

CARLINDO SANTOS RODRIGUES

**CARACTERIZAÇÃO MORFOGÊNICA DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS
TROPICAIS SOB CRESCIMENTO LIVRE**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL

2008

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

R696c
2008

Rodrigues, Carlindo Santos, 1981-
Caracterização morfogênica de gramíneas forrageiras
tropicais sob crescimento livre / Carlindo Santos
Rodrigues. – Viçosa, MG, 2008.
xiv, 87f.: il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Domicio do Nascimento Júnior.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 80-85.

1. Morfogênese. 2. Análise multivariada. 3. Plantas
forrageiras – Morfologia. 4. Forragem. 5. *Panicum
maximum*. 6. *Brachiaria brizantha*. 7. *Melinis minutiflora*.
8. *Hyparrhenia rufa*. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.


CDD 22.ed. 571.833

CARLINDO SANTOS RODRIGUES

**CARACTERIZAÇÃO MORFOGÊNICA DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS
TROPICAIS SOB CRESCIMENTO LIVRE**

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

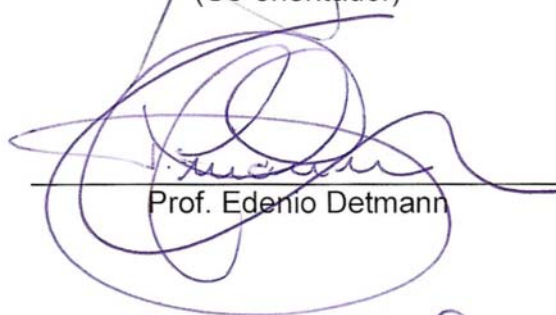
APROVADA: 25 de fevereiro de 2008.




Prof. Sila Carneiro da Silva
(Co-orientador)



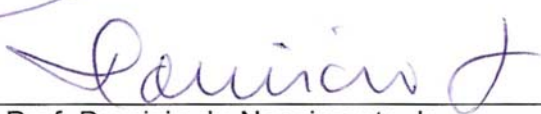
Prof. Dilermando Miranda da Fonseca



Prof. Edenio Detmann



Prof. Carlos Guilherme Silveira Pedreira



Prof. Domicio do Nascimento Jr.
(Orientador)

*O SENHOR é o meu pastor, nada me faltará.
Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me mansamente às águas tranqüilas.
Refrigera a minha alma; guia-me pelas veredas da justiça, por amor do Seu
nome.*

*Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria mal
algum, porque Tu estás comigo; a Tua vara e Teu cajado me consolam.
Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos, unges a
minha cabeça com óleo, o meu cálice transborda.
Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias da
minha vida; e habitarei na casa do SENHOR por longos dias.*

Salmos 23:1-6

*"Eu prefiro na chuva caminhar,
que em dias tristes, em casa me esconder,
prefiro ser feliz, embora louco,
que em conformidade viver."*

Martin Luther King

*"É preferível arriscar coisas grandiosas, alcançar triunfo e glória mesmo
expondo-se à derrota a formar filas com os pobres de espírito, que nem
gozam muito e nem sofrem muito, pois vivem na penumbra cinzenta que não
conhece vitória ou derrota."*

Theodore Roosevelt

*"A dúvida gera conhecimento, pois nos conduz na busca pelas respostas."
Carlindo Santos Rodrigues*

Dedicatória

Dedico esta obra aos meus pais José Carlos Pereira Rodrigues e Noeme Bispo dos Santos, fonte de apoio, amor incondicional, carinho e confiança nos meus ideais.

Em especial, à minha querida mãe heroína, exemplo de perseverança e minha fonte de inspiração para que minhas conquistas se tornassem possíveis.

OFEREÇO

Aos meus queridos irmãos Carlinda e Alessandro, exemplo de amor e cumplicidade.

À minha princesinha Esther, por existir em nossas vidas.

À minha namorada Fabiana, fonte de amor, compreensão e paciência.

À minha família do coração Darlindo, Eliêde, Thaíse e Leia – amor incondicional.

À minha amiga e irmã Lorêta, eterna amizade e companheirismo nesta jornada que trilhamos.

A todos os meus familiares.

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo, por estar presente nos bons momentos e nos momentos mais difíceis.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor Domicio do Nascimento Júnior, pela orientação, pelos ensinamentos, pela amizade e por ter acreditado na realização deste trabalho.

Ao Professor Sila Carneiro da Silva, pela co-orientação e por sua preciosa participação na elaboração deste trabalho.

Aos professores do Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por terem contribuído para a minha formação profissional e científica.

À Dr^a Valéria Pacheco Batista Euclides, pela co-orientação.

Ao Professor Edenio Detmaann, pelas valiosas sugestões e pelo auxílio na análise dos dados.

Aos Professores Dilermando Miranda da Fonseca e Calos Guilherme Silveira Pedreira, pela colaboração.

A todos os professores da UFV que contribuíram para a minha formação profissional.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial ao Sr. Nicolau, pelo profissionalismo e auxílio durante os trabalhos de campo.

Aos meus amigos Marcinha, Bráulio, Héliida, Karine, Wilton, Míriam e Karina Ellen, pela contribuição incessante na realização deste trabalho; em especial a Marcinha e Bráulio, pelo apoio inestimável durante esta jornada.

Ao meu amigo Leandro, pelos anos de amizade, desde a Escola Técnica, e pelo apoio durante a fase de adaptação em Viçosa.

À Rosana, pela amizade, pelo companheirismo, pelo incentivo e pelos conselhos.

Aos meus amigos conquistados em Viçosa Aline, Andréia, Rogério, Vitor, Hellenn, Morgana, Celly e Francisco.

A todos que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

CARLINDO SANTOS RODRIGUES, filho de José Carlos Pereira Rodrigues e Noeme Bispo dos Santos, nasceu na cidade de Vitória da Conquista, Bahia, em 07 de março de 1981.

Em fevereiro de 1998, ingressou no Curso de Técnico em Agropecuária da Escola Média de Agropecuária Regional da CEPLAC – EMARC-UR, em Uruçuca, BA, obtendo o diploma de Técnico em Agropecuária em dezembro de 1999.

No período de 2000 a 2001, atuou como Técnico em Agropecuária no Extremo Sul da Bahia, prestando assistência na área de Fruticultura.

Em outubro de 2001, ingressou no Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, em Vitória da Conquista, BA, diplomando-se Engenheiro-Agrônomo em agosto de 2006.

Durante o período de graduação de 2001 a 2005, atuou como Técnico em Agropecuária na área de Bovinocultura de Leite.

De 2005 a 2006, participou de atividades de pesquisa como bolsista de iniciação científica PIBIC/UESB, na área de Nutrição de Ruminantes.

Ministrou aula das disciplinas de Culturas Gerais e Máquinas Agrícolas no Curso de Agropecuária, no Centro de Educação Tecnologia do Estado da Bahia – CETEB, na Unidade Avançada Professor Raimundo de Alcântara Silva.

Em outubro de 2006, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de mestrado, em Zootecnia da UFV – na área de Forragicultura e Pastagens, com concentração na área de Manejo e Avaliação de Plantas Forrageiras e aprofundamento em Morfogênese –, submetendo-se à defesa da dissertação em 25 de fevereiro de 2008.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| RESUMO | x |
| ABSTRACT | xiii |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. Avaliação de plantas forrageiras | 4 |
| 2.2. Morfogênese e avaliação de plantas forrageiras | 7 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 15 |
| 3.1. Local | 15 |
| 3.2. Informações climáticas | 15 |
| 3.3. Solo da área experimental e adubação | 17 |
| 3.4. Caracterização das gramíneas forrageiras | 18 |
| 3.4.1. Capim-mombaça (<i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Mombaça) | 18 |
| 3.4.2. Capim-aruaana (<i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Aruana) | 18 |
| 3.4.3. Capim-massai (<i>Panicum maximum</i> Jacq e <i>P. infestum</i> BRA-7102 cv. Massai) | 19 |
| 3.4.4. Capim-marandu (<i>Brachiaria brizantha</i> (A. Rich.) Stapf. cv. Marandu) | 19 |
| 3.4.5. Capim-xaraés (<i>Brachiaria brizantha</i> (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés) | 19 |

| | Página |
|---|--------|
| 3.4.6. Capim-gordura (<i>Melinis minutiflora</i> Beauv.) | 20 |
| 3.4.7. Capim-jaraguá (<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf.) | 20 |
| 3.5. Implantação das forrageiras..... | 21 |
| 3.6. Tratamentos, delineamento e período experimental..... | 22 |
| 3.7. Variáveis mensuradas..... | 23 |
| 3.7.1. Altura do dossel | 23 |
| 3.7.2. Características morfogênicas e estruturais | 23 |
| 3.7.3. Padrão demográfico de perfilhamento | 25 |
| 3.7.4. Análise estatística | 26 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 28 |
| 4.1. Altura do dossel | 28 |
| 4.2. Variação do número de folhas por perfilho | 30 |
| 4.3. Padrão demográfico de perfilhamento | 34 |
| 4.4. Características morfogênicas e estruturais de perfilhos basilares | 43 |
| 4.4.1. Fator “desenvolvimento de massa” | 44 |
| 4.4.2. Fator “mortalidade de perfilhos” | 50 |
| 4.4.3. Fator “estádio de desenvolvimento” | 54 |
| 4.4.4. Fator “longevidade foliar” | 57 |
| 4.5. Características morfogênicas e estruturais de perfilhos aéreos..... | 60 |
| 4.5.1. Fator “longevidade foliar” | 61 |
| 4.5.2. Fator “tamanho foliar”..... | 64 |
| 4.5.3. Fator “renovação de tecidos” | 66 |
| 4.6. Agrupamento das plantas forrageiras | 67 |
| 4.6.1. Agrupamento das plantas forrageiras no período de verão | 68 |
| 4.6.2. Agrupamento das plantas forrageiras no período de outono..... | 71 |
| 4.6.3. Agrupamento das plantas forrageiras nos períodos de verão e outono..... | 74 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 77 |
| 6. CONCLUSÕES..... | 80 |
| 8. REFERÊNCIAS | 81 |

RESUMO

RODRIGUES, Carlindo Santos, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2008. **Caracterização morfogênica de gramíneas forrageiras tropicais sob crescimento livre.** Orientador: Domicio do Nascimento Júnior. Co-Orientadores: Sila Carneiro da Silva e Valéria Pacheco Batista Euclides.

Neste trabalho, avaliaram-se, de forma comparativa, as características morfogênicas e estruturais de gramíneas tropicais, com o objetivo de enquadrá-las nos respectivos grupos funcionais, fornecendo subsídios aos pesquisadores na implementação de experimentos de pastejo condizente com o seu padrão de crescimento e desenvolvimento. O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG. Os tratamentos corresponderam a sete gramíneas, dois cultivares de *Panicum maximum* (Mombaça e Aruana), um híbrido de *Panicum maximum* com *Panicum infestum* BRA-7102 (Massai), dois de *Brachiaria brizantha* (Marandu e Xaraés) e dos capins-gordura (*Melinis minutiflora*) e jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), todos avaliados sob crescimento livre. O delineamento utilizado foi o de blocos completos ao acaso com três repetições. Foram avaliadas: altura, características morfogênicas e estruturais de perfilhos, variação no número de folhas nos perfilhos (número de folhas surgidas,

vivas e mortas), taxas de aparecimento, mortalidade e sobrevivência de perfilhos e padrão demográfico de perfilhamento. A variação no número de folhas (NFV) permitiu demonstrar comportamento semelhante entre os capins-mombaça, massai e xaraés, quanto ao número de folhas vivas, número de folhas surgidas (NFS) e número de folhas mortas (NFM). No geral, todas as gramíneas apresentaram queda no NFV à medida que aumentava o NFM e se estabilizava o NFS; esse processo foi mais evidente no outono. Com relação à demografia de perfilhos, observou-se que somente os capins-gordura, aruana e marandu apresentaram perfilhos aéreos, porém o último só apresentou essa categoria de perfilhos no outono, enquanto nos demais capins a população de perfilhos foi formada de perfilhos basilares. As características morfogênicas e estruturais de perfilhos basilares foram avaliadas por intermédio da análise de fatores, nos períodos de verão e outono isoladamente e de forma conjunta, permitindo a redução das 13 variáveis analisadas em quatro fatores (fator “desenvolvimento de massa”, fator “mortalidade de perfilhos”, fator “estádio de desenvolvimento” e fator “longevidade foliar”), os quais explicaram cerca de 80% da variação total. De posse dos escores fatoriais de cada gramínea, realizou-se a formação dos grupos funcionais, por meio do agrupamento por otimização de Toche. Ressalta-se que, no período de verão, foi possível separar três grupos: o grupo I, formado pelos capins-xaraés, massai, mombaça e marandu; o grupo II, capins-gordura e aruana; e o grupo III, capim-jaraguá. No agrupamento de outono, o grupo I foi formado pelos capins-mombaça, massai, xaraés, marandu e gordura; o grupo II, formado pelo capim-jaraguá; e o grupo III, pelo capim-aruana. Já no agrupamento, considerando-se os dois períodos de forma conjunta, foram identificados três grupos: o grupo I, formado pelos capins-mombaça, xaraés, marandu e massai; o grupo II, pelos capins-gordura e aruana; e o grupo III, pelo capim-jaraguá. A partir do resultado desse tipo de análise, é possível a identificação e formação de grupos funcionais de plantas forrageiras que englobam plantas que “operam” de forma semelhante e, por isso, necessitam de cuidados de manejo semelhantes, independentemente de gênero, espécie e, ou, cultivar a que pertencem. Os resultados encontrados nas gramíneas forrageiras avaliadas, por intermédio das variáveis morfogênicas mensuradas, possibilitaram a

formação de grupos funcionais condizentes com o comportamento apresentado pelas plantas. Assim, o estudo das características morfogênicas em plantas forrageiras tem potencial de subsidiar informações objetivas para o planejamento de experimentos de pastejo, com vistas à determinação de estratégias de manejo do pastejo de materiais forrageiros a serem lançados e daqueles já utilizados no sistema produtivo.

ABSTRACT

RODRIGUES, Carlindo Santos, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February of 2008. **Morphogenetic characterization of tropical forage grasses under free growth.** Adviser: Domicio do Nascimento Júnior. Co-Advisers: Sila Carneiro da Silva and Valéria Pacheco Batista Euclides.

In this work, the morphogenetic and structural characteristics of tropical grasses were evaluated in a comparative way, aiming their insertion in the respective functional groups, supplying subsidies to researchers in the implementation of grazing experiments suitable with their growth pattern and development. The experiment was conducted in the Forage Culture Section of Zootecnia Department, Federal University of Viçosa, Viçosa, MG. The treatments corresponded to seven grasses, two varieties of *Panicum maximum* (Mombaça and Aruana), one hybrid of *Panicum maximum* with *Panicum infestum* BRA-7102 (Massai), two of *Brachiaria brizantha* (Marandu and Xaraés) and of the fat (*Melinis minutiflora*) and jaraguá (*Hyparrhenia rolls*) grasses, all evaluated under free growth. The experimental design was the randomized complete block design with three replications. The following characteristics were evaluated: height, morphogenetic and structural characteristics of tillers, variation in the number of leaves in the tillers (number of appeared leaves, alive and died), appearance rates, death and tillers survival and demographic tillering pattern. The variation in the number

of leaves demonstrated similar behavior among mombaça, massai and xaraés grasses, for the number of live leaves (NLL), number of appeared leaves (NAL) and number of died leaves (NDL). In general, all the grasses presented fall in NLL with increasing NDL and NAL establishment; this process was more evident in the autumn. Regarding the tillers demography, it was observed that only the fat, aruana and marandu grasses presented aerial tillers, however, the last one presented this tillers category only in the autumn, while in other grasses the tillers population was formed of basal tillers. The morphogenetic and structural characteristics of basal tillers were appraised through factor analysis, during summer and autumn periods separately and together, allowing the reduction of 13 variables analyzed in four factors (factor "mass development", factor "death tillers", factor "stadium of development" and the factor "foliar longevity"), which explained about 80% of the total variation. The formation of the functional groups was realized after obtaining the factorial scores for each grass, using Tocher optimization method. Only three groups were separated in the summer period: group I, comprised of xaraés, massai, mombaça and marandu grasses, group II, formed by the fat and aruana grasses, and group III, composed of jaraguá grass. Concerning the autumn grouping, group I included mombaça, massai, xaraés, marandu and fat grasses; group II composed of jaraguá grass and group III formed by aruana grass. Considering these periods in a unique group, three groups were identified: group I, formed by mombaça, xaraés, marandu and massai grasses; group II, comprised of fat and aruana grasses, and group III, formed by jaraguá grass. The result of this analysis type permits the identification and formation of functional groups of forage plants that include those that "operate" in a similar way and, needing similar handling cares, independently of the gender, species and/or cultivate they belong. The results found for the evaluated forage grasses, through the morphogenetic variables measured, permitted the formation of suitable functional groups with the plants behavior. Therefore, the study of the morphogenetic characteristics in forage plants has potential of subsidizing concise information for the planning of pasture experiments, and to determine pasture management strategies of forage materials that will be launch and those already used in the productive system.

1. INTRODUÇÃO

Com a expansão da atividade pecuária no Brasil e o aumento na comercialização da carne bovina no mercado externo, torna-se crescente a demanda pela eficiência em produtividade, resultando na busca pela competitividade. Nessas condições, o “boi verde”, ou seja, o boi criado em pasto, se destaca por apresentar melhor aceitação nos mercados interno e externo, além de o pasto constituir uma das formas de alimentação de menor custo de produção. Entretanto, a atividade ainda apresenta baixos índices produtivos, fato que pode ser atribuído a inconsistências das informações técnicas disponíveis (DA SILVA; PEDREIRA, 1997) e à falta de planejamento e organização nas propriedades rurais (LUPINACCI, 2002). Isso leva à utilização de técnicas de manejo inadequadas, resultando em baixo desempenho animal e proporcionando o estabelecimento do processo de degradação das pastagens.

Com isso, muitos produtores procuram no lançamento de novos cultivares a solução para esses problemas. No entanto, muitos dos cultivares que atualmente se encontram disponíveis no mercado passaram por processos de avaliação que não oferecem informações para recomendações de técnicas de manejo que permitam aumento em produtividade e assegurem a persistência da pastagem no agroecossistema.

No processo de avaliação de uma planta forrageira, assume-se como indispensável assegurar a melhoria e, ou, a manutenção dos níveis de

produtividade no longo prazo, identificar as melhores estratégias de utilização, uso eficiente e racional da forragem produzida e quantificar o grau de confiabilidade possível de ser esperado na forrageira avaliada e seu efetivo potencial para gerar melhorias nos sistemas de produção animal. Nesse sentido, a análise do crescimento e desenvolvimento de plantas forrageiras constitui importante estratégia tanto para a caracterização do potencial de produção quanto para a definição do potencial de uso de determinado ecossistema para a produção animal (NASCIMENTO JR. et al., 2002). Assim, a compreensão dos processos morfofisiológicos e de sua interação com o ambiente é ponto fundamental para suportar tanto o crescimento quanto a manutenção da capacidade produtiva da pastagem.

A morfogênese, por compreender o estudo da origem e desenvolvimento das partes de um organismo e das transformações que determinam a produção e mudança na forma e estrutura da planta no espaço ao longo do tempo (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993), surge como ferramenta importante para a avaliação de plantas forrageiras. Por meio desse tipo de estudo, é possível descrever os processos de crescimento, adaptação ecológica e dinâmica do acúmulo de forragem de determinada espécie, contribuindo para o planejamento, adoção de práticas de manejo eficientes e adequadas a cada tipo de planta forrageira.

Nos moldes atuais, o processo de avaliação de plantas forrageiras, utilizado pela Embrapa, é composto por etapas pré-definidas que envolvem a quantificação de variáveis agrônomicas e qualitativas. Contudo, os protocolos utilizados desconsideram as características morfogênicas e estruturais das plantas e suas interações com o meio ambiente. Com isso, as recomendações de manejo do pastejo são calcadas, por exemplo, em valores fixos e predeterminados de taxa de lotação, pressão de pastejo e intervalos fixos entre pastejos em lotação intermitente (HODGSON, 1990), em detrimento dos limites ecofisiológicos das plantas forrageiras.

Assim, este trabalho foi conduzido para avaliar, de forma comparativa, as características morfogênicas e estruturais de gramíneas tropicais, com a finalidade de enquadrá-las nos respectivos grupos funcionais. Dessa forma, estabeleceram-se como metas inferir sobre o potencial forrageiro das plantas (aparecimento e alongamento de folhas e perfilhamento) e o seu

ciclo (precoce, tardio ou longo) e fornecer subsídios aos pesquisadores na implementação de experimentos de pastejo com número de dias indicado para aquele grupo funcional, em determinada localidade, condizente com o padrão de desenvolvimento determinado para uma planta desse grupo já conhecida e estudada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Avaliação de plantas forrageiras

A avaliação de plantas forrageiras constitui processo demorado, sendo importante a definição de objetivos claros e com rigor científico para que as informações geradas sejam confiáveis e de utilidade para o desenvolvimento de práticas de manejo. São vários os enfoques experimentais e diversos os protocolos de avaliação de plantas forrageiras que são reportados na literatura. Por essa razão, é importante ressaltar que a pesquisa tem por objetivo identificar problemas e propor soluções com base nos resultados da experimentação (PEDREIRA, 2002), devendo, portanto, ser feita de conformidade com objetivos claramente definidos e coerentes com um plano de ação. Jones e Walker (1983) apontaram que o objetivo final em qualquer programa de avaliação de plantas forrageiras é o lançamento de cultivares comerciais melhorados. Dessa forma, a premissa básica de um protocolo ou esquema de avaliação seria identificar, por meio de uma seqüência racional de etapas e uso de metodologia mais barata que os grandes experimentos de pastejo, quais os acessos mais promissores entre os genótipos componentes do banco de germoplasma. Nesse contexto, fica evidente a importância do processo de avaliação de plantas forrageiras, o qual assume papel de definir estratégias eficientes de utilização da forragem produzida, garantindo a manutenção do cultivar no

agroecossistema e gerando melhorias nos sistemas de produção animal em pasto.

São diversos os protocolos de avaliação de plantas forrageiras em todo o mundo que, apesar de distintos, compartilham objetivos semelhantes (MOTT; MOORE, 1970; CAMERON; MCIVOR, 1980; MOCHRIE et al., 1981; JONES; WALKER, 1983; TOLEDO, 1993; EUCLIDES; EUCLIDES FILHO, 1997). Guardadas as variações e filosofias de trabalho dos pesquisadores, esses protocolos podem ser bem exemplificados pelo esquema proposto por Mott e Moore (1970), composto de cinco etapas de avaliação. Esse esquema inclui desde a simples caracterização agrônômica e qualitativa de grande número de acessos, passando por etapas sucessivas cada vez mais caras e elaboradas, em que número cada vez menor de genótipos permanece no processo, chegando ao final com uns poucos (às vezes, um único) acessos, ou forrageiras, aptos para a obtenção do registro de cultivar e lançamento comercial.

O protocolo utilizado no Brasil foi adaptado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (EUCLIDES; EUCLIDES FILHO, 1997) e inclui avaliações em múltiplos ambientes, por meio de redes de experimentação regional envolvendo três fases distintas (Figura 1). Na 1ª fase explora-se uma coleção representativa de acessos ou híbridos (germoplasma) de uma ou mais espécies, os quais são estabelecidos em parcelas e submetidos a regimes de corte. As avaliações referem-se a características essencialmente agrônômicas, como produtividade, estacionalidade, vigor, presença ou ausência de pragas e doenças, florescimento, produção de sementes, cobertura foliar, rebrotação e resistência a temperaturas baixas, seca e alagamento. Esses dados são normalmente coletados durante dois anos consecutivos e fornecem informações acerca da capacidade de adaptação da planta ao ambiente onde se encontra. A 2ª fase diz respeito à avaliação de subcoleções, ainda sob regime de cortes, em experimentos regionais, conduzidos por dois anos, como forma de estabelecer a interação genótipo-ambiente. Essa fase pode ser seguida por uma fase de avaliação do efeito do animal sobre o pasto em piquetes e com uma subsubcoleção selecionada a partir dos experimentos regionais. Essa fase também tem duração mínima de dois anos. A 3ª fase é

caracterizada pela avaliação da planta forrageira em piquetes maiores, sob condição de pastejo, em que se avalia tanto o desempenho quanto o efeito do animal sobre a planta, sendo todas essas fases acompanhadas por multiplicação de sementes. De maneira geral, um processo de avaliação conduzido de forma criteriosa pode levar de 10 a 15 anos (não raramente mais do que isso) para identificar um material forrageiro com potencial para lançamento como cultivar comercial (JONES; WALKER, 1983).

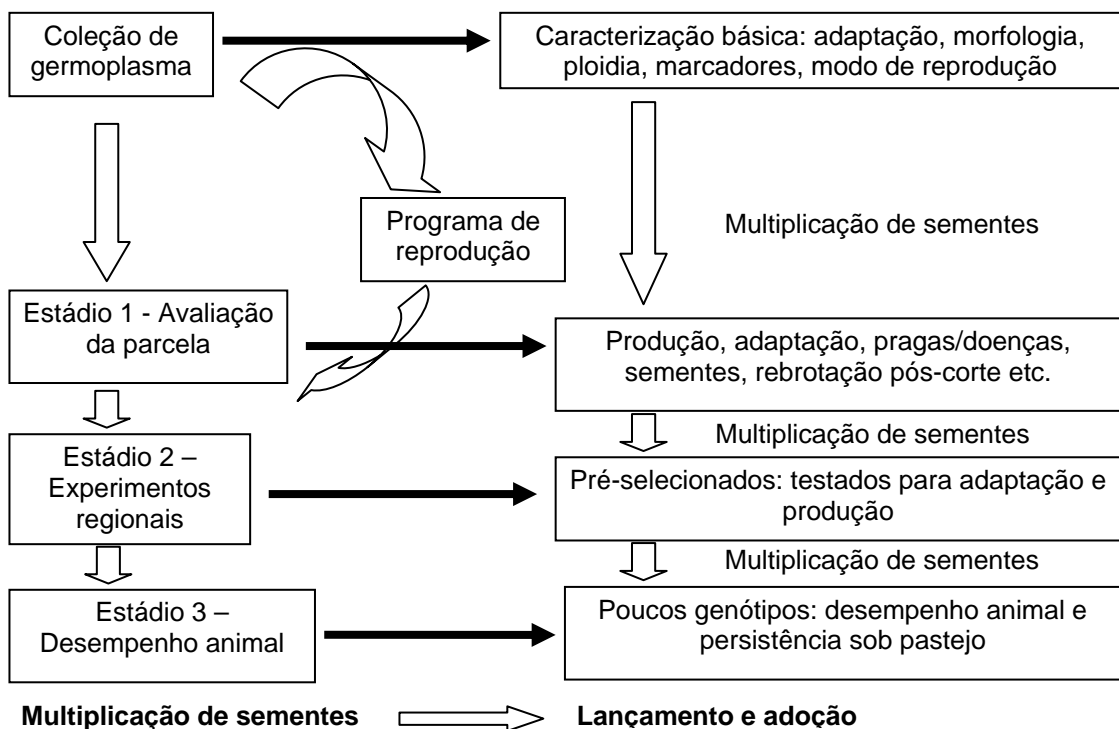


Figura 1 – Esquema de avaliação de germoplasma de plantas forrageiras para lançamento de novas variedades.

Fonte: VALLE, 2003.

Em razão, no entanto, de o manejo dado às plantas durante a fase final de pastejo ser comum a diferentes espécies e cultivares e definido de forma empírica, normalmente segundo um número fixo e predefinido de dias de descanso, existe a possibilidade bastante grande de o novo cultivar, ou espécie forrageira, ter sido indevidamente manejado. Isso compromete sua avaliação durante uma fase importante e cara que antecede a sua liberação

para uso. Dessa maneira, há a necessidade de se procurar ajustar o manejo das plantas nessa fase final de avaliação, para que este seja o mais próximo possível daquele recomendado, como forma de assegurar o lançamento de um material realmente superior e com um mínimo de informação sobre seu manejo para os novos usuários.

