

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”  
CURSO DE ENGENHARIA AGRONOMICA

CARACTERIZAÇÃO MORFOGÊNICA DE CULTIVARES DE *BRACHIARIA*  
SPP. E *PANICUM* SPP.

MARINA MIQUILINI

PIRACICABA  
2019



MARINA MIQUILINI

CARACTERIZAÇÃO MORFOGÊNICA DE CULTIVARES DE *BRACHIARIA*  
SPP. E *PANICUM* SPP.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Escola Superior de Agricultura “Luiz de  
Queiroz”, Universidade de São Paulo, como  
parte das exigências para obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva

PIRACICABA  
2019



MARINA MIQUILINI

CARACTERIZAÇÃO MORFOGÊNICA DE CULTIVARES DE *BRACHIARIA*  
SPP. E *PANICUM* SPP.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Sila carneiro da Silva

---

Dra. Marilia Barbosa Chiavegato

---

Dr. Fagner Junior Gomes

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, cada vez mais presente em minha vida.

Ao professor Doutor Sila Carneiro da Silva pela orientação incontestável e pelo exemplo profissional. Obrigada pela oportunidade de realizar esse trabalho e me auxiliar em tudo que precisei, obrigada por tantos ensinamentos.

À gloriosa Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, a todos os professores que contribuíram na minha formação com preciosos ensinamentos e aos funcionários.

Gratidão ao meus pais (Edson e Mônica) por estarem comigo sempre, por me ensinarem os valores da vida e investirem na minha educação sem medir esforços. Obrigada por acreditarem em mim.

Agradeço a toda minha família, em especial minha irmã Patrícia e o Bruno, por serem parte importante de minha vida.

A todo Grupo de Estudos de Plantas Forrageiras (GEPF): amigos que vou levar no meu coração. Ao Guilherme pela idealização desse trabalho; ao Guilherme por contribuir com meu desenvolvimento pessoal e profissional; à Marília por me incentivar buscar novas experiências; à Larissa pela ajuda com a análise estatística; ao Caio por me ensinar fazer as avaliações de morfogênese; e ao Alex por todo apoio nas avaliações de campo. Obrigada Alex, Larissa e Caio pelas sugestões na redação também. Gratidão aos outros estagiários do Grupo, em especial ao Guilherme por me ajudar nas avaliações experimentais.

Ao professor Doutor Carlos Guilherme Silveira Pedreira e a todo Grupo de Pesquisa em Pastagens (GP2) que eu convivi: Fagner, Giuliana, Juliana, Junior, Marcell, Otávio, Patrícia, Paulo, Pedro, Solange e Theyson; por me proporcionarem conhecimento na área, e pelas amizades especiais que ficaram. Em especial ao Marcell e a Patrícia, por confiarem em mim durante seus experimentos de doutorado.

Gratidão também aos amigos que trago de Itapira e aos que fiz em Piracicaba.

Meus mais sinceros agradecimentos a todos que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento desse trabalho.

## SUMÁRIO



|   |      |
|---|------|
| RESUMO .....  | xi   |
| ABSTRACT .....  | xiii |
| 1. Introdução .....   | 1    |
| 2. Revisão de Literatura .....  | 2    |
| 2.1. Pastagens cultivadas no Brasil .....   | 2    |
| 2.1.1. Gramíneas de clima tropical.....   | 4    |
| 2.1.2. Gramíneas do gênero <i>Brachiaria</i> .....  | 5    |
| 2.1.2.1. Marandu.....   | 5    |
| 2.1.2.2. La libertad .....  | 6    |
| 2.1.2.3. Paiaguás.....  | 6    |
| 2.1.2.4. Ipyporã.....   | 6    |
| 2.1.3. Gramíneas do gênero <i>Panicum</i> .....   | 6    |
| 2.1.3.1. Mombaça .....  | 7    |
| 2.1.3.2. Zuri.....  | 7    |
| 2.1.3.3. Tamani.....  | 7    |
| 2.1.3.4. Quênia .....   | 7    |
| 2.2. Morfogênese de plantas e características estruturais .....                                 | 8    |
| 2.2.1. Características morfogênicas.....  | 9    |
| 2.2.2. Características estruturais.....   | 11   |
| 2.3. Morfogênese como ferramenta para descrever o funcionamento das plantas<br>forrageiras..... | 11   |
| 3. Objetivo .....   | 14   |
| 4. Material e Métodos.....  | 14   |
| 4.1. Localidade e características climáticas.....   | 14   |
| 4.2. Características do solo e adubação.....  | 15   |
| 4.3. Gramíneas Forrageiras utilizadas.....  | 15   |
| 4.4. Implantação da área experimental.....  | 17   |
| 4.5. Controle de plantas daninhas e pragas .....  | 18   |
| 4.6. Avaliações experimentais .....   | 19   |
| 4.6.1. Variáveis mensuradas.....  | 20   |
| 4.6.1.1. Características estruturais do dossel forrageiro .....                                 | 20   |
| 4.6.1.2. Características estruturais dos perfilhos.....   | 21   |
| 4.6.1.3. Características morfogênicas dos perfilhos.....  | 23   |
| 4.7. Análise estatística .....  | 24   |
| 5. Resultados e Discussão .....   | 25   |
| 5.1. Características estruturais do dossel forrageiro .....                                     | 25   |
| 5.2. Características estruturais dos perfilhos.....   | 27   |

|  |    |
|--|----|
| 5.3. Características morfogênicas dos perfilhos .....  | 28 |
| 5.4. Agrupamento das plantas forrageiras .....         | 30 |
| 5.4.1. Análise de componentes principais .....         | 30 |
| 5.4.2. Análise de agrupamento ( <i>Cluster</i> ) ..... | 33 |
| 6. Considerações Finais .....                          | 38 |
| 7. Referências Bibliográficas .....                    | 40 |

# CARACTERIZAÇÃO MORFOGÊNICA DE CULTIVARES DE *BRACHIARIA* SPP. E *PANICUM* SPP.

Autor: MARINA MIQUILINI

Orientador: Prof. Dr. SILA CARNEIRO DA SILVA

## RESUMO

As características morfogênicas e estruturais dos cultivares de *Panicum* e *Brachiaria* foram avaliadas neste trabalho de maneira comparativa, visando a definição de grupos funcionais de plantas com padrão semelhante de crescimento e desenvolvimento. O ensaio foi conduzido no Campo Agrostológico de Plantas Forrageiras, do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em Piracicaba, no período de 11 de janeiro a 19 de março de 2019. Foram avaliados oito cultivares de gramíneas forrageiras, sendo quatro pertencentes ao gênero *Brachiaria* (*B. brizantha* cv. Marandu, *B. brizantha* cv. La Libertad MG4, *B. brizantha* cv. BRS Paiaguás e *B. ruziziensis* vs *brizantha* cv. BRS Ipyorã) e quatro ao gênero *Panicum* (*P. maximum* cv. Mombaça, *P. maximum* cv. BRS Zuri, *P. maximum* cv. BRS Tamani e *P. maximum* cv. BRS Quênia). Foram avaliadas as seguintes características: altura do dossel forrageiro, densidade populacional de perfilhos e características estruturais e morfogênicas dos perfilhos. Os cultivares de *Panicum* apresentaram maior porte em relação aos de *Brachiaria*, com exceção do *Panicum maximum* cv. Tamani, que apresentou menor porte dentre todos os cultivares avaliados. A densidade populacional de perfilhos (DPP) variou entre os cultivares e o Tamani se destacou com maior valor em relação aos outros cultivares. Quanto as características estruturais dos perfilhos, comparando os dois gêneros avaliados, o número de folhas vivas (NFV) e a área foliar específica (AFE) foram maiores para os cultivares de *Brachiaria*, enquanto o comprimento final de folhas (CFF) foi maior para os cultivares de *Panicum*. Observando as características morfogênicas de maneira comparativa, a taxa de aparecimento de folhas (TApF) e a taxa de alongamento de colmo (TAIC) foram maiores para os cultivares de *Brachiaria*, já os cultivares de *Panicum* apresentaram maiores valores para filocrono (FILO), taxa de alongamento de folhas (TAIF), taxa de senescência de folhas (TSF) e duração de vida das folhas (DVF). As análises multivariadas de agrupamento (*Cluster*) e de componentes principais (PCA) classificaram os

cultivares de acordo com as variáveis utilizadas: DPP, NFV, CFF, AFE, TApF, TAIC, FILO, TAIF, TSF e DVF. Dessa forma, foi possível identificar dois extremos de plantas e cultivares cujo comportamento funcional variou entre um extremo e outro. O primeiro extremo foi marcado por altas taxas de aparecimento de folhas e alongamento de colmo e alta área foliar específica (extremo de *Brachiaria*) e o segundo caracterizado por altas taxas de alongamento e senescência de folhas, maiores comprimentos e longevidade de folhas (extremo de *Panicum*). Os capins Marandu e Ipyorã foram os cultivares que mais se aproximaram do extremo de *Brachiaria*, seguidos pelos capins Paiaguás e La Libertad. O Tamani, apesar de ser classificado como *Panicum*, se aproximou funcionalmente do extremo de *Brachiaria*. Já o capim Zuri, Quênia e Mombaça se aproximaram do extremo de *Panicum*. Nesse contexto, foi destacada a importância do conhecimento dos padrões de crescimento e desenvolvimento das plantas já existentes para que práticas de manejo de novos materiais forrageiros possam ser idealizadas, sendo que a morfogênese é ferramenta importante para esse tipo de avaliação.

Palavras-chave: Pastagem; Morfogênese; *Brachiaria*; *Panicum*; Grupos funcionais

# MORPHOGENIC CHARACTERIZATION OF *BRACHIARIA* SPP. AND *PANICUM* SPP. CULTIVARS

Author: MARINA MIQUILINI

Adviser: Prof. Dr. SILA CARNEIRO DA SILVA

## ABSTRACT

The morphogenic and structural characteristics of *Panicum* and *Brachiaria* cultivars were evaluated aiming at the definition of plants functional groups with similar growth patterns and development. The experiment was conducted at the Forage Agrostological Field, at the Department of Animal Science, College of Agriculture "Luiz de Queiroz" (ESALQ / USP), Piracicaba, from January 11<sup>th</sup> to March 19<sup>th</sup>, 2019. Eight forage cultivars were evaluated, four of *Brachiaria* genus (*B. brizantha* cv. Marandu, *B. brizantha* cv. La Libertad MG4, *B. brizantha* cv. BRS Paiguás and *B. ruziziensis* vs *brizantha* cv. BRS Ipyorã) and four of *Panicum* genus (*P. maximum* cv. Mombaça, *P. maximum* cv. BRS Zuri, *P. maximum* cv. BRS Tamani and *P. maximum* cv. BRS Quênia). The following characteristics were evaluated: forage canopy height, tiller population density and tiller structural and morphogenic characteristics. *Panicum* cultivars were larger than *Brachiaria*'s. Exceptionally, *Panicum maximum* cv. Tamani, was the smallest among all cultivars evaluated. Tiller population density (TPD) varied amongcultivars and Tamani stood out with the greatest value of all cultivars. For tiller structural characteristics, comparing the two genus evaluated, the number of live leaves (NLL) and the specific leaf area (SLA) were greater for *Brachiaria* cultivars, whilst the final leaf length (FLL) was greater for *Panicum* cultivars. Comparing morphogenic characteristics, leaf appearance rate (LAR) and stem elongation rate (SER) were greater for *Brachiaria* cultivars, whereas *Panicum* cultivars had greater values for phyllochron (PHY), leaf elongation rate (LER), leaf senescence rate (LSR) and leaf life span (LLS). The multivariate analyses of Cluster and Principal Components grouped and classified cultivars according to the variables used: TPD, NLL, FLL, SLA, LAR, SER, PHY, LER, LSR and LLS. Two plant and cultivar extremes were identified, and functional behavior varied within that

range. The first extreme was marked by high leaf appearance and stem elongation and high specific leaf area (*Brachiaria* extreme) and the second extreme was characterized by high rates of leaf elongation and senescence, longer leaf lengths and longevity (*Panicum* extreme). Marandu and Ipyporã grasses were the cultivars that approached the extreme of *Brachiaria*, followed by the Paiaguás and La Libertad. Tamani grass, although classified as *Panicum*, functionally approached the *Brachiaria* extreme. Zuri, Quênia and Mombaça grasses approached the *Panicum* extreme. In this context, the results highlight the importance of understanding the growth and development patterns of plants so that management practices of new forage materials can be idealized. Additionally, morphogenesis is an important tool for this type of evaluation.

Keywords: Pasture; Morphogenesis; *Brachiaria*; *Panicum*; Functional groups

## 1. Introdução

As pastagens representam a maior área cultivada no Brasil, totalizando mais de 158 milhões de hectares, correspondente a aproximadamente 45% da área agricultável (IBGE, 2017). Devido às condições climáticas favoráveis e à grande extensão territorial, o pasto é a principal fonte de alimento na pecuária, se destacando pelo menor custo de produção em relação aos sistemas de criação de animais em confinamento (CARVALHO et al., 2009; DEBLITZ, 2012; FELÍCIO, 2010).

No Brasil, aumento significativo na produtividade de pastagens cultivadas foi observado nos últimos anos, principalmente devido à adoção de novas tecnologias pelos pecuaristas, incluindo a utilização de novas opções forrageiras (JANK et al., 2014). No entanto, embora exista grande número de espécies forrageiras para uso em pastagens, constata-se falta de diversidade de espécies cultivadas, uma vez que 45% da área de pastagens e 60% das sementes comercializadas pertencem a uma única forrageira: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim-marandu) (VALLE et al., 2014). As gramíneas dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* somam cerca de 80% das áreas de pastagens nacionais (FERNANDES et al., 2000) e respondem por aproximadamente 85% das sementes comercializadas (VALLE et al., 2003). O predomínio desses gêneros se deve, principalmente, à elevada produtividade em ambientes tropicais por serem de ciclo fotossintético C<sub>4</sub> e pela facilidade de formação das pastagens, visto que se reproduzem por apomixia, gerando gerações geneticamente idênticas e formando extensos monocultivos (VALLE et al., 2008).

No entanto, o monocultivo torna a atividade vulnerável, de forma que é importante a introdução de novas espécies forrageiras para aumentar a diversificação das pastagens, com vantagens não apenas para o meio ambiente, mas, sobretudo, para assegurar a exploração mais racional da pecuária (VALLE et al., 2014). A baixa diversidade de plantas forrageiras favorece susceptibilidade aos ataques de pragas e doenças. A exploração de espécies de diferentes gêneros e ciclos de crescimento pode ser uma estratégia interessante de manejo, uma vez que favorece maior vigor e resiliência dos pastos, favorecendo a intensificação dos sistemas produtivos.

Nos últimos anos as instituições de pesquisa nacionais lançaram elevado número de novas opções de plantas forrageiras para cultivo em pastagens, impondo o desafio de gerar conhecimento sobre o uso e manejo dessas plantas forrageiras (NASCIMENTO JR et al., 2004). Partindo dessa necessidade, a caracterização do desenvolvimento da planta por meio da morfogênese se mostra uma ferramenta importante, porque reconhece a origem e o desenvolvimento dos órgãos de um organismo e as transformações que determinam a produção e as mudanças na forma e na estrutura da planta no espaço ao longo do tempo (CHAPMAN & LEMAIRE, 1993).

