



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E
ESTRUTURAIS DE GRAMÍNEAS
FORRAGEIRAS EM FUNÇÃO DA
DISPONIBILIDADE HÍDRICA**

KELLY CRISTINA DA SILVA

2017

KELLY CRISTINA DA SILVA

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E ESTRUTURAIS DE
GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS EM FUNÇÃO DA
DISPONIBILIDADE HÍDRICA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador
Prof. D. Sc. Dorismar David Alves

UNIMONTES
MINAS GERAIS - BRASIL
2017

Silva, Kelly Cristina da

S586c Características produtivas e estruturais de gramíneas forrageiras em função da disponibilidade hídrica [manuscrito] / Kelly Cristina da Silva. – 2017.
41 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2017.

Orientador: Prof. D. Sc. Dorismar David Alves.

1. Capim-andropogon. 2. Capim-buffel. 3. Capim-marandu. 4. Gramínea. I. Alves, Dorismar David. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 633.2

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

KELLY CRISTINA DA SILVA

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E ESTRUTURAIS DE
GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS EM FUNÇÃO DA
DISPONIBILIDADE HÍDRICA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2016.



Prof. D.^r Dorismar David Alves
UNIMONTES
(Orientador)



Prof.^a D.^{ta} Eleuza Clarete Junqueira de
Sales
UNIMONTES



D.^{ta} Leidy Darmony de Almeida Rufino
EPAMIG

**JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2017**

KELLY CRISTINA DA SILVA

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E ESTRUTURAIS DE
GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS EM FUNÇÃO DA
DISPONIBILIDADE HÍDRICA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2016.

Prof. Dr. Dorismar David Alves - UNIMONTES

Prof. Dra. Eleuza Clarete Junqueira de Sales - UNIMONTES

Prof. Dra. Leidy Darmony de Almeida Rufino - EPAMIG

**Prof. D. Sc. Dorismar David Alves
UNIMONTES
(Orientador)**

**JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2017**

DEDICO

A Deus, por ser meu porto seguro em todos os momentos de minha vida, pelas bênçãos e proteção.

Aos meus pais, Maria e José Romão, que foram alicerces para meu crescimento; a minha irmã, pelo carinho e auxílio.

Ao Samuel, pelo amor, companheirismo e apoio total em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por estar ao meu lado em todos os momentos e por ter permitido que chegasse até aqui;

À Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) e ao Departamento de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização do curso e aprimoramento profissional;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa;

Ao meu orientador Prof. Dr. Dorismar David Alves, pela orientação prestada, pela amizade e por todo o tempo dedicado;

Ao Prof. Edson Porto, pelo auxílio na execução do projeto, pela dedicação e transmissão dos conhecimentos;

Aos alunos de iniciação científica do curso de Zootecnia, Adriano, Janiquele e Emannuelle, pela disposição em ajudar, pela amizade, pelo auxílio indispensável na condução do experimento e pelos momentos de risadas;

Aos professores do curso de Pós-graduação em Zootecnia da Unimontes, pelos conhecimentos transmitidos;

A minha mãe, Maria Cardozina da Silva, meu pai José Romão da Silva, minha eterna gratidão por todo carinho, amor e ensinamentos;

Ao meu noivo, Samuel Soares de Sena Reis, pelo amor, companheirismo, pelas palavras de incentivo, por não deixar que me perdesse nas decisões a serem tomadas e aos seus familiares por todo apoio e carinho.

Aos alunos do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pela amizade e companheirismo, em especial a Kátia Cristiane, Ana Luisa, Luiza Elvira, Marielly, Hélio e Cléverton;

A todos que colaboraram com a realização do trabalho.

Muito obrigada!

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”

(Albert Einstein)

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
5 CONCLUSÕES.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS

ALTPL - Altura de plantas;
CC - Capacidade de campo;
DH - Disponibilidade Hídrica;
G – Gramínea;
LF- Lâmina foliar;
MM - Material morto;
MS - Matéria seca;
MV - Matéria verde;
PC - Pseudocolmo;
PERFA - Perfilho aéreo;
PERFB - Perfilho basal;
PERFT - Perfilho total;
PMS - Produção de matéria seca;
PMST - Produção de matéria seca total;
PMV - Produção de matéria verde;
PMVT - Produção de matéria verde total;
PORCC - Porcentagem de colmo.