2.2. Morfogênese e avaliação de plantas forrageiras

Em muitos casos, tão importante quanto saber qual será a produção de forragem de uma planta forrageira é saber como essa produção estará distribuída no tempo e no espaço. Assim, não é difícil perceber que o sucesso na utilização das pastagens depende não apenas da escolha da planta forrageira, mas também da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos e de sua interação com o ambiente, ponto fundamental para suportar tanto o crescimento quanto a manutenção da capacidade produtiva do pasto (NASCIMENTO JR. et al., 2002).

O conhecimento desses mecanismos morfofisiológicos, para determinada planta forrageira, deve ser predefinido no protocolo de avaliação, pois permitirá ao pesquisador, em seu planejamento de pesquisa, determinar metas de manejo nos experimentos sob pastejo condizentes com o padrão de desenvolvimento da planta no ecossistema pastagem, buscando a maximização da eficiência de produção e de colheita. Para isso, é necessário um banco de informações sobre as características morfogênicas que determinam a estrutura do dossel (Figura 2). Essas informações, juntamente com a evidência dos efeitos da estrutura do pasto no consumo e produção de forragem, levam ao desenvolvimento de estratégias de manejo baseadas em condições controladas de estrutura do pasto, com alvos de manejo definidos quanto à altura (HODGSON, 1990; HODGSON; DA SILVA, 2002).

O estudo da morfogênese visa acompanhar a dinâmica do aparecimento de folhas e perfilhos, que constituem componentes do produto básico almejado quando se pensa em produção de forragem, bem como fatores desejáveis quando se busca um novo cultivar.

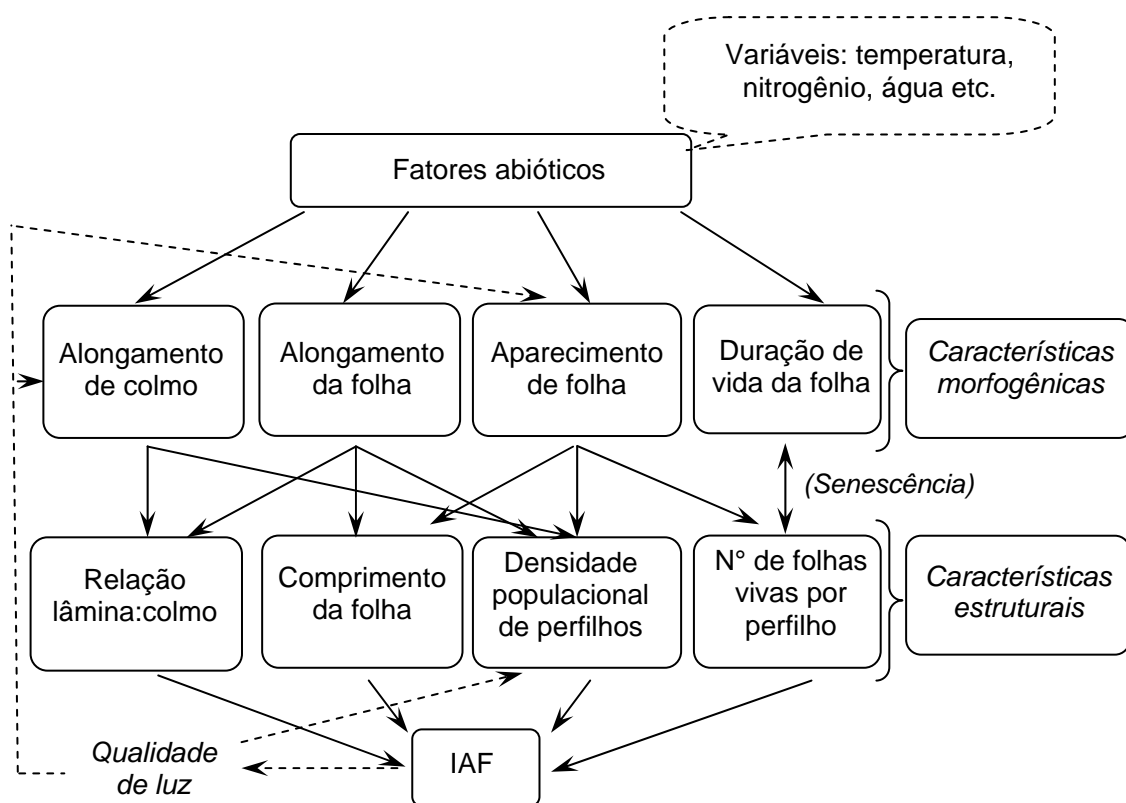


Figura 2 – Modelo conceitual das relações planta-animal.
 Fonte: Adaptado de LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; SBRISSIA; DA SILVA, 2001.

É possível traçar uma relação entre as variáveis morfogênicas das plantas forrageiras com características importantes para sua avaliação, como forma de avaliar seu potencial produtivo, descrevendo seu padrão de crescimento e de desenvolvimento. Tal condição é predisponente para a determinação de práticas de manejo mais próximas do que seria o ideal, especialmente em relação àquelas plantas que foram lançadas e se encontram em uso no sistema produtivo.

Jank (1995) descreveu diversas características qualitativas e agronômicas normalmente utilizadas no processo de avaliação de um genótipo, com vistas ao lançamento de um novo cultivar. Entre essas características, podem ser destacadas: produção de matéria seca, tolerância ao déficit hídrico e resistência a baixas temperaturas, capacidade de rebrotação e exigências em fertilidade do solo. Todas essas informações podem ser preditas ou inferidas por intermédio do conhecimento das características morfogênicas das plantas forrageiras avaliadas.

O conhecimento das características morfogênicas pode ser considerado elemento fundamental para o entendimento da dinâmica do acúmulo de biomassa e da estrutura de captação e repartição do carbono, considerando-se, em sua análise, a integração com os efeitos de fatores limitantes que afetam o modelo trófico, o que permite que inferências sejam feitas acerca de práticas de manejo para determinada gramínea.

A produção de matéria seca pode ser descrita pelo acúmulo de fitomassa na pastagem, que, por sua vez, é o resultado da interação do perfilhamento e do desenvolvimento dos perfilhos, ambos dependentes da taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar e duração de vida das folhas. A taxa de alongamento foliar (TAIF) apresenta relação positiva com a massa de forragem (HORST et al., 1978) e a massa por perfilho (NELSON et al., 1977), porém negativa com o número de perfilhos por planta (JONES et al., 1979). No entanto, esse número possui relação direta com a taxa de aparecimento foliar (TApF), por meio do mecanismo denominado *site filling* (DAVIES, 1974), que determina o potencial de perfilhamento da planta, subsidia o acúmulo de fitômeros e altera a densidade populacional de perfilhos (DPP), que também são responsáveis pela dinâmica de acúmulo de massa em uma pastagem (NASCIMENTO JÚNIOR; ADESE, 2004). A TApF, associada com a TAIF, determina o comprimento final das folhas (CFiF). Plantas com elevada TAIF apresentam maior CFiF, como foi observado por Silveira (2006), segundo o qual valores mais altos para TAIF foram encontrados em cultivares de *Panicum maximum* (Tanzânia e Mombaça), os quais apresentaram maior CFiF relativamente aos cultivares Humidícola comum e Tupi (*Brachiaria humidicola*) e o cultivar Basilisk (*Brachiaria decumbens*), os quais apresentaram menor TAIF e, conseqüentemente, menor CFiF.

A TAIF, associada à TApF, além de permitir a estimativa do potencial de produção, funciona como indicativo de plasticidade da planta forrageira, devido à relação direta entre essas variáveis e o CFiF. O comprimento da lâmina foliar é uma característica vegetal plástica e responsiva à intensidade de desfolhação, sendo considerada uma característica morfológica de escape da planta ao pastejo (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Por essa razão, em pastos sob maiores intensidades de desfolhação é comum ocorrer diminuição no comprimento das lâminas foliares (EGGERS, 1999), e em

pastos sob menor intensidade de pastejo é comum ocorrer aumento do CFiF (BARBOSA, 2004; ZEFERINO, 2006)

A relação entre o CFiF, a TApF e a TAIF, aliada aos valores de mortalidade de perfilhos, permitiu que Silveira (2006), por meio de análise multivariada, separasse os cultivares estudados em quatro grupos de gramíneas com padrão comum de crescimento e desenvolvimento, chamados de grupos funcionais, os quais continham no grupo 1 os cultivares de *P. maximum* cv. Tanzânia e cv. Mombaça e *B. brizantha* cv. Xaraés; no grupo 2, os cultivares de *B. brizantha* cv. Piatã, cv. Marandu e cv. Capiporã; no grupo 3, os cultivares *B. brizantha* cv. Arapoty e *B. decumbens* cv. Basilisk; e no grupo 4, os cultivares de *B. humidicola* cv. Humidicola comum e cv. Tupi. Os grupos 1 e 4 mostraram características bastante contrastantes, enquanto os grupos 2 e 3 apresentaram padrão de comportamento intermediário entre esses dois grupos.

Comparando os grupos 1 e 4, Silveira (2006) pôde descrever o grupo 1 como de plantas caracterizadas por baixa mortalidade de perfilhos, baixa TApF, mas elevadas TAIF e CFiF, ou seja, plantas de porte mais alto, com maior sobrevivência de perfilhos e, com isso, produzindo menos folhas por unidade de tempo que alongam, de forma mais rápida, individualmente. Já o grupo 4 foi caracterizado por plantas com alta mortalidade de perfilhos e TApF mais elevadas, mas baixas TAIF e CFiF, ou seja, plantas de porte mais baixo, com menor sobrevivência de perfilhos e, por isso, produzindo mais folhas por unidade de tempo que se alongam, de forma mais lenta, individualmente.

Para fins de manejo, pode-se considerar que os cultivares do grupo 1 possuíam maior longevidade de folhas e, por conseguinte, poderiam ser submetidos a períodos de descanso ou intervalos de desfolhações mais longos, relativamente aos cultivares do grupo 4, que foram caracterizados por espécies forrageiras com menor longevidade de folhas e, por conseguinte, necessitariam de períodos de descanso ou intervalos de desfolhações mais curtos em relação aos cultivares do grupo 1 (SILVEIRA, 2006).

A idéia de grupos funcionais associada às características morfogênicas e estruturais permite ao pesquisador melhor compreensão do desenvolvimento das plantas. Basicamente, a premissa seria estabelecer

metas de manejo semelhantes para gramíneas que pertencem ao mesmo grupo funcional (padrões semelhantes de crescimento e desenvolvimento), mesmo que elas pertençam a espécies e, ou, gêneros diferentes. Isso possibilitaria melhor planejamento do processo de avaliação e redução no tempo de experimentação no campo, uma vez que as plantas já poderiam ser avaliadas sob condições de manejo muito próximas daquilo que seria o indicado para elas.

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 (LAMAIRE, 1997), correspondendo ao ponto de equilíbrio entre os processos de crescimento e senescência foliar, em que o pasto atinge a máxima taxa de acúmulo líquido. Carnevalli et al. (2006) e Barbosa et al. (2007) observaram que a máxima taxa de acúmulo líquido estava relacionada com o ponto em que o dossel forrageiro interceptava 95% da radiação incidente nos capins-mombaça e tanzânia, respectivamente. A partir desse ponto ocorreram modificações na dinâmica do acúmulo de forragem caracterizadas pela elevação da taxa de senescência e de alongamento de colmos.

Depois de atingida a condição de equilíbrio no dossel forrageiro, o número de folhas vivas por perfilho fica relativamente constante para plantas de um mesmo cultivar ou espécie (GOMIDE, 1997; VAN ESBROECK et al., 1997). A avaliação da taxa de senescência e do número de folhas vivas por perfilho das gramíneas forrageiras pode ser importante para a definição de práticas de seu manejo, permitindo estabelecer o momento apropriado para a realização da desfolhação, a fim de evitar grandes perdas por senescência (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). Além disso, permite a comparação de gramíneas de diferentes gêneros, de acordo com a similaridade quanto ao seu NFV, NFS (número de folhas surgidas) e NFM (número de folhas mortas) (SILVEIRA, 2006). Essa autora observou comportamento similar entre os cultivares de *B. brizantha* e *P. maximum* e entre os de *B. humidicola* e *B. decumbens*, reforçando a idéia e a importância dos grupos funcionais, correlacionando a similaridade do padrão de crescimento e desenvolvimento entre plantas, o que pode refletir em necessidade de manejo comum para espécies ou gêneros de gramíneas diferentes.

O acúmulo de matéria seca pode sofrer influência da taxa de alongamento de colmo, pois, em gramíneas tropicais, o colmo favorece aumento rápido da produção de matéria seca. No entanto, essa elevação na produção de forragem pode ser acompanhada por efeito negativo sobre o valor nutritivo e o aproveitamento da forragem produzida (SANTOS, 2002), alterando o comportamento ingestivo e o consumo dos animais em pastejo (DA SILVA; CARVALHO, 2005). Além da restrição no consumo pelo animal, devido à redução no valor nutritivo da forragem, o alongamento de colmo também promove restrição física à ingestão de forragem, pois o comportamento ingestivo de animais em pastejo é sensível a variações na estrutura do dossel forrageiro (PALHANO et al., 2007).

Gomide et al. (2007), trabalhando com capim-mombaça, observaram que não houve diferença nas estimativas de biomassa de forragem pelo método destrutivo (corte) e pelas estimativas morfogênicas, salientando que existe a tendência de subestimar a produção de forragem pelo método da morfogênese. Mas, ainda assim, revela-se a possibilidade de estimar a produção de forragem a partir das informações de crescimento obtidas dos registros da morfogênese. Com isso, é possível, em experimentos sob pastejo, variar a taxa de lotação de acordo com o acúmulo de forragem estimado por meio das características morfogênicas.

A DVF e a TAIC permitem, ainda, inferir sobre o valor nutritivo da forragem que, no protocolo de avaliação de plantas forrageiras, é apresentada como característica qualitativa. Ao atingir a taxa máxima de acúmulo líquido, a planta intensifica o alongamento de colmo e a senescência foliar, promovendo redução no valor nutritivo da forragem e restringindo o consumo animal. Com isso, a DVF e a TAIC apresentam potencial de subsidiar informações para determinação de técnicas de manejo, visando ao fornecimento de forragem com melhor valor nutritivo.

A tolerância ao déficit hídrico pode ser avaliada por intermédio da taxa de alongamento foliar, pois essa é um dos processos fisiológicos mais sensíveis a esse fator, uma vez que a divisão e, principalmente, o crescimento das células são processos extremamente sensíveis ao turgor celular (LUDLOW; NG, 1977). Em condições de seca, que geralmente ocorre nas estações mais frias do ano, observa-se redução no alongamento de folhas. A temperatura influencia a dinâmica de acúmulo de massa à medida

que a resposta da TAIF a variações em temperatura é imediata (PEACOCK, 1975; LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000), de tal forma que a produção de tecidos segue exatamente as variações térmicas sazonais. Além da TAIF, a TApF e o filocrono também são afetados pelo efeito sinérgico da temperatura, pois a taxa de aparecimento de folhas é influenciada por fatores do meio. A resposta da TApF a qualquer variação em temperatura percebida pelo meristema apical é imediata (PEACOCK, 1975), e, à medida que a temperatura aumenta, a TApF responde de forma positiva e vice-versa.

A capacidade de rebrotação de uma planta forrageira constitui critério de avaliação importante, pois esse processo garante a produção de massa e a persistência do pasto no agroecossistema. Dois fatores se destacam como significantes para rebrotação: as reservas orgânicas e o índice de área foliar (IAF). Este último é determinado pelas características morfogênicas e estruturais (Figura 2), aumentando ou diminuindo conforme a relação lâmina:colmo (RLC), CFiF, densidade populacional de perfilhos (DPP) e o NFV. A resposta das gramíneas ao alongamento de colmo reduz a RLC, alterando a distribuição e comprimento de folhas no perfil do dossel, o que, por sua vez, modifica a quantidade e qualidade da luz no seu interior. Esse fato repercute diretamente nas características do perfilhamento, fazendo que a taxa potencial de aparecimento de perfilhos só possa ser atingida quando o IAF do pasto for baixo.

Exigências em fertilidade do solo também se apresentam como características agronômicas utilizadas nos protocolos de avaliação de plantas forrageiras. A fertilidade constitui característica importante, haja vista que pode influenciar a morfologia da planta, assim como o seu ritmo de crescimento e desenvolvimento; isso porque incrementos na fertilidade do solo promovem aumento expressivo no fluxo de tecidos das plantas forrageiras (DURU; DUCROCQ, 2000). O nitrogênio promove incrementos na taxa de alongamento foliar (MAZZANTI et al., 1994; MARTUSCELLO et al., 2005 e 2006; OLIVEIRA et al., 2007) e na taxa de aparecimento foliar (GARCEZ-NETO et al., 2002; MARTUSCELLO et al., 2005 e 2006; OLIVEIRA et al., 2007). Por sua vez, a DVF sofre efeito negativo, pois com o aumento no fluxo de tecidos são ampliadas as taxas de senescência, repercutindo na redução da DVF (ALEXANDRINO et al., 2004; MARTUSCELLO et al., 2005 e 2006).

O fósforo favorece o perfilhamento das gramíneas forrageiras, promovendo o crescimento vegetal (GUSS et al., 1990; FONSECA et al., 2000). Oliveira et al. (2007), trabalhando com capim-tanzânia, observaram aumento expressivo no perfilhamento quando utilizada a associação dos nutrientes N e P. No entanto, esse efeito do N somente é positivo em condições de baixo IAF, uma vez que esse nutriente aumenta a taxa de aparecimento de folhas, maximizando o “site filling” (MATTHEW et al., 1991) e, conseqüentemente, favorecendo o aumento em densidade populacional de perfilhos.

As características morfogênicas e estruturais assumem papel importante no processo de avaliação de gramíneas forrageiras, principalmente no tocante ao planejamento de experimentos sob pastejo, com o objetivo de propor estratégias de manejo extrapoláveis para condições de campo.

Com os estudos sobre morfogênese é possível reconhecer padrões comuns de funcionamento (crescimento e desenvolvimento) das plantas forrageiras e realizar o agrupamento funcional delas com base no potencial de produção (aparecimento, alongamento de folhas e perfilhamento), duração do ciclo produtivo (precoce, tardio ou longo) e exigências quanto às condições hídricas. Essas avaliações poderiam ser implementadas na fase I, com avaliações em parcelas pequenas e de menor custo, antecedendo os experimentos com animais, os quais são mais caros, demandam mais tempo e maior estrutura física. Dessa forma, forneceriam informações concisas para o planejamento de experimentos sob pastejo utilizando estratégia de manejo do pastejo mais indicada para o grupo funcional do qual a planta avaliada faça parte. Com isso, pode-se gerar conhecimento das respostas funcionais das plantas forrageiras tropicais quando submetidas ao pastejo, de forma a determinar estratégias de manejo que respeitem seus limites ecofisiológicos e priorizem a sustentabilidade do sistema produtivo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O experimento foi conduzido no setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, cujas coordenadas geográficas aproximadas são 20°45'S de latitude, 42°51'W de longitude e 651 m de altitude.

3.2. Informações climáticas

Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwa, subtropical, apresentando estações seca (nos meses de maio a outubro) e chuvosa (nos meses de novembro a abril). Nos últimos 10 anos, a temperatura média anual foi de 19 °C, oscilando entre 22 e 15 °C nas médias de máxima e mínima, respectivamente. A umidade relativa do ar fica em torno de 80% e a precipitação média anual dos últimos 10 anos, de 1.340 mm.

Informações referentes às condições climáticas como precipitação, temperaturas máximas, médias e mínimas durante o período experimental (Figura 3) foram obtidas na Estação Meteorológica da UFV, distante cerca de 1.000 m do local do experimento.

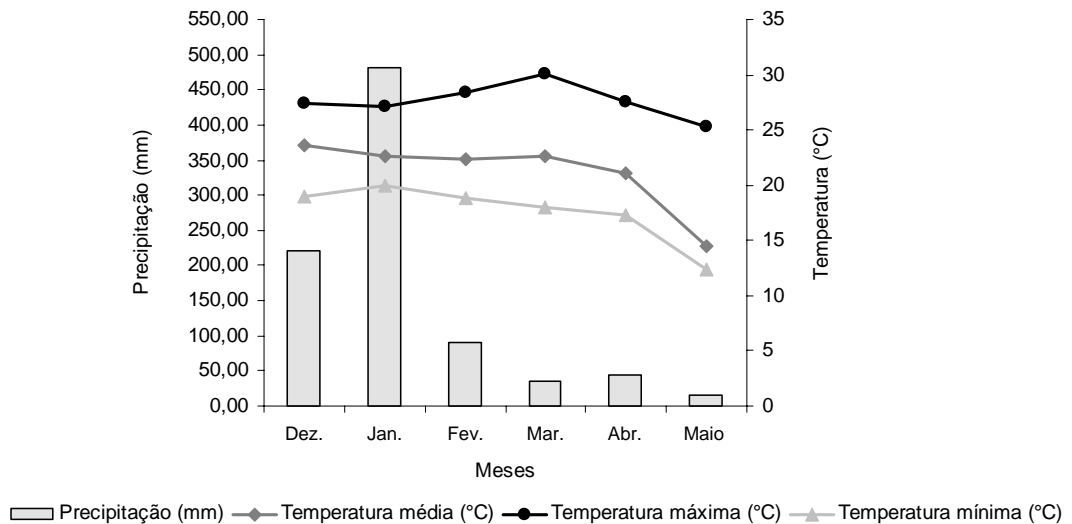


Figura 3 – Médias mensais das temperaturas máxima, média e mínima e da precipitação pluvial ao longo do período experimental, no Município de Viçosa, MG, de dezembro/2006 a maio/2007.

Com base nos dados registrados, foi calculado o balanço hídrico decendial, utilizando-se uma capacidade de armazenamento de água (CAD) de 50 mm (THORNTHWAITE; MATHER, 1955) (Figura 4).

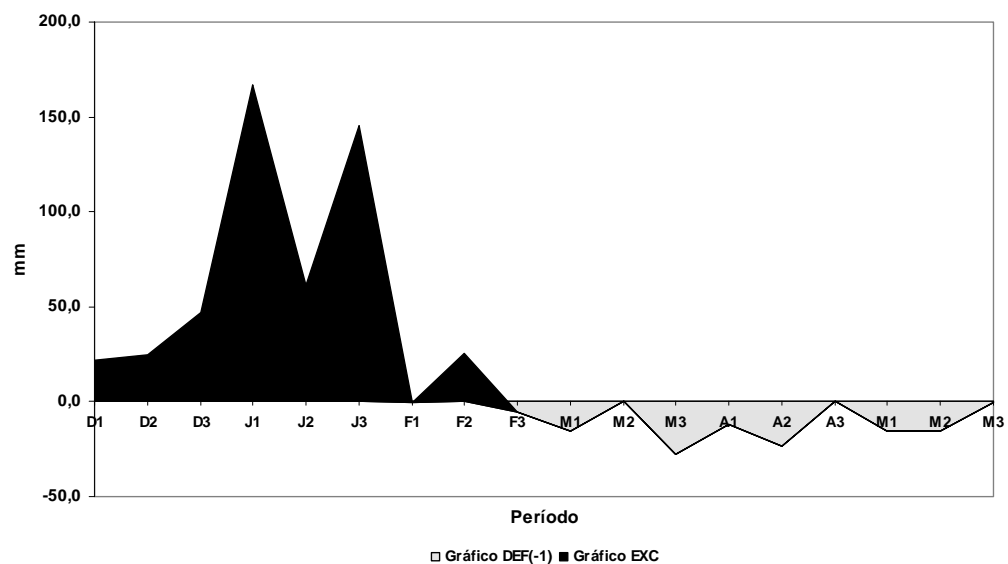


Figura 4 – Balanço hídrico decendial ao longo do período experimental (dezembro de 2006 a maio de 2007), no Município de Viçosa, MG, de dezembro/2006 a maio/2007.

3.3. Solo da área experimental e adubação

O solo local é classificado como Argisolo Vermelho-Amarelo, com textura franco-argilosa (EMBRAPA, 1999). Amostras de terra foram retiradas na camada de 0 a 20 cm e encaminhadas para avaliação de suas características químicas (Tabela 1). A área utilizada passou por processos de correção em experimentos anteriores, não sendo detectada a presença de alumínio trocável, e os valores de pH encontravam-se dentro da faixa considerada satisfatória para a implantação das gramíneas em estudo (CFSEMG, 1999). Foi realizada a adubação de formação de 100 kg/ha de P_2O_5 na forma de superfosfato simples aplicado na linha de plantio. As adubações nitrogenadas e potássica ocorreram após o completo estabelecimento das plantas, em quantidades equivalentes a 200 kg/ha de N, aplicados na forma de uréia e parcelados em quatro aplicações a lanço, ao longo do período experimental, e 40 kg/ha de K_2O , foram aplicados na forma de cloreto de potássio, em aplicação única e a lanço, concomitantemente com a primeira aplicação de nitrogênio.

Tabela 1 – Características químicas de amostras da camada superficial (0-20 cm) do solo da área experimental

| Característica Química | Resultado |
|------------------------------------|-----------|
| pH | 5,50 |
| Cálcio ($cmol_e/dm^3$) | 2,10 |
| Magnésio ($cmol_e/dm^3$) | 0,70 |
| Alumínio ($cmol_e/dm^3$) | 0,00 |
| H + Al ($cmol_e/dm^3$) | 4,29 |
| Soma de bases ($cmol_e/dm^3$) | 2,89 |
| CTC ($cmol_e/dm^3$) | 7,18 |
| CTC efetiva ($cmol_e/dm^3$) | 2,89 |
| Saturação por alumínio (%) | 0,00 |
| Saturação por bases (%) | 40,00 |
| Fósforo – Mehlich-1 (mg/dm^3) | 1,40 |
| Potássio – Mehlich-1 (mg/dm^3) | 36,00 |

3.4. Caracterização das gramíneas forrageiras

3.4.1. Capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça)

Cultivar introduzido no Brasil pela Embrapa – Gado de Corte, coletado próximo a Korogwe, na Tanzânia (África), pelo ORSTOM (*Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement em Coopération*), em 1967 (VILELA, 2005). Apresenta folhas grandes e largas com inflorescência tipo panícula e ciclo vegetativo perene, com forma de crescimento cespitoso, podendo atingir altura média de 2,00 m sob crescimento livre (FAO, 2008). Geralmente é recomendado para utilização sob pastejo rotativo (EMBRAPA, 2008).

3.4.2. Capim-aruaana (*Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana)

O *Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana proveniente da África chegou à Nova Odessa através de sementes trazidas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (km 47), onde foi introduzido pelo pesquisador Jorge Ramos Otero. Foi lançado pelo Instituto de Zootecnia em 1989, sob o nº IZ-5, como opção para formação de pastagens (INSTITUTO De ZOOTECCNIA, 1989). Caracteriza-se como gramínea cespitosa de porte médio (70 cm a 90 cm de altura), apresentando grande quantidade de colmos finos e tenros, favorecendo o consumo pelos animais (CUNHA et al., 1999). Possui folhas estreitas, de cor verde-escura, e as panículas e espiguetas das inflorescências são pequenas. Cultivar com boa tolerância à maior intensidade de pastejo, apresentando intensa capacidade de rebrotação, através de gemas basilares, com elevado número de perfilhos, superior ao capim-colonião comum, principalmente no inverno, e menor índice de área foliar e maior relação haste/folha. Colozza (1998) encontrou maior número de perfilhos no capim-aruaana, em comparação com o *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça.

3.4.3. Capim-massai (*Panicum maximum* Jacq e *P. infestum* BRA-7102 cv. Massai)

O cultivar Massai é um híbrido espontâneo entre *Panicum maximum* Jacq e *P. infestum* BRA-7102, sendo originário da África. Foi coletado na Tanzânia pelo IDR e liberado em 2001 pela Embrapa – Gado de Corte. Apresenta crescimento em forma de touceiras, podendo atingir altura média de 1,50 m sob crescimento livre; possui ciclo vegetativo perene. As inflorescências apresentam ramificações primárias, curtas, sem ramificações secundárias. O capim-massai apresenta grande velocidade de estabelecimento e de rebrotação (EMBRAPA, 2008).