Com a caracterização morfogênica é possível identificar padrões de funcionamento das plantas forrageiras e agrupá-las segundo esse quesito, ou seja, sua funcionalidade, facilitando a identificação e definição de estratégias de manejo mais apropriadas com base no que já se conhece sobre plantas de mesma funcionalidade existentes e com estratégias conhecidas de manejo (SILVEIRA, 2006; RODRIGUES, 2012). Representa, portanto, uma ferramenta muito importante para o estudo de plantas forrageiras e pastagens, razão pela qual foi o tema escolhido para este Trabalho de Conclusão de Curso.

## **2. Revisão de Literatura**

### **2.1. Pastagens cultivadas no Brasil**

As pastagens são a base da pecuária nacional, e isso se deve principalmente ao baixo custo de produção inerente a esse importante recurso forrageiro, uma vez que a cultura tem ciclo perene e é o próprio animal quem realiza a colheita da forragem por meio do pastejo. Além disso, a produção animal em pastagens gera menor quantidade de resíduos orgânicos com potencial de poluição ambiental, favorece o bem-estar animal e permite obter produtos de qualidade com segurança alimentar (SANTOS et al., 2009). Apesar do potencial, no Brasil a produção animal ainda apresenta baixos níveis produtivos, fato que pode estar associado à disponibilidade inconsistente de informações técnicas disponíveis (DA SILVA & PEDREIRA, 1997) e/ou então à falta de planejamento e informação nas propriedades rurais (LUPINACCI, 2002).



Para se obter um sistema de produção animal economicamente viável e competitivo e aumentar a produtividade, o manejo das pastagens deve ser encarado como prioridade. Porém, antes disso, é preciso ser feito o uso correto da planta forrageira. A escolha da espécie forrageira influencia tanto na produção vegetal quanto na produção animal do sistema, e também condiciona as ações de manejo dos pastos. Por exemplo, as plantas eretas e de porte alto apresentam ritmo de crescimento acelerado e são mais indicadas para pastejo sob lotação intermitente, enquanto que as espécies forrageiras de porte mais baixo são indicadas para o uso sob lotação contínua (RODRIGUES & REIS, 1999).

Embora exista grande diversidade de espécies de plantas forrageiras no mercado, as pastagens no Brasil, em sua maioria, são formadas por extensos monocultivos, uma vez que 45% das áreas de pastagens e cerca de 60% das sementes comercializadas pertencem a um único cultivar: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (VALLE et al., 2014). Além disso, as gramíneas dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* somam cerca de 80% das áreas de pastagens nacionais (FERNANDES et al., 2000) e respondem por aproximadamente 85% das sementes comercializadas (VALLE et al., 2003). A estreita base genética gerada pelo monocultivo deixa o sistema vulnerável, já que uma determinada espécie suscetível pode ser exposta a pragas e doenças. Como exemplo, pode-se citar a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, adotada em todas as regiões do Brasil devido a sua resistência à cigarrinha-das-pastagens. Porém, essa adoção gerou a morte do cultivar em milhares de hectares (BARBOSA, 2006) por problemas como podridão das raízes em áreas de solos mal drenados, superpastejo e/ou ataque da cigarrinha da cana-de-açúcar (*Mahanarva* spp.).

Essa vulnerabilidade pode ser minimizada com a liberação e adoção de novos cultivares. NASCIMENTO Jr et al. (2004) destacaram o fato de já existir ampla variedade de opção de plantas forrageiras para uso, entretanto, a necessidade de melhor conhecimento e uso dessas plantas é o empecilho para sua utilização e diversificação das pastagens. Nesse contexto, estudos sobre ecologia do pastejo, fluxo de tecidos e ecofisiologia das plantas forrageiras ganham importância, e a morfogênese surge como ferramenta importante para fornecer subsídios para a definição de estratégias de manejo do pastejo mais

eficientes, assegurando longevidade e produtividade das pastagens (NASCIMENTO Jr. et al., 2002).

### **2.1.1. Gramíneas de clima tropical**

As gramíneas utilizadas em pastagens no Brasil são em sua maioria gramíneas de clima tropical devido à sua elevada produtividade em ambientes tropicais por serem de ciclo fotossintético  $C_4$  e pela facilidade de formação das pastagens (VALLE et al., 2008).

Em geral, as plantas forrageiras de clima temperado (metabolismo  $C_3$ ), possuem valor nutricional superior quando comparadas com plantas forrageiras de clima tropical (metabolismo  $C_4$ ) devido, principalmente, à quantidade e arranjo das estruturas dos tecidos vegetais (AKIN, 1986). As plantas  $C_3$ , no período vegetativo, possuem menor proporção de colmos e de bainhas, menores teores de fibra em detergente neutro e lignina, e maior teor de proteína bruta nas lâminas foliares em relação às plantas  $C_4$ , isso porque possuem menor alongamento do colmo, lâminas com menor função estrutural na planta, maior proporção de tecidos não lignificáveis nas lâminas e maior concentração de enzimas fotossintéticas nas células.

Nas gramíneas  $C_3$ , o alongamento de colmo ocorre de forma significativa apenas no estágio reprodutivo, enquanto que nas gramíneas  $C_4$  ocorre também durante o estágio vegetativo o que, de acordo com WILSON & MINSON (1980), é o principal problema das gramíneas de clima tropical. O alongamento do colmo contribui para o incremento de biomassa no dossel, melhorando a penetração de luz e, como novo dreno, possui prioridade na partição dos fotoassimilados. Entretanto, o intenso alongamento do colmo compromete a relação folha:colmo da planta (SPAIN & SANTIAGO, 1973; STOBBS, 1973a; DA SILVA et al., 1994b), afetando negativamente o comportamento ingestivo dos animais em pastejo (STOBBS, 1973<sup>a,b</sup>; CHACON & STOBBS, 1976), seu consumo (DA SILVA et al., 1994a; STOBBS, 1973a; EUCLIDES et al., 1999), a eficiência de utilização da forragem (DA SILVA et al., 1994b), o valor nutritivo (DA SILVA et al., 1994b; ALMEIDA et al., 2000) e, conseqüentemente, o desempenho e produtividade animal (DA SILVA et al., 1994b; EUCLIDES et al., 1999; ALMEIDA et al., 2000; CANDIDO et al., 2005).

Apesar da menor qualidade em relação às gramíneas de clima temperado, as gramíneas tropicais apresentam maior produção de biomassa, com potencial elevado de produtividade, sendo compatíveis, portanto, com elevados níveis de produção por unidade de área e favorecendo elevadas taxas de lotação das pastagens. Conciliando a escolha correta da gramínea tropical, método de pastejo adequado, manejo eficiente e fertilização; os níveis de produtividade poderão ser elevados, tornando os sistemas de produção animal mais eficientes e competitivos.

### **2.1.2. Gramíneas do gênero *Brachiaria***

As plantas do gênero *Brachiaria* foram introduzidas no Brasil em 1952 (VALLE, 2009), mais recente, portanto, que a introdução de outros gêneros trazidos da África na época colonial como *Panicum*, *Pennisetum*, *Melinis* e *Hyparrhenia* (PARSONS, 1972). Porém, o gênero teve ampla expansão no território brasileiro devido a sua alta adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade, e hoje constitui o gênero de capins mais cultivados no Brasil. Segundo MACEDO (2002), a utilização do gênero *Brachiaria* permitiu grandes aumentos na taxa de lotação das pastagens e melhor desempenho animal relativamente às espécies nativas até então utilizadas.

#### **2.1.2.1. Marandu**

A *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Marandu é originária de uma região vulcânica da África onde os solos geralmente apresentam fertilidade média/alta, a precipitação pluviométrica anual é de cerca de 700 mm e ocorre um período seco de aproximadamente 8 meses no inverno (RAYMAN, 1983). Foi estudada inicialmente pelo Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Corte (CNPGC-EMBRAPA) e posteriormente pelo Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (EMBRAPA-Cerrados) (VILELA, 2005).

É uma gramínea forrageira perene de hábito de crescimento cespitoso, formando touceiras de até 1,0 m de diâmetro e perfilhos que podem atingir a altura de até 1,5 m. Apresenta rizomas horizontais curtos, duros, curvos, cobertos por escamas glabras de cor amarela a púrpura. Suas raízes são profundas, favorecendo sua sobrevivência durante períodos prolongados de seca (EMBRAPA, 2008).

#### **2.1.2.2. La libertad**

A *Brachiaria brizantha* cv. La Libertad MG4 é um capim originário da Colômbia e que foi introduzido no Brasil em 1995 pela Matsuda Genética nº4, por intermédio do CIAT. É uma planta forrageira perene e seu crescimento é em touceira ou decumbente, possui fácil estabelecimento e tolerância a baixa pluviosidade e solos de baixa fertilidade devido ao seu sistema radicular profundo (VILELA, 2005).

#### **2.1.2.3. Paiaguás**

A *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás foi lançada em 2013 pela EMBRAPA e se destaca pelo elevado acúmulo de forragem com alto valor nutritivo nos períodos de seca. O capim é perene e possui crescimento cespitoso, apresentando bom desenvolvimento em solos de média fertilidade (EMBRAPA, 2013).

#### **2.1.2.4. Ipyporã**

O capim-ipyoporã foi lançado em 2017 como resultado do cruzamento entre *Brachiaria ruziziensis* e *Brachiaria brizantha* realizado em 1992 na EMBRAPA Gado de Corte. Foi liberado para uso comercial em 2017 pela EMBRAPA em parceria com a UNIPASTO (EMBRAPA, 2017).

Suas características são porte baixo, prostrado e com colmos delgados, e suas bainhas e folhas possuem alta pilosidade. Dentre as espécies do gênero *Brachiaria*, apresenta elevada produtividade e manejo facilitado, características semelhantes ao capim-marandu, porém como diferencial, possui elevada resistência às cigarrinhas (EMBRAPA, 2017).

#### **2.1.3. Gramíneas do gênero *Panicum***

O gênero *Panicum* foi introduzido no Brasil na época da escravidão, proveniente da África (PARSONS, 1972), e apresenta dentre as plantas forrageiras propagadas por semente, as maiores produtividades. Também se destaca por sua abundante produção de folhas longas, porte elevado e alta aceitabilidade por animais de diferentes categorias (JANK et al., 2010). As espécies do gênero *Panicum* costumam ser mais exigentes em manejo do

pastejo devido ao acentuado e precoce alongamento de colmos. Portanto, recomenda-se que sejam manejadas sob lotação intermitente (CORSI, 1988).

#### **2.1.3.1. Mombaça**

O *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça foi lançado em 1993 pela EMBRAPA em parceria com outras instituições (EMBRAPA, 2014). O cultivar apresenta folhas grandes e largas, ciclo vegetativo perene e forma de crescimento cespitosa, podendo atingir altura média de até 2,00 m sob crescimento livre (FAO, 2008). Possui alta produtividade e adaptação a diferentes condições de clima e solo. Entretanto, é exigente quanto a fertilidade do solo (EMBRAPA, 2014).

#### **2.1.3.2. Zuri**

O *Panicum maximum* cv. BRS Zuri foi lançado em 2014 pela EMBRAPA em parceria com outras instituições e possui características como tolerância moderada ao encharcamento do solo, semelhante ao capim tanzânia-1, se destacando pelo melhor desenvolvimento em solos drenados. Possui elevada produção, alto valor nutritivo e elevada resistência às cigarrinhas das pastagens e à mancha das folhas (EMBRAPA, 2014).

#### **2.1.3.3. Tamani**

O *Panicum maximum* cv. BRS Tamani foi lançado 2015 pela EMBRAPA em parceria com a UNIPASTO. Apresenta porte baixo, com elevada produção de folhas de alto valor nutritivo, proporcionando boa cobertura do solo, elevada produtividade e velocidade de rebrotação (EMBRAPA, 2015).

O cultivar é indicado para solos de média a alta fertilidade e possui fácil manejo, além de resistência às cigarrinhas das pastagens. Se destaca pela maior porcentagem de folhas em comparação com a média dos demais cultivares de *Panicum* (EMBRAPA, 2015).

#### **2.1.3.4. Quênia**

O *Panicum maximum* cv. BRS Quênia foi lançado em 2017. Foi desenvolvido pela EMBRAPA em parceria com outras instituições com o objetivo de suprir a demanda por um cultivar produtivo e com elevado valor

nutritivo. Apresenta porte intermediário, folhas macias e colmos tenros, elevado perfilhamento e fácil manejo (EMBRAPA, 2017). Apresenta como diferencial dentre cultivares de médio a grande porte arquitetura de planta que resulta em altos níveis de ganho de peso por animal, já que apresenta alongamento reduzido de colmos (EMBRAPA, 2017).

## **2.2. Morfogênese de plantas e características estruturais**

A morfogênese reconhece a origem e o desenvolvimento dos órgãos de um organismo assim como as transformações que determinam a produção e as mudanças na forma e na estrutura das plantas no espaço ao longo do tempo (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993). As características morfogênicas do dossel forrageiro de plantas tropicais: alongamento de folha, aparecimento de folha, duração de vida da folha (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996) e alongamento de colmo (SBRISSIA & DA SILVA, 2001) são condicionadas por fatores de ambiente como luz, temperatura, umidade, fertilidade do solo e outros. A expressão fenotípica dessas características morfogênicas determina as características estruturais de perfilhos e do dossel forrageiro: tamanho das folhas, densidade populacional de perfilhos, número de folhas vivas por perfilho (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996) e relação folha:colmo (SBRISSIA & DA SILVA, 2001). O produto dessas características determina diretamente o índice de área foliar (IAF) do dossel forrageiro, determinando sua interceptação de luz (FIGURA 1).