RESUMO

SILVA, Kelly Cristina. **Características produtivas e estruturais de gramíneas forrageiras em função da disponibilidade hídrica**. 2017. 41 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Campus de Janaúba - MG. O delineamento foi feito em blocos casualizados em arranjo fatorial 3 x 5, sendo três espécies forrageiras (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina; *Brachiaria brizantha* cv Marandu; *Cenchrus ciliaris* cv. 131) e cinco níveis de disponibilidade hídrica - 20; 40; 60; 80 e 100% da máxima capacidade de retenção de água do solo. Foram utilizadas 45 unidades experimentais, 15 tratamentos e três repetições (blocos). Cada parcela experimental foi constituída em um vaso com capacidade para 5 dm³ de solo. A quantidade de água foi considerada em termos percentuais equivalendo a 100% de umidade no solo, os demais percentuais foram estipulados com base neste princípio, obtendo assim, as disponibilidades hídricas de 20, 40, 60 e 80% CC. Foram avaliados aspectos relativos estruturais (altura da planta, número de perfilhos, número de inflorescência, produção de matéria verde e produção de matéria seca). Os dados referentes às características avaliadas foram submetidos à análise de regressão em função das condições de umidade do solo e as cultivares, selecionando-se as equações pelo coeficiente de determinação (R²) e pela significância de 5% dos coeficientes de acordo com o teste t. As equações de regressão foram ajustadas com base nas médias de tratamentos. A análise de variância revelou significância para efeito de forrageiras e níveis de disponibilidades hídricas (P<0,05), somente para a variável de peso de material morto em relação a MV, sendo que para as variáveis: altura de planta, número de perfilhos, inflorescência, massa verde da parte aérea e massa seca, parte aérea houve efeito isolado dos fatores forrageiras x níveis de disponibilidades hídricas. Com o aumento da disponibilidade de água, o número de perfilhos basais, número de perfilhos aéreos, número total de perfilhos, peso de perfilhos, altura de perfilhos e número de inflorescência apresentaram máxima produção no volume de 100% da CC e menor produção em 20% da CC. Independente das gramíneas, a deficiência hídrica influencia negativamente as características produtivas e estruturais avaliadas.

Palavras-chave: *Andropogon gayanus*, *Brachiria brizantha*, *Cenchrus ciliaris*, lâmina foliar, pseudocolmo.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Dorismar David Alves - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador). Prof. Fredson Vieira e Silva - UNIMONTES (Coorientador).

ABSTRACT

SILVA, Kelly Cristina. **Productive and structural characteristics of grass forage in the water availability**. 2017. 41 p. Dissertation (Master in Animal Science) - State University of Montes Claros, Janaúba, MG.¹

The experiment was carried out in a greenhouse at the Department of Agrarian Sciences of the State University of Montes Claros (UNIMONTES), Campus de Janaúba - MG. The experiment was carried out in a randomized block design in a factorial arrangement of 3 x 5, with three forage species (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina; *Brachiaria brizantha* cv Marandu; *Cenchrus ciliaris* cv. 131) and five levels of water availability - 20; 40; 60; 80 and 100% of the maximum water retention capacity of the soil. They were used 45 experimental units, 15 treatments and three replicates (blocks). Each experimental plot was constituted in a vessel with a capacity of 5 dm³ of soil. The amount of water was considered in percentage terms equivalent to 100% of humidity in the soil, the other percentages were stipulated based on this principle, thus obtaining the water availability of 20, 40, 60 and 80% FC. Structural aspects were evaluated (plant height, number of tillers, number of inflorescence, yield of green matter and dry matter production). The data referring to the evaluated characteristics were submitted to regression analysis according to the soil moisture conditions and the cultivars, selecting the equations by the coefficient of determination (R²) and the significance of 5% of the coefficients according to the t test. The regression equations were adjusted based on the means of treatments. The variance analysis revealed significance for fodder effects and water availability levels (P <0.05), only for the weight of dead material variable in relation to GM, being that for the variables: plant height, number of tillers, inflorescence, shoot green mass and dry mass, aerial part had an isolated effect of forage factors × levels of water availability. With the increase of water availability, the number of basal tillers, number of aerial tillers, total number of tillers, tillers weight, tiller height and number of inflorescence showed maximum production in the volume of 100% CC and lower production in 20 % Of FC. Regardless of the grasses, the water deficit negatively influences the productive and structural characteristics evaluated.

Keywords: *Andropogon gayanus*, *Brachiria brizantha*, *Cenchrus ciliaris*, leaf blade, pseudocolmo.

¹ **Guidance committee:** Prof. Dorismar David Alves – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Advisor). Prof. Fredson Vieira e Silva - UNIMONTES (Co-Advisor).

1 INTRODUÇÃO

As gramíneas forrageiras possuem participação expressiva na alimentação animal, constituindo a principal fonte alimentar do rebanho bovino brasileiro. Sistemas de criação de ruminantes em pastagens proporcionam baixo custo de produção, no entanto, apresentam entraves associados à estacionalidade de produção em períodos secos do ano, ocasionando baixos índices produtivos.

A precipitação pluviométrica da região semiárida é caracterizada pelos baixos índices pluviométricos anuais, ocasionando frequentes eventos de “seca”. Santos e Almeida (2006) assinalam que as gramíneas forrageiras tropicais possuem elevado potencial de produção de forragem, sendo que no Brasil Central cerca de 80% dessa produção ocorre no período das águas e somente 20% no período seco.

A água é um dos fatores determinantes na produção de forragem, podendo levar a alterações anatômicas e morfofisiológicas ou estimular reações adaptativas à seca. Assim, torna-se importante o estudo das respostas das espécies forrageiras em condições de restrição de umidade do solo, gerando subsídios para indicação e manejo de genótipos adaptados às características climáticas comuns desta região.