3.4.4. Capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Marandu)

A *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf é originária da África Tropical e África do Sul. O cultivar Marandu foi estudado, inicialmente, pelo Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Corte (CNPGC-EMBRAPA), (MS) e, posteriormente, pelo Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Embrapa – Cerrados) (DF) (VILELA, 2005). O capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) 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 de secas prolongadas (EMBRAPA, 2008).

3.4.5. Capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés)

O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) foi coletado em Cibitoke, Burundi, África do Leste. A gramínea já vem sendo estudada pela Embrapa há pelo menos 10 anos, foi introduzida, primeiramente, por cultivo *in vitro*, dentro de tubos de ensaio, e chegou ao Brasil a partir de uma cooperação científica com o Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT, com sede em Cali, Colômbia. No Brasil, foi submetida à quarentena

da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Brasília, DF). O xaraés não é híbrido, mas é resultado de processo de seleção. O cv. xaraés possui plantas muito vigorosas, e há relatos que podem atingir altura média de 1,5 m. Tem folhas mais largas que as de *B. brizantha* cv. Marandu, lanceoladas com pouca pubescência e de coloração verde-escura. Gramínea perene, crescimento entouceirado, com talos prostrados que podem se enraizar quando em maior contato com o solo (EMBRAPA 2008).

3.4.6. Capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.)

Gramínea originária da África, perene, ereta, entouceirada, de colmos fortemente geniculados. Atinge altura média de 1,50 m sob crescimento livre, lâminas com tamanho médio de 15 cm de comprimento, de base arredondada e mais larga, estreitando-se progressivamente até o ápice agudo; coloração verde-acinzentada; curtos pêlos brancos em ambas as faces, porém mais intensos na fase dorsal; e margens ciliadas (FAO, 2008).

3.4.7. Capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf.)

Capim-jaraguá, que juntamente com o capim-gordura, constituiu-se na década de 1960 em duas forrageiras mais conhecidas e cultivadas no Brasil Central (OTERO, 1961). Gramínea perene de colmos eretos e firmes, cespitosa, atingindo normalmente 2,40 m de altura, apresenta touceiras densas e vigorosas com inúmeros perfilhos basilares; colmos cilíndricos com até 8,0 mm de espessura, com entrenós bastante longos; lâminas muito longas, podendo ultrapassar 1,0 m de comprimento, estreitas, de margens curtamente serrilhadas e ápice acuminado. Depois do florescimento, as folhas ficam duras e ásperas. Inflorescência em panículas muito grandes, chegando a 50 cm de comprimento. Dos nós superiores, dos colmos e sob as bainhas, elevam-se perfilhos filiformes, que apresentam um pequeno nó do qual se eleva uma espata (pequena folha modificada), e a raque de um racemo (FAO, 2008).

3.5. Implantação das forrageiras

A área experimental foi estabelecida com dois cultivares de *Panicum maximum* Jacq. (Mombaça e Aruana), um cultivar híbrido de *Panicum maximum* Jacq. e *P. infestum* BRA-7102 (Massai), dois cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf (Marandu e Xaraés) e com os capins-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) e jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf.). Estas foram semeadas em bandejas plásticas contendo substrato orgânico, as quais foram mantidas em casa de vegetação, sob irrigação, até o momento da transplantação para o campo (Figura 5A). A área experimental foi submetida à aração e gradagem, seguida do cultivo com enxada rotativa (Figura 5B). Em seguida, foram preparadas as parcelas (1,00 m x 1,00 m) para a transplantação das mudas (Figura 5C), realizada em 28/11/2006 (Figura 5D).



Figura 5 – A – Muda em casa de vegetação; B – Preparo da área; C – Dimensionamento das parcelas; e D – mudas transplantadas na área experimental.

3.6. Tratamentos, delineamento e período experimental

Os tratamentos corresponderam a sete gramíneas forrageiras, sendo: dois cultivares de *Panicum maximum* Jacq. (Mombaça e Aruana), um cultivar híbrido de *Panicum maximum* Jacq. e *P. infestum* BRA-7102 (Massai), dois cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf (Marandu e Xaraés) e com os capins-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) e jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf.). Essas gramíneas foram alocadas em parcelas experimentais (parcelas de 1 m²), utilizando-se delineamento de blocos completos casualizados, com três repetições, totalizando 21 unidades experimentais. O critério para utilização de blocos casualizados se deve ao fato de a área experimental ter sido alocada em terreno declivoso. Cada unidade experimental possuía quatro linhas espaçadas de 0,20 m, sendo em cada linha transplantadas seis plantas espaçadas de 0,15 m, totalizando 24 plantas por unidade experimental (Figura 6).

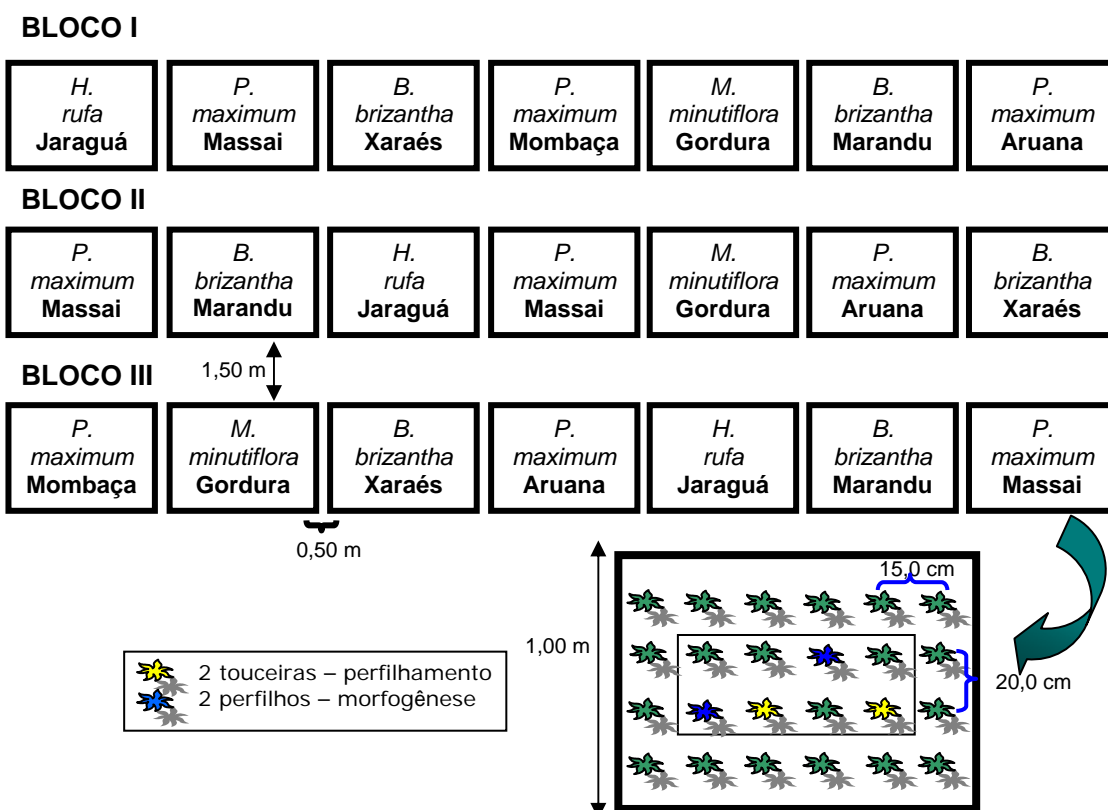


Figura 6 – Representação esquemática da distribuição dos blocos e dos tratamentos na área experimental.

O período experimental teve início no dia 12/12/2006, após o estabelecimento das gramíneas nas parcelas. Por se tratar de experimento cujos tratamentos corresponderam a cultivares e, ou, espécies de plantas forrageiras de morfologia e hábitos de crescimento contrastantes e, portanto, de exigências de manejo da desfolhação diferentes, optou-se por realizar as avaliações sob condições de crescimento livre, como forma de padronização das análises. Nessa condição, todas as forrageiras foram avaliadas durante o período em que se apresentavam em estágio vegetativo até o ponto em que 50% ou mais dos perfilhos se encontravam com inflorescências visíveis. Para isso, procedeu-se à análise visual das parcelas. Assim, o período experimental estendeu-se até 25/05/2007, totalizando 168 dias de avaliações.

3.7. Variáveis mensuradas

3.7.1. Altura do dossel

A altura do dossel foi monitorada a cada 30 dias, concomitantemente com as avaliações de perfilhamento. A altura foi avaliada em três pontos por parcela, definidos aleatoriamente, utilizando-se régua graduada. A altura em cada ponto de avaliação correspondeu à altura do horizonte de folhas em torno da régua. À medida que as plantas passavam para o estágio reprodutivo, passou-se a monitorar também a altura das inflorescências.

3.7.2. Características morfogênicas e estruturais

As características morfogênicas e estruturais foram avaliadas inicialmente em dois perfilhos por parcela. Nesses perfilhos, foram realizadas avaliações relativas ao alongamento de folhas (lâminas foliares) e de pseudocolmos (colmo + bainhas foliares), senescência e florescimento duas vezes por semana durante todo o período experimental. A marcação dos perfilhos foi feita de forma aleatória, utilizando-se fios coloridos e, para facilitar sua visualização, em cada parcela foram fixadas duas hastes metálicas com fitas de cores diferentes (azul e amarelo), uma para cada perfilho em avaliação. Foi medido o comprimento das lâminas foliares em

expansão, expandidas e senescentes (Figura 7), além do comprimento do pseudocolmo e emissão de inflorescência. O alongamento do pseudocolmo foi mensurado utilizando-se como referência a altura da lígula da última folha completamente expandida em relação ao nível do solo. Quando o perfilho monitorado emitia inflorescência, outro perfilho era marcado em seu lugar sem, contudo, paralisar o monitoramento do perfilho em estágio reprodutivo. Com isso, o número de perfilhos monitorados foi crescente e proporcional à intensidade e duração do florescimento de cada espécie e, ou, cultivar avaliado.

De posse das informações obtidas no campo, foi possível calcular:

- I. Taxa de aparecimento de folhas (TApF, folhas/perfilho.dia) – relação entre número de folhas surgidas por perfilho e número de dias do período de avaliação.
- II. Filocrono (filoc, dias/folha.perfilho) – inverso da taxa de aparecimento de folhas.
- III. Taxa de alongamento de folhas (TAIF, cm/perfilho.dia) – relação entre o somatório de todo alongamento das lâminas foliares (cm) e o número de dias do período de avaliação.
- IV. Taxa de alongamento de colmos (TAIC, cm/perfilho.dia) – relação entre a diferença do comprimento do pseudocolmo, no final e início, e o número de dias do período de avaliação.
- V. Comprimento final de lâmina foliar (CFILF, cm/perfilho) – comprimento médio das lâminas foliares de todas as folhas expandidas.
- VI. Taxa de senescência de folhas (TSeF, cm/perfilho.dia) – relação entre o somatório dos comprimentos senescidos das lâminas foliares presentes no perfilho e o número de dias do período de avaliação.
- VII. Número de folhas vivas por perfilho (NFV, folhas/perfilho) – médias do número de folhas em expansão e expandidas por perfilho durante o período de avaliação, excluindo-se as folhas que tivessem mais de 50% do seu comprimento senescido.
- VIII. Duração de vida das folhas (DVF, dias) estimada pela equação: $DVF = NFV \times Filoc$ (LEMAIRE; CHAPMAN 1996).



Figura 7 – Mensuração do tamanho da lâmina foliar da gramínea.

3.7.3. Padrão demográfico de perfilhamento

A avaliação do padrão demográfico de perfilhamento e respectivas taxas de aparecimento e morte de perfilhos foram realizadas em duas unidades amostrais tomadas de forma aleatória por parcela. Inicialmente, durante o primeiro procedimento de contagem todos os perfilhos da touceira foram identificados com fios revestidos de plástico colorido de uma única cor. A cada 30 dias, o processo de contagem e identificação de perfilhos era repetido e os perfilhos novos, marcados com fios de uma nova cor, como forma de representar diferentes “gerações” de perfilhos surgidos (Figura 8). Os perfilhos foram diferenciados a cada geração, quanto à localização da gema de crescimento e ao estágio de desenvolvimento da seguinte maneira:

(1) Localização da gema de crescimento

- Perfilhos basilares – têm sua origem nas gemas localizadas na base da coroa das plantas.
- Perfilhos aéreos – têm sua origem nos nós localizados acima da coroa das plantas.

(2) Estádio de desenvolvimento

- Perfilhos vegetativos.
- Perfilhos reprodutivos – após a emissão da inflorescência.



Figura 8 – Perfilhos marcados com fios coloridos utilizados para as avaliações de demografia do perfilhamento.

Os perfilhos mortos e em estágio reprodutivo, por geração, também foram contabilizados com o intuito de calcular as taxas de aparecimento, mortalidade e sobrevivência (perfilhos/perfilho.dia).

3.7.4. Análise estatística

Os dados relativos às variáveis descritivas do dossel e de processos como altura, demografia de perfilhos, número de folhas surgidas (NFS), número de folhas vivas (NFV) e número de folhas mortas (NFM), que representam a variação no número de folhas nos perfilhos, foram analisados por meio de estatística descritiva.

Com os objetivos de identificar fatores que descrevessem o desenvolvimento das gramíneas forrageiras avaliadas e favorecer a identificação de grupos funcionais (SILVEIRA, 2006), os resultados referentes às características morfogênicas e estruturais e as taxas de aparecimento, morte e sobrevivência de perfilhos foram submetidos à análise de fatores (*factor analysis*), empregando-se o método Varimax de rotação e ortogonalização de fatores, por intermédio do pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2008). Foram adotadas como critérios de seleção de

fatores as cargas fatoriais e a fração retida da variação total (comunalidade) (JOHNSON; WICHERN, 1998). Esse método tem como objetivo principal descrever, se possível, as relações de co-variância entre muitas variáveis, com base num pequeno número de quantidades aleatórias, não observáveis, chamadas de fatores (JOHNSON; WICHERN, 1998).

As variáveis foram avaliadas em dois diferentes grupos correspondentes às características de perfilhos basilares e aéreos. Considerando que o período experimental compreendeu quase duas estações do ano, verão e outono, e que essas estações apresentam condições distintas quanto ao fotoperíodo, precipitação (Figura 3) e temperatura (Figura 4), a análise foi realizada em subconjuntos de dados correspondentes às épocas de verão, compreendendo as informações tomadas entre 12 de dezembro de 2006 e 20 de março de 2007; e outono, entre 21 de março e 25 de maio de 2007.

Depois da obtenção dos escores fatoriais, estes foram utilizados como base para a realização de análise multivariada de agrupamento por otimização, segundo o método de Tocher (CRUZ; REGAZZI, 1997). Foi adotada a distância euclidiana média como medida básica de dissimilaridade. Esse procedimento estatístico foi realizado por intermédio do Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG, versão 8.0 (UFV, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Altura do dossel

Durante o estágio vegetativo, a altura do dossel variou entre os capins avaliados, conforme pode ser visualizado na Figuras 9.

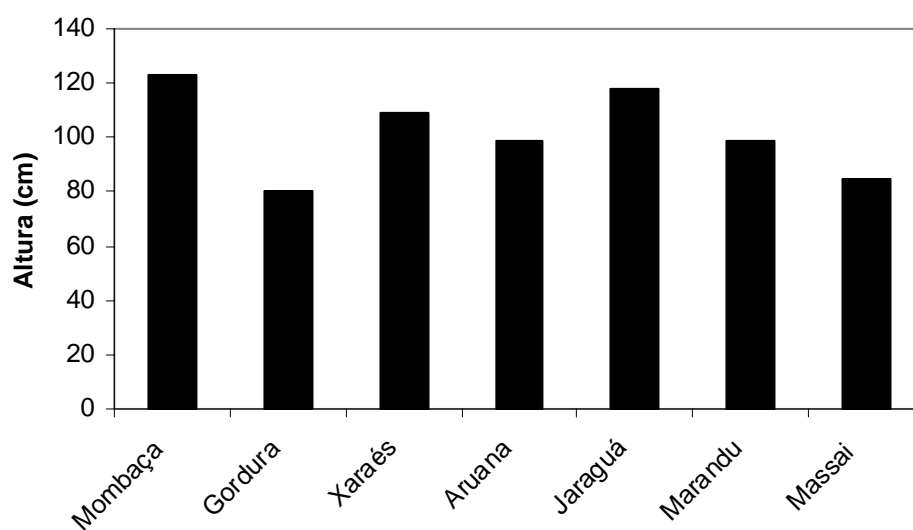


Figura 9 – Altura média (cm) do dossel baseada no horizonte foliar das forrageiras avaliadas durante o período de janeiro a maio de 2007.

O capim-mombaça foi o que apresentou a maior altura média do dossel (123 cm), seguido pelos capins-jaraguá (118 cm) e xaraés (109 cm). Esse fato foi também registrado por Silveira (2006) em relação aos capins-mombaça e xaraés. Os capins-marandu e aruana apresentaram altura média de dossel de 98,8 e 98,6 cm, respectivamente, caracterizando-se como cultivares de altura intermediária às demais espécies forrageiras avaliadas, uma vez que os capins-massai e gordura exibiram alturas médias de 85 e 80 cm, respectivamente.

No que diz respeito à altura do dossel durante o estágio reprodutivo (Figura 10), as avaliações foram realizadas tomando-se por base o ápice da inflorescência. Os capins-mombaça e jaraguá apresentaram alturas médias de 225 e 205 cm, respectivamente. Com relação aos capins-xaraés e marandu, as alturas foram de 160 e 151 cm, respectivamente, seguidos pelos capins-massai (144 cm) e aruana (140 cm). O capim-gordura foi o que apresentou a menor altura média (97 cm).

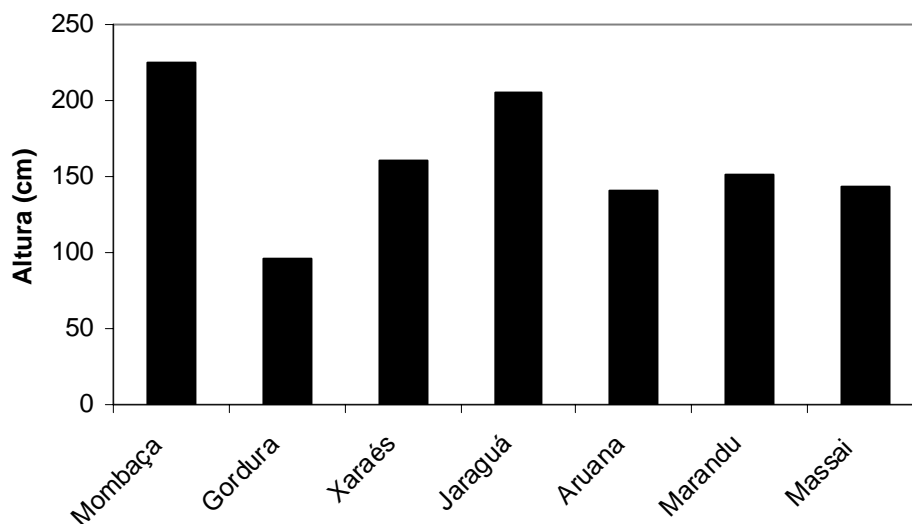


Figura 10 – Altura média (cm) do dossel, tomando-se por base a altura até o ápice da inflorescência das forrageiras avaliadas durante o período de janeiro (início do florescimento) a maio de 2007.

O capim-aruana encontrava-se em pleno florescimento a partir do mês de janeiro (54 dias do início do experimento), seguido do capim-

marandu a partir do mês de fevereiro (80 dias). Esses dois capins se caracterizam como gramíneas de florescimento precoce quando comparados com os demais (Tabela 2). O capim-marandu também foi classificado como de florescimento precoce por Silveira (2006) em experimento análogo a esse. Em geral, os capins-mombaça (145 dias), xaraés (144 dias), jaraguá (142 dias) e massai (160 dias) emitiram inflorescência a partir de abril. Quanto ao capim-gordura, as inflorescências começaram a ser visualizadas somente a partir do mês de maio, o que é comum nessa espécie (164 dias). Esses últimos capins podem ser considerados como de ciclo mais tardio.

Tabela 2 – Dias para visualização da inflorescência dos capins-mombaça, aruana, massai, marandu, xaraés, gordura e jaraguá avaliados sob crescimento livre (período de janeiro a maio de 2007)

| Gramíneas | Dias para Visualização da Inflorescência | | | | |
|----------------|--|------|------|------|------|
| | Jan. | Fev. | Mar. | Abr. | Maio |
| Aruana | 54 | - | - | - | - |
| Marandu | - | 80 | - | - | - |
| Jaraguá | - | - | - | 142 | - |
| Xaraés | - | - | - | 144 | - |
| Mombaça | - | - | - | 145 | - |
| Massai | - | - | - | 160 | - |
| Gordura | - | - | - | - | 164 |

4.2. Variação do número de folhas por perfilho

Na Figura 11, mostra-se a variação no número de folhas por perfilho dos capins-mombaça, xaraés e massai. Na Figura 11ACE, encontra-se a variação no número de folhas do perfilho principal, ou seja, o primeiro perfilho que foi marcado no início do experimento e avaliado até o dia do seu florescimento. Na Figura 11BDF, apresenta-se a variação no número de folhas da população de perfilhos avaliados, ou seja, o primeiro perfilho marcado e avaliado até o florescimento mais os perfilhos marcados na seqüência, que foram avaliados até o seu florescimento ou até o final do período experimental.

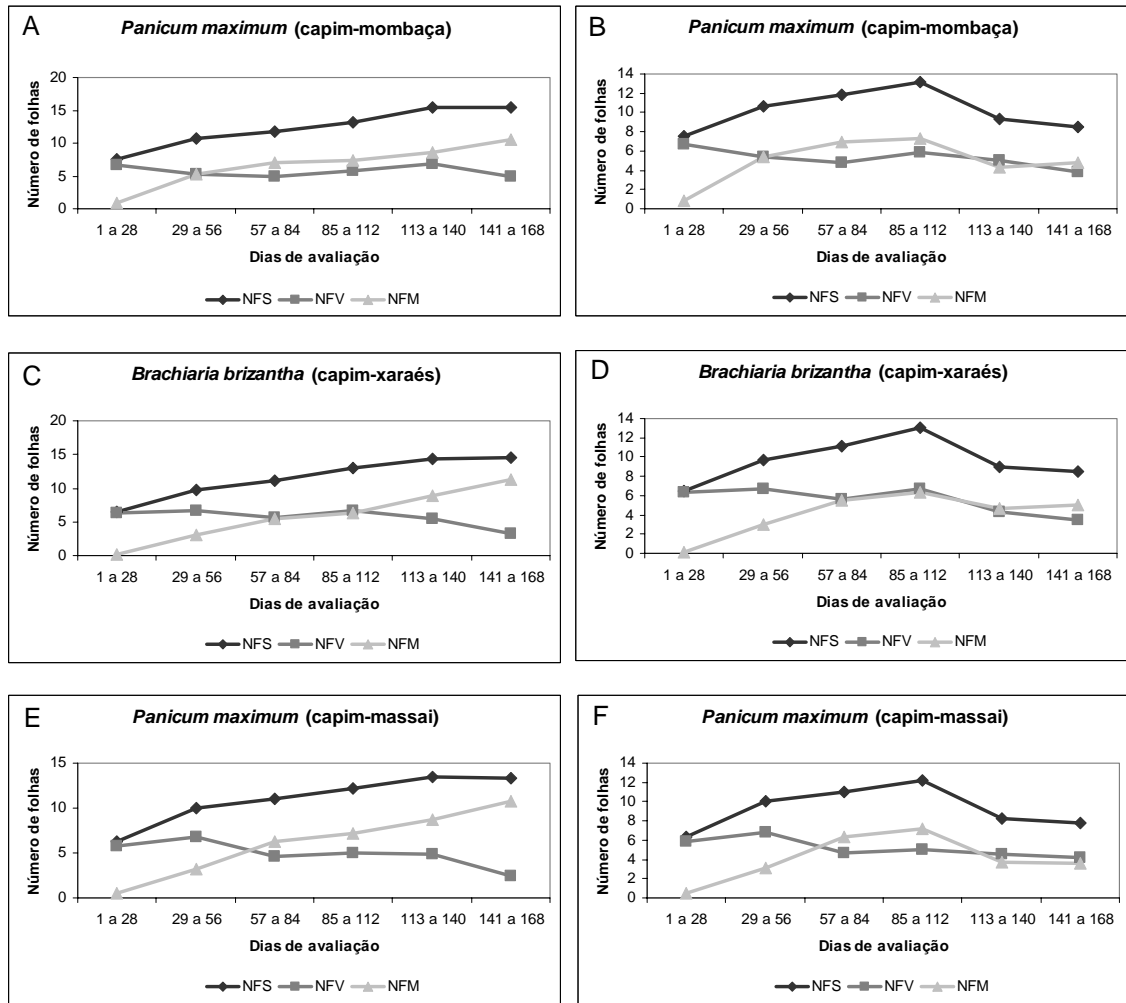


Figura 11 – Número de folhas surgidas (NFS), número de folhas vivas (NFV) e número de folhas mortas (NFM) em perfis principais (A, C e E) e população de perfis avaliados (B, D e F) dos capins-mombaça, xaraés e massai avaliados sob crescimento livre ao longo de todo o período experimental.

O NFV é uma característica relativamente constante durante o estágio vegetativo de determinado genótipo, numa gama variável de condições de ambiente (LEMAIRE; CHAPMAM, 1996), que pode ser visualizado nas gramíneas avaliadas antes de seu período reprodutivo (Figura 11). Com o surgimento das inflorescências cessa a emissão de novas folhas e aumenta o NFM. O florescimento é mais acentuado a partir do outono, o que é, provavelmente, consequência da redução em temperatura (Figura 3) e

fotoperíodo, além do aumento do déficit hídrico (Figura 4). Padrão semelhante para NFM foi relatado por Barbosa (2004) sobre o capim-tanzânia.

Em geral, os capins-mombaça, xaraés e massai apresentaram padrão de desenvolvimento semelhante para NFS, NFV e NFM (Figura 11). Tal fato evidencia que essas plantas possam ter similaridades em termos de práticas de manejo da desfolhação, inclusive o capim-xaraés, pertencente ao gênero *Brachiaria*, como relatado por Silveira (2006), que notou padrão semelhante para as mesmas variáveis com os cultivares de *Brachiaria decumbens* e *B. humidicola* e entre os de *Panicum maximum* e *B. brizantha* em experimento análogo ao deste estudo.

Os capins-aruaana e marandu (Figuras 12AC, respectivamente), quando avaliados somente pelo perfilho principal, caracterizaram-se como precoces em relação aos demais, pois apresentaram inflorescências visíveis ainda no período de verão (Tabela 2), sendo essa precocidade mais acentuada no capim-aruaana, que emitiu inflorescência a partir do 54^o dia depois da transplantação (Tabela 2). Quanto ao capim-marandu, este começou a emitir inflorescências visíveis a partir do 80^o dia após a transplantação. No entanto, desde o 29^o dia já ocorria estabilização no NFS, sendo esse ponto um marco para a redução do NFV, pois o NFM se manteve crescente (Figura 12C). Considerando a avaliação dessas duas gramíneas nos perfilhos principais e nos perfilhos secundários (Figuras 12BD, respectivamente), detectou-se um ligeiro aumento no NFS e, a partir do 29^o dia, houve redução nessa variável. Aliado a isso, nota-se elevada quantidade de folhas mortas, culminando na redução do NFV em ambas as gramíneas, que atingiram os valores mínimos durante o período de outono. Esse padrão é característico de gramíneas que apresentam maior fluxo de tecidos, demonstrando-se precoces quanto ao seu ciclo produtivo, fato sugestivo de estratégias de manejo que tenham por objetivo reduzir as perdas por mortalidade, aumentando a eficiência de colheita da forragem.