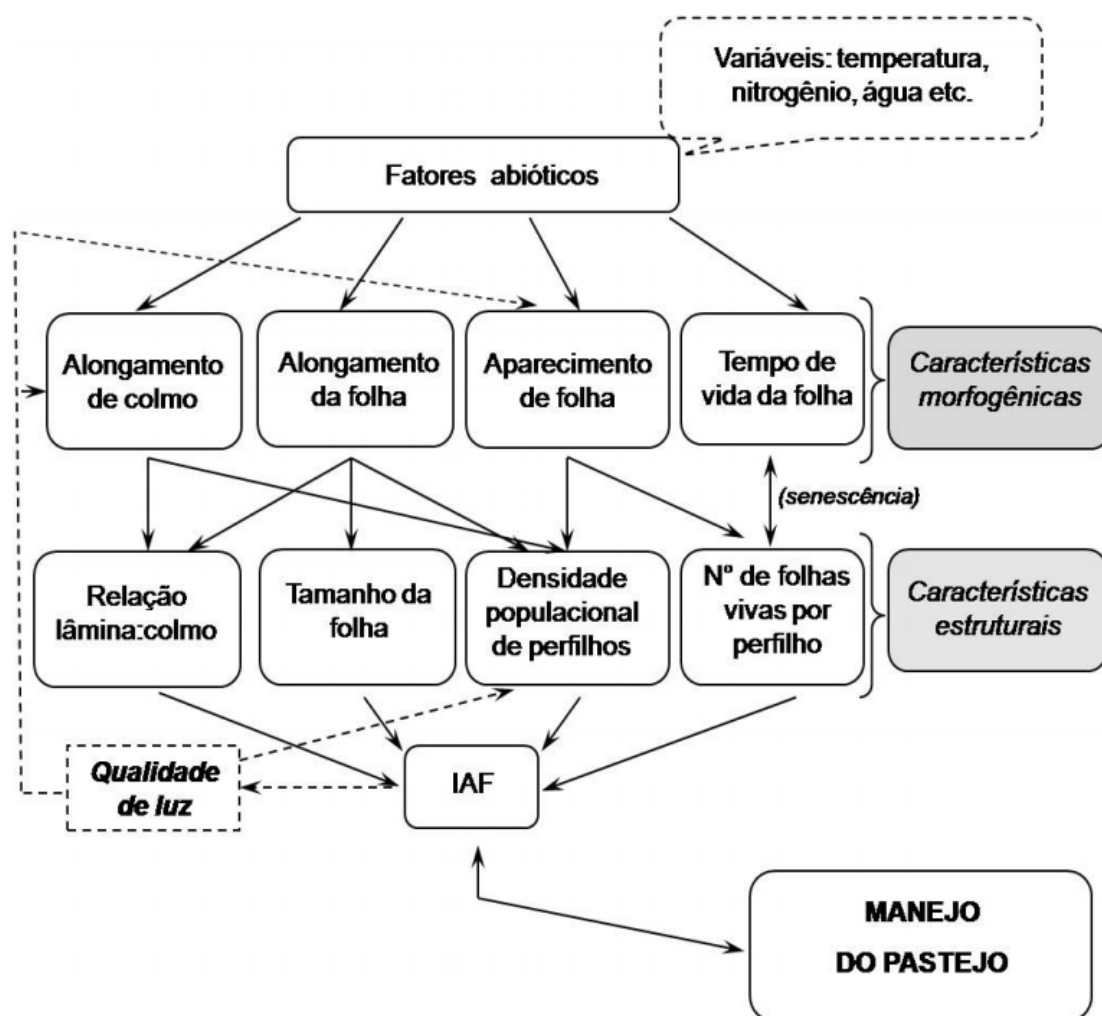


FIGURA 1. Modelo conceitual das relações entre característica morfológicas e estruturais das plantas forrageiras tropicais (adaptado de CHAPMAN & LEMAIRE 1993 por SBRISSIA & DA SILVA, 2001).

### 2.2.1. Características morfológicas

A taxa de aparecimento de folhas (TApF) é determinada pelo número de folhas que aparece em determinado perfilho por unidade de tempo. Cada folha formada possui em sua axila uma nova gema axilar que potencialmente pode gerar um novo perfilho. Dessa forma, a TApF tem relação direta com a densidade populacional de perfilhos (DPP) e determina o potencial de perfilhamento da planta. Quanto maior for o comprimento da bainha foliar menor será a TApF, fato explicado pela maior distância a ser percorrida pela nova folha até sua emergência (SKINNER & NELSON, 1995). A TApF é a característica morfológica que merece maior destaque segundo CHAPMAN & LEMAIRE (1993), visto que ela pode influenciar diretamente o comprimento

final da lamina foliar, a densidade populacional de perfilhos e o número de folhas vivas por perfilho.

O inverso da TApF estima o filocrono (FILO), correspondente ao intervalo para o aparecimento de duas folhas consecutivas (WILHELM & MACMASTER, 1995). Observando as mudanças do FILO durante as estações do ano, BARBOSA (2004) identificou maiores valores de FILO durante o inverno e menores durante o verão, indicando resposta diretamente relacionada à disponibilidade de fatores climáticos de crescimento como temperatura e umidade.

A taxa de alongamento foliar (TAIF) é determinada pelo efeito cumulativo de divisão e alongamento celular (SCHNYDER et al., 2000), e é condicionada principalmente pela temperatura e disponibilidade de nitrogênio. A TAIF é a característica morfogênica que tem maior correlação com a massa seca de forragem, ou seja, com o acúmulo de forragem (HORST, 1978) e com a produção por perfilho (NELSON et al., 1977).

A duração de vida da folha (DVF) representa o período durante o qual há acúmulo de folhas no perfilho sem que seja detectada qualquer perda por senescência (LEMAIRE & AGNUSDEI, 2000), ou seja, o período do aparecimento de uma folha até sua senescência. Para o manejo do pastejo, a DVF é uma variável muito importante segundo NASCIMENTO Jr. et al. (2002), porque determina a quantidade potencial de material vivo na área e pode indicar o intervalo ideal de pastejo, permitindo manter índices de área foliar próximos da maior eficiência de interceptação luminosa e máximas taxas de acúmulo de forragem. A taxa de senescência foliar é determinada pelo efeito cumulativo de perda de atividade metabólica (PATTRSON & MOSS, 1979), e pode ser influenciada pelo ambiente, estágio de desenvolvimento da planta e características inerentes à própria espécie forrageira (HARDWICK & WOOLHOUSE, 1967).

A taxa de alongamento de colmo (TAIC) é uma característica morfogênica de importância relativa maior para gramíneas de clima tropical (SBRISSIA & DA SILVA, 2001), e tem interferência direta sobre o aparecimento de folhas e densidade populacional de perfilhos, modificando a estrutura do dossel forrageiro, a composição e a estacionalidade do acúmulo de forragem.



### **2.2.2. Características estruturais**

O comprimento final das folhas (CFF) é o tamanho que uma folha atinge ao estar completamente expandida e, segundo ROBSON (1967) & DALE (1982), essa característica é proporcional à relação TAIF:TApF. Portanto, enquanto a TAIF está diretamente correlacionada com o CFF, a TApF está inversamente correlacionada com o CFF e, de fato, folhas com menores comprimentos possuem elevada TApF.

O número de folhas vivas por perfilho (NFV) é uma constante genética para cada espécie e/ou cultivar (DAVIES, 1988), e é diretamente influenciada pela TApF e pela DVF. Segundo HODGSON (1990), há um momento em que para cada folha morta surge uma folha nova, tornando o NFV constante. Isso acontece em decorrência do tempo limitado de vida da folha (DVF), determinado por características genéticas e influenciado por condições climáticas e de manejo.

A densidade populacional de perfilhos (DPP) é diretamente influenciada pela TApF, uma vez que cada folha pode gerar um novo perfilho a partir de sua gema axilar (NELSON, 2000). Dessa forma, NABINGER (1997) ressaltou que o potencial de perfilhamento da planta depende da sua capacidade de emissão de folhas. No período reprodutivo, a DPP tende a diminuir (BARBOSA, 1998; SBRISSIA, 2000) e, dentre as práticas de manejo, a adubação e altura de corte são os maiores influenciadores na DPP. Quando os níveis de nitrogênio são baixos, a planta mantém a taxa de aparecimento de perfilhos abaixo do seu potencial (LEMAIRE, 1985).

### **2.3. Morfogênese como ferramenta para descrever o funcionamento das plantas forrageiras**

A morfogênese é ferramenta importante para avaliação de plantas forrageiras e para estabelecer práticas de manejo eficientes, uma vez que permite descrever processos de crescimento e desenvolvimento da planta. Compreendendo os mecanismos morfofisiológicos e suas interações com o ambiente, é possível manejar as plantas para obter máxima capacidade produtiva do pasto (NASCIMENTO JR. et al., 2002).

Normalmente, no processo de avaliação de uma planta forrageira são utilizadas características qualitativas e agronômicas como: produção de

matéria seca, tolerância ao déficit hídrico e resistência a baixas temperaturas, capacidade de rebrotação e exigências em fertilidade do solo (JANK, 1995). Porém, as características morfogênicas e estruturais permitem que se faça inferência sobre todas essas características, e são fundamentais para a compreensão da dinâmica de produção de forragem e sua distribuição no tempo e no espaço.

Em conjunto, TApF, TAIF e DVF interferem na interação de perfilhamento e desenvolvimento dos perfilhos, que resultam no acúmulo de fitomassa da pastagem, descrevendo, assim, o processo de acúmulo de forragem. A divisão e o crescimento celular são processos extremamente sensíveis ao turgor das células (LUDLOW & NG, 1977), sendo então a TAIF capaz de determinar a tolerância da planta quanto ao déficit hídrico. A produção de forragem e a persistência da planta no pasto são determinadas pela capacidade de rebrotação, determinada principalmente por dois fatores: reservas orgânicas e índice de área foliar (IAF), este último resultado da integração das características estruturais de perfilhos e da população de perfilhos. As exigências em fertilidade do solo também interferem na morfogênese, já que incrementos em fertilidade geram aumento no fluxo de tecidos, interferindo na dinâmica de acúmulo de forragem (DURU & DUCROCQ, 2000).

Para fins de manejo, a comparação do conjunto de dados com respostas morfogênicas e estruturais pode separar as espécies em grupos funcionais com padrões semelhantes de crescimento e desenvolvimento dentro dos grupos e padrões contrastantes entre os grupos. Isso permite associar o conhecimento existente sobre estratégias de manejo para plantas já estudadas e conhecidas a plantas de mesma funcionalidade, favorecendo melhores condições de manejo de novas plantas forrageiras.

SILVEIRA (2006), por meio de análise multivariada, utilizou a relação entre CFF, TApF e TAIF, além de valores de mortalidade de perfilhos, para separar as espécies avaliadas em quatro grupos funcionais. Os grupos 1 e 4 apresentaram padrões muito contrastantes. O grupo 1, formado por *P. Maximum* cv. Tanzânia e cv. Mombaça e *B. brizantha* cv. Xaraés foi caracterizado por plantas com baixa mortalidade de perfilhos e baixa TApF, porém com elevados valores de CFF e TAIF, ou seja, plantas que possuem porte mais alto e alta

sobrevivência de perfilhos e, por isso, produzem menos folhas por unidade de tempo que alongam de forma mais rápida, individualmente. Já o grupo 4, formado por *B. humidicola* cv. Humidícola comum e cv. Tupi, relativamente ao grupo 1, foi caracterizado por plantas com alta mortalidade de perfilhos e alta TApF, porém com baixas TAlF e CFF, ou seja, plantas que possuem porte mais baixo e menor sobrevivência de perfilhos e, dessa forma, produzem mais folhas por unidade de tempo que se alongam de forma mais lenta individualmente. Os grupos 2 (*B. brizantha* cv. Piatã, cv. Marandu e cv. Capiporã) e 3 (*B. brizantha* cv. Arapoty e *B. decumbens* cv. Basilisk) foram caracterizados por padrões de comportamento intermediário dos grupos contrastantes.

Comparando o grupo 1 e 4, para fins de manejo, o grupo 1, por apresentar plantas com maior longevidade de folhas, pode ser submetido a intervalos de desfolhação mais longos, enquanto o grupo 4, que apresentou plantas com menor longevidade de folhas, deve ser manejado com intervalos de desfolhação mais curtos (SILVEIRA, 2006). Trabalho análogo com resultados semelhantes foi desenvolvido por Rodrigues (2008) para os capins Mombaça e Aruana (*Panicum maximum*), Massai (*Panicum maximum* x *Panicum infestum* BRA07102), Xaraés e Marandu (*Brachiaria brizantha*), Gordura (*Melinis minutiflora*) e Jaraguá (*Hiparrhenia rufa*).

Dessa forma, com a caracterização morfogênica é possível identificar padrões de funcionamento das plantas forrageiras e agrupá-las segundo esse quesito independentemente da identidade de gênero, espécie e cultivar, facilitando assim a identificação e definição de estratégias de manejo mais apropriadas com base no que já se conhece sobre plantas de mesma funcionalidade existentes e com estratégias conhecidas de manejo (SILVEIRA, 2006; RODRIGUES, 2012). O manejo correto propicia condições favoráveis para o crescimento e desenvolvimento natural das plantas. Dessa forma, agrupando plantas segundo sua funcionalidade permite a obtenção de informações valiosas e de fácil aplicação no campo, assegurando altas produtividades e respeitando-se os limites de cada grupo de espécies.

### 3. Objetivo

O objetivo do trabalho foi caracterizar o desenvolvimento morfogênico de cultivares de *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp. visando a identificação de padrões comuns de crescimento/desenvolvimento, ou seja, o agrupamento funcional das plantas estudadas.

### 4. Material e Métodos

#### 4.1. Localidade e características climáticas

O experimento foi realizado no Campo Agrostológico de Plantas Forrageiras, do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em Piracicaba, São Paulo, Brasil (22°42’29” S, 47°38’26” W e 536 m de altitude). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa (mesotérmico úmido subtropical de inverno seco) (PEEL et al., 2007). Os dados climáticos ao longo do período experimental foram coletados na estação meteorológica da ESALQ/USP, distante cerca de 1900 metros da área experimental (FIGURA 2).

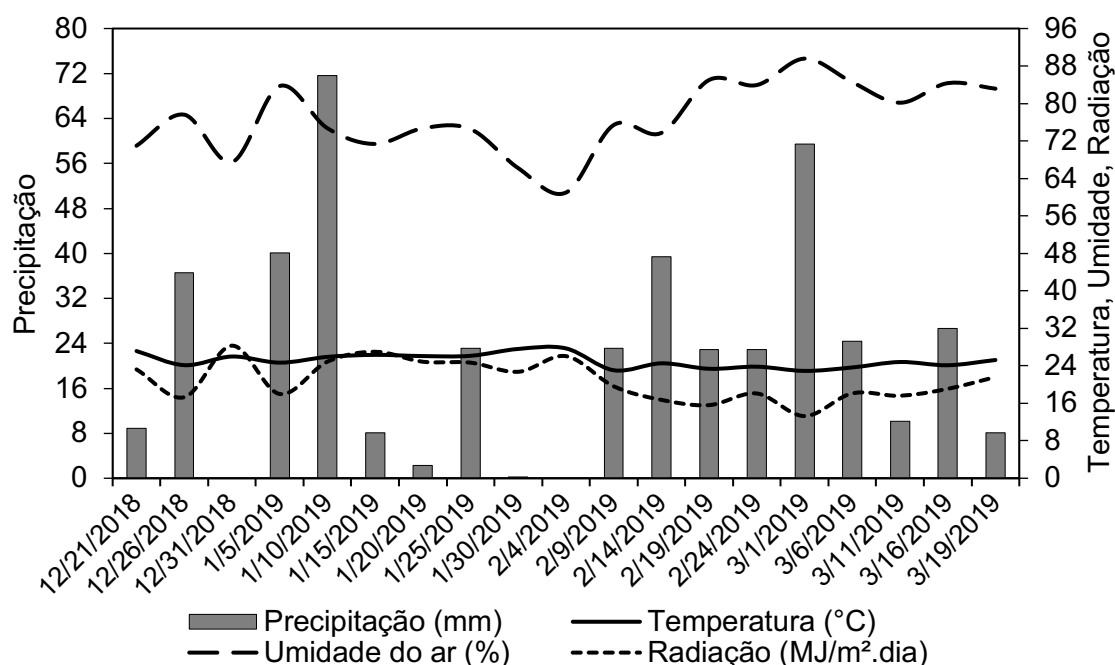


FIGURA 2. Dados meteorológicos de precipitação acumulada, temperatura média, umidade relativa do ar e radiação média durante o período experimental (17/12/2018 até 19/03/2019).