Dentre as espécies forrageiras comumente utilizadas em regiões semiáridas e no Brasil Central, destacam-se o *Andropogon gayanus* cv. Planaltina (capim-andropogon); *Brachiaria brizantha* cv Marandu (capim-marandu) e o *Cenchrus ciliaris* cv. 131 (capim-buffel cv. 131). Desse modo, objetivou-se avaliar as características produtivas e estruturais de gramíneas forrageiras em função da disponibilidade hídrica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As gramíneas possuem participação expressiva na alimentação animal como volumosos concentrados e na integração lavoura-pecuária, sendo esta última uma alternativa que tem se mostrado promissora (PEREIRA *et al.*, 2009). Essas plantas são a fonte basal de alimentos para os ruminantes nos trópicos, nos quais 96,9% são criados e terminados a pasto (ANUALPEC, 2008), o que reduz o custo da produção (ZANINE E MACEDO JR., 2006), e torna a carne mais competitiva no mercado internacional. Contudo, a atividade possui o entrave da estacionalidade de produção, onde o déficit hídrico em determinadas épocas do ano restringe o potencial produtivo das forrageiras, além de ocuparem área com ampla restrição para o cultivo, o que envolve solos com alta declividade, arenosos ou sujeitos a alagamento.

A deficiência hídrica é uma situação comum à produção de muitas culturas, fenômeno que está associado a fatores como a irregularidade na ocorrência e distribuição das chuvas, demanda evaporativa e capacidade de armazenar água no solo.

Na atualidade, a escassez de água é considerada a principal ameaça à segurança alimentar, por causa dos impactos negativos no crescimento e desenvolvimento das plantas (FAROOQ *et al.*, 2009).

Durante o ciclo de desenvolvimento da planta há um consumo significativo de água, sendo que em torno de 98% desse volume que passa pela planta, posteriormente é perdido na atmosfera pelo processo de transpiração. Esse fluxo de água é importante para o bom desenvolvimento vegetal e, portanto sua taxa deve ser mantida dentro de limites ótimos de acordo com cada cultura (REICHARDT; TIMM, 2004).

Em plantas de metabolismo C4, como as gramíneas tropicais, para cada grama de matéria orgânica produzida, aproximadamente, 300 g de água são absorvidos pelas raízes, sendo que 95% são perdidas pelo processo de

transpiração e o restante utilizado no metabolismo e crescimento vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2009).

As plantas absorvem água em toda a sua superfície, mas a maior parte do suprimento de água vem do solo (PAIVA; OLIVEIRA, 2006).

A água é uma das mais importantes substâncias para a planta; em meio aquoso ocorre a difusão de minerais, solutos e gases. É considerada um reagente ou substrato para reações celulares nos organismos vegetais, por exemplo, a fotólise da água. Sendo também a fonte do oxigênio molecular existente na atmosfera, que é produzido na fotossíntese, assim como do hidrogênio para reduzir o CO₂ a carboidrato. Outros processos como a hidrólise de macromoléculas, tais como a do amido em açúcares solúveis, são imprescindíveis na germinação de sementes ou na respiração.

Outra função da água é a manutenção da turgescência celular, sendo imprescindível para o aumento de volume celular, crescimento do vegetal, abertura dos estômatos e movimentos de folhas e flores (Kramer; Boyer, 1995).

Segundo Dias (2008), a água permite o desenvolvimento de pressão de turgescência que dá um elevado grau de rigidez ao conteúdo celular e à parede celular envolvente, conferindo suporte aos caules das plantas herbáceas.

Durante o déficit hídrico ocorre um conflito entre a conservação da água pela planta e a taxa de assimilação de CO₂ para produção de carboidratos (TAIZ; ZEIGER, 1991). A fim de superar os eventuais danos causados pela falta de água, as plantas utilizam ajustes de ordem morfológica, bioquímica e fisiológica para se adaptarem a essas condições. Foram constatados por Melo *et al.* (2007) que as espécies forrageiras apresentam plasticidade diferenciada para tolerar as condições de deficiência hídrica. Nesse experimento, foram observadas as mudanças ocasionadas em *Setaria anceps* e *Paspalum paniculatum* submetidos à suspensão total de água. Como adaptação morfológica as plantas de *Setaria anceps* apresentaram diminuição do diâmetro polar médio dos estômatos da porção adaxial, e em

Paspalum paniculatum, houve aumento na densidade estomática e diminuição nos diâmetros polar e equatorial dos estômatos.

Na tolerância a deficiência hídrica, a planta utiliza mecanismos fisiológicos e anatômicos que retardam a desidratação como uma diminuição da atividade celular para a manutenção do potencial osmótico, como uma tentativa para conter a desidratação celular (DUQUE *et al.*, 2013). Entre os genótipos de plantas forrageiras há uma grande variabilidade quanto às repostas de sobrevivência em condições de deficiência hídrica. As principais mudanças que uma planta submetida ao estresse hídrico apresenta são: menor crescimento, redução da área foliar, maior crescimento do sistema radicular, enrolamento das folhas, redução de turgor, fechamento dos estômatos, abscisão floral e alteração na permeabilidade da cutícula (XOCOSTLECAZARES *et al.*, 2010; BASTOS *et al.*, 2011; VARSHNEY *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2011).