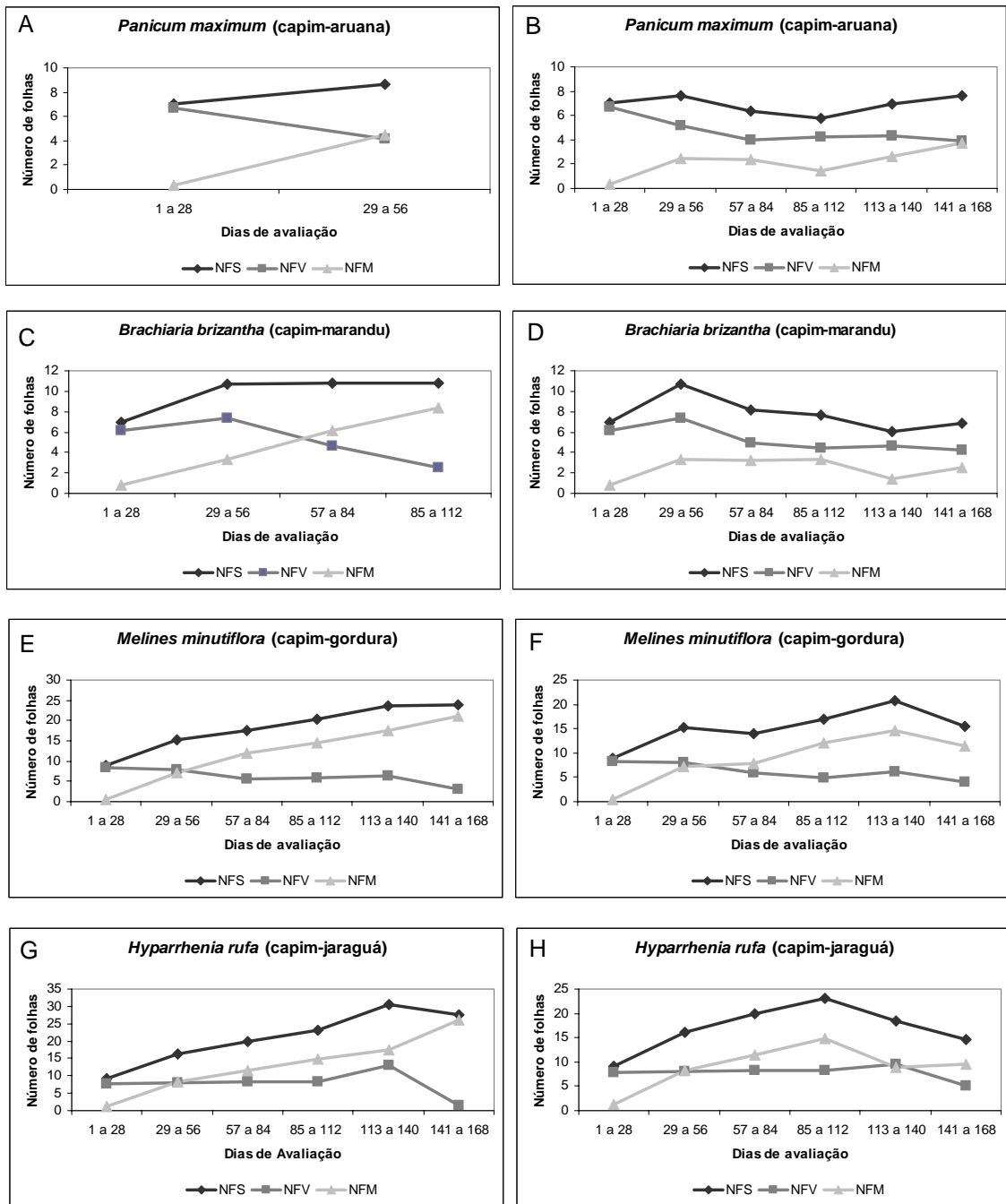


Figura 12 – Número de folhas surgidas (NFS), número de folhas vivas (NFV) e número de folhas mortas (NFM) em perfilhos principais (A, C, E e G) e população avaliada de perfilhos (B, D, F e H) dos capins-aruaana, marandu, gordura e jaraguá, avaliados sob crescimento livre ao longo de todo o período experimental.

Nos capins-gordura e jaraguá, quando avaliados somente pelo perfilho principal (Figuras 12EG, respectivamente), observou-se aumento no NFS até o período compreendido entre o 113^o e o 140^o dia, quando, a partir

de então, o NFS para o capim-gordura se estabilizou, e o NFS para o capim-jaraguá apresentou ligeira redução. No entanto, para essas duas gramíneas o NFM aumentou a partir do 29^o dia, ainda no período de verão, chegando ao valor máximo no outono. Concomitantemente com esse aumento no NFM, houve redução no NFV. Quando a avaliação dessas duas gramíneas foi feita, levando em consideração os perfilhos principais e os secundários (Figuras 12FH, respectivamente), observou-se redução no NFS para o capim-gordura também a partir do 113^o dia, o mesmo acontecendo no capim-jaraguá a partir do 85^o dia. No entanto, nas duas gramíneas o NFM passou a ser maior que o NFV no 29^o dia, semelhante à avaliação realizada somente no perfilho principal.

4.3. Padrão demográfico de perfilhamento

O acompanhamento mensal do aparecimento e morte de perfilhos durante todo o período experimental possibilitou avaliar o padrão de variação no aparecimento e morte de perfilhos (Figuras 13 a 19). A densidade populacional de perfilhos em comunidades de plantas forrageiras é influenciada diretamente pela TApF, por meio da determinação do número potencial de gemas e da relação entre o aparecimento de perfilhos e o aparecimento de folhas (*site filling*) que, juntos, determinam a taxa de aparecimento de perfilhos (TApP) (DAVIES, 1974), definindo-se o padrão demográfico de perfilhamento. Este variou entre as gramíneas avaliadas, permitindo detectar diferenças tanto no que se refere ao número total de perfilhos (aéreos + basilares) quanto ao número de perfilhos aéreos e basilares considerados isoladamente, à medida que as plantas avançavam no seu crescimento e no período experimental. Em geral, as gramíneas avaliadas apresentaram, na primeira e segunda gerações, perfilhos com maior longevidade, e a segunda geração representou importante contribuição para a densidade populacional de perfilhos. Tal fato pode ser atribuído às condições favoráveis de temperatura, precipitação (Figuras 3 e 4) e fotoperíodo registrados no período de estabelecimento das gramíneas e ao fato de serem as primeiras gerações a colonizarem a área, sendo favorecidas pelo menor índice de área foliar (IAF) do dossel. Com o avanço

no crescimento das plantas, houve redução no número de perfilhos por geração, pois a taxa de aparecimento de perfilhos potencial só pode ser atingida quando o IAF do dossel é baixo, uma vez que a ativação de gemas para a formação de novos perfilhos está relacionada à quantidade e qualidade da luz incidente sobre essas gemas (LANGER, 1963). Baixo IAF é possível durante o estabelecimento do pasto ou durante a rebrotação após a decapitação do meristema apical.

Os capins-mombaça e xaraés (Figuras 13 e 14, respectivamente) apresentaram padrões demográficos semelhantes, ambos inicialmente com gerações de perfilhos populosas, seguidos da redução na emissão de novos perfilhos a partir do 90^o dia de avaliação (19/03/2007), no final do verão. Carvalho et al. (2002), comparando duas alturas ao corte em capim-mombaça e capim-tanzânia, verificaram que existe estacionalidade na dinâmica de perfilhamento associada com a época de florescimento. Os capins-mombaça, xaraés, jaraguá e massai (Figuras 13, 14, 15 e 16, respectivamente) não apresentaram aparecimento de perfilhos aéreos durante o período experimental. Com isso, a população de perfilhos dessas gramíneas foi formada basicamente por perfilhos basilares.

No capim-jaraguá (Figura 15), foi constatado que não houve emissão de novos perfilhos a partir do 90^o dia de avaliação, evidenciando-se que a população de perfilhos dessa planta foi formada, ainda, no período de verão, sendo a segunda geração de perfilhos responsável pela maior parte dos perfilhos. Quanto ao capim-massai (Figura 16), este foi o único a apresentar todas as gerações formadas exclusivamente por perfilhos basilares, com números elevados de perfilhos, particularmente da segunda e terceira gerações. Os demais capins, gordura, aruana e marandu (Figuras 17, 18 e 19, respectivamente), apresentaram contribuição de perfilhos aéreos para a população total de perfilhos, e nos capins-gordura e aruana essa participação foi mais evidente, inclusive definindo o padrão demográfico da população total. O capim-aruana foi o único *P. maximum* a apresentar perfilhamento aéreo durante todo o período experimental. O capim-marandu exibiu todas as gerações de perfilhos, contribuindo para o número total de perfilhos, sendo a primeira e segunda gerações representadas por perfilhos basilares e a última geração por perfilhos aéreos; essa classe de perfilhos foi

mais evidente no outono, após o período reprodutivo. Difante et al. (2008), trabalhando com o capim-marandu sob duas alturas e três intervalos de corte, observaram que o maior aparecimento de perfilhos aéreos ocorreu no início do florescimento, após a decapitação dos perfilhos basilares.

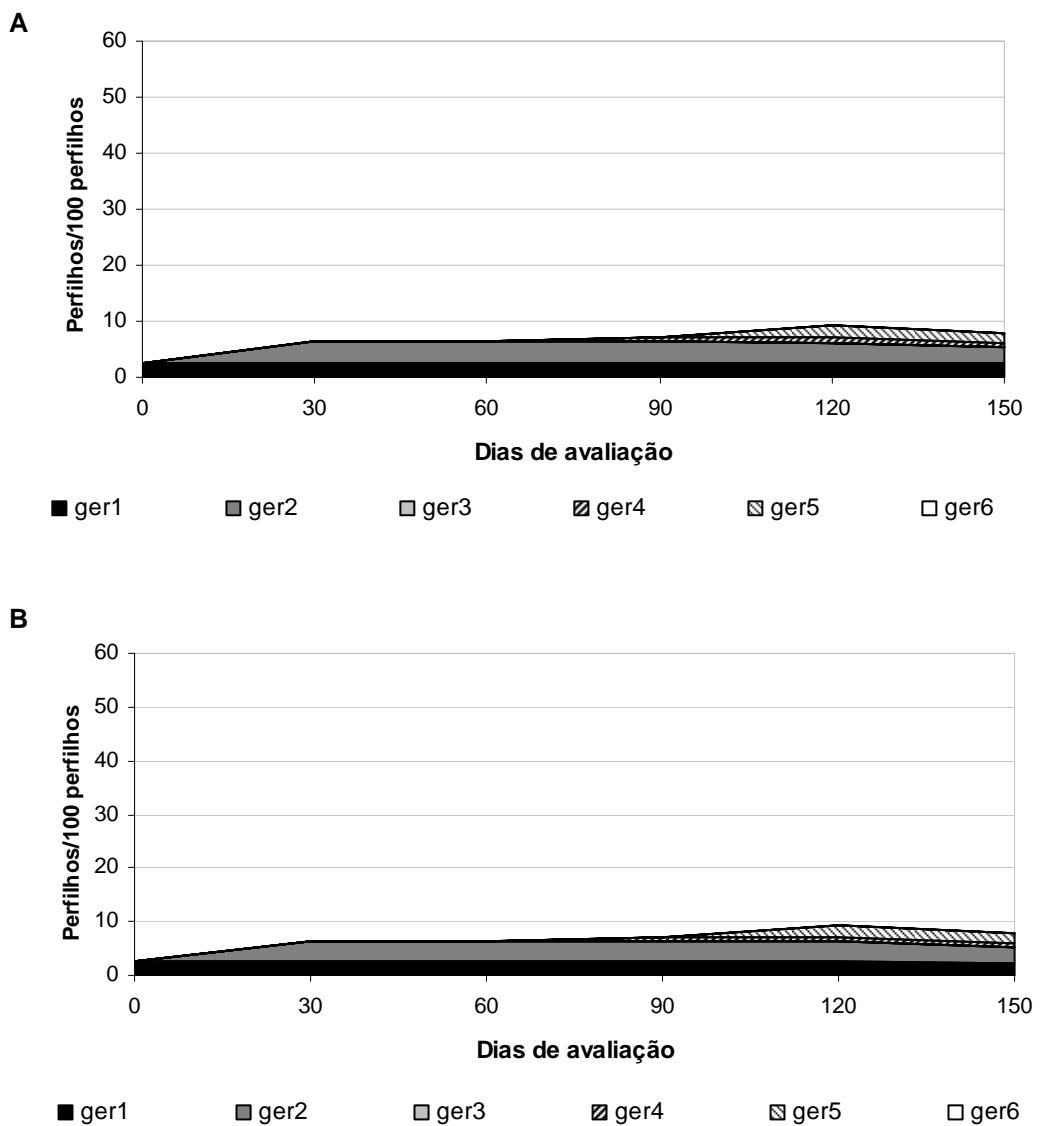


Figura 13 – Padrão demográfico do perfilhamento do capim-mombaça sob crescimento livre durante todo o período experimental: A – Número de perfilhos basilares e B – Número total de perfilhos.

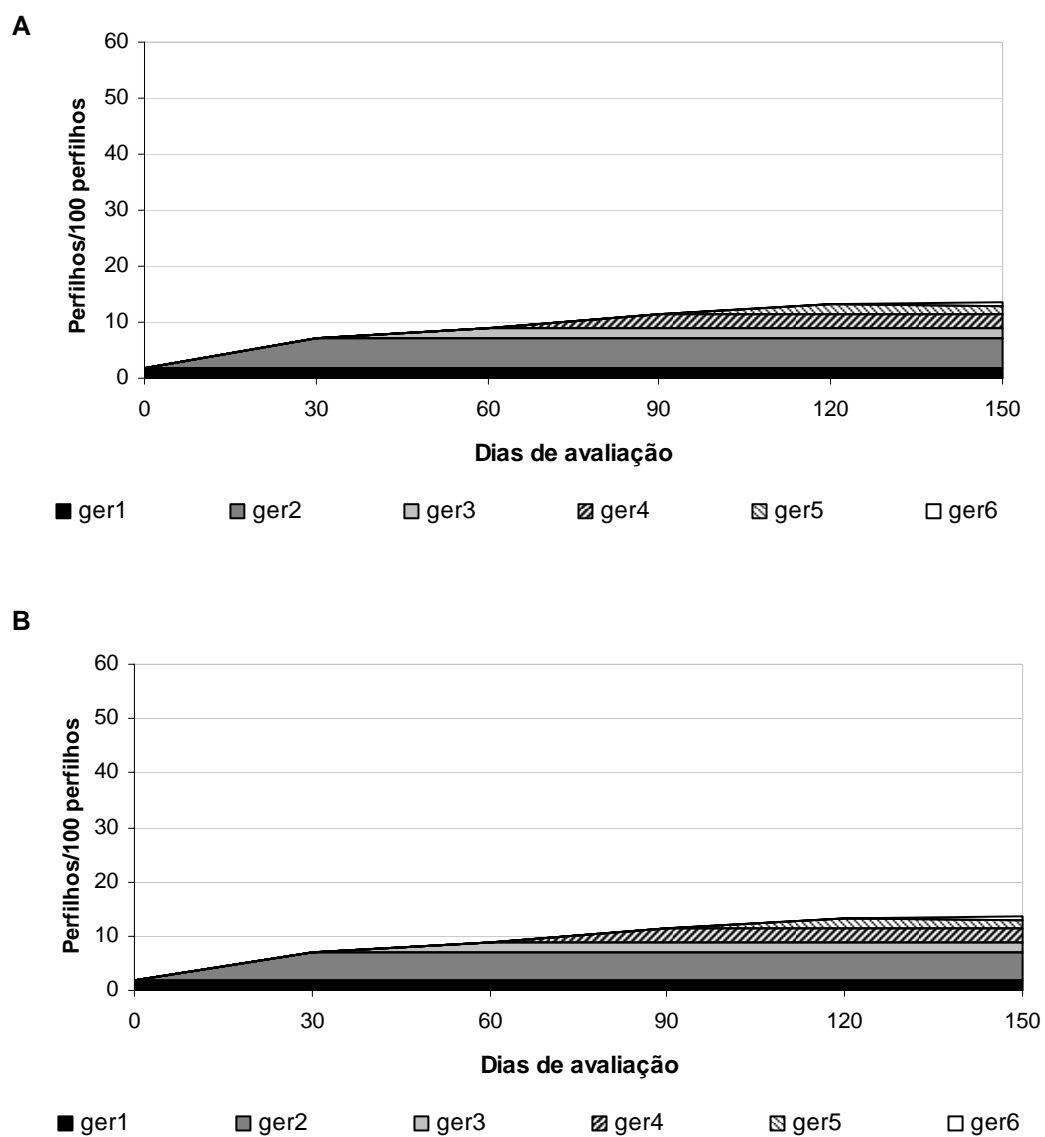


Figura 14 – Padrão demográfico do perfilhamento do capim-xaraés sob crescimento livre durante todo o período experimental: A – Número de perfilhos basiliares e B – Número total de perfilhos.

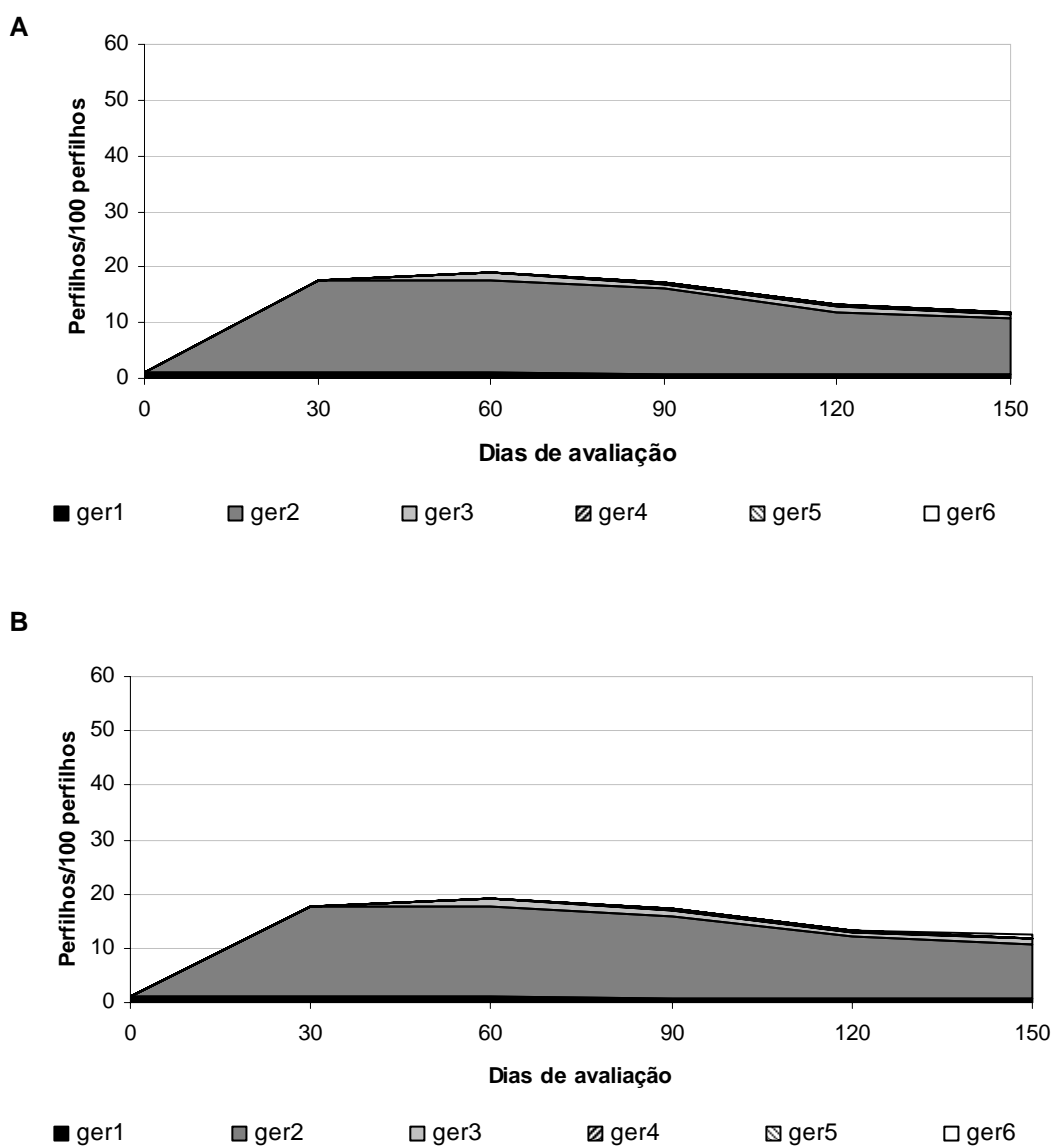


Figura 15 – Padrão demográfico do perfilhamento do capim-jaraguá sob crescimento livre durante todo o período experimental: A – Número de perfilhos basiliares e B – Número total de perfilhos.

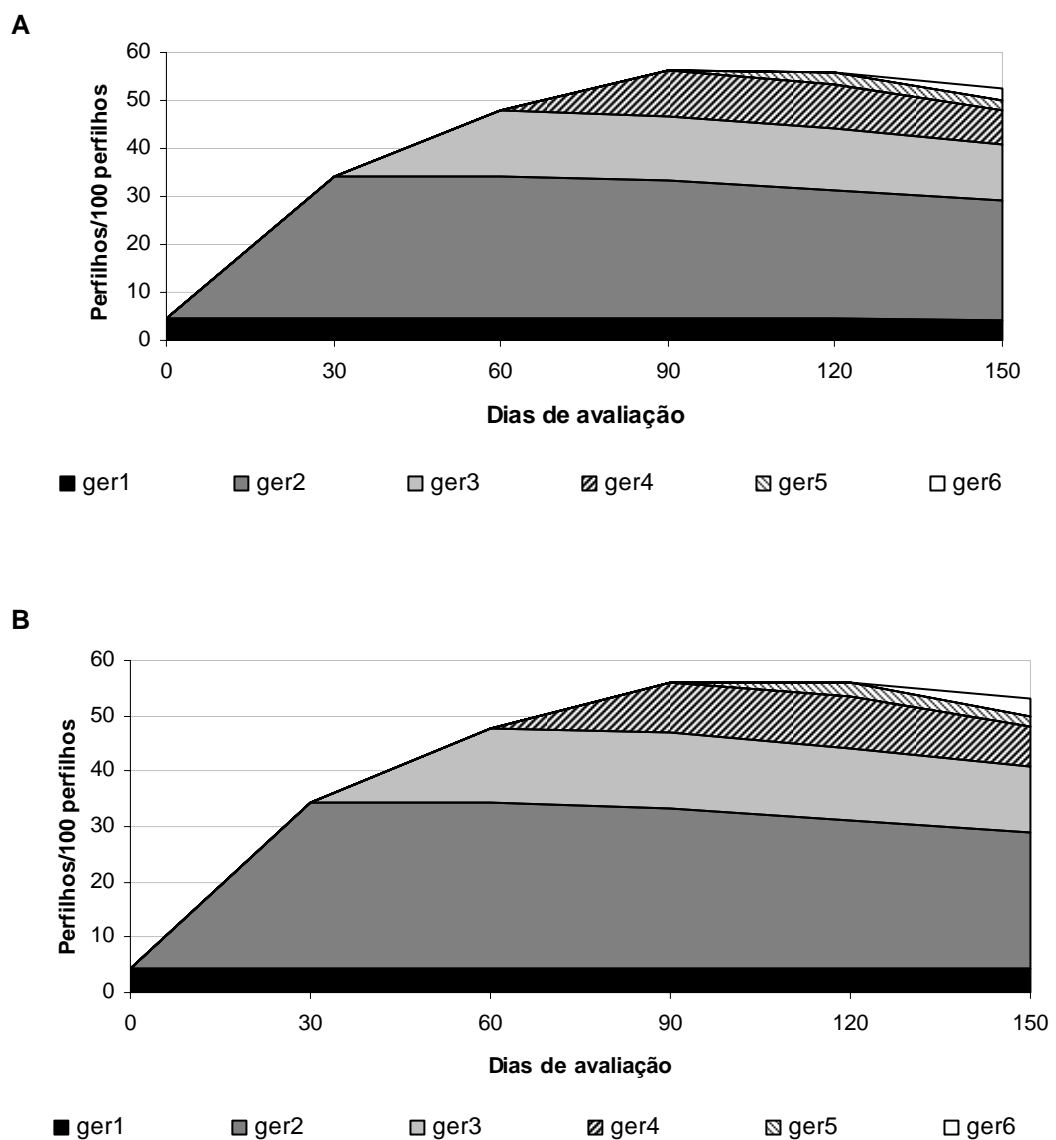


Figura 16 – Padrão demográfico do perfilhamento do capim-massai sob crescimento livre durante todo o período experimental: A – Número de perfilhos basiliares e B – Número total de perfilhos.

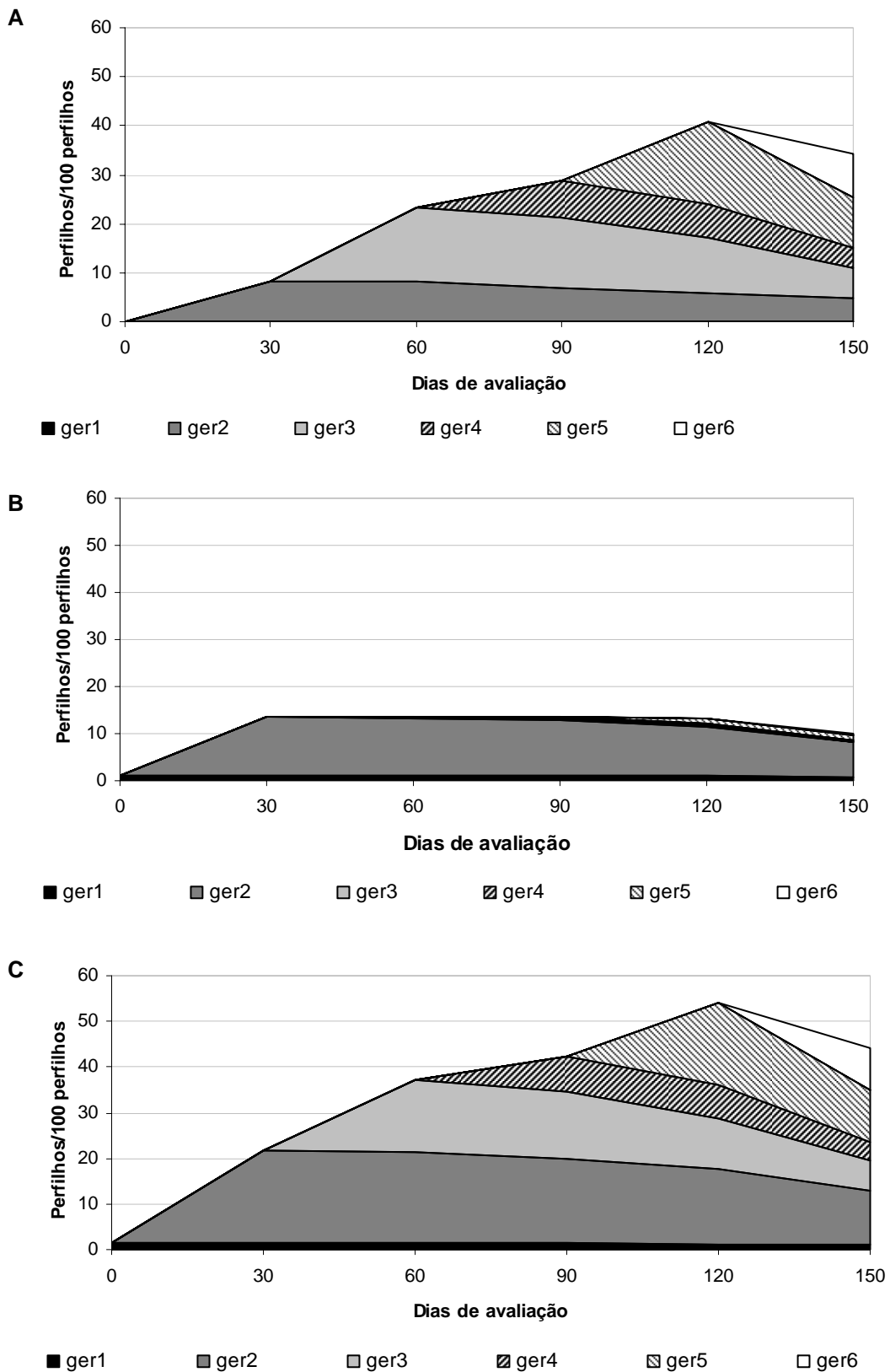


Figura 17 – Padrão demográfico do perfilhamento do capim-gordura sob crescimento livre durante todo o período experimental: A – Número de perfilhos aéreos, B – Número de perfilhos basiliares e C – Número total de perfilhos (aéreos + basiliares).