#### 4.2. Características do solo e adubação

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférico Típico, com horizonte A moderado e textura variando de argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 2018).

Ao longo do período experimental foram aplicados 75 kg/ha de Nitrogênio e 25 kg/ha de K<sub>2</sub>O utilizando o fertilizante formulado 30-00-10. As doses foram aplicadas manualmente antes de iniciar as avaliações experimentais (TABELA 1).

TABELA 1. Quantidade de nitrogênio e potássio por adubação e a respectiva data de aplicação durante o período experimental.

| Data       | N                               | K <sub>2</sub> O |
|------------|---------------------------------|------------------|
|            | ----- kg ha <sup>-1</sup> ----- |                  |
| 03/01/2019 | 50                              | 16,7             |
| 09/01/2019 | 25                              | 8,3              |

#### 4.3. Gramíneas Forrageiras utilizadas

Foram avaliadas oito cultivares de capins, sendo quatro cultivares do gênero *Brachiaria* (*B. brizantha* cv. Marandu, *B. brizantha* cv. La Libertad MG4, *B. brizantha* cv. BRS Paiaguás e *B. ruziziensis* vs *brizantha* cv. BRS Ipyporã) e quatro cultivares do gênero *Panicum* (*P. maximum* cv. Mombaça, *P. maximum* cv. BRS Zuri, *P. maximum* cv. BRS Tamani e *P. maximum* cv. BRS Quênia) (FIGURAS 4 e 5), as quais foram distribuídas na área experimental (FIGURA 3).

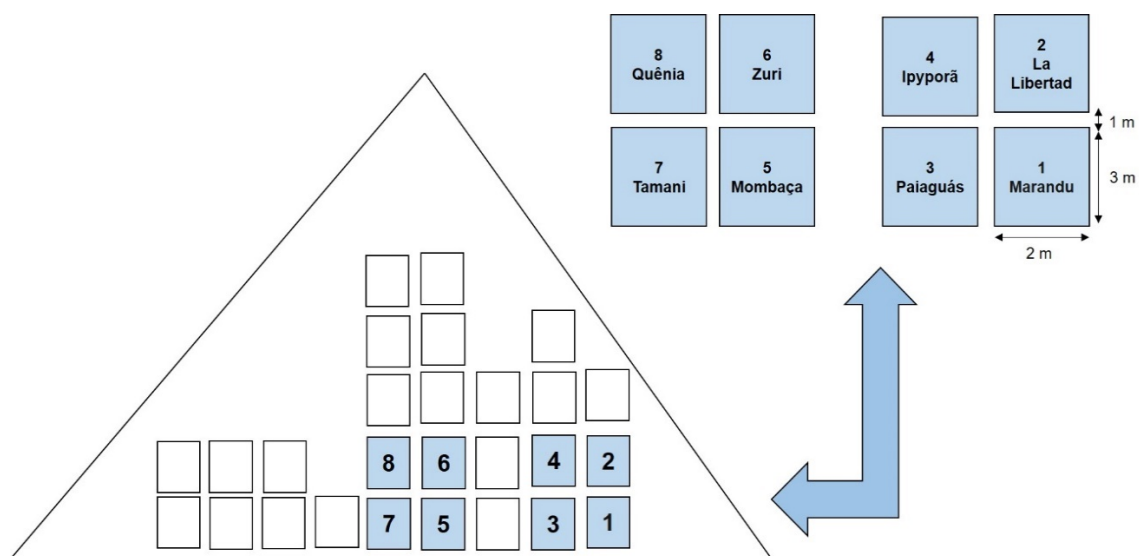


FIGURA 3. Croqui da área experimental.

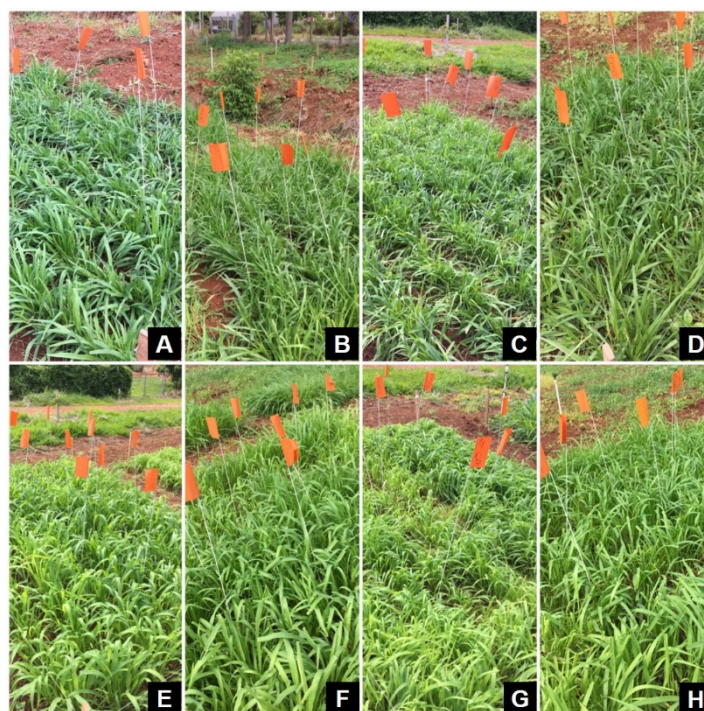


FIGURA 4. Gramíneas forrageiras utilizadas: Marandu (A), La Libertad (B), Paiaguás (C), Ipyporã (D), Mombaça (E), Zuri (F), Tamani (G) e Quênia (H). Foto tirada no dia 15 de janeiro de 2019.

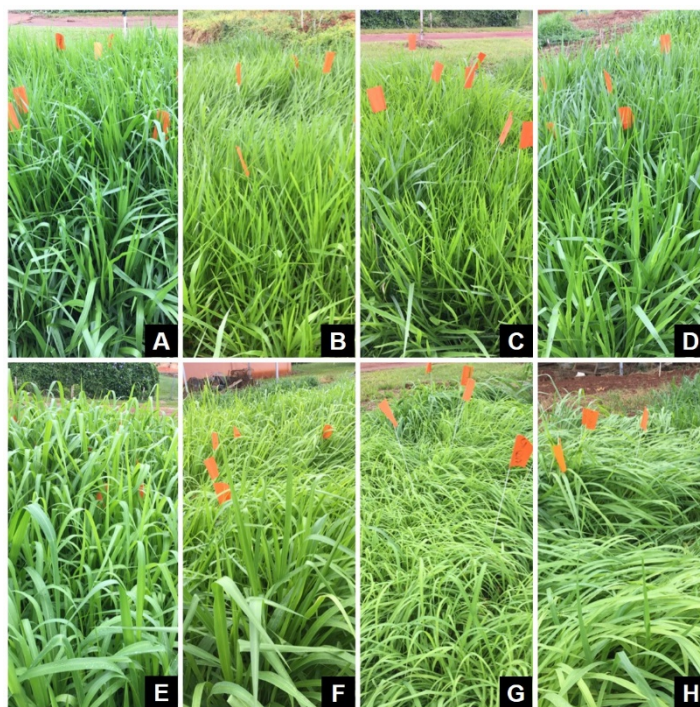


FIGURA 5. Gramíneas forrageiras utilizadas: Marandu (A), La Libertad (B), Paiaguás (C), Ipyorã (D), Mombaça (E), Zuri (F), Tamani (G) e Quênia (H). Foto tirada no dia 13 de fevereiro de 2019.

#### 4.4. Implantação da área experimental

A implantação do campo agrostológico teve início em 01/11/2018, com aplicação de glifosato (herbicida não seletivo de ação sistêmica) e 2,4-D (herbicida seletivo de ação sistêmica) com o objetivo de dessecar a vegetação existente na área (FIGURA 6A). Após a dessecação, em 07/12/2018, foi realizado o preparo do solo por meio de grade aradora (FIGURA 6B). Em seguida, as parcelas foram dimensionadas, sendo 6 m<sup>2</sup> (3,0 x 2,0 m) para cada parcela (FIGURA 6C), e o plantio realizado em 17/12/2018 por meio da distribuição manual das sementes em linhas a uma profundidade de 3 a 5 cm.

Para evitar déficits hídricos, foi instalado na área, no início de dezembro, um sistema de irrigação por aspersão (FIGURA 6D) programado para acrescentar no sistema cerca de 5 mm/dia de água, exceto em dias em que tivesse ocorrido precipitação acima de 3 mm.



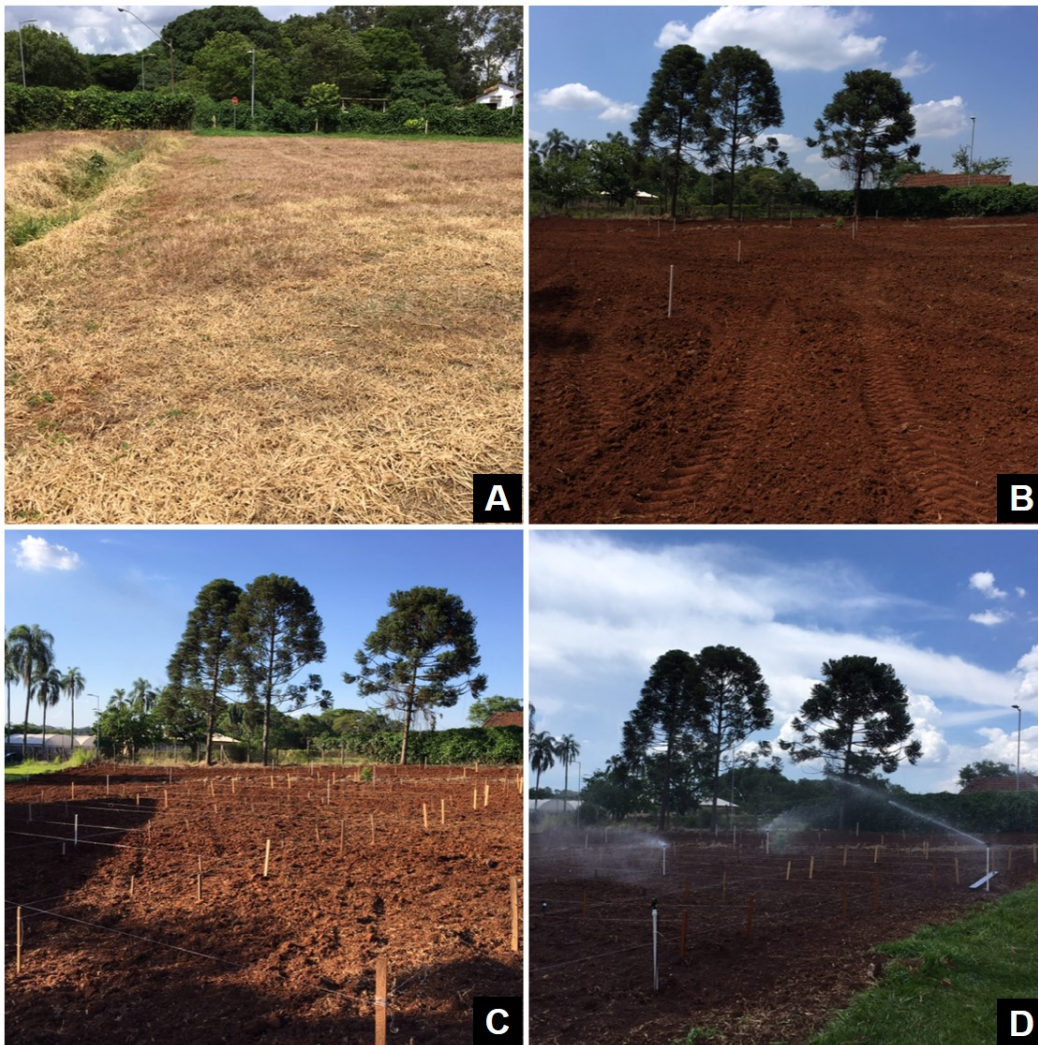


FIGURA 6. Área do Campo Agrostológico após a dessecação da vegetação, no dia 12/11/2018 (A), após preparo do solo com grade aradora, no dia 07/12/2018 (B), após estaqueamento, no dia 11/12/2018 (C) e após semeadura no dia 17/12/2018, com a irrigação funcionando (D).

#### 4.5. Controle de plantas daninhas e pragas

O controle de plantas daninhas foi realizado durante todo o período experimental. No interior das parcelas foi realizado de forma manual e nos corredores por meio da aplicação de herbicidas. Os herbicidas utilizados foram: Glifosato, 2,4-D e Plateau (TABELA 2).



TABELA 2. Datas de aplicação dos herbicidas para controle de plantas daninhas nos corredores entre as parcelas da área experimental

| Data       | Glifosato | 2,4-D | Plateau |
|------------|-----------|-------|---------|
| 19/12/2018 | x         |       |         |
| 28/12/2018 | x         |       |         |
| 12/01/2019 | x         | x     |         |
| 15/01/2019 | x         | x     |         |
| 22/01/2019 | x         | x     |         |
| 30/01/2019 |           |       | x       |
| 14/02/2019 | x         | x     | x       |
| 25/02/2019 | x         | x     |         |

O controle de pragas também foi realizado durante o período experimental a partir do dia 12/01/2019, quando foram identificadas folhas danificadas nos perfilhos sendo avaliados. Para o controle das pragas foram utilizados os inseticidas Keshet, Cipermetrina e Engeo Pleno (TABELA 3).

TABELA 3. Datas de aplicação dos inseticidas para controle de pragas nas parcelas experimentais

| Data       | Keshet | Cipermetrina | Engeo Pleno |
|------------|--------|--------------|-------------|
| 12/01/2019 | x      |              |             |
| 22/01/2019 |        | x            | x           |
| 29/01/2019 | x      |              |             |
| 14/02/2019 |        | x            | x           |
| 21/02/2019 | x      |              |             |
| 11/03/2019 | x      | x            | x           |

#### 4.6. Avaliações experimentais

As plantas iniciaram a germinação na semana seguinte à sementeira (realizada em 17/12/2018), e foram mantidas em crescimento livre até o dia 09/01/2019, quando foi feito um corte de uniformização em todas as parcelas a sete centímetros do solo. Dois dias após o corte, no dia 11/01/2019, foram iniciadas as avaliações experimentais com as plantas em crescimento livre. O período experimental totalizou 67 dias, sendo encerrando no dia 19/03/2019 em consequência do acamamento excessivo das plantas devido à altura

elevada. As variáveis estudadas compreenderam três grupos de respostas: altura do dossel forrageiro, características estruturais e características morfogênicas dos perfilhos.