Segundo Mattos *et al.* (2005) o desenvolvimento de cultivares forrageiras tolerantes ao déficit hídrico é uma das alternativas para o cultivo de pastagens em ambientes com restrições hídricas.

As plantas possuem mecanismos especializados que auxiliam no combate e adaptação a seca. Santos *et al.* (2013) constataram aumento na proporção de material morto nas folhas de *B. brizantha* cv Marandu, e diminuição na área foliar total como mecanismos utilizados para reduzir o consumo de água e equilibrar as suas relações hídricas em condições de estresse hídrico e ainda apresentam sistema radicular profundo, que é um mecanismo de adaptação de plantas tolerantes ao estresse hídrico.

Kroth *et al.* (2015), trabalhando com cultivares de *Brachiaria brizantha* (Marandu, Piatã e Xaraés) e três disponibilidades hídricas, sendo solo alagado, capacidade de campo e déficit hídrico, com o objetivo de estabelecer a tolerância ao déficit hídrico e ao alagamento do solo na produção de folhas e colmos em Neossolo Flúvico, relataram que as cultivares de *Brachiaria brizantha* (Marandu, Piatã e Xaraés) são susceptíveis

ao déficit hídrico do solo quanto à massa seca de folhas, massa seca de colmos e relação folha/colmo.

Dentre as espécies em destaque para o cultivo em áreas sequeiras com baixo índice pluviométrico, inferior a 600 mm e temperatura média anual superior a 22°C, Vilela (2012) cita os capins adropogon, marandu e buffel, comumente utilizados na alimentação animal, tanto como pastejo direto, como para produção de feno e matéria prima para silagem.

A Embrapa Gado de Corte e a Embrapa Cerrados lançaram em 1984 a cultivar Marandu que significa Novidade em Tupi Guarani, originária da África. As *Brachiarias sp.* ocupam grande área, apresentando expressiva contribuição na pecuária brasileira. Trata-se de uma planta perene, cespitosa, robusta, que possui 1,5 a 2,5 m de altura e intenso afilamento nos nós superiores, com folhas largas e longas (KROTH 2013). Ainda possuem ampla adaptação climática, desenvolvendo-se até 3000 m acima do nível do mar e exige precipitação pluviométrica anual variando de 800 a 1200 mm. Essa forrageira apresenta alta resistência à seca e a cigarrinha das pastagens (*Homoptera: Cercopidae*), não tolera solos encharcados, apresenta boa tolerância ao sombreamento, ao fogo e ao frio (FILHO, 1994; BASSO, 2006). A *Brachiaria brizantha* é uma planta recomendada como alternativa para os solos de cerrado, devido se adaptar a solos de média fertilidade ou de textura arenosa e tolerar altas saturações de alumínio, características típicas dos solos dessas regiões. (ALVES; SILVA FILHO, 1996) (NUNES *et al.*, 1984; EMBRAPA 2004). Apresenta proteína bruta variando de 8 a 11%, produção de matéria seca de 10 a 18 toneladas/ha/ano e boa produção de sementes viáveis (EMBRAPA, 1985). A braquiária é o capim mais plantado no Brasil, sendo usado na cria, recria e engorda de animais ruminantes.

De acordo com Moreira *et al.*, (2007), trabalhos desenvolvidos no Sertão de Pernambuco têm evidenciado o potencial de produção do capim buffel usado estrategicamente na época seca como complemento da vegetação da caatinga.

Cavalcanti, *et al.* (2016) evidenciam que o capim andropogon é considerado uma das gramíneas mais adaptadas a regiões que apresentam longos períodos de seca.

A avaliação das características produtivas e estruturais de gramíneas forrageiras consiste em uma importante área de estudo do comportamento de plantas forrageiras, frente às variações da disponibilidade hídrica.

Uma diminuição no potencial hídrico pode afetar certos processos da planta mais do que outros. Os inicialmente a serem afetados por moderada deficiência de água são a divisão e a expansão celular e, especialmente, a expansão que pode ser retardada ou interrompida. Desta forma, o crescimento das folhas e caules diminui bem antes do estresse hídrico tornar-se severo a ponto de causar o fechamento dos estômatos e uma diminuição na fotossíntese (DUARTE, 2012).

De acordo com Durand *et al.* (1997), plantas irrigadas apresentam expressivo aumento na taxa de alongamento de folhas e na produção de perfilhos. Em contrapartida, segundo esses autores, as plantas que sofrem estresse hídrico diminuem a alocação de assimilados para a parte aérea.

A produção de perfilhos serve como indicativo de reprodução e crescimento das espécies forrageiras, uma vez que o perfilhamento é influenciado por vários fatores que possuem estreita relação com o ambiente e com o manejo adotado. Uma das formas que a planta utiliza como resposta adaptativa e de sobrevivência a determinada situação de estresse é o aumento na taxa de reprodução de perfilhos (SANTOS *et al.*, 2009). SANTOS *et al.* (2012), avaliando a produção de perfilhos de *Brachiaria sp.* em disponibilidades hídricas de 25 a 100% (com intervalo de 25% da máxima capacidade de retenção de água no solo), observaram que as disponibilidades hídricas exerceram influência nas gramíneas forrageiras quanto ao número de perfilhos, com máxima produção na disponibilidade hídrica de 73,89 % para o capim Marandu, incrementando a produção em número de perfilhos desse capim em 85,29.