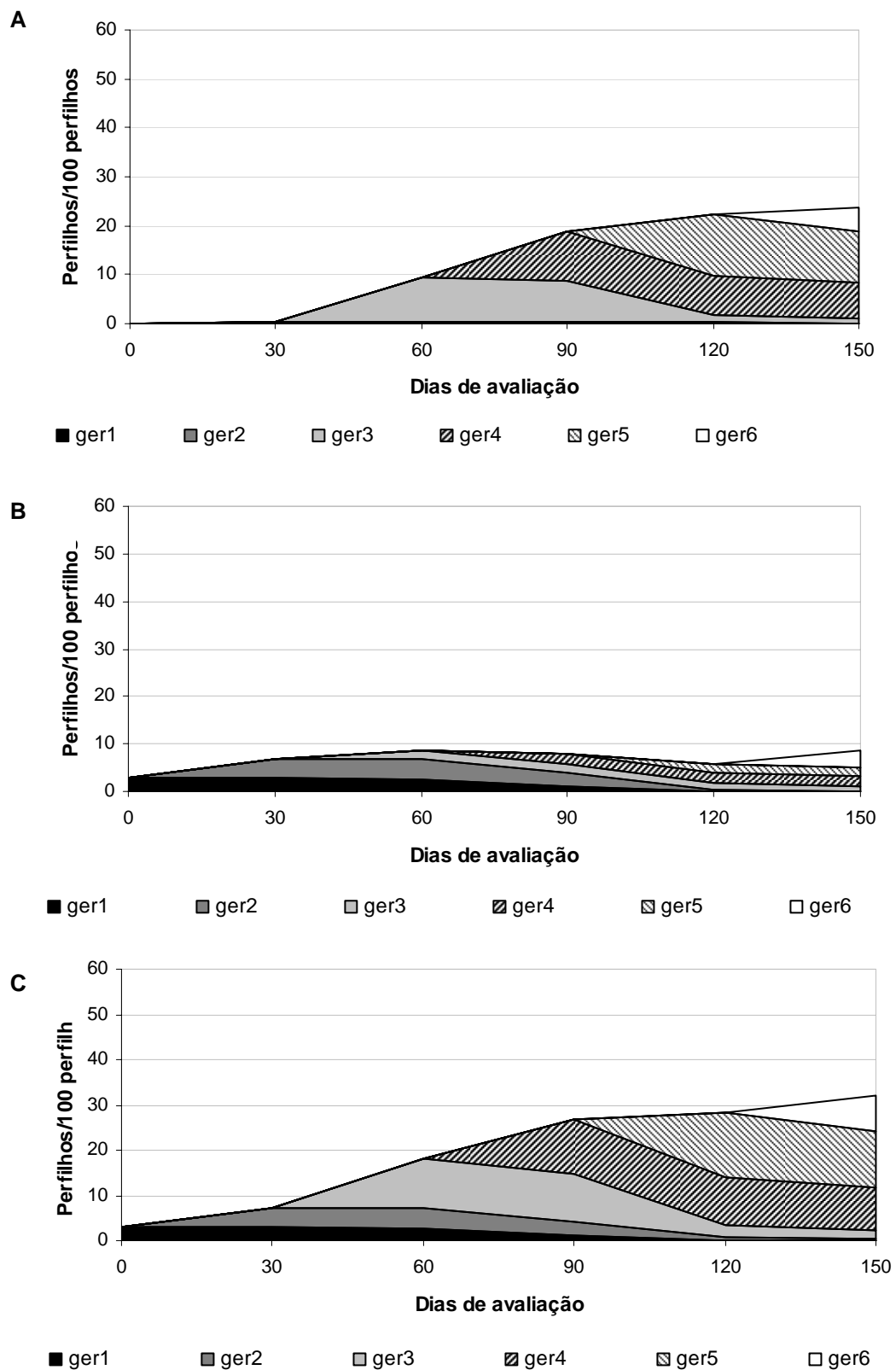


Figura 18 – Padrão demográfico do perfilhamento do capim-aruana sob crescimento livre durante todo o período experimental: A – Número de perfilhos aéreos, B – Número de perfilhos basilares e C – Número total de perfilhos (aéreos + basilares).

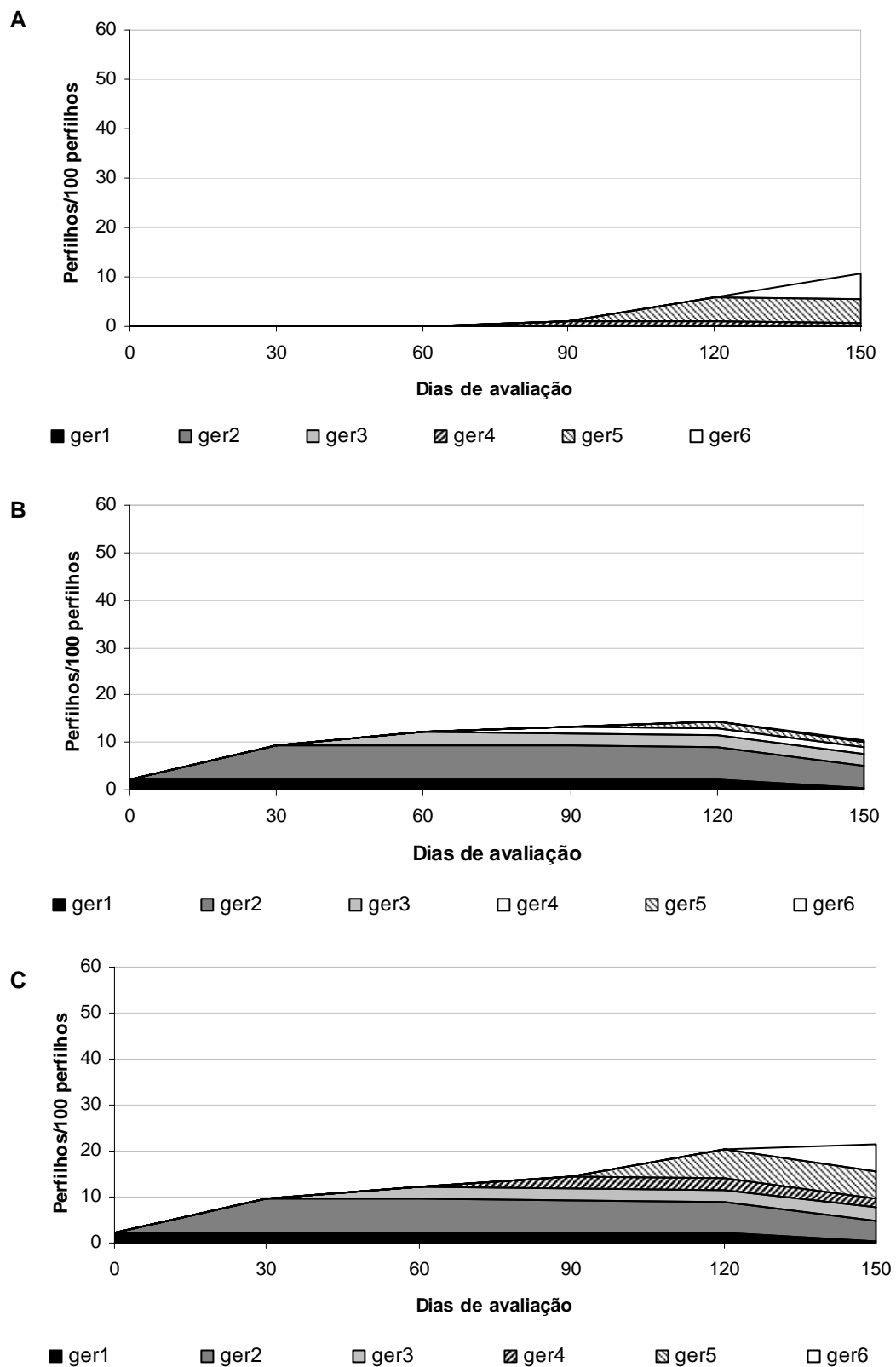


Figura 19 – Padrão demográfico do perfilhamento do capim-marandu sob crescimento livre durante todo o período experimental: A – Número de perfilhos aéreos, B – Número de perfilhos basilares e C – Número total de perfilhos (aéreos + basilares).

4.4. Características morfogênicas e estruturais de perfilhos basilares

A análise de fatores tem por objetivo a estruturação e simplificação de dados originais, em que um número relativamente grande de variáveis possa ser representado por um número menor, expresso por combinações lineares dos dados originais, conservando-se o máximo possível de suas informações. Nesta análise, é considerado que cada variável analisada possa ser explicada por um conjunto de fatores comuns e por um fator específico. O peso, ou carga fatorial de cada fator comum, é estimado de forma que fatores, em função das variáveis sobre as quais incidem, passem a ter interpretação biológica. A partir daí, realiza-se análise complementar, em que os fatores comuns são expressos como combinações lineares das características avaliadas. Essas características, agrupadas em um fator, estão forte e fracamente correlacionadas entre si e fracamente com outro fator (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Das 17 variáveis analisadas, quatro foram excluídas (Filocrono, TSPA, TSPB e TSTP) da avaliação, por serem variáveis derivadas de outras e, por essa razão, altamente correlacionadas, o que poderia comprometer a identificação de variáveis que realmente contribuíram para explicar as variações do conjunto de dados. As demais variáveis foram reduzidas a quatro fatores (Tabela 3), os quais explicaram 80% da variação total, destacando-se valores de comunalidade acima de 50% em todas as variáveis avaliadas.

O fator I correlacionou-se, de maneira positiva, com as variáveis taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar, número de folhas vivas, taxa de aparecimento de perfilhos basilares e taxa de aparecimento total de perfilhos (Tabela 3). Trata-se, portanto, de um fator associado ao “desenvolvimento de massa”. O fator II correlacionou-se positivamente com as variáveis relativas às taxas de mortalidade de perfilhos aéreos, de perfilhos basilares e total de perfilhos, indicando que esse fator está altamente relacionado com a “mortalidade de perfilhos”, razão pela qual essa foi a denominação dada a esse fator. Já o fator III apresentou relação positiva com a TAIF e o CFILF, característico do estágio vegetativo da planta. Além disso, esse fator correlacionou-se de forma negativa com a

TAIC e a TApPA, característico do estágio reprodutivo. Assim, o fator III foi denominado “estádio de desenvolvimento”. O fator IV, por sua vez, correlacionou-se negativamente com a duração de vida das folhas e positivamente com a taxa de senescência foliar, indicando “longevidade foliar”.

Tabela 3 – Cargas fatoriais e comunalidades das características morfogênicas e de perfilhamento basilar

| Variável | Fator | | | | Comunalidade |
|--------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|--------------|
| | I | II | III | IV | |
| TApF | 0,7999 | -0,0949 | 0,0651 | 0,4314 | 0,8392 |
| TAIF | 0,7208 | -0,1244 | 0,5540 | 0,2047 | 0,8839 |
| NFV | 0,7664 | -0,2277 | 0,4043 | -0,2512 | 0,8658 |
| DVF | -0,0533 | -0,2501 | 0,2460 | -0,7713 | 0,7208 |
| TSeF | 0,2919 | -0,0869 | 0,0568 | 0,8191 | 0,7669 |
| CFiLF | 0,1527 | -0,3350 | 0,8509 | 0,0582 | 0,8629 |
| TAIC | -0,2662 | -0,4931 | -0,4315 | 0,0008 | 0,5002 |
| TApPA | 0,0720 | 0,1295 | -0,6746 | 0,2669 | 0,5482 |
| TApPB | 0,9387 | -0,0931 | 0,0699 | 0,1690 | 0,9232 |
| TApTP | 0,9037 | -0,1706 | -0,1868 | 0,1375 | 0,8996 |
| TMPA | -0,0701 | 0,8837 | -0,2488 | -0,1084 | 0,8595 |
| TMPB | -0,3622 | 0,7504 | -0,2106 | 0,2225 | 0,7881 |
| TMTP | -0,3285 | 0,8654 | -0,1799 | 0,1422 | 0,9094 |
| Comunalidade | 3,8761 | 2,6493 | 2,0820 | 1,7605 | 10,3679 |
| Varição explicada | 0,4000 | 0,2100 | 0,1100 | 0,0800 | 0,8000 |

4.4.1. Fator “desenvolvimento de massa”

O fator “desenvolvimento de massa” explicou individualmente 40% de toda a variação existente no conjunto de dados (Tabela 3). Durante o verão, o fator DesMs apresentou escores fatoriais contrastantes entre as gramíneas, em que os capins-mombaça, aruana e marandu exibiram escores fatoriais negativos (Tabela 4). Já os capins-gordura, xaraés, jaraguá e massai tiveram escores fatoriais positivos.

Tabela 4 – Médias dos escores fatoriais dos quatro fatores que descrevem as características: “desenvolvimento de massa” (DesMs), “mortalidade de perfilhos” (MorPf), “estádio de desenvolvimento” (EstDe) e “longevidade foliar” (LonFI) das sete gramíneas forrageiras avaliadas nos períodos de verão e outono

| Classe | DesMs | MorPf | EstDe | LonFI |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Verão | | | | |
| Mombaça | -0,0383 | -0,3514 | 1,5992 | 0,1855 |
| Gordura | 1,6691 | -0,4867 | -1,8420 | 0,4707 |
| Xaraés | 0,3663 | -0,3517 | 1,0971 | -0,7607 |
| Jaraguá | 2,3421 | 0,1191 | 1,0651 | 0,8472 |
| Aruana | -0,6150 | -0,7196 | -1,2601 | 0,9253 |
| Marandu | -0,2797 | -1,3073 | -0,4004 | -1,1981 |
| Massai | 0,6216 | -0,0467 | 0,4762 | -0,1547 |
| Outono | | | | |
| Mombaça | -0,7657 | -0,2660 | 0,5555 | -0,5128 |
| Gordura | -0,3080 | 1,8267 | -0,7315 | 0,0261 |
| Xaraés | -0,8781 | -0,9161 | -0,1449 | -0,4367 |
| Jaraguá | -1,0614 | -0,2217 | 0,4207 | 1,9000 |
| Aruana | -0,2451 | 2,3731 | -0,1274 | -0,4791 |
| Marandu | -0,6471 | 0,0909 | -0,8379 | -0,1654 |
| Massai | -0,6599 | -0,2160 | 0,1614 | -0,8055 |
| Análise global (verão e outono) | | | | |
| Verão | 0,6522 | -0,3815 | 0,1006 | 0,0676 |
| Outono | -0,6522 | 0,3815 | -0,1006 | -0,0676 |
| Mombaça | -0,4020 | -0,3087 | 1,0773 | -0,1636 |
| Gordura | 0,6806 | 0,6700 | -1,2868 | 0,2484 |
| Xaraés | -0,2559 | -0,6339 | 0,4761 | -0,5987 |
| Jaraguá | 0,6404 | -0,0513 | 0,7429 | 1,3736 |
| Aruana | -0,4300 | 0,8268 | -0,6938 | 0,2231 |
| Marandu | -0,2138 | -0,3715 | -0,6346 | -0,6027 |
| Massai | -0,0191 | -0,1314 | 0,3188 | -0,4801 |

O padrão de desenvolvimento de massa apresentado pode ser atribuído à forma que as gramíneas se utilizam dos recursos morfogênicos e estruturais para compor esse fator. Os capins-mombaça, aruana e marandu priorizaram o DesMs por meio de TAIF e NFV (Tabela 5), com baixo perfilhamento (Figuras 13, 18 e 19, respectivamente) e baixa TApF. Destaque para o capim-aruana, que apresentou o menor escore para esse fator (Figura 20), fato que pode ser atribuído aos baixos valores de TAIF e NFV apresentados por esse capim. Além disso, o seu florescimento foi precoce, ocorrendo com aproximadamente 54 dias depois da

transplantação, influenciando a redução do NFV (Figura 12). Fato semelhante foi registrado no capim-marandu, com valores baixos de TAIF e NFV, provavelmente resultado do florescimento precoce ocorrido aos 84 dias após a transplantação. O capim-mombaça, entre os três que apresentaram escores negativos, foi o de maior valor, fato que pode estar associado à maior TAIF e ao maior NFV registrado nessa forrageira (Tabela 5).

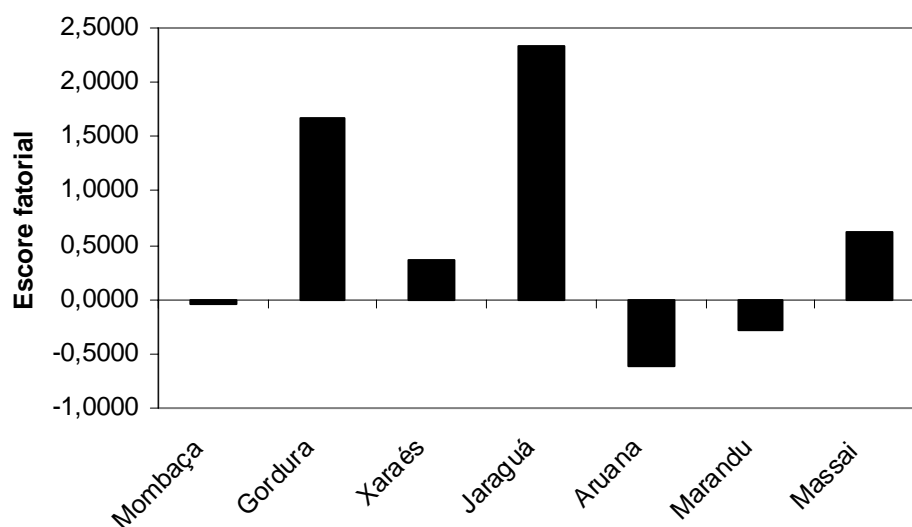


Figura 20 – Valor médio (escores fatoriais) do fator “desenvolvimento de massa” (DesMs) das sete gramíneas forrageiras avaliadas no período de verão.

Os capins-gordura, xaraés, jaraguá e massai apresentaram escores positivos para fator desenvolvimento de massa no período de verão (Tabela 4), padrão contrastante ao dos capins-mombaça, aruana e massai. Esse fato pode estar associado ao maior investimento em TApF, TApPB e TApTP como recurso para definir o fator DesMs para esse segundo grupo de gramíneas. Destaque para o capim-jaraguá, que apresentou o maior escore (Figura 20), reflexo dos valores elevados das variáveis TApF, TApPB e TApTP (Tabela 5). Além dessas variáveis, a TAIF também contribuiu para os escores elevados, uma vez que a TAIF se correlaciona positivamente com a produção de biomassa (HORST et al., 1978). O capim-gordura também apresentou escore elevado, devido aos valores apresentados para as variáveis TApF, TApPB e TApTP, esta última com valor superior à TApTP do

capim-jaraguá, uma vez que para a TApTP do capim-gordura houve contribuição da TApPA. Os capins-massai e xaraés exibiram escores inferiores àqueles dos capins-jaraguá e gordura, provavelmente devido aos mais baixos valores de TApPB e TApTP (Tabela 5). Provavelmente, a maior taxa de aparecimento de perfilhos para os capins-jaraguá e gordura esteja relacionada aos valores elevados de TApF, uma vez que esta é responsável pelo número potencial de pontos para o aparecimento de novos perfilhos (DAVIES, 1974).

Tabela 5 – Média das variáveis morfogenéticas e estruturais de perfilhos basilares das sete gramíneas avaliadas nos períodos de verão e outono

| Época | Variável | Gramínea | | | | | | |
|--------|---------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | Mombaça | Gordura | Xaraés | Jaraguá | Aruana | Marandu | Massai |
| Verão | TApF ¹ | 0,0890 | 0,1504 | 0,0823 | 0,1813 | 0,0776 | 0,0663 | 0,0907 |
| | TAIF ² | 5,6467 | 2,1783 | 4,5617 | 9,8450 | 2,0803 | 2,0425 | 3,0917 |
| | NFV ³ | 5,3333 | 5,1111 | 6,3333 | 7,5000 | 1,6944 | 4,5833 | 4,8333 |
| | DVF ⁴ | 60,4617 | 39,7683 | 76,7900 | 40,8217 | 16,4450 | 78,2208 | 52,3133 |
| | TSeF ⁵ | 0,1810 | 0,3024 | 0,1093 | 0,2969 | 0,1107 | 0,0871 | 0,1753 |
| | CFiLF ⁶ | 52,4217 | 14,3411 | 47,7900 | 49,0533 | 25,5233 | 29,8325 | 32,9667 |
| | TAIC ⁷ | 0,2933 | 0,5794 | 0,3817 | 0,3900 | 1,1329 | 0,7817 | 0,0733 |
| | TApPA ⁸ | 0,0000 | 0,0425 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0325 | 0,0000 | 0,0000 |
| | TApPB ⁹ | 0,0246 | 0,1162 | 0,0468 | 0,1865 | 0,0210 | 0,0471 | 0,0842 |
| | TApTP ¹⁰ | 0,0246 | 0,1933 | 0,0468 | 0,1865 | 0,0585 | 0,0484 | 0,0842 |
| | TMPA ¹¹ | 0,0000 | 0,0010 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0005 | 0,0000 | 0,0000 |
| | TMPB ¹² | 0,0000 | 0,0003 | 0,0000 | 0,0012 | 0,0049 | 0,0001 | 0,0002 |
| | TMTTP ¹³ | 0,0000 | 0,0008 | 0,0000 | 0,0012 | 0,0025 | 0,0001 | 0,0002 |
| Outono | TApF | 0,0441 | 0,0715 | 0,0382 | 0,1088 | 0,0406 | 0,0235 | 0,0424 |
| | TAIF | 1,4078 | 0,3797 | 0,6150 | 1,6015 | 1,1615 | 0,3981 | 0,5142 |
| | NFV | 3,8167 | 2,0833 | 2,9167 | 2,6167 | 2,7500 | 3,1444 | 3,9048 |
| | DVF | 75,1317 | 23,6667 | 68,4017 | 23,8828 | 48,6500 | 69,1556 | 80,3571 |
| | TSeF | 0,0946 | 0,1157 | 0,1224 | 0,3063 | 0,0861 | 0,1651 | 0,1041 |
| | CFiLF | 39,9918 | 6,7914 | 28,9608 | 35,3600 | 24,9265 | 22,4757 | 28,0732 |
| | TAIC | 0,6032 | 0,2650 | 0,7192 | 0,7972 | 0,3972 | 0,5142 | 0,4710 |
| | TApPA | 0,0000 | 0,0135 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0178 | 0,0518 | 0,0000 |
| | TApPB | 0,0049 | 0,0022 | 0,0035 | 0,0000 | 0,0255 | 0,0026 | 0,0014 |
| | TApTP | 0,0049 | 0,0100 | 0,0035 | 0,0000 | 0,0135 | 0,0130 | 0,0016 |
| | TMPA | 0,0000 | 0,0086 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0107 | 0,0007 | 0,0000 |
| | TMPB | 0,0031 | 0,0066 | 0,0004 | 0,0054 | 0,0099 | 0,0055 | 0,0026 |
| | TMTTP | 0,0031 | 0,0081 | 0,0004 | 0,0054 | 0,0099 | 0,0047 | 0,0026 |

1- Taxa de aparecimento de folhas (folhas/perfilho.dia); 2- taxa de alongamento de folhas (cm/perfilho.dia); 3- Número de folhas vivas (folhas/perfilho); 4- Duração de vida da folha (Dias); 5- Taxa de senescência foliar (cm/perfilho.dia); 6- Comprimento final da folha (cm/perfilho); 7- Taxa de alongamento de colmo (cm/perfilho.dia); 8- Taxa de aparecimento de perfilho aéreo (perfilhos/perfilho.dia); 9- Taxa de aparecimento de perfilhos basilares (perfilhos/perfilho.dia); 10- Taxa de aparecimento total de perfilhos (perfilhos/perfilho.dia); 11- Taxa de mortalidade de perfilhos aéreos (perfilhos/perfilho.dia); 12- Taxa de mortalidade de perfilhos basilares (perfilhos/perfilho.dia); 13- Taxa de mortalidade total de perfilhos (perfilhos/perfilho.dia).

As características morfogênicas são afetadas por fatores do meio ambiente (LEMAIRE; CHAPMAM, 1996). Com a mudança de estação, de verão para outono, ocorre redução no fotoperíodo, na temperatura e precipitação (Figura 3), influenciando o balanço hídrico (Figura 4). Com isso, todas as gramíneas apresentaram padrão negativo para o desenvolvimento de massa (Figura 21), havendo redução em todas as características que determinam o DesMs (Tabela 5), independentemente de serem relacionadas com o desenvolvimento e tamanho de perfilhos individuais (alongamento de folhas e número de folhas por perfilho – acúmulo de massa por investimento em massa por perfilho) ou com o desenvolvimento e tamanho da população de perfilhos e renovação de folhas destes (perfilhamento e aparecimento de folhas – acúmulo de massa por investimento em população).

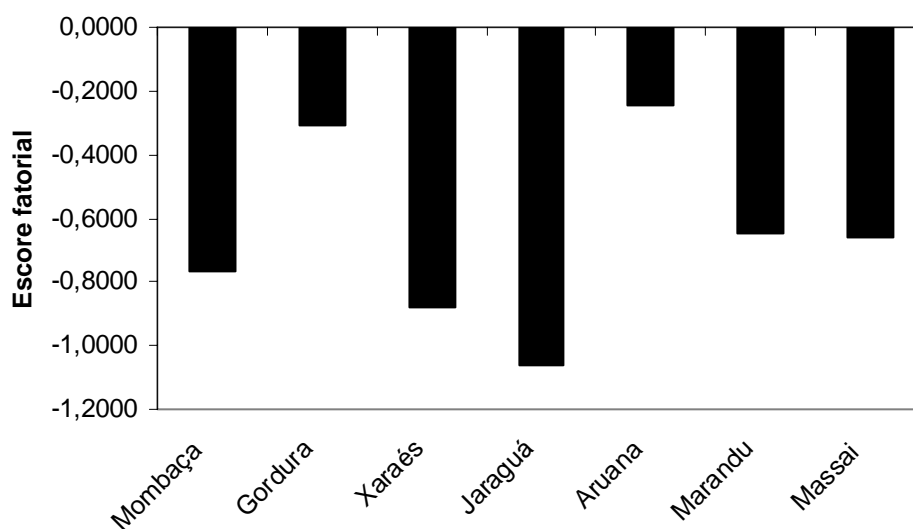


Figura 21 – Valor médio (escores fatoriais) do fator “desenvolvimento de massa” (DesMs) das sete gramíneas forrageiras avaliadas no outono.

A resposta da TApF a qualquer variação de temperatura percebida pelo meristema apical é imediata (PEACOCK, 1975). Redução na temperatura promove redução na TApF, o que ocasiona redução no perfilhamento, fato esse registrado neste experimento (Tabela 5). Aliado a

isso ocorreram também reduções na TAIF (PEACOCK, 1975; LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000), influenciadas pelo balanço hídrico negativo (Figura 4).