#### **4.6.1. Variáveis mensuradas**

##### **4.6.1.1. Características estruturais do dossel forrageiro**

Em intervalos de aproximadamente três dias, duas vezes por semana, a altura do dossel forrageiro foi monitorada com uso de régua graduada em centímetros, sendo tomadas leituras em 10 pontos por parcela (FIGURA 7).



FIGURA 7. Medidas de altura com auxílio da régua graduada em centímetros.

Adicionalmente, a densidade populacional de perfilhos foi realizada a cada 15 dias por meio da contagem do total de perfilhos existentes no interior de armações metálicas de 1,00 x 0,25 m (FIGURA 8) posicionadas em pontos representativos da parcela (excluindo áreas de bordadura).



FIGURA 8. Armação metálica de 1,00 x 0,25 m colocadas nas parcelas para determinação da densidade populacional de perfilhos.

#### 4.6.1.2. Características estruturais dos perfilhos

As características estruturais foram avaliadas em 10 perfilhos por parcela em intervalos de aproximadamente três dias (duas vezes por semana) durante todo o período experimental (exceto quando as plantas iniciavam o florescimento, condição em que as avaliações eram encerradas quando 40% dos perfilhos avaliados tivessem emitido inflorescência). Os perfilhos foram marcados de maneira aleatória utilizando-se abraçadeiras de nylon contendo identificação (FIGURA 9A). Adicionalmente, para facilitar a visualização, foram fixadas hastes metálicas com placas coloridas ao lado de cada um dos perfilhos marcados (FIGURA 9B).

Em cada perfilho foi avaliado o comprimento do colmo e o estágio de desenvolvimento de cada uma das folhas (FIGURA 10), as quais foram classificadas como: (A) Em expansão: quando suas lígulas não estavam expostas e sua referência de medida para o comprimento do limbo foliar foi a lígula da última folha completamente expandida; (B) Expandidas: quando a lígula estava visível e sua referência de medida foi sua própria lígula; (C) Senescentes: quando parte do limbo foliar apresentava sinais de senescência. Os fitômeros foram identificados e enumerados de acordo com sua sequência de aparecimento. Para o comprimento do colmo, considerou-se a distância do solo até a lígula da última folha completamente expandida e o número da folha



correspondente à leitura foi registrado. A partir disso, foi possível determinar as características estruturais:

I. Número de folhas vivas por perfilho (NFV, folhas/perfilho): Calculado como a média aritmética do número de folhas vivas (em expansão, expandidas e senescentes) por perfilho.

$$NFV = \frac{(\text{folhas em expansão} + \text{expandidas} + \text{senescentes})}{n^{\circ} \text{ de perfilhos avaliados}}$$

II. Comprimento final de folhas (CFF, cm/perfilho): Calculada como a média aritmética do comprimento das lâminas foliares expandidas intactas.

$$CFF = \frac{\sum \text{comprimento das lâminas foliares expandidas intactas}}{n^{\circ} \text{ de lâminas foliares expandidas intactas}}$$



FIGURA 9. Identificação dos perfilhos com abraçadeira de nylon (A) e com hastes metálicas (B).



FIGURA 10. Avaliação de morfogêneses dos perfilhos com auxílio de régua.

Para a determinação da área foliar específica (AFE), foi realizado o corte de 50 perfilhos de cada espécie. De cada amostra foram separadas as lâminas foliares, que tiveram sua área foliar medida em aparelho integrador de área foliar, marca LI-COR, modelo LI-3100. Posteriormente, as lâminas foram acondicionadas em saquinhos de papel e levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até peso constante. Após secagem, a massa foi determinada em balança digital e a área foliar específica (cm<sup>2</sup>/g) calculada da seguinte maneira:

$$AFE = \frac{\text{total de área foliar (cm}^2\text{)}}{\text{peso seco lâminas foliares(g)}}$$

#### 4.6.1.3. Características morfogênicas dos perfilhos

Com as informações obtidas na avaliação dos perfilhos marcados, foi possível calcular as respostas morfogênicas:

I. Taxa de aparecimento de folhas (TApF, folhas/perfilho.dia): Calculada como a relação entre o número de folhas surgidas por perfilho e o número de dias do período avaliado.

$$TApF = \frac{n^{\circ} \text{ folhas novas surgidas}}{n^{\circ} \text{ de perfilhos} \times \text{duração da avaliação}}$$

II. Filocrono (FILO, dias/folha.perfilho): Calculado como o inverso da taxa de aparecimento de folhas.

$$FILO = \frac{1}{TApF}$$

III. Taxa de alongamento de folhas (TAIF, cm/perfilho.dia): Calculada como o somatório das diferenças entre o comprimento final (CF) e o comprimento inicial (CI) das folhas em expansão dividido pelo número de dias entre as medidas (ND).

$$TAIF = \frac{CF - CI}{ND}$$

IV. Taxa de alongamento de colmos (TAIC, cm/perfilho.dia): Calculada como a relação entre a diferença do comprimento final (CF) e o comprimento inicial (CI) do colmo e o número de dias entre as medidas (ND).

$$TAIC = \frac{CF - CI}{ND}$$

V. Taxa de senescência de folhas (TSF, cm/perfilho.dia): Calculada como o somatório das diferenças entre o comprimento inicial (CI) e o comprimento final (CF) das folhas em senescência dividido pelo número de dias entre as medidas (ND).

$$TSF = \frac{CI - CF}{ND}$$

VI. Duração de vida das folhas (DVF, dias): Calculada como o produto entre o número de folhas vivas por perfilho e o filocrono.

$$DVF = NFV \times FILO$$

#### 4.7. Análise estatística

Para a análise dos dados, foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) com o objetivo de integrar os resultados de características morfogênicas e estruturais. Foram utilizadas as variáveis: densidade populacional de perfilhos (DPP), área foliar específica (AFE), taxa de aparecimento de folhas (TApF), filocrono (FILO), taxa de alongamento de folhas (TAIF), taxa de alongamento de colmo (TAIC), taxa de senescência foliar (TSF), comprimento final de folhas (CFF), número de folhas vivas por perfilho (NFV) e duração de vida das folhas (DVF). A PCA foi realizada utilizando o comando PROC PRINCOMP e os *biplots* obtidos utilizando o comando PROC

PRINQUAL, ambos do pacote estatístico SAS. A partir dos três primeiros componentes principais, foi realizada também uma análise de agrupamento pelo método de associação das médias (UPGMA) utilizando o comando PROC CLUSTER do pacote estatístico SAS, com o objetivo de agrupar as espécies pela similaridade entre seus elementos (máxima semelhança dentro de grupo e máxima diferença entre grupos).

## **5. Resultados e Discussão**

### **5.1. Características estruturais do dossel forrageiro**

Durante todo o período experimental a altura das plantas foi mensurada e variou entre os cultivares (FIGURA 11). Como esperado, os cultivares de *Panicum* apresentaram maior porte em relação aos de *Brachiaria*, com exceção do *Panicum maximum* cv. Tamani, que apresentou menor porte dentre todos os cultivares avaliados.

O cultivar Mombaça apresentou a altura média mais alta, com 89,5 cm, seguido pelo Zuri (81,4 cm), Quênia (70,4 cm), Ipyporã (69,4 cm), Marandu (66,9 cm), La libertad (61,8 cm), Paiaguás (56,9 cm) e por fim o Tamani, com 46,7 cm. SILVEIRA (2006) e RODRIGUES (2012) também registraram a maior altura média para o cultivar Mombaça em trabalhos seguindo metodologia análoga.

Apesar das diferenças em altura, essa variável não foi utilizada para descrever os grupos funcionais, uma vez que houve acamamento das plantas durante o período experimental, comprometendo os resultados encontrados.



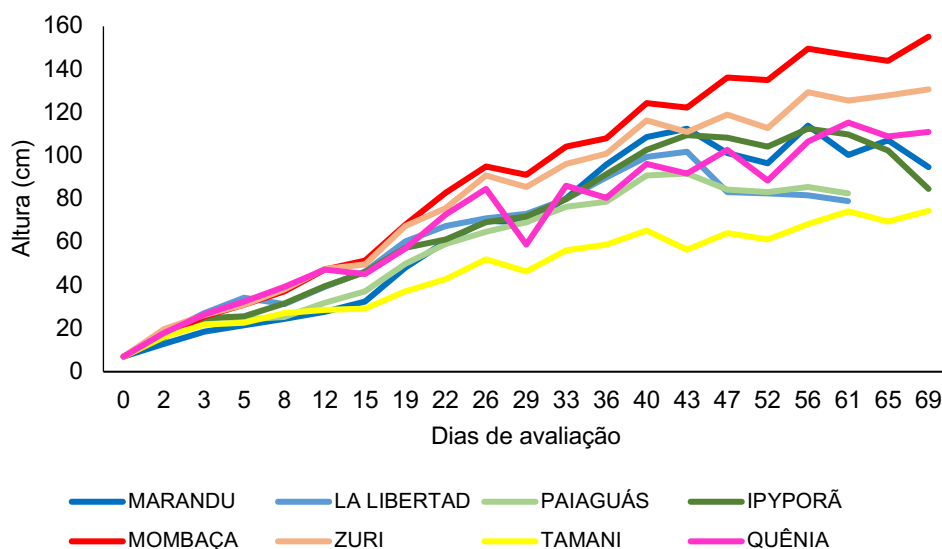


FIGURA 11. Evolução da altura (cm) dos cultivares de *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp. ao longo do período experimental de 09/01/2019 a 19/03/2019.

A densidade populacional de perfilhos (DPP) variou entre os cultivares (TABELA 4) e o Tamani se destacou com a maior DPP (2199 perfilhos/m<sup>2</sup>), enquanto o Mombaça apresentou o menor valor (593 perfilhos/m<sup>2</sup>).

TABELA 4. Densidade populacional de perfilhos dos cultivares de *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp.

|             | DPP (perfilhos/m <sup>2</sup> ) | EPM   |
|-------------|---------------------------------|-------|
| Marandu     | 639                             | 74    |
| La Libertad | 704                             | 112,4 |
| Paiguás     | 827                             | 165,9 |
| Ipyporã     | 691                             | 50,3  |
| Mombaça     | 593                             | 48,9  |
| Zuri        | 1143                            | 156,3 |
| Tamani      | 2199                            | 152,9 |
| Quênia      | 1061                            | 135,1 |

DPP = Densidade populacional de perfilhos; EPM = Erro padrão da média

O cultivar Mombaça apresentou a maior altura e a menor DPP, enquanto que o Tamani apresentou a menor altura e a maior DPP. Esse comportamento pode estar associado ao mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos, segundo o qual pastos mais baixos possuem maior densidade populacional de perfilhos pequenos e vice-versa (GRANT et al., 1983; BIRCHAM & HODGSON, 1983; SBRISSIA et al., 2001,2003).



## 5.2. Características estruturais dos perfilhos

As características estruturais dos perfilhos número de folhas vivas (NFV), comprimento final da folha (CFF) e área foliar específica (AFE) variaram entre os cultivares (TABELA 5).

Os cultivares de *Panicum* apresentaram menor NFV em relação aos cultivares de *Brachiaria*, fato que pode ter sido influenciado pelo corte de uniformização a 7 cm do solo realizado antes do início das avaliações. O corte removeu todas as folhas dos cultivares de *Panicum* enquanto que para os cultivares de *Brachiaria* algumas folhas permaneceram. Essa diferença no corte foi devida à maior altura e ao alongamento de colmo dos cultivares de *Panicum* na fase inicial do crescimento. Contudo, ao longo do período de avaliação, as plantas foram capazes de refazer sua área foliar e o número de folhas vivas por perfilho. Segundo LEMAIRE & CHAPMAN (1996) e MATTHEW et al. (2000), o NFV é estável para cada genótipo.

O CFF foi maior para os cultivares de *Panicum* em relação aos cultivares de *Brachiaria*, sendo que o Mombaça se destacou, apresentando o maior valor (72,6 cm) e o La Libertad o menor valor (26,0 cm). Dentro dos cultivares de *Panicum*, o Tamani apresentou o menor valor de CFF (48,6 cm), se aproximando do maior valor entre os cultivares de *Brachiaria* (Marandu com 43,5 cm).

Já a AFE foi maior para os cultivares de *Brachiaria* (Marandu, Ipyporã, La libertad e Paiaguás) do que para os cultivares de *Panicum* (Quênia, Tamani, Mombaça e Zuri).

TABELA 5. Número de folhas vivas, comprimento final das folhas e área foliar específica dos cultivares de *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp.

|             | NFV | EPM  | CFF (cm) | EPM*  | AFE (cm <sup>2</sup> /g) |
|-------------|-----|------|----------|-------|--------------------------|
| Marandu     | 4,3 | 0,10 | 43,5     | 2,70  | 229,9                    |
| La Libertad | 5,1 | 0,18 | 26,0     | 3,03  | 218,7                    |
| Paiguás     | 4,5 | 0,20 | 28,0     | 0,94  | 195,1                    |
| Ipyorã      | 3,6 | 0,54 | 40,5     | 5,950 | 222,4                    |
| Mombaça     | 2,5 | 0,16 | 72,6     | 7,19  | 165,0                    |
| Zuri        | 2,2 | 0,14 | 52,4     | 4,56  | 146,8                    |
| Tamani      | 2,2 | 0,11 | 48,6     | 3,32  | 172,6                    |
| Quênia      | 2,7 | 0,10 | 60,2     | 3,57  | 187,4                    |

NFV = Número de folhas vivas; EPM = Erro padrão da média do NFV; CFF = Comprimento final das folhas; EPM\* = Erro padrão da média do CFF; AFE = Área foliar específica

### 5.3. Características morfogênicas dos perfilhos

As características morfogênicas taxa de aparecimento de folhas (TApF), filocrono (FILO), taxa de alongamento de colmo (TAIC), taxa de senescência de folhas (TSF) e duração da vida das folhas (DVF) variaram entre os cultivares (TABELA 6).

A TApF foi maior para os cultivares de *Brachiaria* em comparação com os cultivares de *Panicum* e, conseqüentemente, apresentaram menor filocrono. Isso pode estar relacionado com os maiores valores de CFF para os cultivares de *Panicum*, já que, segundo NABINGER & PONTES (2001), menores comprimentos de folhas estão relacionados com valores elevados de TapF, determinantes de menor tempo de alongamento das folhas.

Para TAIF, o Mombaça se destacou com o maior valor, enquanto o La libertad apresentou o menor valor para essa característica. A TAIF é uma variável importante para a análise de fluxo de tecidos, e correlaciona-se positivamente com o rendimento forrageiro (HORST et al., 1978). Portanto, capins com maiores valores de TAIF possuem maior potencial de acúmulo de folhas. SILVEIRA (2006), em trabalho semelhante com outra coleção de gramíneas, encontrou maiores valores de TAIF para cultivares de *Panicum* e menores para os cultivares de *Brachiaria*, de conformidade com os resultados deste estudo.