Araujo *et al.* (2008), trabalhando com *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetidas a diferentes condições hídricas (25, 50 e 75% da CC), observaram queda no perfilhamento inicial na condição hídrica de 25% de retenção de água no solo, durante o estabelecimento da planta.

A produção de MS é um parâmetro comumente utilizado para estimar a produtividade, que está diretamente relacionado com a altura da planta e a área foliar.

As folhas são fonte de fotoassimilados que influenciam o desenvolvimento das raízes, estruturas que participam da assimilação de nutrientes e desempenham importante papel na resistência ao déficit hídrico. A deficiência hídrica provoca alterações no desenvolvimento e na área foliar das plantas, sendo que esta última determina o uso da água e o potencial de produtividade (SANTOS; CARLESSO, 1998). Dessa forma, a contribuição de lâminas foliares é de extrema relevância, pois além de contribuir com respostas adaptativas ao estresse hídrico, está relacionada ao valor nutritivo da forragem, principalmente para animais em pastejo, uma vez que a lâmina foliar é o componente da pastagem mais selecionado na dieta e possui elevado valor nutritivo. A porcentagem das folhas decresce com o aumento da altura da planta, sendo este decréscimo a uma taxa menor em espécies de porte baixo e médio e a uma taxa maior nos cultivares de porte alto (COSTA *et al.*, 2005; RODRIGUES *et al.*, 2008).

Bonfim-Silva *et al.* (2011), avaliando o desenvolvimento inicial de sorgo, milho e milheto submetidos ao estresse hídrico (30, 60% da CC e solo alagado), encontraram influência da condição hídrica no solo em relação a altura das gramíneas, desse modo as plantas avaliadas apresentam maior desenvolvimento inicial na disponibilidade hídrica de 60% da capacidade de campo.

Das frações da planta, o colmo participa com menor contribuição para a elevação do teor de MS. Portanto, a maior relação lâmina foliar/pseudocolmo confere à forragem elevado teor de proteína, digestibilidade e estimula o consumo, em virtude da menor presença de

tecidos estruturais não degradáveis ou de difícil degradação, e confere à gramínea melhor adaptação ao pastejo ou tolerância ao corte (MELLO 2006).

De acordo com Lima *et al.* (2007), o avanço da idade da planta forrageira ocasiona, na maioria das vezes, um aumento da relação caule folha, em decorrência da intensificação de alongamento do caule, que por sua vez se comparada às folhas possui teor elevado de fibra e menores teores de proteína e fósforo.

Alves *et al.* (2008), avaliando as características estruturais e morfológicas, de *Brachiaria decumbens* Stapf submetida a diferentes volumes de água (80% e 40% da capacidade de campo estimada) e doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹), verificaram que a altura da planta foi influenciada apenas pelo volume de água, sendo que o de 80% foi significativamente superior ao de 40%. Visto que a altura da planta se relaciona com o comprimento do colmo e comprimento final da folha. As características, altura máxima da planta e taxa de alongamento foliar sofreram efeito do volume de água de 80% da capacidade de campo. Para a variável produção total de matéria seca, os autores observaram interação entre doses de nitrogênio e volume de água, constatando que os maiores valores foram observados para o volume de 80% juntamente com as doses de 200 e 300 kg ha⁻¹ de N, resultados. A forrageira apresentou um incremento na produção de matéria seca da parte aérea de 18,5 e 22,5 para as doses de 200 e 300 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

Santos *et al.* (2013) avaliaram a capacidade de adaptação e os mecanismos de resposta ao estresse hídrico de duas cultivares de *Brachiaria brizantha* (Marandu e BRS Piatã), submetidas ao déficit hídrico com colheitas realizadas durante 0, 7, 14 e 28 dias após o início da restrição de água, e observaram que o déficit hídrico causou diminuição da biomassa da parte aérea e da área foliar e aumentou a percentagem de raízes nas camadas mais profundas do solo em todas as cultivares.

Teodoro *et al.* (2002), estudando o efeito de lâminas de irrigação (25, 50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração) em pastagens adubadas com 40 kg N ha⁻¹ após corte e período de descanso de 36 dias em Uberlândia - MG, encontraram correlação linear entre a produção do capim *Panicum maximum cv. Tanzânia* e lâmina de água, demonstrando que o principal fator limitante à produtividade é a água.

Alencar (2007), ao estudar a produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água (0, 18, 45, 77, 100 e 120% da CC) e doses de nitrogênio (300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹), no município e Governador Valadares – MG (precipitação anual de 1.000 mm), concluiu que as lâminas médias de irrigação para maximizar a produtividade de matéria seca dos capins Pioneiro, Marandu, Mombaça, Tanzânia, Xaraés e Estrela são de 672, 672, 560, 448, 448, 414 mm ano⁻¹, respectivamente, com pastejo a cada 30 dias. Vitor (2006), estudou o efeito da aplicação de diferentes lâminas de água (0, 20, 0, 80, 100 e 120% evapotranspiração) e de níveis de adubação nitrogenada (100, 300, 500 e 700 kg ha⁻¹ de N) e suas interações sobre a produção do capim-elefante no Município de Coronel Pacheco, MG, observando que a produção de matéria seca acumulada no ano e durante o período chuvoso aumentou linearmente tanto em relação as doses de N quanto as lâminas de água aplicadas.