Os capins-mombaça, xaraés e jaraguá foram os mais afetados no período de outono, apresentando os menores escores de desenvolvimento de massa (Tabela 4), quando comparados com os escores de verão e das demais gramíneas durante o outono. Houve redução drástica nas variáveis TAIF, NFV, TApPB e TApTP (Tabela 5), principalmente para o capim-jaraguá, que não apresentou perfilhamento no outono, fato indicativo de elevada estacionalidade de produção. Os capins-marandu e massai apresentaram padrão de DesMs intermediário aos das demais gramíneas, mas, no entanto, bastante similar entre si (Figura 21), mostrando semelhança em todas as variáveis integrantes do fator desenvolvimento de massa (Tabela 5).

Durante o outono, os maiores escores fatoriais foram obtidos dos capins-aruaana e gordura (Tabela 4), conseqüência dos valores elevados de TApF e TApTP para esses capins (Tabela 5), conferindo a essas gramíneas maior desenvolvimento de massa, em comparação com as outras. Esse padrão pode ter estado associado à emissão de perfilhos aéreos dessas gramíneas (Figuras 17 e 18), que asseguraram produção de folhas vivas mesmo durante o estágio reprodutivo.

Considerando todo o período de avaliação, verão e outono conjuntamente (Figura 22), observou-se que, no verão, o desenvolvimento de massa apresentou escore positivo; no outono negativo, esse fator é afetado diretamente pelas condições climáticas durante todo o período de avaliação (Figuras 3 e 4). Os capins-jaraguá e gordura foram os únicos a apresentar escores positivos (Figura 22), reflexo do padrão consistente de DesMs caracterizado por maiores TApF no verão e outono. Os capins-xaraés e massai, apesar de apresentarem escores positivos no verão (Tabela 3), mudaram o padrão de DesMs durante o outono, mudança essa tão pronunciada que predominou na análise global (Figura 22). Os demais capins mantiveram o comportamento do período de outono, pois os escores fatoriais daquelas gramíneas que apresentaram valores positivos no verão não foram suficientemente grandes para manter esse padrão durante todo o período de avaliação, indicando forte estacionalidade de produção.

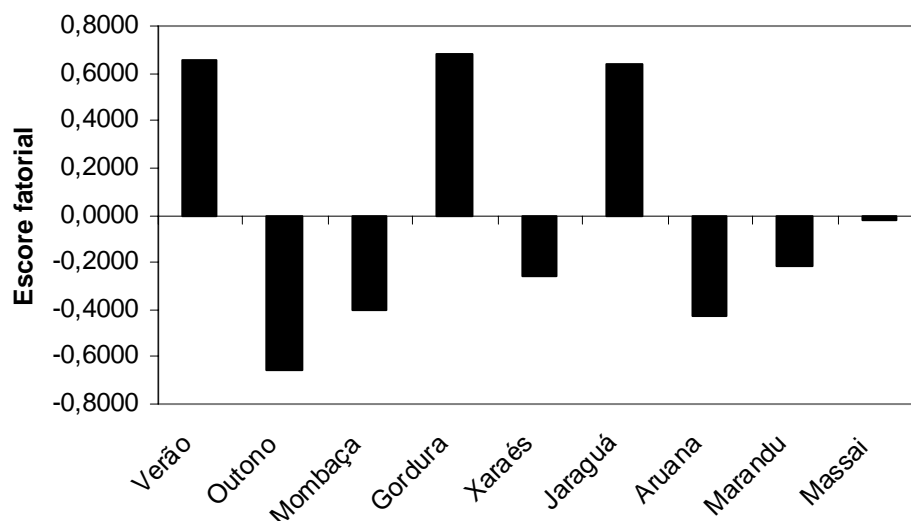


Figura 22 – Avaliação global do valor médio (escores fatoriais) do fator “desenvolvimento de massa” (DesMs) das sete gramíneas forrageiras avaliadas nos períodos de verão e outono.

Esse padrão de DesMs implica dizer que as gramíneas necessitam de manejo diferenciado, dependendo da época do ano, pois, como observado, escores positivos para o desenvolvimento de massa ocorrem no verão, período em que o fluxo de tecido da planta é mais elevado. De maneira geral, o que se pôde observar foi que a associação dessas variáveis (TApF, TAIF, NFV, TApPB e TApTP) permitiu definir gramíneas contrastantes com relação ao desenvolvimento de massa dentro de cada período de avaliação e, também, identificar gramíneas, mesmo que de gêneros diferentes, mas com padrões de DesMs semelhantes. Esse conhecimento pode subsidiar o planejamento e desenvolvimento de estratégias de manejo para processos mais complexos de avaliação de gramíneas, como resposta da planta quanto à produção e ao pastejo em épocas diferentes do ano.

4.4.2. Fator “mortalidade de perfilhos”

Os perfilhos possuem tempo de vida limitado e sujeito à variação de acordo com os fatores bióticos e abióticos. Por essa razão, foi observada mortalidade de perfilhos durante o período experimental, sendo essa a

principal característica determinante desse segundo fator, que explicou 21% de toda a variação do conjunto de dados.

Os escores fatoriais da maioria das gramíneas avaliadas durante o período de verão foram negativos, exceto para o capim-jaraguá, que apresentou escore fatorial positivo (Tabela 4). No entanto, pode-se considerar que todos os capins apresentaram baixa mortalidade de perfilhos nesse período, uma vez que o escore apresentado pelo capim-jaraguá foi baixo, próximo de zero (Figura 23). Provavelmente, esse fato seja consequência do método de estudo utilizado (crescimento livre), já que o pastejo é a maior causa de mortalidade de perfilhos.

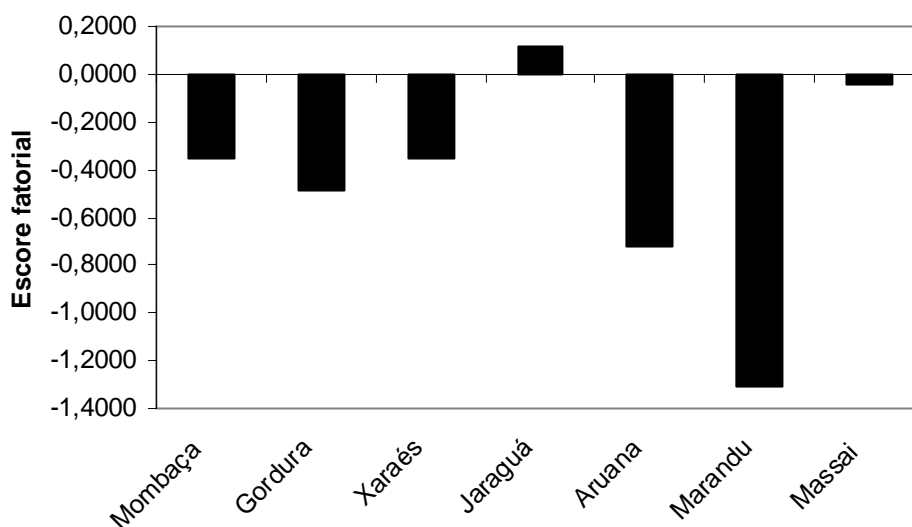


Figura 23 – Valor médio (escores fatoriais) do fator “mortalidade de perfilhos” (MorPf) das sete gramíneas forrageiras avaliadas no período de verão.

No outono, os capins-gordura, aruana e marandu apresentaram escores positivos e os capins-mombaça, xaraés jaraguá e massai, escores negativos (Tabela 4), indicando padrão diferenciado entre esses dois grupos de plantas, quanto à mortalidade de perfilhos nessa época do ano (Figura 24).

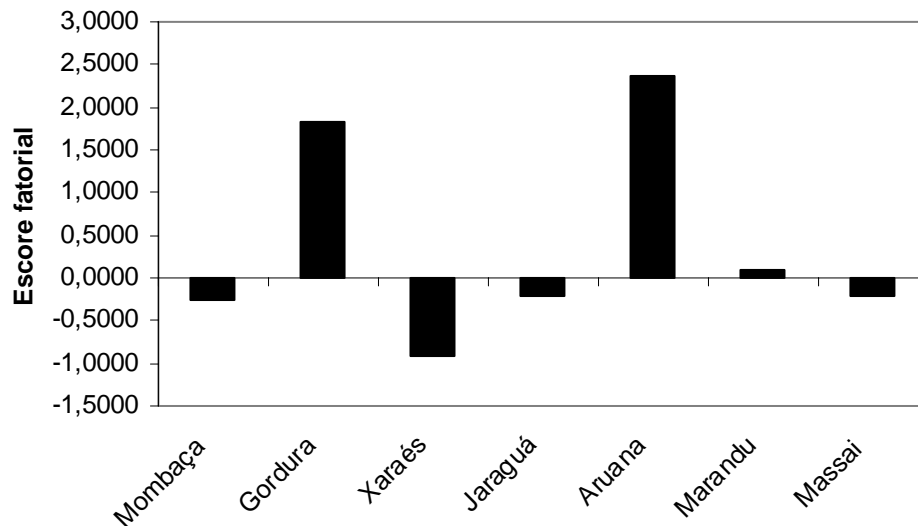


Figura 24 – Valor médio (escores fatoriais) do fator “mortalidade de perfilhos” (MorPf) das sete gramíneas forrageiras avaliadas no período de outono.

O padrão de mortalidade de perfilhos dos capins-gordura, aruana e marandu provavelmente esteja associado, principalmente, à presença de perfilhos aéreos e à sua mortalidade. A mortalidade desses perfilhos pode ter sido acentuada pelo florescimento precoce apresentado pelos capins-aruaana e marandu (Tabela 2), sendo o escore do capim-aruaana mais alto, uma vez que apresentou maiores valores de TMPA, TMPB e TMTP (Tabela 5).

Quanto ao capim-gordura, o florescimento foi o mais tardio de todos, apresentando inflorescência no final do período experimental. Com isso, a contribuição do florescimento para mortalidade de perfilho foi efêmera. Provavelmente a alta densidade de perfilhos apresentada por esse capim, principalmente pela presença de perfilhos aéreos, que têm baixa longevidade, sendo mais suscetíveis às variações ambientais (Figura 17), tenha contribuído, de forma mais efetiva, para a mortalidade de perfilhos, uma vez que a elevada densidade populacional de perfilhos pode se tornar causa importante da morte de perfilhos em pastagens, pois promove balanço negativo no suprimento de carbono gerado pela competição por luz no dossel forrageiro (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Os capins-mombaça, xaraés, jaraguá e massai apresentaram escores negativos para mortalidade de perfilhos no outono (Figura 24). Essas gramíneas não exibiram perfilhos aéreos (Tabela 5). Com isso, não houve contribuição dessa categoria de perfilhos para o fator MorPf. Além disso, essas gramíneas tiveram florescimento tardio (Tabela 2), não havendo mortalidade de perfilhos devido ao efeito do florescimento. O padrão de MorPf apresentado pelos capins-mombaça, xaraés, jaraguá e massai indica maior longevidade de perfilhos para essas gramíneas, contrastando com o padrão mostrado pelos capins-gordura, aruana e marandu.

Na análise conjunta, verão e outono, para mortalidade de perfilhos observou-se escore negativo no verão e positivo no outono (Figura 25), implicando maior longevidade de perfilhos no período de verão e maior mortalidade de perfilhos no outono. Esse fato pode ter sido resultado da forte influência do florescimento sobre a morte de perfilhos.

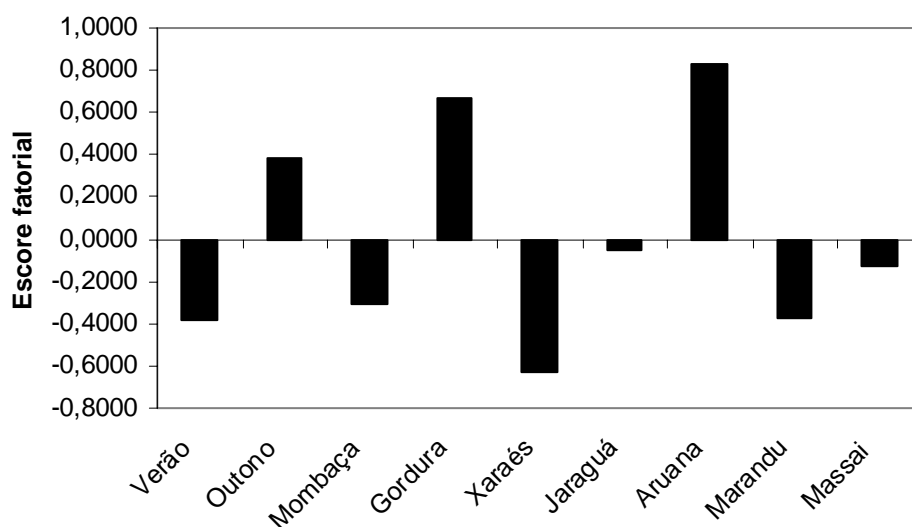


Figura 25 – Avaliação global do valor médio (escores fatoriais) do fator “mortalidade de perfilhos” (MorPf) das sete gramíneas forrageiras avaliadas nos períodos de verão e outono.

Os capins-gordura e aruana foram os únicos que mantiveram os escores positivos na avaliação global, devido à produção significativa de aéreos que possuem baixa longevidade, favorecendo a mortalidade de perfilhos. Os demais capins apresentaram padrão antagônico para o fator MorPf, pois não exibiram perfilhos aéreos ou quando o fez, no caso do capim-marandu, o efeito da mortalidade desses perfilhos não foi o suficiente para manter o escore positivo na avaliação global.

Assim como no fator DesMs, o fator MorPf permitiu a identificação de gramíneas com padrão de MorPf contrastantes entre períodos avaliados. Pode-se inferir que as gramíneas respondem, de forma diferenciada, às mudanças ambientais quanto à mortalidade de perfilhos, exigindo estratégias de desfolhações adequadas à sua condição fisiológica em determinada época do ano que permitam a maximização da colheita de forragem em detrimento da perda por morte de perfilhos.

4.4.3. Fator “estádio de desenvolvimento”

O estágio de desenvolvimento da gramínea afeta diretamente a quantidade e qualidade da biomassa produzida, ressaltando-se que, quando a planta se encontra no seu estágio vegetativo, a forragem produzida apresenta melhor valor nutritivo do que no estágio reprodutivo. Além disso, durante o processo de transição de um estágio para outro a planta poderá vir a sofrer mudanças nas características estruturais.

A interação entre as variáveis TAIF, CFiLF, TAIC e TApPA deu origem ao fator estágio de desenvolvimento, o qual respondeu por 11% da variação total dos dados. Os capins-mombaça, xaraés, jaraguá e massai apresentaram escores fatoriais positivos durante o verão, contrastando com os capins-gordura, aruana e marandu, que exibiram escores negativos nesse período (Tabela 4). O primeiro grupo de gramíneas apresentou valores altos para TAIC e CFiLF (Tabela 5), característico de plantas com período vegetativo mais longo (Tabela 2). Já o segundo grupo de gramíneas mostrou valores elevados para TALC e TApPA, exceto o capim-marandu, que não apresentou perfilhos aéreos nesse período, sendo a TAIC responsável pelo escore negativo (Tabela 5).

A TAIC e a TApPA são variáveis que podem estar associadas ao estágio reprodutivo, uma vez que essas variáveis se destacam quando no florescimento das gramíneas. Fato que ficou evidenciado nos capins-aruaana e marandú, ambos com florescimento precoce (Tabela 2). No entanto, o capim-gordura foi o único dos três capins que tiveram escores negativos (Figura 26) que não floresceu precocemente, mas apresentou elevada TApPA e TAIC devido à maior densidade do dossel, causando alta competição por luz e CO₂.

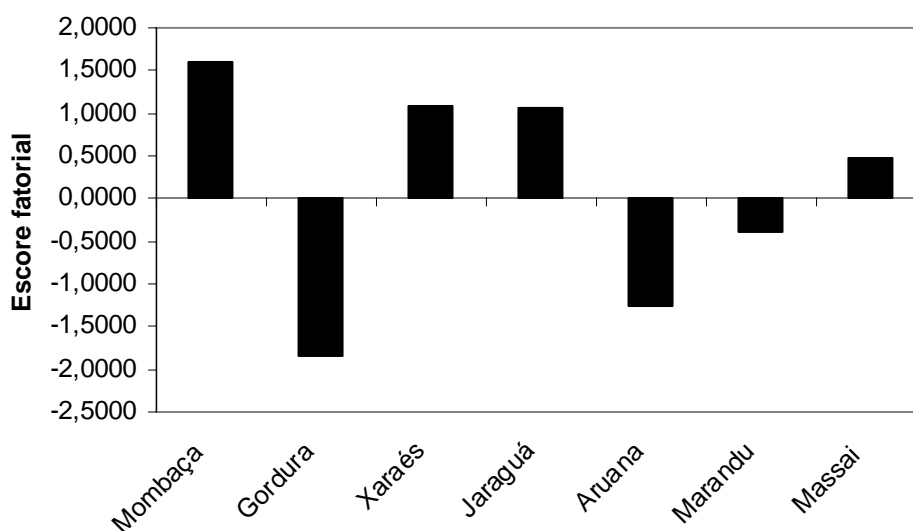


Figura 26 – Comportamento médio (escores fatoriais) do fator “estádio de desenvolvimento” (EstDe) das sete gramíneas forrageiras avaliadas durante o verão.

Com o avançar do período experimental, na estação do outono houve diminuição da temperatura e da precipitação, influenciando o balanço hídrico (Figuras 3 e 4) e, conseqüentemente, afetando o padrão de desenvolvimento das gramíneas durante esse período. O capim-xaraés foi o mais afetado, uma vez que apresentou escore fatorial positivo no verão e negativo no outono (Tabela 4), conseqüência da redução drástica nas variáveis TAIF e CFiF e do aumento da TAIC (Tabela 5), uma vez que a competição por luz se intensifica no dossel e as gramíneas aproximam-se do estágio

reprodutivo, promovendo o alongamento do colmo. As demais gramíneas mantiveram comportamento semelhante ao registrado durante o verão, havendo mudanças nos valores absolutos dos escores fatoriais (Figura 27), uma vez que houve redução nas variáveis TAIF e CFiF das gramíneas (Tabela 5).

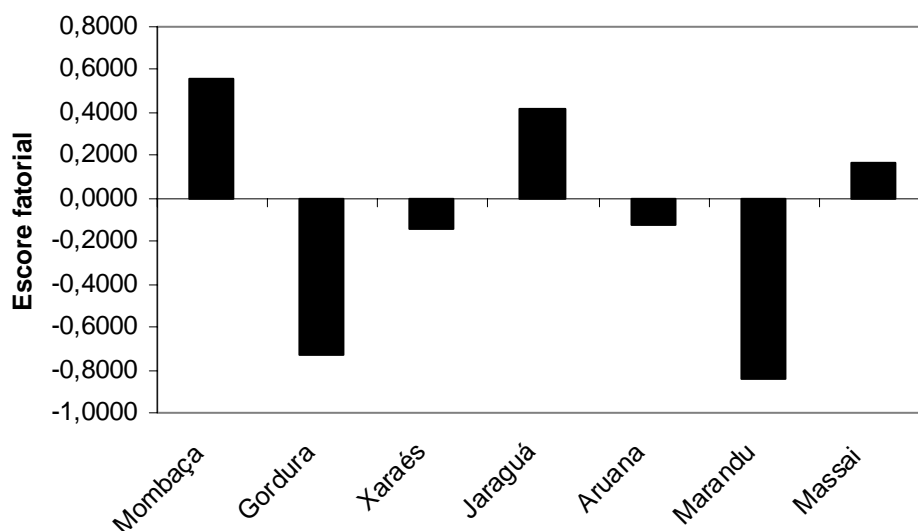


Figura 27 – Comportamento médio (escores fatoriais) do fator “estádio de desenvolvimento” (EstDe) das sete gramíneas forrageiras avaliadas durante o outono.

O estágio de desenvolvimento, na análise global, apresentou escores fatoriais positivos no verão e negativos no outono (Tabela 4), ou seja, no geral as gramíneas priorizaram a TAIF e CFiLF, representando o estágio vegetativo. Já no outono a TAIC e a TApPA prevaleceram, o que representa o estágio reprodutivo das gramíneas. No entanto, esse padrão foi pouco expressivo, uma vez que os valores em ambos os períodos foram próximos de zero (Figura 28), implicando semelhança entre os períodos para o fator estágio de desenvolvimento, exceto para o capim-xaraés. Com isso, o padrão apresentado pelas gramíneas na análise conjunta do estágio de desenvolvimento foi semelhante ao do período de verão analisado isoladamente (Figura 26), guardadas as suas devidas peculiaridades.

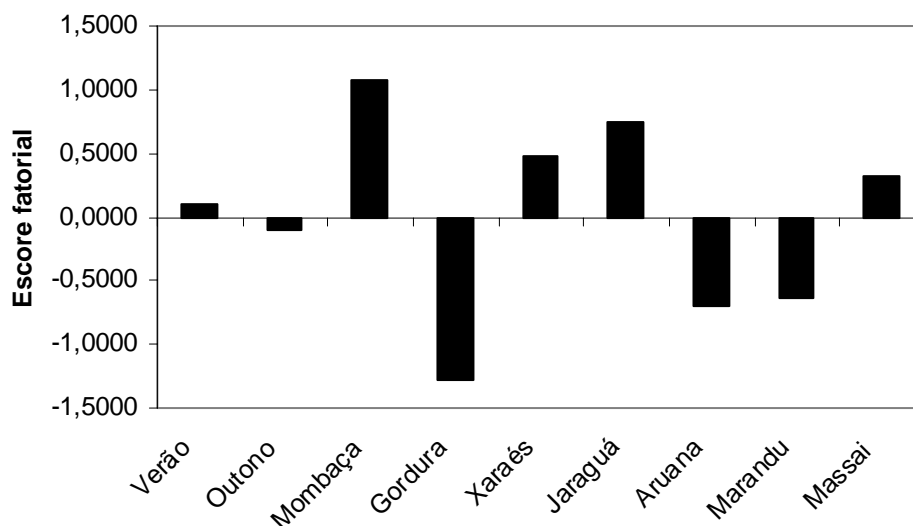


Figura 28 – Avaliação global do comportamento médio (escores fatoriais) do fator “estádio de desenvolvimento” (EstDe) das sete gramíneas forrageiras avaliadas durante o verão e o outono.

4.4.4. Fator “longevidade foliar”

A relação entre os processos de crescimento e senescência foliar define a DVF, sendo essa variável o ponto de equilíbrio entre esses dois processos (NABINGER, 1997). A interação entre a DVF e a TSeF definiu o fator longevidade foliar que responde por 8,0% da variação total dos dados.

Durante o verão, os capins-mombaça, gordura, jaraguá e aruana foram os que apresentaram escores fatoriais positivos (Tabela 4), contrastando com os capins-xaraés, marandu e massai, que tiveram escores negativos (Figura 29). Esse padrão apresentado pelo fator longevidade foliar indica que, nas gramíneas de escores fatoriais positivos, ocorre predominância da TSeF em detrimento da DVF, enquanto naquelas de escores fatoriais negativos aconteceu o inverso, priorizando a DVF (Tabela 5).

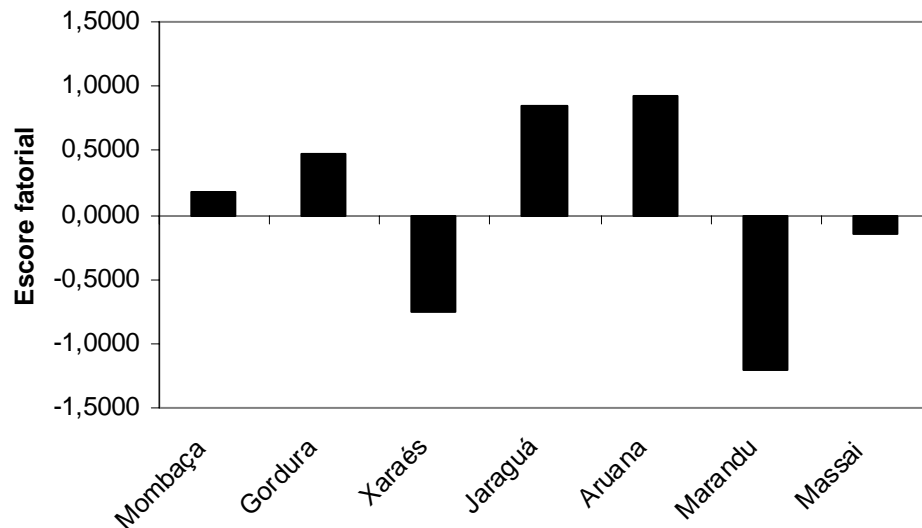


Figura 29 – Comportamento médio (escores fatoriais) do fator “longevidade foliar” (LonFI) das sete gramíneas forrageiras avaliadas no período de verão.

No outono, o contraste do fator longevidade foliar foi evidenciado pelos capins-gordura e jaraguá, que apresentaram escores positivos, indicando predominância da TSeF, entre os capins-mombaça, xaraés aruana, marandu e massai, que tiveram escores negativos, denotando maior DVF (Tabela 4). Destaque para o capim-jaraguá, que exibiu os valores mais altos de TSeF, conferindo escore fatorial elevado (Figura 30). Provavelmente o padrão apresentado tenha relação com o não-aparecimento de perfilhos para essa gramínea nesse período (Tabela 5). Com isso, os valores de TSeF registrados foram, em sua maioria, de folhas que surgiram ainda no verão, uma vez que houve redução na TApF no período de outono.

Na avaliação global, foram encontrados escores fatoriais positivos para o fator “senescência foliar” no período de verão e negativos no outono (Tabela 4), o que pode sugerir maior fluxo de tecidos para as gramíneas no período de verão, uma vez que esse período é caracterizado por temperaturas médias mais altas, maior precipitação pluvial (Figuras 3 e 4) e maior disponibilidade de radiação luminosa, sendo o inverso no outono. No entanto, esses valores foram poucos expressivos.

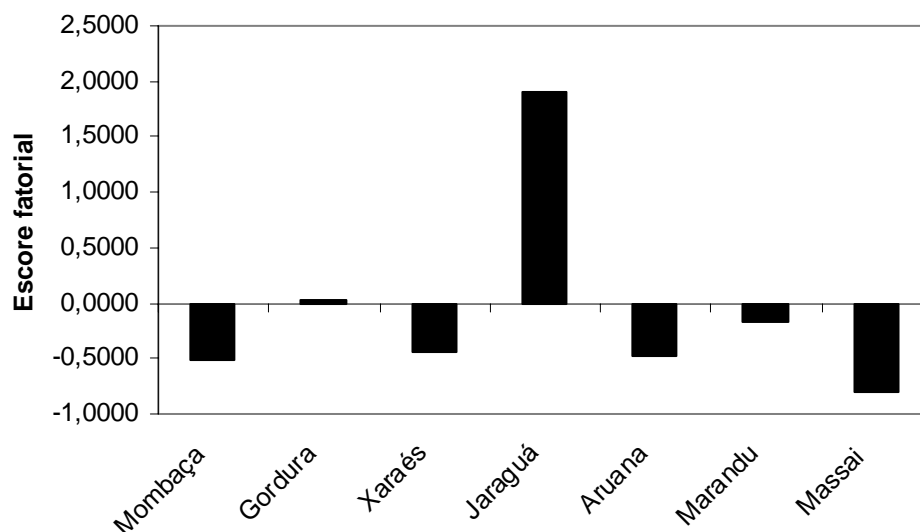


Figura 30 – Comportamento médio (escores fatoriais) do fator “longevidade foliar” (LonFI) das sete gramíneas forrageiras avaliadas no período de outono.

Na análise conjunta dos dados (Figura 31), ficou evidente o contraste do grupo de gramíneas formado pelos capins-gordura, jaraguá e aruana com escores positivos, entre o grupo de gramíneas formado pelos capins-mombaça, xaraés, marandu e massai, com escores negativos. No primeiro grupo de gramíneas, a TSeF prevaleceu, enquanto no segundo grupo a DVF foi preponderante (Tabela 5).

A longevidade foliar assume relação com o acúmulo líquido potencial de biomassa das espécies, uma vez que a DVF e TSeF afetam diretamente a produção de biomassa. Com isso, pode-se inferir que plantas que apresentam maior longevidade foliar podem ser submetidas a maior intervalo entre desfolhações, em comparação com plantas de menor longevidade foliar, permitindo manutenção de índices de área foliar próximos da maior eficiência de interceptação e máximas taxas médias de acúmulo de forragem (NABINGER; PONTES, 2001).