Os cultivares de *Brachiaria* apresentaram valores maiores para TAIC enquanto os cultivares de *Panicum* apresentaram valores menores. Os capins La libertad e Paiaguás se destacaram pelas maiores taxas de alongamento de colmo, fato que pode ser explicado pelo florescimento desses capins durante o período experimental. Entretanto, o alongamento de colmo é acentuado não só na época do florescimento, mas também quando as plantas se encontram sombreadas, isso porque as plantas forrageiras buscam posicionar as folhas novas no topo do dossel forrageiro por meio do alongamento do entrenó e elevação do meristema apical para interceptarem luz (WOLEDGE, 1978).

A TSF foi menor para os cultivares de *Brachiaria* em relação aos cultivares de *Panicum*.

A DVF variou entre os cultivares, sendo que o Zuri se destacou com a maior longevidade de folha. Além disso, apresentou a menor AFE, relação que corrobora com autores que apontam uma relação inversa entre AFE e longevidade das folhas (VAN DER WERF et al., 1998; CASPER et al., 2001), indicando uma estratégia de maior conservação de recursos relativamente às demais plantas avaliadas. Segundo PONTES (2006), a AFE tem correlação positiva com a digestibilidade da matéria seca, indicando que o Zuri pode ter menor digestibilidade que as demais plantas avaliadas.

TABELA 6. Taxa de aparecimento de folhas, filocrono, taxa de alongamento de folha, taxa de alongamento de colmo, taxa de senescência de folhas e duração de vida das folhas dos cultivares de *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp.

|             | TApF             | FILO              | TAIF             | TAIC             | TSF              | DVF               |
|-------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Marandu     | 0,115<br>(0,002) | 7,456<br>(0,141)  | 2,557<br>(0,214) | 0,829<br>(0,089) | 2,920<br>(0,288) | 34,875<br>(1,046) |
| La Libertad | 0,132<br>(0,016) | 7,072<br>(0,383)  | 1,548<br>(0,216) | 0,960<br>(0,189) | 1,325<br>(0,440) | 35,940<br>(1,878) |
| Paiguás     | 0,139<br>(0,017) | 7,120<br>(0,494)  | 2,105<br>(0,079) | 1,030<br>(0,098) | 2,389<br>(0,370) | 31,557<br>(2,094) |
| Ipyporã     | 0,087<br>(0,008) | 9,544<br>(0,835)  | 2,539<br>(0,195) | 0,889<br>(0,087) | 2,382<br>(0,191) | 36,905<br>(4,933) |
| Mombaça     | 0,061<br>(0,010) | 16,308<br>(2,790) | 3,393<br>(0,375) | 0,299<br>(0,087) | 3,606<br>(0,368) | 42,447<br>(4,954) |
| Zuri        | 0,046<br>(0,004) | 19,431<br>(1,911) | 2,296<br>(0,234) | 0,362<br>(0,054) | 3,284<br>(0,515) | 47,054<br>(5,953) |
| Tamani      | 0,068<br>(0,006) | 13,581<br>(1,369) | 2,405<br>(0,185) | 0,187<br>(0,042) | 3,071<br>(0,441) | 32,619<br>(3,884) |
| Quênia      | 0,071<br>(0,003) | 11,674<br>(1,287) | 3,241<br>(0,096) | 0,516<br>(0,045) | 4,101<br>(0,600) | 34,315<br>(1,795) |

TApF = Taxa de aparecimento de folhas; FILO = Filocrono; TAIF = Taxa de alongamento de folhas; TAIC = Taxa de alongamento de colmo; TSF = Taxa de senescência de folhas; DVF = Duração da vida das folhas. Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

## 5.4. Agrupamento das plantas forrageiras

### 5.4.1. Análise de componentes principais

Com o objetivo de caracterizar as plantas forrageiras segundo padrões de crescimento e desenvolvimento, foi feita uma análise de componentes principais em banco de dados composto pelas seguintes variáveis: densidade populacional de perfilhos (DPP), área foliar específica (AFE), taxa de aparecimento de folhas (TApF), filocrono (FILO), taxa de alongamento de folhas (TAIF), taxa de alongamento de colmo (TAIC), taxa de senescência foliar (TSF), comprimento final de folhas (CFF), número de folhas vivas por perfilho (NFV) e duração de vida das folhas (DVF). Dos 10 componentes principais gerados, os três primeiros foram selecionados de acordo com os autovalores da matriz de correlação segundo o critério de Kaiser, o qual é baseado na presença de componentes com autovalores maiores que 1. O componente principal 1 (PC1) explicou 62,94% da variação dos dados, o componente

principal 2 (PC2) explicou 17,22% e o componente principal 3 (PC3) explicou 15,1%, totalizando 95,26% da variabilidade do conjunto de dados.

Na interpretação dos *biplots* gerados na PCA, os quadrantes são inversamente correlacionados (vetores em direções opostas). Quanto maior o tamanho das setas (vetores), maior a variação nos dados, e quanto mais próximos encontram-se os vetores, maior relação existe entre eles (Figuras 12 e 13).

O arranjo dos vetores no gráfico *biplot* PC1 × PC2, que representou 80,16% da variação do banco de dados, separou os cultivares de *Brachiaria* nos quadrantes 2 e 3 e os cultivares de *Panicum* nos quadrantes 1 e 4. Os capins Marandu e Ipyporã se caracterizaram por altos valores de AFE, TAIC, NFV e TApF (quadrante 2) e os capins La libertad e Paiaguás foram caracterizados por altos valores de TApF e valores menores de TAIF, CFF, DVF e TSF (quadrante 3). Já nos *Panicum*, os capins Mombaça e Quênia se caracterizaram por maiores valores de TAIF, CFF, DVF e TSF (quadrante 1) e o capim Tamani foi caracterizado por apresentar alta DPP e o Zuri alto FILO (quadrante 4) e baixos valores de: AFE, TAIF, NFV e TApF (FIGURA 12).

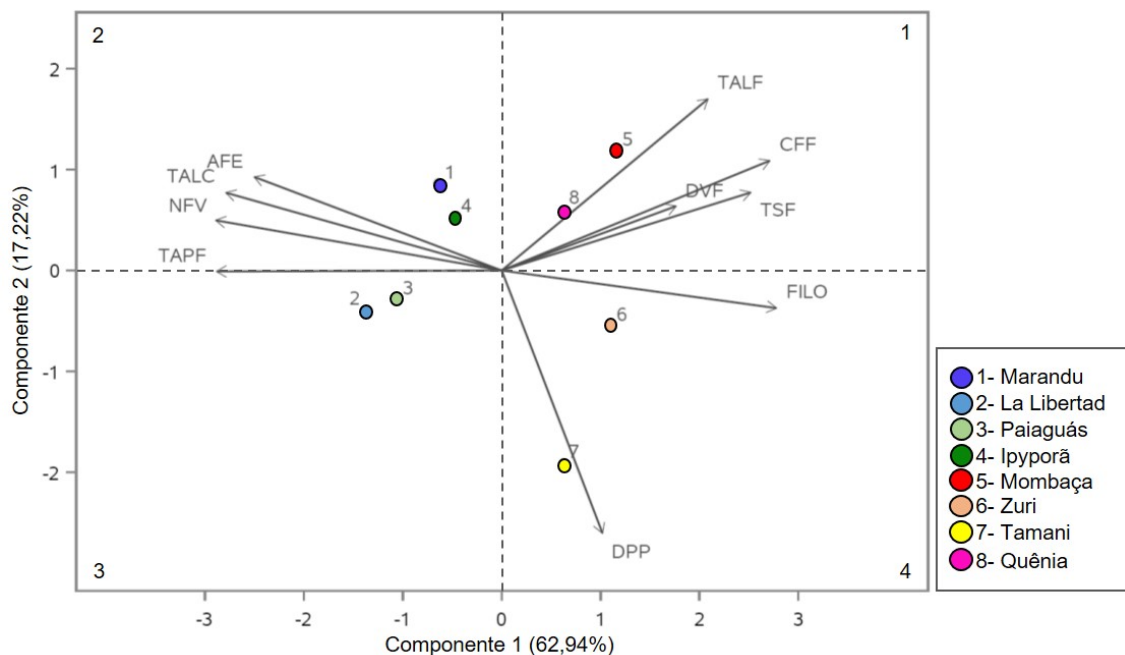


FIGURA 12. *Biplot* para as características morfogênicas e estruturais: taxa de aparecimento de folhas (TApF), filocrono (FILO), taxa de alongamento de folhas (TAIF), taxa de alongamento de colmo (TAIC), taxa de senescência de folhas (TSF), duração de vida das folhas (DVF), número de folhas vivas (NFV), comprimento final das folhas (CFF), área foliar específica (AFE) e densidade populacional de perfilhos (DPP) dos cultivares de *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp. Os pontos representam os cultivares e as setas representam o vetor para cada variável.

No *biplot* PC1 × PC3, que representou 78,04% da variação do banco de dados, o arranjo também separou os cultivares de *Brachiaria* nos quadrantes 2 e 3 e os cultivares de *Panicum* nos quadrantes 1 e 4. Mombaça e Zuri foram caracterizados por altos valores de FILO e DVF e baixos de AFE e TApF (quadrante 4), enquanto Tamani e Quênia foram caracterizados por altos valores de DPP, TAIF, TSF e CFF e baixos de NFV e TAIC (quadrante 1). Os capins Marandu e Ipyporã foram caracterizados por altos valores de AFE e TApF e baixos de DVF e FILO (quadrante 2) e os capins La libertad e Paiaguás, no quadrante 3, foram caracterizados por altos valores de TAIC e NFV e baixos de DPP, TAIF, TSF e CFF (FIGURA 13).

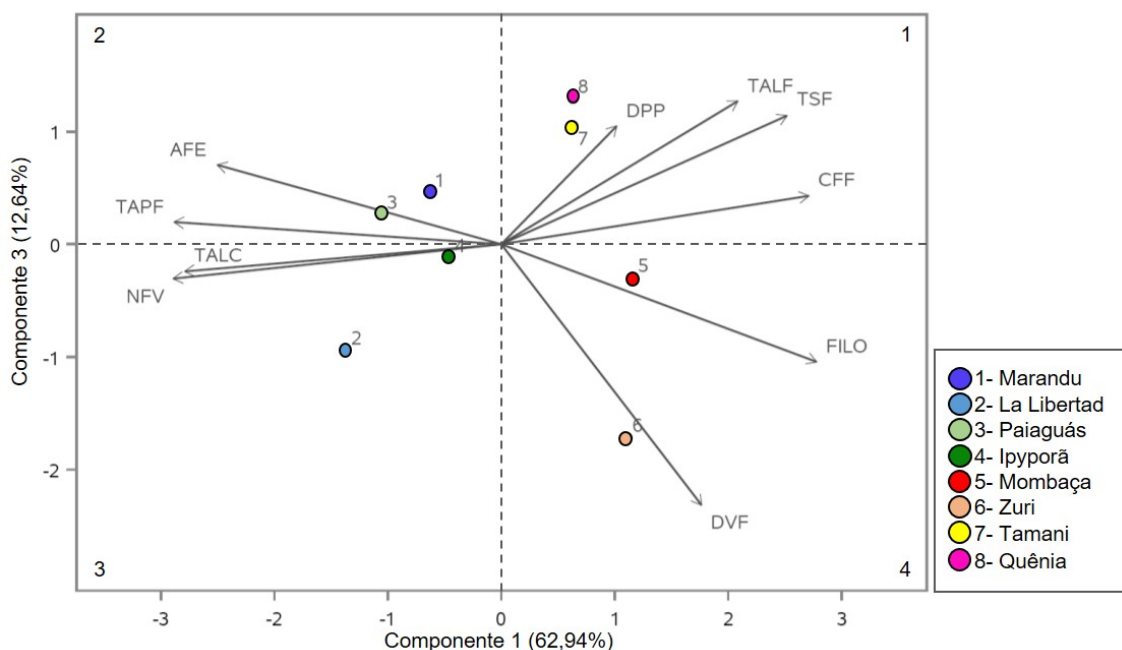


FIGURA 13. *Biplot* para as características morfogênicas e estruturais: taxa de aparecimento de folhas (TApF), filocrono (FILO), taxa de alongamento de folhas (TAIF), taxa de alongamento de colmo (TAIC), taxa de senescência de folhas (TSF), duração de vida das folhas (DVF), número de folhas vivas (NFV), comprimento final das folhas (CFF), área foliar específica (AFE) e densidade populacional de perfilhos (DPP) dos cultivares de *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp. Os pontos representam os cultivares e as setas representam o vetor para cada variável.

#### 5.4.2. Análise de agrupamento (*Cluster*)

A partir do mesmo banco de dados, foi realizada a análise de agrupamento (*Cluster Analysis*) e os resultados foram semelhantes aos da análise de componentes principais. Observando o dendograma gerado, da esquerda para a direita, e inserindo um corte de 1,00 (distância entre grupos), foi possível identificar 2 grupos bem definidos de clusters baseados nas somas dos quadrados usando o método de associação média (UPGMA), segundo o qual os grupos foram ligados pela média de similaridade entre seus elementos. O grupo 1 agrupou os cultivares de *Brachiaria* spp (quadrantes 2 e 3, PC1 x PC2) e o grupo 2 agrupou os cultivares de *Panicum* spp (quadrantes 1 e 4, PC1 x PC2) (FIGURA 14).

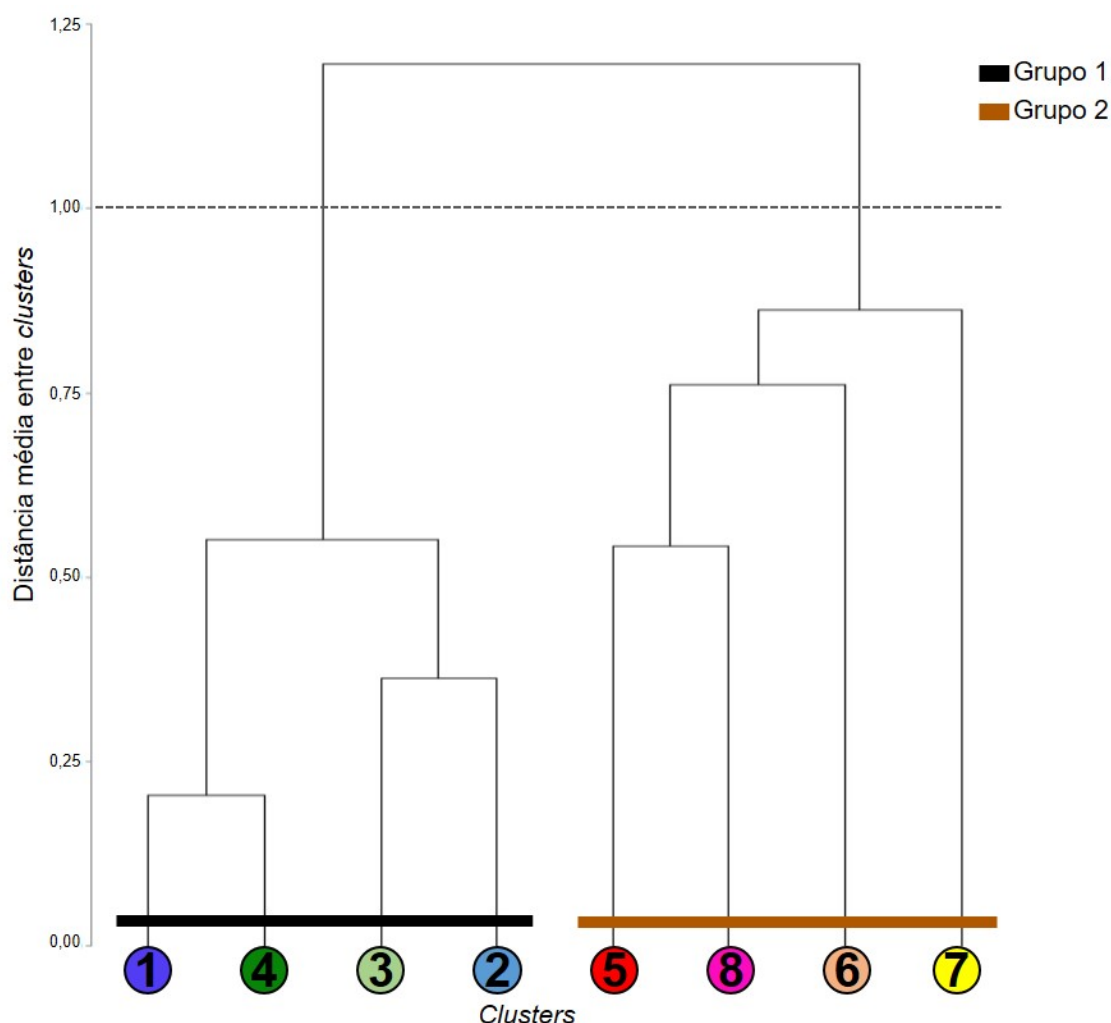


FIGURA 14. Dendrograma de agrupamento contendo os cultivares: marandu (1), la libertad (2), paiguás (3), ipyporã (4), mombaça (5), zuri (6), tamani (7) e quênia (8), com um corte inserido a 1,00 da esquerda para a direita.