Costa *et al.* (2003) ressaltam que características como altura da planta, relação colmo/folha, taxa de crescimento, perfilhamento, expansão foliar, entre outras, apresentam uma relação direta com a produtividade e a qualidade da forragem, além de subsidiarem a adoção de práticas de manejo mais adequadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), na cidade de Janaúba, Estado de Minas Gerais, a altitude é de 540 m, com temperatura controlada variando entre 25 á 32°C. O período de condução experimental foi outubro a dezembro de 2016. O delineamento foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 3 x 5, três espécies forrageiras (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina; *Brachiaria brizantha* cv Marandu; *Cenchrus ciliaris* cv. 131) em cinco níveis de disponibilidade hídrica: 20; 40; 60; 80 e 100% da máxima capacidade de retenção de água do solo. Foram utilizadas 45 unidades experimentais, sendo 15 tratamentos e três repetições (blocos).

Cada parcela experimental foi constituída em um vaso com capacidade para 5 dm³ de solo. O solo foi coletado a uma profundidade de 0 a 20 cm, sob vegetação característica da região de Janaúba, após coletado, passou pelo processo de secagem à sombra e peneiramento em malha de 6 mm, sendo corrigido e adubado com fósforo, potássio e micronutrientes de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999). Após a adubação de estabelecimento, efetuou-se a semeadura das espécies em suas parcelas correspondentes, na profundidade de 1,0 cm.

A determinação da máxima capacidade de campo (CC) foi realizada em laboratório em vasos do mesmo volume utilizado no experimento, com três repetições, esses foram preenchidos com terra fina seca ao ar pesados e colocados em bandejas plásticas, onde foi adicionada água até dois terços da altura dos vasos, para que a mesma saturasse o solo por capilaridade, de modo a retirar todo oxigênio contido em seus poros. Após a saturação do solo, os vasos foram retirados da bandeja e colocados sobre um suporte para a drenagem da água. Ao cessar a drenagem, os vasos foram novamente pesados e por diferença obteve-se a máxima capacidade de campo (BONFIM-SILVA *et al.*, 2011), realizou-se o cálculo do vaso encharcado

menos o vaso seco que resultou na quantidade de água que o solo reteve. A quantidade de água foi considerada em termos percentuais equivalendo a 100% de umidade no solo, os demais percentuais foram estipulados com base neste princípio, obtendo assim, as disponibilidades hídricas de 20, 40, 60 e 80% CC.

A cada dois dias, todas as parcelas foram pesadas, com objetivo de repor a água consumida por evapotranspiração, a partir do conhecimento prévio dos pesos de cada vaso.

Nos primeiros 15 dias após a germinação foram efetuados três desbastes até restarem cinco plantas por vaso. Aos 54 dias após o plantio foi realizado o corte de uniformização a 10 cm de altura do solo. Após o corte de uniformização foi iniciada a aplicação das condições diferenciadas de umidade do solo de acordo com cada tratamento e no intervalo de 30, 60 e 90 dias após o corte de uniformização, foram realizados os três cortes avaliativos.

Antecedendo cada corte avaliativo foram verificados aspectos estruturais (altura da planta, número de perfilhos e número de inflorescência por vaso). Essas variáveis foram obtidas da seguinte maneira:

Para determinar a altura da planta utilizou-se uma régua com divisões de 1 cm posicionada desde o nível do solo até a curvatura média das folhas, onde foi considerado como limite superior a altura da curvatura das folhas em torno da régua, e a média desses pontos representou a altura média do dossel.

Após a verificação da altura, foi feito a contagem do número de perfilhos aéreos e basais/ vaso e também o número de inflorescência/vaso, posteriormente coletou todo o material vegetal contido no vaso à altura de 10 cm do solo, restando uma área foliar adequada para rebrotação. Foi realizada a separação e pesagem dos componentes morfológicos da planta (lâmina foliar verde, pseudocolmo e material morto) da forragem amostrada. As subamostras foram acondicionadas em sacos de papel, pesadas e levadas à estufa de ar forçado a 65° C até peso constante para determinação do peso de

perfilhos, peso da massa da lâmina foliar, peso do pseudocolmo (colmo + bainha) e peso do material morto. A partir desses dados foi possível analisar a (%) de massa da lâmina foliar, (%) pseudocolmo (colmo + bainha) e (%) material morto, em relação à massa seca total da forragem de cada amostra.

Para avaliação dos resultados, que foram submetidos à análise de variância em nível de 5% de probabilidade, considerou-se os valores médios dos três cortes avaliativos, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2000). Foram ajustadas equações de regressão no programa Table Curve 2D (JANDEL, 1991), selecionando-se as equações de regressão que apresentaram concomitantemente maior coeficiente de determinação (R^2), estimativas dos parâmetros significativas em nível de 5% de significância pelo teste “t” e com comportamento explicável biologicamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação às variáveis analisadas, deve-se ressaltar que à exceção do material morto, com base na matéria verde, não houve interação da disponibilidade hídrica com as gramíneas avaliadas, o comportamento observado da maioria das variáveis em função da disponibilidade hídrica independe das espécies forrageiras.