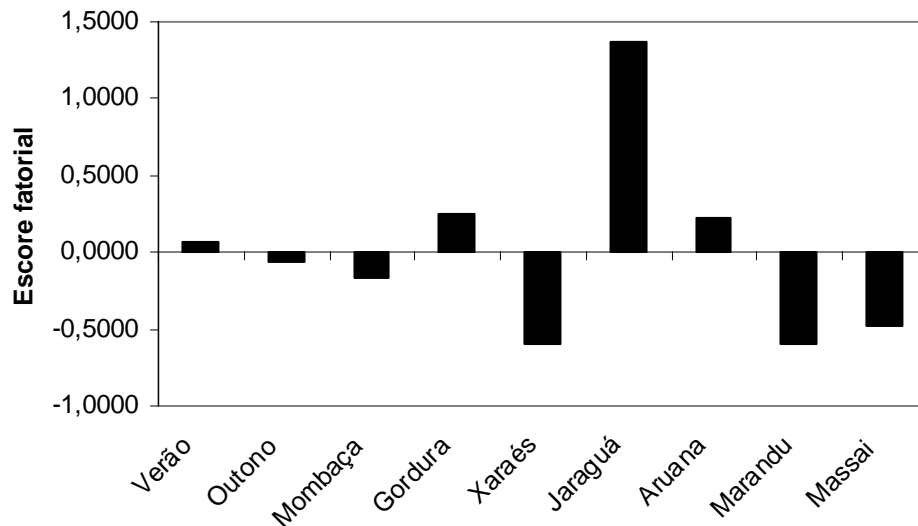


Figura 31 – Avaliação global do comportamento médio (escores fatoriais) do fator “longevidade foliar” (LonFI) das sete gramíneas forrageiras avaliadas nos períodos de verão e outono.

4.5. Características morfogênicas e estruturais de perfilhos aéreos

O mesmo procedimento adotado para as características morfogênicas e estruturais de perfilhos basilares foi adotado para os perfilhos aéreos, guardando suas devidas peculiaridades. No caso dos perfilhos aéreos foram avaliados somente os capins-gordura e aruana, uma vez que foram apenas essas gramíneas que emitiram perfilhos aéreos no período de verão. Já no período de outono, além dos capins-gordura e aruana, o capim-marandu também apresentou perfilhos aéreos. Foram utilizadas seis variáveis, as quais se reduziram a três fatores, englobando 82,3% da variação total dos dados, com valores de comunalidade acima de 50,0% para cada uma das variáveis.

O fator I correlacionou-se positivamente com as variáveis, número de folhas vivas por perfilho, duração de vida foliar e de forma negativa com a variável taxa de senescência foliar (Tabela 6), indicando que essas variáveis estão relacionadas com “longevidade foliar”, razão pela qual esse fator I foi assim denominado. O fator II correlacionou-se de maneira positiva com as variáveis taxa de alongamento foliar e comprimento final da lâmina foliar, indicando que estaria caracterizando o tamanho da folha, razão por que foi

denominado fator de “tamanho foliar”. Já o fator III apresentou correlação positiva com a taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar, número de folhas vivas e taxa de senescência foliar. Assim, esse fator foi denominado “renovação de tecidos”.

Tabela 6 – Cargas fatoriais e comunalidades das características morfogênicas de perfilhamento aéreo

| Variável | Fator | | | Comunalidade |
|--------------------------|----------------|---------------|---------------|--------------|
| | I | II | III | |
| TApF | 0,1155 | 0,0518 | 0,8864 | 0,8016 |
| TAIF | 0,1261 | 0,8097 | 0,4865 | 0,9082 |
| NFV | 0,8817 | 0,0674 | 0,3680 | 0,9173 |
| DVF | 0,8936 | 0,0884 | -0,1587 | 0,8315 |
| TSeF | -0,4966 | -0,0703 | 0,5431 | 0,5465 |
| CFiLF | 0,0567 | 0,9426 | -0,2071 | 0,9347 |
| Comunalidade | 1,8548 | 1,5641 | 1,5208 | 4,9398 |
| Varição explicada | 0,3640 | 0,2600 | 0,2090 | 0,8330 |

4.5.1. Fator “longevidade foliar”

O fator longevidade foliar explicou individualmente 36,4% da variação total dos dados dos perfilhos aéreos. Os perfilhos aéreos dos capins-gordura e aruana apresentaram padrão contrastante para esse fator durante o período de verão. Para os perfilhos aéreos do capim-gordura, o escore fatorial foi positivo e para os perfilhos aéreos do capim-aruaana, negativo (Tabela 7), subentendendo que os perfilhos aéreos do capim-gordura exibiram maior longevidade foliar que os perfilhos aéreos do capim-aruaana (Figura 32). No entanto, os valores de DVF apresentado para as duas gramíneas não foram tão discrepantes, sendo a TSeF para os perfilhos aéreos do capim-gordura mais elevada e senescendo de forma mais rápida que os perfilhos aéreos do capim-aruaana (Tabela 8). Assim, o padrão contrastante entre os perfilhos aéreos das duas gramíneas provavelmente esteja associado ao NFV, que nos perfilhos aéreos do capim-gordura foi maior, garantindo aos perfilhos aéreos dessa gramínea escores positivos.

Tabela 7 – Médias dos escores fatoriais dos três fatores que descrevem as características “longevidade foliar” (LF), “tamanho foliar” (TF) e “renovação de tecidos” (RT) dos perfilhos aéreos das duas gramíneas forrageiras avaliadas no verão e dos perfilhos aéreos das três gramíneas forrageiras avaliadas no outono

| Classe | Longevidade Foliar | Tamanho Foliar | Renovação de Tecidos |
|--|--------------------|----------------|----------------------|
| Verão | | | |
| Gordura | 0,3557 | -0,0776 | 0,8416 |
| Aruana | -0,0345 | 1,8171 | -0,5346 |
| Outono | | | |
| Gordura | -0,2602 | -0,7294 | -0,0537 |
| Aruana | 0,1766 | 0,5593 | -0,9895 |
| Marandu | 1,0609 | 0,0009 | -0,7273 |
| Avaliação global (outono e verão) | | | |
| Verão | 0,1606 | 0,8697 | 0,1535 |
| Outono | 0,2339 | -0,0635 | -0,5730 |
| Gordura | 0,0478 | -0,4035 | 0,3939 |
| Aruana | 0,0711 | 1,1882 | -0,7620 |
| Marandu | 1,0609 | 0,0009 | -0,7273 |

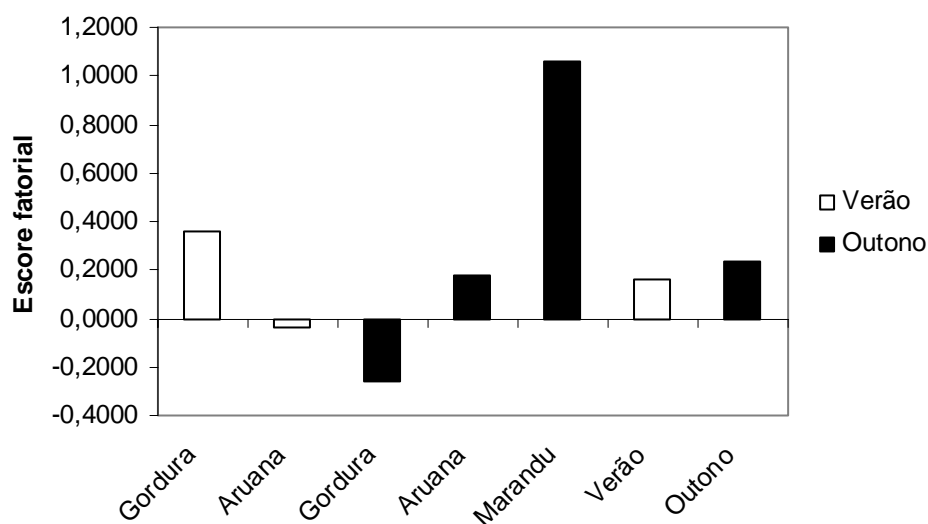


Figura 32 – Comportamento médio (escores fatoriais) do fator “longevidade foliar” (LF) de perfilhos aéreos das gramíneas forrageiras avaliadas nos períodos de verão e outono.

No outono, pôde-se observar inversão no padrão apresentado pelos perfilhos aéreos dos capins-gordura e aruana, pois no verão o escore dos perfilhos aéreos do capim-gordura era positivo, já no outono passou a negativo, e o inverso aconteceu com os perfilhos aéreos do capim-aruaana. A inversão no padrão do fator longevidade foliar para os perfilhos aéreos dessas duas gramíneas provavelmente esteja relacionada com a variável DVF, que aumentou de forma significativa para os perfilhos aéreos do capim-aruaana no período de outono (Tabela 8), uma vez que normalmente a DVF aumenta com a redução da temperatura. No entanto, esse fato não ocorreu para os perfilhos aéreos do capim-gordura, visto que o valor dessa variável foi menor em relação ao verão. Provavelmente, essa redução tenha ocorrido devido à competição por luz no dossel forrageiro, reduzindo o número de folhas vivas (Tabela 8), uma vez que esse se apresentou bastante denso durante o período experimental.

Tabela 8 – Média das variáveis morfogênicas e estruturais de perfilhos aéreos das gramíneas forrageiras avaliadas nos períodos de verão e outono

| Época | Variável | Gramínea | | |
|--------|----------|----------|---------|---------|
| | | Gordura | Aruana | Marandu |
| Verão | TApF | 0,1101 | 0,0615 | - |
| | TAIF | 1,0292 | 1,4679 | - |
| | NFV | 4,0258 | 2,2698 | - |
| | DVF | 39,1907 | 36,9563 | - |
| | TSeF | 0,2285 | 0,0547 | - |
| | CFILF | 7,5958 | 21,1989 | - |
| Outono | TApF | 0,0750 | 0,0350 | 0,0458 |
| | TAIF | 0,3088 | 0,6259 | 0,7075 |
| | NFV | 1,7757 | 1,8788 | 3,5000 |
| | DVF | 21,9125 | 52,7276 | 75,1625 |
| | TSeF | 0,1578 | 0,0795 | 0,0016 |
| | CFILF | 5,0251 | 14,9865 | 9,7500 |

Além dos perfilhos aéreos do capim-aruaana, os perfilhos aéreos do capim-marandu também apresentaram escore positivo, contrastando com os perfilhos aéreos do capim-gordura (Figura 32). Os perfilhos aéreos do

capim-gordura apresentaram valores altos para a variável TSeF e valores baixos para DVF (Tabela 8), evidenciando seu escore negativo, em comparação com os perfilhos aéreos dos capins-aruaana e marandu. Os perfilhos aéreos do capim-marandu apresentaram escore elevado quando comparado com os perfilhos aéreos do capim-aruaana, ambos com escore positivo. Isso provavelmente por causa da alta DVF e do valor mais alto para NFV (Tabela 8).

Quando esses valores são colocados numa avaliação global (Figura 32), observam-se escores positivos para ambos os períodos, evidenciando que o padrão do fator longevidade foliar é o mesmo, independentemente da época do ano.

4.5.2. Fator “tamanho foliar”

O fator tamanho foliar explicou individualmente 26,0% da variação total dos dados dos perfilhos aéreos. Os perfilhos aéreos dos capins-gordura e aruaana, no período de verão, apresentaram padrão contrastante em relação ao fator tamanho foliar (Tabela 7), ou seja, os perfilhos aéreos do capim-aruaana apresentaram padrão inverso aos perfilhos aéreos do capim-gordura (Figura 33). Esse fato pôde ser ratificado pelas variáveis que deram origem a esse fator (Tabela 8), uma vez que os perfilhos aéreos do capim-aruaana apresentaram valores elevados de TAIF, particularmente de CFILF, garantindo aos perfilhos aéreos do capim-aruaana folhas maiores que os perfilhos do capim-gordura.

Esse padrão de tamanho foliar no verão provavelmente esteja associado à TApF, já que maior CFILF está relacionado a valores mais baixos de TApF (NABINGER; PONTES, 2001). Resultado esse observado para o capim-aruaana com maior CFILF e o inverso para o capim-gordura com menor CFILF.

No outono, o padrão contrastante entre os perfilhos aéreos dos capins-aruaana e gordura para o fator tamanho foliar do verão se manteve, mesmo após a inclusão do capim-marandu na análise, planta que apresentou perfilhos aéreos somente nessa época do ano. O capim-marandu exibiu escore fatorial positivo, no entanto seu valor foi próximo de

zero (Tabela 7), sendo pouco expressivo (Figura 33). Nesse período, pôde-se observar redução nos valores dos escores fatoriais para os perfilhos aéreos dos capins-gordura e aruana, causada pela redução na TAIF e no CFiLF (Tabela 8).

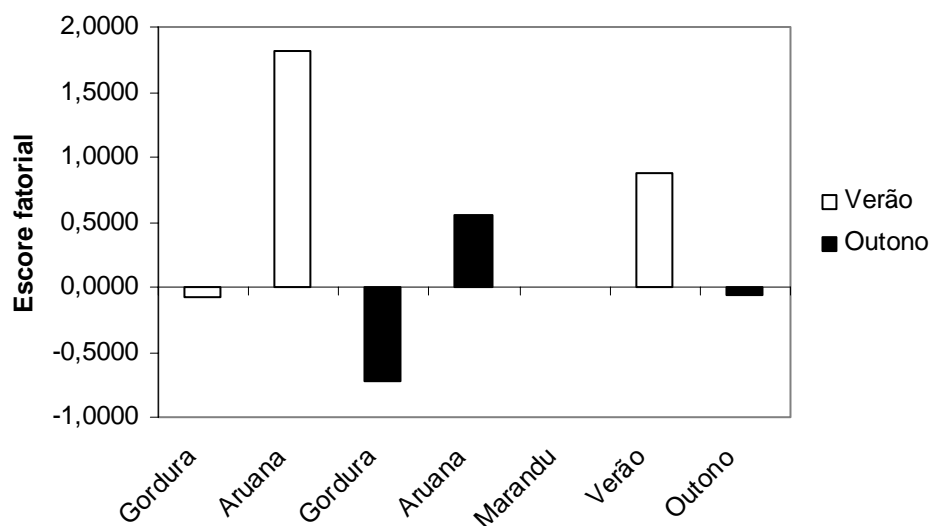


Figura 33 – Comportamento médio (escores fatoriais) do fator “tamanho foliar” (TF) dos perfilhos aéreos das gramíneas forrageiras avaliadas nos períodos de verão e outono.

Comparando o período de verão em relação ao outono (Figura 33), observou-se que esse fator apresentou escores positivos para o verão e negativos para o outono (Tabela 7). O padrão exibido pelo fator tamanho foliar para os período de verão e outono implica dizer que, no verão, as folhas dos perfilhos aéreos foram, no geral, maiores que no outono, podendo ser constatado pelos valores de TAIF e CFiLF nos perfilhos aéreos das gramíneas (Tabela 8).

A redução drástica nessas variáveis deveu-se à queda na temperatura e precipitação e aos valores negativos para o balanço hídrico nessa época do ano (Figuras 3 e 4), uma vez que as características morfogênicas são afetadas por fatores do meio ambiente (LEMAIRE; CHAPMAM, 1996).

4.5.3. Fator “renovação de tecidos”

O fator renovação de tecido explicou individualmente 20,9% de toda a variação dos dados dos perfilhos aéreos. No verão, o fator renovação de tecidos apresentou contraste entre os perfilhos aéreos dos capins-gordura e aruana (Figura 34), e os perfilhos aéreos do capim-gordura exibiram escores positivos e os perfilhos aéreos do capim-aruana, escores negativos (Tabela 7). Provavelmente o padrão de renovação de tecidos apresentado pelos perfilhos aéreos do capim-gordura seja explicado pelos maiores valores de TApF, NFV e TSeF, quando comparado com os perfilhos aéreos do capim-aruana. Além disso, o capim-gordura apresentou mais perfilhos aéreos que o capim-aruana (Figuras 17 e 18, respectivamente).

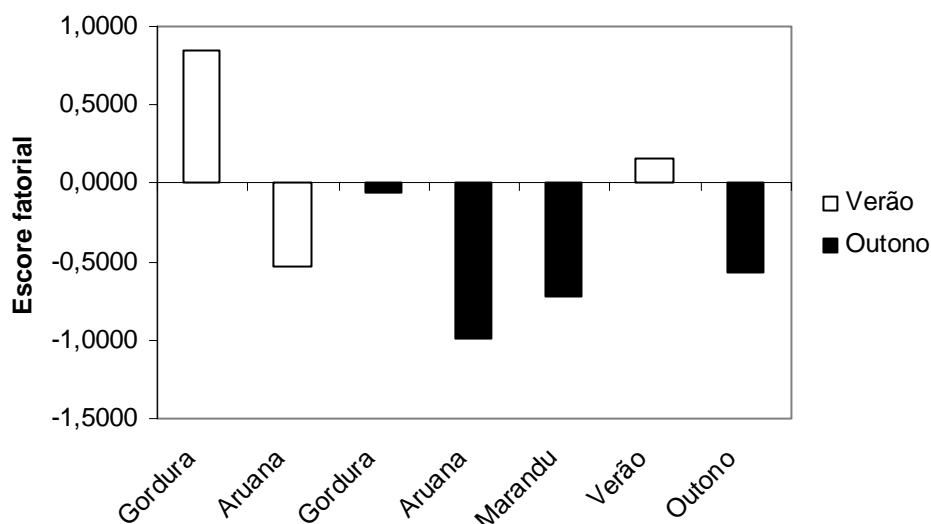


Figura 34 – Comportamento médio (escores fatoriais) do fator “renovação de tecidos” (RT) dos perfilhos aéreos das gramíneas forrageiras avaliadas nos períodos de verão e outono.

No outono, todos os capins apresentaram perfilhos aéreos com escores fatoriais negativos (Tabela 7), indicando menor renovação de tecidos. Redução nesse fator promove decréscimo no ritmo de crescimento das plantas, uma vez que todas tiveram redução nas variáveis envolvidas com esse fator (Tabela 8). Esse padrão apresentado pelos perfilhos aéreos

das gramíneas provavelmente esteja associado ao ciclo dos capins, à transição do estágio vegetativo para o reprodutivo e às condições ambientais não favoráveis ao desenvolvimento das gramíneas tropicais, mostradas no período de outono. Das variáveis envolvidas nesse fator, a TApF foi a que, relativamente, apresentou menor redução nesse período em relação ao verão (Tabela 8), uma vez que a resposta da TApF a qualquer variação de temperatura percebida pelo meristema apical é imediata (PEACOCK, 1975). Ou seja, à medida que a temperatura diminui, ocorre redução na TApF e vice-versa.

Na análise conjunta, os perfilhos aéreos das gramíneas apresentaram escores positivos no verão e negativos no outono (Tabela 7), mostrando padrão contrastante das gramíneas entre o verão e o outono, com maior renovação de tecidos no verão e menor no outono. De forma geral, ficou estabelecido o contraste entre os perfilhos aéreos do capim-gordura e os perfilhos aéreos dos capins-arua e marandu, sendo os valores de TApF e TSeF dos perfilhos aéreos do capim-gordura sempre maiores que os demais, garantindo maior renovação de tecidos para os perfilhos aéreos dessa gramínea.

4.6. Agrupamento das plantas forrageiras

A aplicação de agrupamento por otimização de Tocher utilizando a matriz de distâncias euclidianas médias foi utilizado para o estabelecimento de grupos entre as gramíneas forrageiras para verão e outono isoladamente e em análise conjunta (Tabelas 9, 10 e 11, respectivamente). No entanto, esse agrupamento só foi possível com dados referentes aos perfilhos basilares. No que diz respeito aos dados dos perfilhos aéreos, esses somente foram observados em três gramíneas. Com isso, a utilização desses dados poderia implicar distorções nas informações do agrupamento.

A técnica de agrupamento, quanto à funcionalidade dos grupos, permite melhor compreensão do padrão apresentado pelas gramíneas em relação ao crescimento e desenvolvimento delas, uma vez que o agrupamento é realizado com base nas características morfogênicas e

estruturais e na interação destas com os fatores bióticos e abióticos, determinando, assim, a produção de forragem.

4.6.1. Agrupamento das plantas forrageiras no período de verão

Realizado o agrupamento dos cultivares, foi possível separar três grupos (Tabela 9). O grupo I, formado pelos capins-xaraés, massai, mombaça e marandu; o grupo II, pelos capins-gordura e aruana; e o grupo III, pelo capim-jaraguá. Observou-se que o fator estágio de desenvolvimento teve participação de 38,1% na determinação desses grupos.

Tabela 9 – Grupos de gramíneas avaliadas no período de verão, médias das variáveis em cada grupo e contribuição das variáveis para discriminação dos grupos

| Item | Grupo | | | Contribuição dos Fatores |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|--------------------------|
| | I | II | III | |
| Gramínea | Xaraés | | | |
| | | Gordura | | |
| | Massai | | Jaraguá | |
| | Mombaça | | | |
| | Marandu | Aruana | | |
| Distância média intragrupo | 1,1046 | 1,2059 | - | |
| Desenvolvimento de massa | 0,1675 | 0,5271 | 2,3421 | 19,0 |
| Mortalidade de perfilhos | -0,5143 | -0,6031 | 0,1191 | 14,3 |
| Estádio de desenvolvimento | -0,6931 | -1,5511 | 1,0651 | 38,1 |
| Longevidade foliar | -0,4820 | 0,6980 | 0,8472 | 28,6 |

O fator DesMs apresentou score positivo para todos os grupos (Figura 35). No entanto, o padrão de DesMs mostrado pelos grupos de gramíneas diferiu entre si, quanto à forma de utilização dos recursos disponíveis. As gramíneas do grupo I priorizaram o DesMs, por meio da TAIF e NFV, com valores elevados para essas variáveis (Tabela 5). No entanto, a gramínea do grupo III fez uso de todos os recursos disponíveis para o DesMs, apresentando valores elevados para todas as variáveis. No grupo II,

as gramíneas que o compõem exibiram valores intermediários para todas as variáveis, promovendo DesMs moderado. Com isso, o capim-jaraguá, que compõe o grupo III, apresentou DesMs mais rápido em relação aos grupos I e II. Assim, pode-se inferir que a gramínea do grupo III requer desfolhações mais freqüentes e intensas para manter sua estrutura e composição sob controle, em comparação com as gramíneas dos grupos I e II, que permitem maior flexibilidade de manejo.

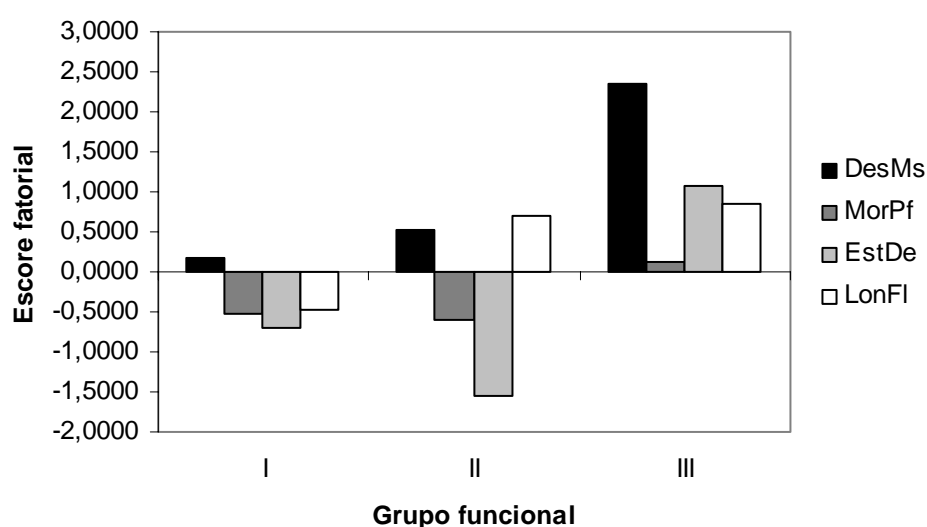


Figura 35 – Contribuição média dos fatores desenvolvimento de massa (DesMs), mortalidade de perfilhos (MorPf), estágio de desenvolvimento (EstDe) e longevidade foliar (LonFI) para cada grupo funcional na avaliação de verão.

O fator MorPf apresentou contraste entre os grupos I e II com o grupo III (Figura 35). No entanto, pode-se dizer que o escore apresentado pelo grupo II não é tão expressivo, como foi observado antes na gramínea que o compõe, sendo causado pelo método de estudo utilizado (crescimento livre), pois todas as gramíneas exibiram valores baixos para mortalidade de perfilhos no período de verão (Tabela 5). Porém, pode-se reforçar a idéia de manejo de desfolhação mais intenso e freqüente para a gramínea do grupo III, uma vez que apresentou elevado perfilhamento, podendo promover competição e morte de perfilhos.

No fator EtDes, também foi observado contraste entre os grupos I e II com o grupo III (Figura 35). Durante o período de verão, as gramíneas do grupo I não apresentaram florescimento (Tabela 2), contribuindo para valores significativos de TAIF e CFiLF, além da ausência de perfilhos aéreos (Tabela 5), o que caracteriza o grupo I com escore negativo (Figura 35). O grupo II também apresentou escore negativo, contudo as gramíneas desse grupo tiveram perfilhos aéreos e elevada TAIC, além de baixa TAIF e CFiLF (Tabela 5), caracterizando precocidade no florescimento, no caso do capim-arauana. No caso do capim-gordura, pertencente ao grupo II, não foi observado florescimento precoce, sendo a característica dessa gramínea apresentar inflorescência no meio da estação do outono. Com isso, pode-se atribuir o escore negativo, principalmente, à elevada TApPA, apresentado pelo capim-gordura. O grupo III apresentou escore positivo, com valores elevados para TAIF e CFiLF e moderados para TAIC, bem como ausência de perfilhamento aéreo (Tabela 5), além de florescimento tardio. Considerando o padrão apresentado pelas gramíneas, pode-se dizer que os capins do grupo I mostraram maior flexibilidade quanto ao manejo, uma vez que não têm florescimento precoce no período de verão e possui menor TAIC. Já as gramíneas do grupo II, em particular o capim-arauana com o florescimento precoce, e o acelerado DesMs do grupo III afetam a estrutura do dossel e o valor nutritivo da forragem, implicando redução no consumo voluntário animal.

O contraste observado no fator LonFI foi estabelecido entre o grupo I e os grupos II e III. As gramíneas dos grupos II e III apresentaram elevadas TSeF, implicando menor longevidade foliar (Figura 35). Quanto às gramíneas do grupo I, elas exibiram valores elevados de DVF e baixa TSeF. Com isso, pode-se dizer que as gramíneas dos grupos II e III apresentam maior exigência quanto à estratégia de desfolhação, como forma de assegurar elevada eficiência de colheita, reduzindo as perdas por senescência, relativamente àquelas do grupo I.

4.6.2. Agrupamento das plantas forrageiras no período de outono

O agrupamento realizado no período de avaliação, que diz respeito ao outono, permitiu a formação de três grupos (Tabela 10): o grupo I formado pelos capins-mombaça, massai, xaraés, marandu e gordura, o grupo II pelo capim-jaraguá e o grupo III pelo capim-aruana. Observou-se que o fator estágio de desenvolvimento exerceu contribuição de 33,3% para determinação dos grupos (Tabela 10).