Nesse contexto, o grupo 1, representado por cultivares de *Brachiaria* spp., de acordo com a análise de componentes principais, é caracterizado por maiores valores de AFE, TAIC, NFV, TApF e menores valores de TAIF, CFF, DVF, TSF e FILO. Por isso, os cultivares de *Brachiaria* foram caracterizados como plantas que possuem alta taxa de aparecimento de folhas e de perfilhos, mas baixo alongamento de folhas e comprimento final da folha, sendo assim plantas de porte mais baixo, que têm menor duração de vida das folhas e, por isso, produzem mais folhas que se alongam de forma mais lenta. Sendo assim, o grupo 1 apresenta menor potencial de produção de forragem e, devido à menor duração de vida das folhas, recomenda-se intervalos de desfolhação mais curtos em relação ao grupo 2.



Por sua vez, o grupo 2, representado por cultivares de *Panicum* spp., de acordo com a análise de componentes principais, é caracterizado por maiores valores de TAIF, CFF, DVF, TSF e FILO e menores valores de AFE, TAIC, NFV, TApF. Em função disso, o grupo é representado por plantas com menores taxas de aparecimento de folhas, porém com elevado alongamento de folhas e comprimento final da folha, indicando que os perfilhos possuem menor número de folhas que se alongam mais rapidamente. Esse grupo possui maior potencial de produção de forragem e, por apresentar maior longevidade de folhas, podem ser submetidos a intervalos de desfolhação mais longos em relação ao grupo 1.

Com isso, dois extremos de plantas são considerados, o extremo de *Brachiaria* (plantas com maiores TApF, TAIC e AFE) e o extremo de *Panicum* (plantas com maiores TAIF, CFF, DVF, TSF e FILO).

Analisando o dendograma com um corte de aproximadamente 0,70 (redução da distância entre grupos), é possível identificar quatro grupos de *cluster*. O grupo 1 ainda agrupou os cultivares de *Brachiaria* spp. (quadrantes 2 e 3, PC1 x PC2), mas os cultivares de *Panicum* spp. foram fragmentados em três grupos distintos. O grupo 2 incluiu Mombaça e Quênia (quadrante 1, PC1 x PC2), e no grupo 3 ficou o cultivar Zuri, destacado no quadrante 4 do *biplot* PC1 x PC2 por alto FILO, e no quadrante 4 do *biplot* PC1 x PC3 por alta DVF e alto FILO. O cultivar Tamani, destacado no quadrante 4 do *biplot* PC1 x PC2 por alta DPP, ficou representado pelo grupo 4 (FIGURA 15).

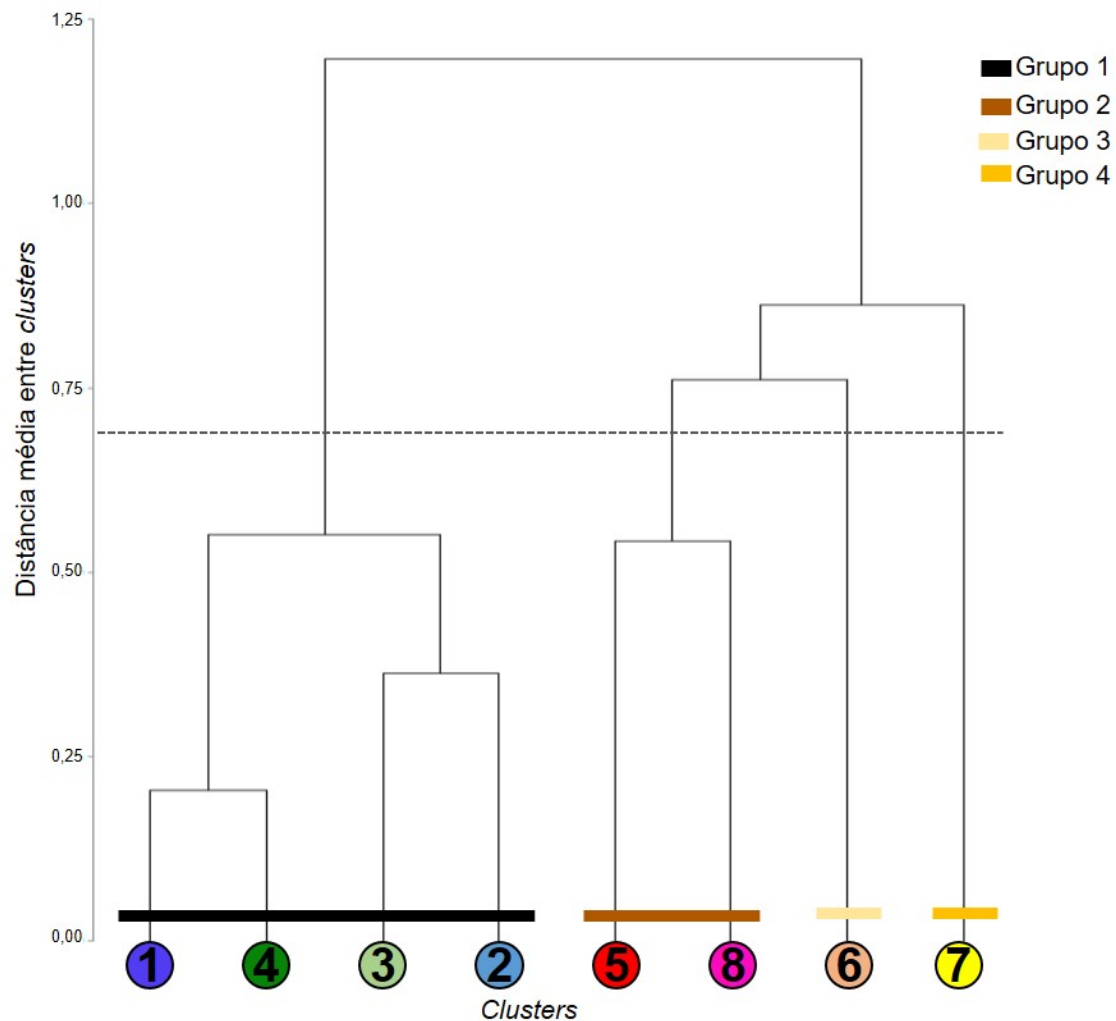


FIGURA 15. Dendrograma de agrupamento contendo os cultivares: marandu (1), la libertad (2), paiguás (3), ipyporã (4), mombaça (5), zuri (6), tamani (7) e quênia (8), com um corte inserido a aproximadamente 0,7 da esquerda para a direita.

Nessa forma de agrupamento, os cultivares de *Panicum* Mombaça e Quênia permaneceram juntos no grupo 2 e, de acordo com a análise de componentes principais, são plantas com altos valores de TAIF, CFF, DVF e TSF, e o Zuri (grupo 3), se destaca pelos maiores valores de filocrono e duração de vida das folhas, características que aproximam esses grupos ao extremo de *Panicum*. Já o Tamani (grupo 4), é destacado por uma densidade populacional de perfilhos superior a todos os outros cultivares, característica que está associada a alta TApF e menor porte, sendo então mais próximo do extremo de *Brachiaria*.

Quando o dendrograma é analisado com um corte de 0,50 (distância ainda menor entre grupos), seis grupos de *cluster* podem ser identificados. Os cultivares de *Brachiaria* são fragmentados em dois grupos: grupo 1 formado por

Marandu e Ipyorã (quadrante 2, PC1 x PC2) e grupo 2 formado por La libertad e Paiaguás (quadrante 3, PC1 x PC2). Quanto aos *Panicum*, cada cultivar ficou agrupado em um grupo, ressaltando maior diversidade funcional desse gênero. Os cultivares foram organizados em: grupo 5 (Mombaça), grupo 6 (Quênia), grupo 7 (Zuri), e grupo 8 (Tamani) (FIGURA 16).

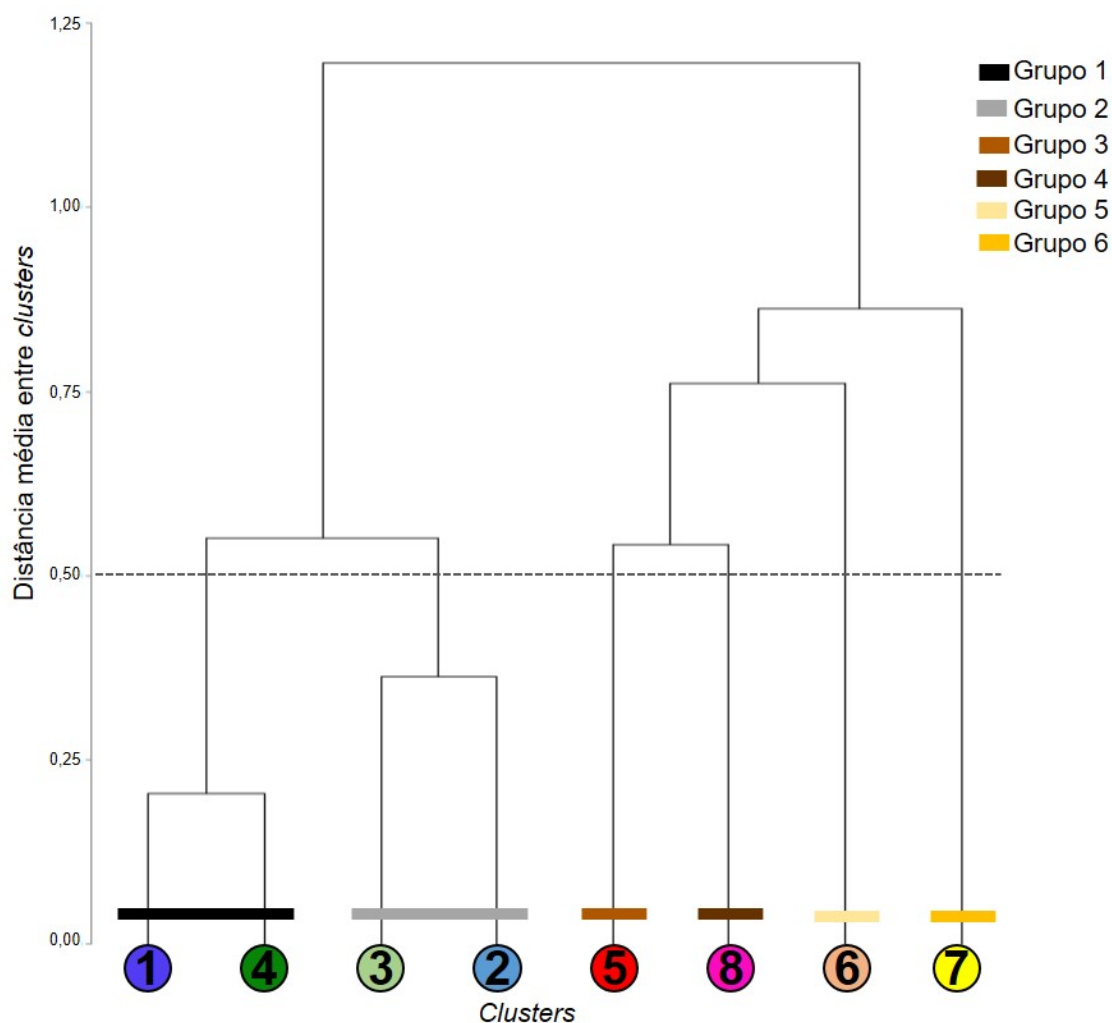


FIGURA 16. Dendrograma de agrupamento contendo os cultivares: marandu (1), la libertad (2), paiaguás (3), ipyora (4), mombaça (5), zuri (6), tamani (7) e quênia (8), com um corte inserido a 0,50 da esquerda para a direita.

Nesse caso, o grupo 2, composto pelos capins La libertad e Paiaguás, se caracterizou por maiores taxas de aparecimento de folhas e por maiores taxas de alongamento de colmo. Essa separação entre os cultivares de *Brachiaria* pode estar associada ao florescimento dos capins do grupo 2 durante o período experimental. Por esse motivo, esses capins alongaram mais o colmo, produzindo mais folhas menores antes da inflorescência, o que

influenciou também nos menores valores de comprimento final das folhas em relação aos outros cultivares. PEREIRA et al. (2003) ressaltaram que quanto mais tardio for o florescimento, o valor nutritivo da forragem é assegurado por mais tempo, já que grande parte das reservas são direcionadas para os órgãos reprodutivos em detrimento das partes vegetativas.

## **6. Considerações Finais**

Com as características morfogênicas e estruturais é possível descrever o crescimento e desenvolvimento da planta, informação que tem aplicação direta no manejo do pastejo. Com a análise de componentes principais foi possível caracterizar os capins estudados e, com a análise de agrupamento, agrupá-los em grupos funcionais, permitindo dessa forma, identificar plantas que “funcionam” de maneira semelhante e, por isso, necessitam de cuidados de manejo semelhantes.

Com os dados coletados durante o período experimental foi possível identificar dois extremos de plantas e cultivares cujo comportamento funcional variou entre um extremo e o outro (FIGURA 17). O primeiro extremo foi marcado por altas taxas de aparecimento de folhas e alongamento de colmo e alta área foliar específica (extremo de *Brachiaria*) e o segundo caracterizado por altas taxas de alongamento e senescência de folhas, maiores comprimentos e longevidade de folhas (extremo de *Panicum*).