Na Tabela 1 consta o resumo da análise das variáveis de número de perfilhos basais, aéreos total de perfilhos, peso, altura e número de inflorescências.

O capim-andropogon apresentou maior número de perfilhos basais por vaso, comparativamente aos capins marandu e buffel, que não diferiram entre si (Tabela 2). Considerando o valor médio de perfilhos basais do capim-marandu e do capim-buffel, o capim-andropogon apresentou superioridade de 61,29% em relação a esses dois capins.

Verificou-se maior capacidade de perfilhamento aéreo do capim-buffel cv.131 comparativamente às demais espécies forrageiras analisadas, que não diferiram entre si (Tabela 2). Considerando o número de perfilhos totais, entretanto, o capim-andropogon apresentou maior valor médio, com valor intermediário para o capim-buffel cv. 131, seguido pelo capim-marandu (Tabela 2). Os maiores valores de perfilhos basais para o capim-andropogon foram preponderantes nos resultados de perfilhos totais.

TABELA 1. Resumo da análise de variância das variáveis de número de perfilhos basais (PERFB), número de perfilhos aéreos (PERFA), número total de perfilhos (PERFT), peso de perfilhos (PESOP), altura de perfilhos (ALTPL) e número de inflorescências (INFLOR).

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio					
		PERFB	PERFA	PERFT	PESOP	ALTPL	INFLOR
Gramínea (G)	2	1934,53*	754,46*	1682,05*	0,16*	36,60 ^{ns}	0,31*
D.H. ¹ (D)	4	207,56*	5,16 ^{ns}	173,90*	0,30*	538,56*	0,83 ^{ns}
G x D	10	44,69 ^{ns}	16,31 ^{ns}	31,02 ^{ns}	0,55 ^{ns}	22,27 ^{ns}	0,32 ^{ns}
Bloco	2	78,08	4,67	69,17	0,40	43,58	0,35
Erro	26	46,88	12,38	69,83	0,25	26,59	0,64
Total	44	---	---	---	---	---	---
Coefficiente de variação (%)	---	18,18	59,67	19,20	19,13	15,54	243,65

D.H.¹: disponibilidade hídrica; *significativo em nível de 5% pelo teste F; ^{ns}não significativo.

TABELA 2. Valores médios de números de perfilhos basais (PERFB), número de perfilhos aéreos (PERFA), número total de perfilhos (PERFT), peso de perfilhos (PESOP), altura de perfilhos (ALTPL) e número de inflorescências (INFLOR) em função da gramínea forrageira.

Variável	Gramínea		
	Capim-andropogon	Capim-marandu	Capim-buffel (cv.131)
PERFB (vaso ⁻¹)	50,76a	31,69b	30,53b
PERFA(vaso ⁻¹)*	1,78b (2,87)	1,30b (0,82)	3,84a (14,00)
PERFT (vaso ⁻¹)	53,62a	32,51c	44,53b
PESOP (g vaso ⁻¹)	0,21b	0,38a	0,19b
ALTPL (cm vaso ⁻¹)	34,18	31,38	33,98
INFLOR (vaso ⁻¹)*	1,00b (0,00)	1,02b (0,04)	1,12a (0,27)

Letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK), em nível de 5% de probabilidade.

*Valores transformados: $(X + 1)^{0.5}$. Valores entre parêntesis correspondem aos valores médios originais.

O potencial de perfilhamento de um genótipo está associado à sua taxa de emissão de folhas. Os perfilhos basais são oriundos de gemas basais, localizadas próximas e/ou, no nível da superfície do solo já os perfilhos aéreos correspondem àqueles originados de gemas laterais, localizadas sob as bainhas das folhas de um perfilho basilar principal. Em geral, os perfilhos aéreos possuem maior relação folha/colmo, são tenros e possuem melhor valor nutritivo, quando comparados aos perfilhos basais (PEDREIRA *et al.*, 2001).

Santos *et al.* (2010), avaliando a morfologia de perfilhos basais e aéreos e a contribuição do perfilho aéreo nas características morfológicas do perfilho basal vegetativo e reprodutivo em pastos de *Brachiaria decumbens* sob lotação contínua, relatou maiores lâmina foliar e pseudocolmo nos perfilhos basais em relação aos aéreos e maior peso de perfilhos basais, quatro vezes superior ao peso dos perfilhos aéreos e ainda inferiu que o perfilhamento aéreo tem efeito crucial no aumento da área foliar e da massa de lâmina foliar viva do perfilho basal de *B. decumbens*; de modo geral o perfilho aéreo apresenta tamanho reduzido em comparação ao basal.

O perfilho aéreo possui padrão inverso de resposta e complementar ao perfilho basal em termos de contribuição para a área foliar dos pastos (GIACOMINI, 2007). Desta forma, a formação de perfilhos aéreos e basais é importante para garantir boa persistência das pastagens.