Tabela 10 – Grupos de gramíneas avaliadas no período de outono, médias das variáveis em cada grupo e contribuição das variáveis para discriminação dos grupos

| Item | Grupo | | | Contribuição dos Fatores |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|--------------------------|
| | I | II | III | |
| Gramínea | Mombaça | | | |
| | Massai | | | |
| | Xaraés | Jaraguá | Aruana | |
| | Marandu | | | |
| | Gordura | | | |
| Distância média intragrupo | 1,2054 | - | - | |
| Desenvolvimento de massa | -0,6518 | -1,0614 | -0,2451 | 14,3 |
| Mortalidade de perfilhos | 0,1039 | -0,2217 | 2,3731 | 23,8 |
| Estádio de desenvolvimento | -0,1995 | 0,4207 | -0,1274 | 33,3 |
| Longevidade foliar | -0,3788 | 1,9000 | -0,4791 | 28,6 |

O fator DesMs, ao contrário do verão, apresentou escores negativos para todos os grupos (Figura 36) e efeito da redução da temperatura, fotoperíodo e umidade no período de outono, afetando as características morfogênicas das gramíneas. O grupo I apresentou DesMs moderado, consequência do equilíbrio entre os recursos utilizados pelas gramíneas para o DesMs, pois os capins-mombaça, massai e xaraés apresentaram baixas TApPB e TApTP e valores maiores para TAIF (Tabela 5), enquanto os capins-marandu e gordura perfilharam mais, principalmente perfilhos aéreos, que contribuíram significativamente para a TApTP, mas, no entanto,

apresentaram redução na TAIF. No grupo II, o DesMs foi lento, uma vez que este foi priorizado por meio das TAIF e NFV (Tabela 5), não havendo perfilhamento nesse período. Já no grupo III o DesMs teve maior participação das TAIF, TApPB e TApTP, promovendo fluxo mais rápido no DesMs. Com isso, pode-se dizer que a gramínea do grupo III apresenta DesMs mais acelerado, no período de outono, em relação às gramíneas dos grupos I e II, podendo mostrar maior exigência quanto à estratégia de desfolhação.

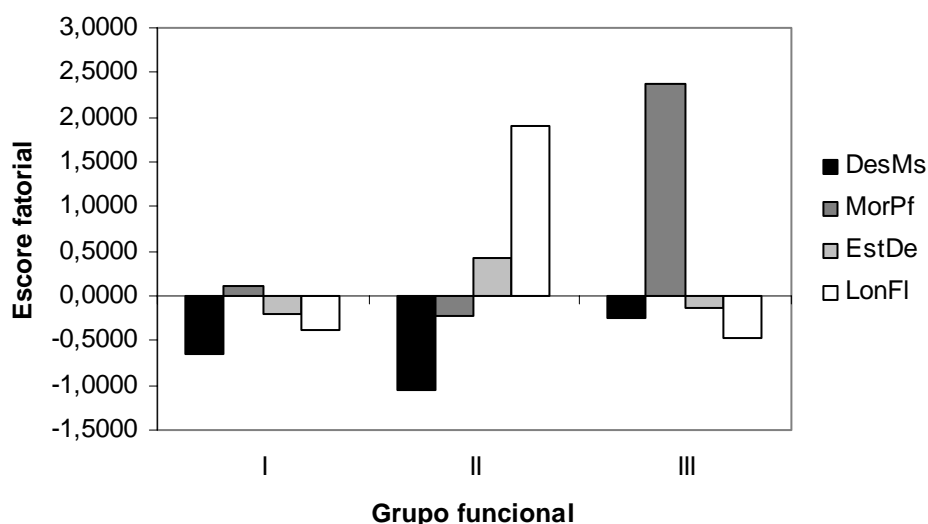


Figura 36 – Contribuição média dos fatores desenvolvimento de massa (DesMs), mortalidade de perfilhos (MorPf), estágio de desenvolvimento (EstDe) e longevidade foliar (LonFI) para cada grupo funcional na avaliação de outono.

O fator MorPf apresentou padrão contrastante entre o grupo II com os grupos I e III (Figura 36). O grupo III foi o mais afetado com a mudança na estação do ano, principalmente com a mortalidade de perfilhos aéreos (Tabela 5), responsável pelo escore positivo apresentado pelo grupo. A MorPf para o grupo II se deu com menor intensidade, consequência das reduzidas TMPB e TMTP do capim-jaraguá, não havendo contribuição da TMPA, uma vez que essa gramínea não teve essa categoria de perfilhos. Já o grupo I apresentou MorPf moderada, tendo, no geral, equilíbrio entre as

taxas de mortalidade de perfilhos das gramíneas que compõem esse grupo. O padrão de MorPf dos grupos I e II implica maior flexibilidade de manejo relativamente ao grupo III.

O fator EtDes, para os grupos I e III, apresentou padrão semelhante, contrastando com o grupo II (Figura 36). No entanto, o grupo I, de forma geral, apresentou valores moderados para TAIF, CFiLF e TAIC e valores baixos para TApPA (Tabela 5), pois somente os capins-marandu e gordura mostraram perfilhos aéreos. A maioria das gramíneas do grupo I exibiu inflorescência no final do experimento, exceto o capim-marandu, que emitiu florescimento no início do outono. Já o grupo III apresentou elevadas TAIF e TApPA, com valores moderados para CFiLF e baixa TAIC. Esse padrão se deve ao fato de a gramínea desse grupo ter apresentado florescimento precoce. Com isso, a maioria dos perfilhos basilares encontrava-se em estágio reprodutivo no outono, proporcionando valores altos de TApPA em relação às demais gramíneas. O grupo II apresentou valores elevados para TAIF, CFiLF e TAIC e ausência de perfilhos aéreos, implicando capim de folhas e colmos grandes e podendo exigir maior intensidade de desfolhação para controle da estrutura.

No fator LonFI, a gramínea do grupo II apresentou elevada TSeF e baixa DVF (Tabela 5), implicando menor LonFI. Provavelmente esse efeito seja função da estacionalidade de perfilhamento apresentado pelo capim-jaraguá no outono, com isso apresentando população de perfilhos velhos nesse período. O grupo II apresentou padrão contrastante com os grupos I e III, que apresentaram similaridade para o fator LonFI (Figura 36). No entanto, as gramíneas dos grupos I e III utilizaram recursos diferentes para obter escores fatoriais semelhantes. As gramíneas do grupo I apresentaram elevada DVF e valores moderados para TSeF, enquanto a gramínea do grupo II exibiu baixa TSeF e valores moderados de DVF (Tabela 5), com ambos os grupos mostrando maior LonFI que o grupo II. Assim, a gramínea do grupo II requer menor intervalo de desfolhação para que se reduzam as perdas por senescência relativamente àquelas dos grupos I e III.

4.6.3. Agrupamento das plantas forrageiras nos períodos de verão e outono

O agrupamento das gramíneas forrageiras, considerando-se os dois períodos de forma conjunta, permitiu separá-las em três grupos (Tabela 11). O grupo I, formado pelos capins-mombaça, xaraés, marandu e massai, o grupo II pelos capins-gordura e aruana e o grupo III pelo capim-jaraguá. O fator mais representativo (42,9%) para determinação do agrupamento foi o estágio de desenvolvimento, assim como nos demais agrupamentos (Tabela 11).

Tabela 11 – Grupos de gramíneas em uma avaliação global (verão e outono), médias das variáveis em cada grupo e contribuição das variáveis para discriminação dos grupos

| Item | Grupo | | | Contribuição dos Fatores |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|--------------------------|
| | I | II | III | |
| Gramínea | Mombaça | | | |
| | | Gordura | | |
| | Xaraés | | Jaraguá | |
| | Marandu | | | |
| | Massai | Aruana | | |
| Distância média intragrupo | 0,9071 | 0,6345 | - | |
| Desenvolvimento de massa | -0,6965 | 0,1253 | 0,6404 | 28,6 |
| Mortalidade de perfilhos | -0,3614 | 0,7484 | -0,0513 | 23,8 |
| Estádio de desenvolvimento | 0,3094 | -0,9903 | 0,7429 | 42,9 |
| Longevidade foliar | -0,4613 | 0,2357 | 1,3736 | 4,76 |

Na análise conjunta, o fator DesMs apresentou contraste entre o grupo I com os grupos II e III (Figura 37). O grupo I, formado pelos capins-mombaça, xarés, marandu e massai, apresentou escore negativo, demonstrando que, de maneira geral, o fator DesMs se dá de forma mais lenta, uma vez que essas gramíneas priorizaram o desenvolvimento de massa por meio de TAIF e NFV, nos períodos de verão e outono (Tabela 5). O grupo II mostrou escore positivo (Figura 37), fato que pode estar

associado às variáveis das gramíneas que compõem esse grupo, uma vez que, de forma geral, a TApF e o aparecimento de perfilhos (Tabela 5) tiveram participação mais efetiva nesse grupo para o fator DesMs. Já o grupo III, formado pelo capim-jaraguá, também apresentou escore positivo. No entanto, com valores elevados, revelando mais uma vez que o DesMs para esse grupo ocorreu de forma mais rápida para gramínea desse grupo, em detrimento daquelas dos grupos I e II.

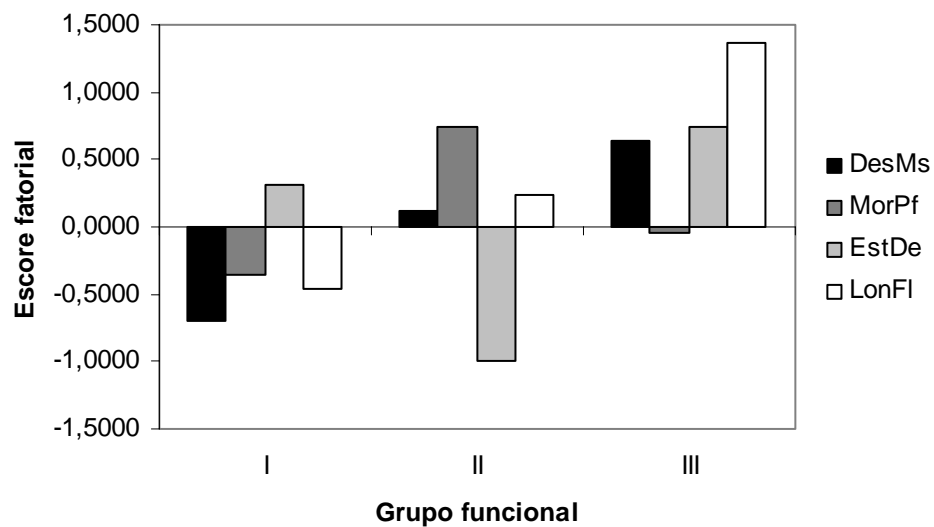


Figura 37 – Contribuição média dos fatores desenvolvimento de massa (DesMs), mortalidade de perfilhos (MorPf), estágio de desenvolvimento (EstDe) e longevidade foliar (LonFI) para cada grupo funcional na avaliação global.

O fator MorPf apresentou padrão contrastante do grupo II com os grupos I e III (Figura 37). Fator mortalidade de perfilhos para o grupo II exibiu escore positivo (Tabela 10), indicando maior mortalidade de perfilhos em relação aos outros dois grupos, principalmente mortalidade de perfilhos aéreos apresentados por essas gramíneas (Tabela 5). A relação entre o fator desenvolvimento de massa e o fator mortalidade de perfilhos, ambos positivos nesse grupo, denota idéia de elevado fluxo de tecido para as gramíneas que o compõem. O padrão apresentado pode ser evidenciado, também, pelo escore positivo para senescência foliar (Tabela 11), o que

implica menor longevidade das folhas. O grupo I teve escore negativo, reflexo da baixa mortalidade de perfilhos apresentada pelas gramíneas que compõem esse grupo, durante todo o período experimental (Tabela 5). Já o grupo III mostrou padrão de MorPf intermediário aos grupos I e II.

Para o fator EstDs, o contraste estabelecido foi entre o grupo II e os grupos I e III. O grupo II, representado pelos capins-gordura e aruana, que apresentaram taxas elevadas de aparecimento de perfilhos aéreos e alongamento de colmo durante todo o período experimental (Tabela 5), culminando em escore negativo. No grupo I, o capim-marandu foi o único a apresentar perfilhamento aéreo e somente no período de outono (Tabela 5). Contudo, o grupo I teve escore positivo na análise global, uma vez que os valores de TAIF e CFILF dessas gramíneas foram significativos para manterem o escore positivo. A gramínea do grupo III não exibiu perfilhos aéreos, e, apesar dos valores altos para TAIC, apresentados por essa gramíneas (Tabela 5), o grupo III mostrou escore positivo, devido aos valores de TAIF e CFILF, que foram elevados, em comparação com as demais gramíneas em ambos os períodos de avaliação.

No fator LonFI, pôde-se observar o contraste apresentado pelo grupo I com os grupos II e III (Figura 37). O grupo I mostrou escore negativo, indicando que as gramíneas desse grupo priorizam a DVF em detrimento da TseF, promovendo maior longevidade foliar. O grupo II teve escore negativo, no entanto em menor intensidade que o grupo III, que também mostrou escore positivo (Tabela 11). O padrão apresentado pelos grupos II e III está associado aos valores mais altos de TSeF e aos baixos de DVF exibidos por essas gramíneas durante o período experimental, repercutindo em menor longevidade foliar em relação às gramíneas do grupo I.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento das características morfogênicas de gramíneas forrageiras tropicais se mostrou importante e de aplicabilidade ao processo de avaliação de plantas forrageiras, uma vez que remete à compreensão da adaptação ecológica das plantas aos fatores bióticos e abióticos aos quais são submetidas. Com isso, é possível o reconhecimento de padrões comuns de funcionamento (crescimento e desenvolvimento) das plantas forrageiras e da formação de grupos funcionais dessas plantas, com base no aparecimento, alongamento de folhas (potencial de produção), duração do ciclo produtivo (precoce, tardio ou longo) e estratégia de perenização (perfilhamento).

Com base nessa linha de raciocínio, a utilização de métodos de análise multivariada, como a análise de fatores utilizada neste estudo, permite identificar padrões comuns de variação das características morfogênicas e estruturais das plantas que servem de base para a compreensão biológica das formas e estratégias de desenvolvimento e crescimento das plantas. A partir do resultado desse tipo de análise, é possível a identificação e formação de grupos funcionais de plantas forrageiras que englobam plantas que “operam” de forma semelhante e, por isso, necessitam de cuidados de manejo semelhantes, independentemente do gênero, espécie e, ou, cultivar a que pertencem. Exemplo disso foi o caso do capim-gordura que, no verão, foi alocado no grupo II e, no outono, no

grupo I. Além disso, pôde-se observar diferença na exigência de estratégia de manejo para gramíneas de mesma espécie, como foi o caso do capim-aruana, que em nenhum dos agrupamentos foi alocado junto com o capim-mombaça, ambos pertencentes à mesma espécie, *Panicum maximum*.

Com isso, fica evidente a importância e potencial de uso de estudos sobre características morfogênicas para o processo de avaliação de plantas forrageiras, uma vez que esse conhecimento pode subsidiar no planejamento de experimentos futuros sob condições de pastejo, particularmente na fase final dos protocolos de avaliação existentes.

Considerando o atual protocolo de avaliação de plantas forrageiras utilizado pela EMBRAPA, o estudo das características morfogênicas, juntamente com a formação dos grupos funcionais, poderia ser implementado já no estágio I, com avaliações em parcelas de 1,0 x 1,0 m, juntamente com as avaliações realizadas acerca da resistência e, ou, tolerância a pragas e doenças. Isso permitiria que informações importantes e objetivas fossem geradas e utilizadas para o planejamento das avaliações nos estágios II e III, utilizando estratégia de manejo do pastejo mais indicada para o grupo funcional ao qual a planta avaliada faça parte.

No estágio II, em que as gramíneas são submetidas ao pastejo, os experimentos poderiam ser realizados em parcelas maiores, cerca de 200 m², e os pastejos realizados em conformidade com estratégias de desfolhação compatíveis (frequência e intensidade de desfolhação) com o grupo funcional da planta sob avaliação, gerando informações mais detalhadas e precisas sobre a estratégia ideal de manejo em condições de campo, as quais seriam utilizadas para definir a forma de utilização dos pastos na etapa final do protocolo de avaliação, ou seja, no estágio III. Nessa etapa final, seria feita a validação dos genótipos selecionados nas etapas anteriores e definida a estratégia de manejo a ser utilizada em condições de campo, além de quantificados o desempenho e a produtividade animal (Figura 38). Com isso, pode-se gerar conhecimento das respostas funcionais das plantas forrageiras tropicais úteis na determinação de práticas de manejo eficiente, que garanta desempenho animal satisfatório dentro dos limites ecofisiológicos das plantas forrageiras.

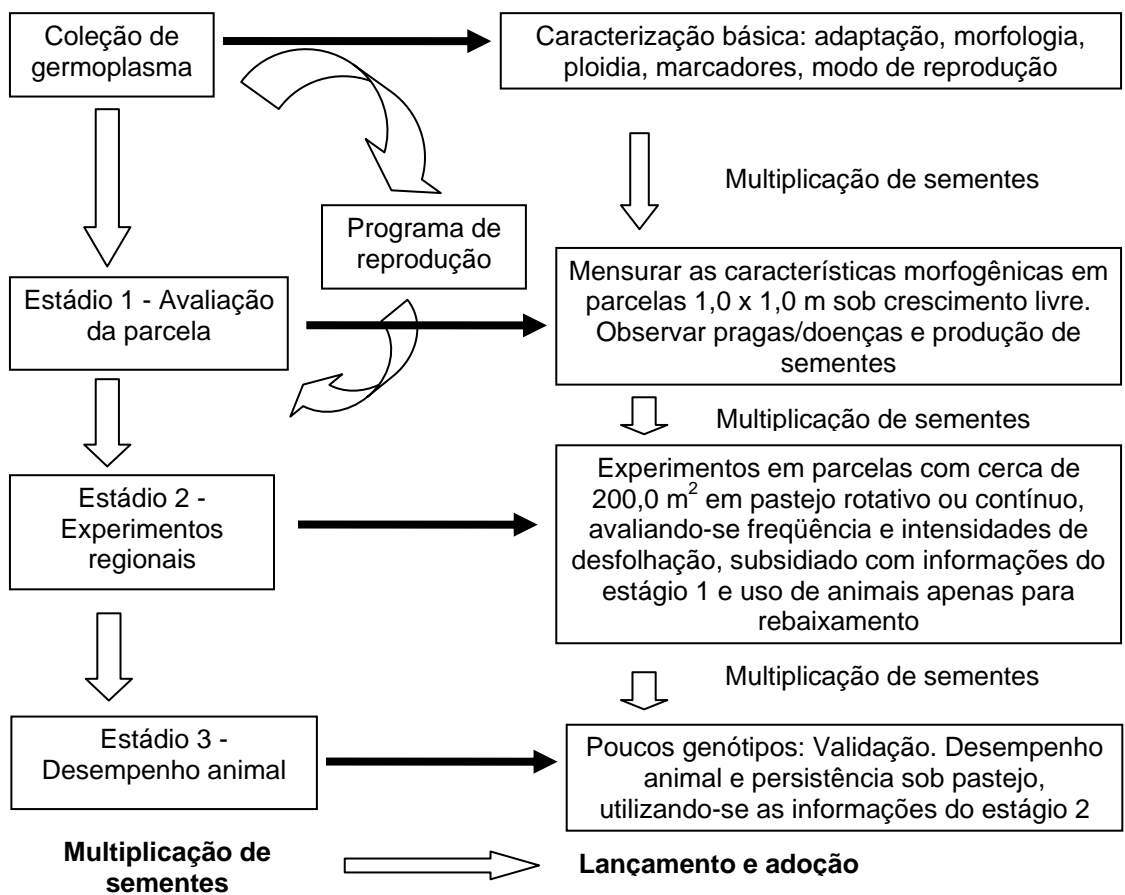


Figura 38 – Esquema de avaliação de germoplasma de plantas forrageiras levando ao lançamento de novas variedades, adaptado com o uso das características morfogênicas.

6. CONCLUSÕES

Os resultados referentes às gramíneas forrageiras avaliadas, por intermédio das variáveis morfogênicas mensuradas, possibilitaram a formação de grupos funcionais condizentes com o padrão de crescimento e desenvolvimento apresentado pelas gramíneas forrageiras no período experimental. Assim, o estudo das características morfogênicas em plantas forrageiras tem potencial de subsidiar informações concisas para o planejamento de experimentos de pastejo, com vistas à determinação de estratégias de manejo do pastejo de materiais forrageiros a serem lançados e daqueles já utilizados no sistema produtivo.

8. REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; MOSQUIM, P.R. et al. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.

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. Orientador: Prof. Domicio do Nascimento Jr.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V. P. B.; DA SILVA, S.C.; ZIMMER, A. H.; TORRES JR., R. A. A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e freqüência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira...**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 329-340, 2007.

CAMERON, D.G.; MCIVOR, J.G. Evaluation. p. 71-87. In: CLEMENTS, R.J.; CAMERON, D.G. (Eds.). **Collecting and testing tropical forage plants**. Melbourne, Australia: CSIRO, 1980.

CARVALHO, D.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Efeito de duas alturas de corte em cultivares de *P. maximum*, Mombaça e Tanzânia. I. Dinâmica de perfilhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife, PE. **Anais...** Recife: SBZ, 2002 – CD-ROM (Forragicultura).

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for Our World**. Wellington: SIR Publishing, 1993. p. 55-64.

RIBEIRO, A.C. et al. (Ed.). COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 359 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 1997. 390 p.

DA SILVA, S. C.; CARVALHO, P. C. de F. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: MCGILLOWAY, D. A. (Ed.). **Grassland: a global resource**. XX International Grassland Congress. Dublin, Ireland., 2005. p. 81-95.

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. p. 1-62.

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 82, p. 165-172, 1974.

DIFANTE, G. S.; NASCIMENTO JR., D.; DA SILVA, S. C. et al. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturase três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 189-196, 2008.

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.

EGGERS, L. **Morfogênese e desfolhação de *Paspalum notatum* Fl. E *Coelorhachis selloana* (Hack.) Camus em diferentes níveis de oferta de forragem**. Porto Alegre: UFRGS, 1999. 148 f. Tese (Doutorado em Plantas Forrageiras) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p. (Produção de Informação).

EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K. Avaliação de forrageiras sob pastejo. p. 85-111. In: JOBIM, C.C.; SANTOS, G.T.; CECATO, U. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS. **Anais...** Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá, 1997. 13-14 maio.

FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; ALVAREZ, V.H. et al. Absorção, utilização e níveis críticos internos de fósforo e perfilhamento em *Andropogon gayanus* e *Panicum maximum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1918-1929, 2000.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira...**, Brasília, v. 42, n. 10 p. 1487-1494, out. 2007.

GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: GOMIDE, J. A. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1997. 471 p.

GUSS, A. C.; PACHECO, B. M.; ALENCAR, J. A. et al. Efeito do fosfato de Araxá no estabelecimento do capim-marandu no Estado do Espírito Santo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: SBZ, 1990. p. 243.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley & Sons, 1990, 203 p.

HODGSON, J.; DA SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA, 2002, Recife. **Anais...** Recife, PE: SBZ, 2002. p. 180-202.

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.

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.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998. 816 p.

JONES, R.J.; WALKER, B. Strategies for evaluating forage plants. p. 185-201. In: McIVOR, J.G.; BRAY, R.A. (Eds.). **Genetic resources of forage plants**. East Melbourne, Australia: CSIRO, 1983.

JONES, R.J.; NELSON, C.J.; SLEPER, D.A. Seedling selection for morphological characters associated with yield of tall fescue. **Crop Science**, v. 19, p. 367-372, 1979.

LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grass. A review. **Herbage Abstracts**, v. 33, p. 141-148, 1963.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: Tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1997. p. 117-144.

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. p. 3-

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. [S.l.]: CAB International, 2000. p. 265-288.

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.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JR., D. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolha. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p.1475-1482, 2005.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JR., D. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-massai submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 665-672, 2006.

MATTHEW, C.; XIA, J.; CHU, A.C.P.; MACKAY, A.D.; HODGSON, J. Relationships between root production and tiller appearance rates in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). In: ATKINSON, D. (Ed.). **Plant root growth and ecological perspective**. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1991. n. 10, p. 281-290.

MAZZANTI, A.; LEMAIER, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue swards grazed by shepp. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 49, p. 111-120, 1994.

MOCHRIE, R.D.; BURNS, J.C.; TIMOTHY, D.H. Recommended protocol for evaluating new forages for ruminants. p. 553-559. In: WHEELER, J.L.; MOCHRIE, R.D. (Eds.). **Forage evaluation: concepts and techniques**. Melbourne, Australia: AFGC/CSIRO, 1981.

MOTT, G.O.; MOORE, J.E. Forage evaluation techniques in perspective. p. L1-L10. In: BARNES, R.F.; CLANTON, D.C.; GORDON, C.H.; KLOPFENSTEIN, T.J.; WALDO, D.R. (Eds.). NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY EVALUATION AND UTILIZATION, 1969. **Proceedings...** Lincoln, NE, USA: Nebraska Center for Continuing Education, 1970.

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.; NETO, A. F. G.; BARBOSA, R. A.; ANDRADE, C. M. S. Fundamentos para o manejo de pastagens: Evolução e atualidades. In: OBEID, J. A. et al. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1., 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Editora Suprema, 2002. p. 149-196.

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.

OLIVEIRA, A. B.; PIRES, A. J. V.; NETO, W. M. et al. Morfogênese do capim-Tanzânia submetido a adubações e intensidade de cortes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1006-1013, 2007.

PALHANO, A. L.; CARVALHO, P. C. F.; DITTRICH, J. R. et al. Característica Do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagem de capim-Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1014-1021, 2007.

PEACOCK, J.M. Temperature and leaf growth in *Lolium perene*. 1. The thermal microclimate: its measurement and relation to plant growth. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 12, p. 115-123, 1975.

PEDREIRA, C. G. S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife, SBZ, 2002.

SANTOS, P. M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: um desafio.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2002. 98 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SBRISSIA, A.F.; DA 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.

SILVEIRA, M. C. T. **Caracterização morfogênica de oito cultivares do gênero *Brachiaria* e dois do gênero *Panicum***. Viçosa, MG: UFV, 2006. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Orientador: Prof. Domicio do Nascimento Jr.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, R.J. **The water Balance**. New Jersey: Laboratory of Climatology, 1955. v. 8, 104 p.

TOLEDO, J.M. Pasture development from new germplasm: research problems. p. 1-14. In: PALADINES, O.; LASCANO, C.E. (Eds.). **Forage germplasm under small plot grazing: evaluation methodologies**. CIAT Publication No. 210. International Tropical Pastures Evaluation Network (RIEPT), Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1993.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG** – Sistema de análise estatística e genética. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000.

VALLE, C. B. do; JANK, L.; RESENDE, R. M. S.; BONATO, A. L. V. Lançamento de cultivares forrageiras: o processo e seus resultados – cvs. Massai, Pojuca, Campo Grande, Xaraés. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 4., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras, MG: UFLA, 2003. p. 179-226.

VAN ESBROECK, G.A.; HUSSEY, M.A.; SANDERSON, M.A. Leaf appearance rate and final number of switchgrass cultivars. **Crop Sci.**, v. 37, n. 2, p. 864-870, 1997.

ZEFERINO, C. V. **Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) cv. Marandu] submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. Orientador: Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva.

FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/latinsearch.htm>>. Acesso em: 27 abr. 2008.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<http://www.cpafrp.embrapa.br/embrapa/bases/gramineas.htm>>. Acesso em: 27 abr. 2008.

VILELA, H. **Pastagem**: seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 283 p.

CUNHA, E.A.; SANTOS, L.E.; BUENO, M.S. et al. **Sistema intensivo de produção ovina**. Nova Odessa, SP: Instituto de Zootecnia, 1999. 22 p.

COLOZZA, M.T. **Rendimento e diagnose foliar dos capins aruana e mombaça cultivados em latossolo vermelho-amarelo adubado com doses de nitrogênio**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1998. 127 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

INSTITUTO DE ZOOTECNIA. **Capim aruana (*Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana IZ-5)**: pré-lançamento. Nova Odessa, SP, 1989.

SAS INSTITUTE SAS/STAT. **Userr’s guide statistics**, Versão 9.0. ed. Cary, USA, 2008. Licenciado para UFV em 2008.

NASCIMENTO JR.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: OBEID, J. A. et al (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM 2., 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Editora Suprema, 2004. p. 289-346.

OTERO, J.R. **Informações sobre algumas plantas forrageiras**. 2. ed. Rio de Janeiro: SAI, 1961. 334 p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.S.C. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. v. 2, 586 p.