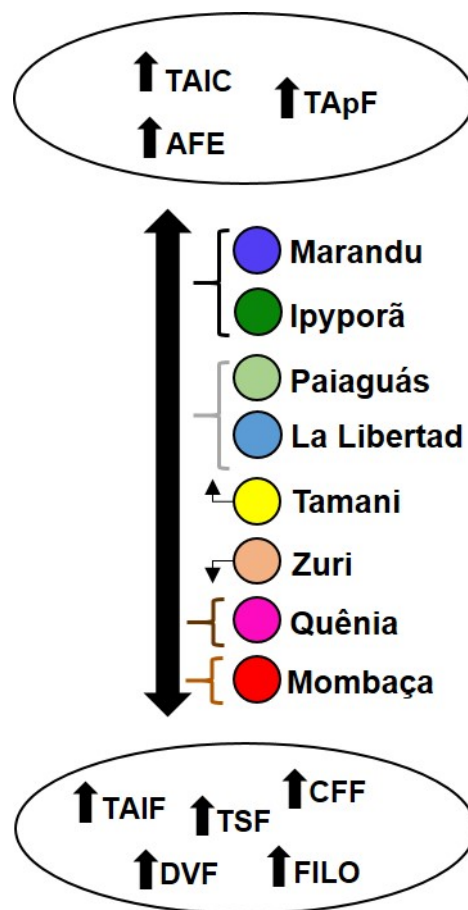


FIGURA 17. Grupos funcionais dos cultivares de *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp.

Os capins marandu e ipyporã foram os cultivares que mais se aproximaram do extremo de *Brachiaria*, seguidos pelos capins paiguás e la libertad, que diferiram dos primeiros devido ao florescimento precoce. O tamani, apesar de ser classificado como *Panicum*, por apresentar alta densidade populacional de perfilhos, se aproximou funcionalmente do extremo de *Brachiaria*. Já o capim zuri se destacou por sua maior longevidade de folhas, característica que o aproxima do extremo de *Panicum*, onde estão também os capins quênia e mombaça, com altas taxas de alongamento e senescência de folhas e maiores comprimentos e duração de folhas.

Portanto, os capins que se aproximam do primeiro extremo são plantas de porte mais baixo com menor duração de vida das folhas, razão pela qual devem ser utilizadas segundo intervalos de desfolhação mais curtos em relação às plantas que se aproximam do segundo extremo. Estas são caracterizadas por maior porte e maior longevidade de folhas, podendo então

ser submetidas a intervalos de desfolhação mais longos em relação ao primeiro extremo.

Nesse contexto, destaca-se a importância do conhecimento dos padrões de crescimento e desenvolvimento das plantas já existentes para que práticas de manejo de novos materiais forrageiros possam ser idealizadas, sendo que a morfogênese é ferramenta importante para esse tipo de avaliação.

## 7. Referências Bibliográficas

AGRONOMIA- **O portal da ciência e tecnologia!** Disponível em: <https://www.agronomia.com.br> >. Acesso em: 10 nov. 2018.

AKIN, D.E. Chemical and biological structure in plants as related to microbial degradation of forage cell walls. In L. P. MILLIGAN ET AL., (Ed.) **Digestive physiology and metabolism in the ruminant**. Reston Publishing Co., Reston, VA. 1986. p. 139-15.

ALMEIDA, E.X.; MARASCHIN, G.E.; HARTHMANN, O.E.L. et al. Oferta de forragem de Capim-Elefante Anão - Mottl e o rendimento animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1288-1295, 2000.

BARBOSA, M. A. F. **Influência da adubação nitrogenada e das freqüências de corte na produção e nas variáveis morfogênicas do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Mombaça)**. Maringá, PR: UEM, 1998. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

BARBOSA, R. A. (Ed.). **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2006. 206 p.

BARBOSA, R. A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a freqüências e intensidades de pastejo**. Viçosa, MG: UFV, 2004. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v.38, n.4, p.323-331, 1983.
- CANDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C.A.M. et al. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em pastagem de *Panicum maximum* „ cv” Mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1459-1467, 2005.
- CARVALHO, P. C. F.; SANTOS, Davi Teixeira dos; NEVES, Fábio Pereira. Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. In: Miguel Dall'Agnol; Carlos Nabinger; Danilo Menezes Santana; Rogério Jaworski dos Santos. (Org.). **Sustentabilidade Produtiva do Bioma Pampa**. 1 ed. Porto Alegre: Gráfica Metrópole Ltda., 2007, v., p. 23-60.
- CASPER, B. B.; FORSETH, I.N.; KEMPENICH, H.; SELTZER, S.; XAVIER, K. Drought prolongs leaf life span in the herbaceous desert perennial *Cryptantha flava*. **Functional Ecology**, v.15, n.6, p.740-747, 2001.
- CHACON, E.; STOBBS, T.H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.27, p.709-727, 1976.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.) **Grasslands for our world**. New Zealand: SIR Publishing. 1993. p.55-64.
- CORSI, M. 1988. Manejo de plantas do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9, Piracicaba, 1988. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1988. p.57-75.
- DA SILVA, D.S.; GOMIDE, J.A.; FONTES, C.A.A. et al. Pressão de pastejo em pastagem de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum*, Schum. cv. Mott): 1- Efeito sobre a estrutura e disponibilidade de pasto. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.249-257, 1994a.

- DA SILVA, D.S.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, A.C. et al. Pressão de pastejo em pastagem de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum*, Schum. Cv. Mott): 2 – Valor nutritivo, consumo, de pasto e produção de leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.453-464,1994b.
- DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, SP: FUNEP, 1997.
- DA SILVA, Sila Carneiro. "Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*." **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem 2** (2004): 347-385.
- DALE, J.E. Some effects of temperature and irradiance on growth of the first four leaves of wheat, *triticum aestivum*. **Annals of Botany**, v.50, p.851-858, 1982.
- DAVIES, A. The regrowth of grass sward. In: JONES, M. B.; LAZENBY, A. (Eds.). **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman & Hall, 1988. p. 85-127.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v. 85, p. 635-643, 2000.
- EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas> >. Acesso em: 09 nov. 2018.
- EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/gado-de-corte> >. Acesso em: 10 nov. 2018.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª edição, Brasília, Distrito Federal, 2018, 590p.



- EUCLIDES, V.P.B.; THIAGO, L.R.I.; MACEDO, M.C.M. et al. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.1177-1185, 1999.
- GRANT, S. A.; KING, J. Grazing management and pasture production: the importance of sward morphological adaptations and canopy photosynthesis. In: **THE HILL FARMING RESEARCH ORGANISATION**. Edinburgh, Escócia. 1982-83. Palmerston North, 1983. p. 119-129. (Biennial report)
- HARDWICK, K.; WOOLHOUSE, H. W. **Foliar senescence in *Perilla frutescens* (L.) Britt.** *New Phytol*, v. 66, p. 545-552, 1967.
- HODGSON, J. **Grazing Management: Science into practice**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 203 p.
- HORST, G. L.; NELSON, C. J.; ASAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v. 18, p. 715-719, 1978.
- IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://censoagro2017.ibge.gov.br>>. Acesso em: 06 nov. 2018.
- JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1995. p. 28-58.
- JANK, L.; MARTUSCELLO, L.E. (Ed.) Warm-season (C4) grasses. Wisconsin: ASA, 2004. cap. 23, p.589-, J.A.; EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B. do; RESENDE, R.M.S. *Panicum maximum*. In: FONSECA, D.M; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.) **Plantas forrageiras**. Viçosa: Editora UFV, 2010. cap.5, p.166-196.
- LEMAIRE, G. **Cinétique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée pendant l'hiver et le printemps**. France: Université de Caen, 1985. 96 f. Thèse Doctorat d'Etat.

- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRES, G. et al. (Eds.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. [S.l.]: CAB International, 2000. p. 265-288.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D.F. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.). **The ecology and management of grazing systems**. Oxon: CAB International, 1996.
- LUDLOW, M.M.; NG, T.T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. *trichoglume* following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 42, p. 263-272, 1977.
- LUPINACCI, A.V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2002. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.
- MACEDO, M.C.M. Degradação, renovação e recuperação de pastagens cultivadas: ênfase sobre a região dos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1., Viçosa, 2002. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p.85-108.
- MATTHEW, C.; ASSUERO, S. G.; BLACK, C. K.; SACKVILLE-HAMILTON, N. R. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRES, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NEBINGER, C. (Ed.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. cap. 7, p.127-150.
- NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. TEMA: FUNDAMENTOS DO PASTEJO ROTACIONADO, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1997. p. 231-251.

- NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: SBZ, 2001. p. 755-771.
- NASCIMENTO JR. D.; Da SILVA, S. C.; ADESE, B. Perspectivas futuras do uso de gramíneas em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. p. 130-141.
- NASCIMENTO JR., D.; GARCEZ NETO, A. F.; BARBOSA, R. A.; ANDRADE, C. M. S. **Fundamentos para o manejo de pastagens: Evolução e atualidade.** In: OBEID et al. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2002, Viçosa.
- NELSON, C. J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE et al. (Eds.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology.** Wallingford, UK: CAB-International, 2000. p. 101-126.
- NELSON, C. J.; ASAY, K. H.; SLEPER, D. A. Mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v. 17, p. 449-452, 1977.
- Nunes, S. G., Boock, A., Penteado, M. D. O., & Gomes, D. T. (1984). ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu.** Documentos Embrapa, 21.
- PARSONS, J. Spread of African pasture grasses to the American tropics. **Journal of Range Management**, Denver, v.25, n.1, p.12-17, 1972.
- PATERSON, T. G.; MOSS, D.N. Senescence in field-grown wheat. **Crop Science**, v. 19, p. 635-640, 1979.
- PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen–Geiger climate classification. **Hydrology Earth System Sciences**, v.11, p.1633–1644, 2007.
- PEREIRA, A. V.; SOBRINHO, F. S.; SOUZA, F. H. D.; LEDO, F. J. S. **Tendências do melhoramento genético e produção de sementes de forrageiras no Brasil.** 2003.

- PONTES, L.S. **Diversité fonctionelle des graminées prairiales: conséquences pour la productivité et pour la valeur nutritive.** Clermont-Ferrand, 2006. Tese de doutorado. Université Blaise Pascal. Orientador: Jean-François Soussana.
- REIS, RICARDO ANDRADE; BERNARDES, THIAGO FERNANDES; SIQUEIRA, GUSTAVO REZENDE. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros.** [S.l.]: Funep, 2013. 714 p.
- ROBSON, M.J. A comparison of British and North-African variety of Tall fescue (*Festuca arundinacea*). I. Leaf growth during winter and the effects on temperature and day length. **Journal of Applied Ecology**, v.4, p.475-484, 1967.
- RODRIGUES, Carlindo Santos et al. Characterization of tropical forage grass development pattern through the morphogenetic and structural characteristics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 527-534, 2011.
- RODRIGUES, Carlindo Santos et al. **Grupos funcionais de gramíneas forrageiras tropicais.** Embrapa Pecuária Sul-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2012.
- RODRIGUES, L.R.A, REIS, R.A. Conceituação e modalidades de sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1999. p.1-23.
- RYSER, P.; URBAS, P. Ecological significance of leaf life span among Central European grass species. **Oikos**, v.91, n.1, p41-50, 2000.
- SANTOS, M.E.R., MARTUSCELLO, J.A., FONSECA, D.M. Novas tendências para o manejo do pastejo de gramíneas utilizadas na alimentação do gado de leite. In: MODESTO, J.C.P., OLIVEIRA, A.L., VELOS, C.M. (Ed.) **Manejo e administração na bovinocultura leiteira**, 2009b, cap.7., p.327-354.
- SBRISSIA, A. F. **Comparação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastagem de *Cynodon* sp.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2000.

80 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; CARVALHO, C. A. B.; CARNEVALLI, R. A.; PINTO, L. F. M.; FAGUNDES, J. L.; PEDREIRA, C. G. S. Tiller size/population density compensation in Coastcross grazed swards. **Scientia Agrícola**, v.58, n.4, p.655-665, 2001.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: SBZ, 2001. p. 731-754.

SBRISSIA, A.; DA SILVA, S.; MATTHEW, C.; CARVALHO, C.; CARNEVALLI, R.; PINTO, L.; FAGUNDES, J.; PEDREIRA, C. Tiller size/density compensation in grazed Tifton 85 bermudagrass swards. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.12, p.1459-1468, 2003.

SCHNYDER, H.; SCHÄUFELE, R.; DE VISSER, R.; NELSON, C.J. An integrated view of C and N uses in the leaf growth zones of defoliated grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CABI publishing, 2000. p.41–60.

SILVEIRA, MCT da. **Caracterização morfogênica de oito cultivares do gênero *Brachiaria* e dois do gênero *Panicum***. 2006. 111 p. 2006. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –Universidade Estadual de Viçosa.

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v. 35, n. 1, p. 4-10, 1995.

SPAIN, G.L.; SANTIAGO, J.V. Napier-grass harvest readiness. **The Journal Agriculture of the University of Puerto Rico**, v.57, p.300-306, 1973.

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I - Variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.24, p.809-819, 1973a.

- STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II - Differences in sward structure, nutritive value and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of grazing. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.24, p.821- 829, 1973b.
- VALLE, Cacilda Borges do; SIMEÃO, Rosangela Maria; BARRIOS, Sanzio Carvalho Lima. Melhoria de plantas forrageiras: SELEÇÃO E MELHORAMENTO DE PLANTAS FORRAGEIRAS. In: REIS, Ricardo Andrade. **FORRAGICULTURA: CIENCIA, TECNOLOGIA E GESTÃO DOS RECURSOS FORRAGEIROS**. 1. ed. [S.l.]: UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2014. p. 496-524.
- VAN DER WERF, A.; GEERTS, R. H. E. M.; JACOBS, F.H.H. et al. The importance of relative growth rate and associated traits for competition between species during vegetational succession. In: LAMBERS, H.; POORTER, H.; VAN VUUREN, M. M. I. (Ed.). **Inherent variation in plant growth: Physiological mechanisms and ecological consequences**. Backhuys: Backhuys Publishers, 1998. p.489–502.
- WILHELM, W. W.; McMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop. Science**, v. 35, n. 1, p. 1-35, 1995.
- WILSON, J.R., MINSON, D.J. Prospects for improving the digestibility and intake of tropical grasses. **Tropical Grasslands**, v. 14, p.253-259, 1980.
- WOLEDGE, J. The effect of shading during vegetative and reproductive growth on the photosynthetic capacity of leaves in a grass sward. **Annals of Botany**, v. 42, p. 1085-1089, 1978.
- WRIGHT, I.J., REICH, P.B., CORNELISSEN, J.H.C. et al. Assessing the generality of global leaf traits relationships. **New Phytologist**, v.166, p.485-496. 2005.
- ZARROUGH, K.M.; NELSON, C.J.; SLEPER, D.A. Interrelationships between rates of appearance and tillering in selected tall fescue populations. **Crop Science**, v.24, p.565-569, 1984.