805-1812, 2008.
- Euclides, V. P. B. et al. Qualidade nutricional da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.15-23, 2009.
- Hector, A. et al. Plant diversity and productivity experiments in European grasslands. **Science**, v. 286, n. 5442, p. 1123-1127, 1999.
- Tilman, D.; Wedin, D.; Knops, J. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. **Nature**, v. 379, n. 6567, p. 718-720, 1996.
- Van Ruijven, J.; Berendse, F. Positive effects of plant species diversity on productivity in the absence of legumes. **Ecology Letters**, v. 6, n. 3, p. 170-175, 2003.