O capim-marandu apresentou maior peso de perfilhos, seguido do capim-andropogon e do capim-buffel cv.131, que não diferiram entre si (Tabela 2). Nelson e Zarroug (1981) e Santos *et al.* (2011a) demonstram que o peso e número de perfilhos estão negativamente correlacionados devido ao efeito compensação, fato observado nos resultados do capim-marandu e andropogon.

Em relação ao número de inflorescência, o capim-buffel apresentou resultado significativamente superior aos capins andropogon e marandu que não diferiram entre si. De acordo com Araújo Filho e Carvalho (1998) a

espécie *Cenchrus ciliaris* possui precocidade na produção de sementes e grande capacidade de entrar em dormência no período seco. Tal fato pode explicar o maior número de inflorescência.

A disponibilidade hídrica influenciou no número de perfilhos basal e total, bem como no peso e altura de perfilho. Já o número de perfilhos aéreos e as inflorescências emitidas não foram influenciados pela disponibilidade hídrica (Tabela 3). Foi possível verificar incremento de 34,52% no número de perfilhos basais, sendo o ponto de máxima observado equivalente a 41,49 unidades de perfilhos em 100% da máxima capacidade de retenção de água no solo e o ponto de mínima igual a 30,85 em 20% da disponibilidade hídrica, evidenciando que as disponibilidades hídricas interferiram de modo diferenciado na produção de perfilhos basal dos capins avaliados.

A disponibilidade hídrica influenciou o número de perfilhos totais, sendo observado o menor valor predito (38,32 unidades) na disponibilidade hídrica de 20% da capacidade de campo e o maior valor predito (47,35 unidades) na disponibilidade hídrica de 100%, resultando em um incremento da ordem de 23,56% no número total de perfilhos.

Em estádios avançados de restrições hídricas, a absorção de nutrientes pelas plantas é reduzida, devido à menor mobilidade de íons no solo e menor absorção de água pelas raízes. Com isso, há redução na taxa fotossintética e, conseqüentemente, no acúmulo de assimilados pela planta (Turner, 1997).

Segundo Araújo *et al.* (2010) algumas plantas, para se adaptarem às condições de baixa disponibilidade de água, adotam a estratégia de redução da parte aérea, em favor das raízes. Araújo (2008), trabalhando com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidos a condições de umidade de solo controladas, observaram redução do número de perfilhos em condições de déficit hídrico quando o teor de água no solo chegou a 25% da capacidade de campo, durante o período de estabelecimento. De forma semelhante, Kroth (2013) analisando três cultivares de *Brachiaria* em condição de estresse verificou redução no número de perfilhos total.

TABELA 3. Valores médios de números de perfilhos basais (PERFB), número de perfilhos aéreos (PERFA), número total de perfilhos (PERFT), peso de perfilhos (PESOP), altura de perfilhos (ALT) e número de inflorescências (INFLOR) em função da disponibilidade hídrica.

Variável	Disponibilidade Hídrica*					\bar{Y}	ER
	20	40	60	80	100		
PERFB (vaso ⁻¹)	31,74	33,22	41,07	42,07	40,19	37,66	1
PERFA (vaso ⁻¹)**	2,42 (6,85)	2,34 (5,89)	2,36 (6,41)	2,23 (5,33)	2,19 (5,00)	2,31 (5,90)	$\hat{Y}=\bar{Y}$
PERFT (vaso ⁻¹)	38,59	39,11	47,48	47,41	45,19	43,56	2
PESOP (g vaso ⁻¹)	0,16	0,25	0,29	0,31	0,28	0,26	3
ALTPL (cm vaso ⁻¹)	22,19	22,70	34,81	39,78	40,41	31,90	4
INFLOR (vaso ⁻¹)**	1,05 (0,11)	1,03 (0,07)	1,11 (0,26)	1,00 (0,00)	1,03 (0,07)	1,04 (0,10)	$\hat{Y}=\bar{Y}$

*Valores correspondentes à disponibilidade de água de 20; 40; 60; 80 e 100% da capacidade de campo.

**Valores transformados: $(X + 1)^{0.5}$. Valores entre parêntesis correspondem aos valores médios originais.

\hat{Y} = valor estimado; \bar{Y} = média geral.

ER = Equação de Regressão

1: $\hat{Y} = 50,1064 - (86,1331*/X)^{0.5}$; $R^2 = 0,78$

2: $\hat{Y}^2 = 824,8477 + 139,9182*X^{0.5}$; $R^2 = 0,66$

3: $\hat{Y} = 1/(0,0157 + (0,5694*/X))$; $R^2 = 0,99$

4: $\hat{Y} = 1/(0,0157 + (0,5694*/X))$; $R^2 = 0,99$

onde X = disponibilidade hídrica; *significativo em nível de 5% pelo teste "t".

Coutinho *et al.* (2015), avaliando o efeito de diferentes turnos de rega com intervalos de 2, 4, 6, 8 e 10 dias, sobre as características morfológicas, estruturais e produtivas de capim-buffel, relatou que o número de perfilhos aumentou consideravelmente com a diminuição dos turnos de rega ($p < 0,05$), passando de 1,2 para 9,7 perfilhos por vaso, o que representa um aumento de 87 %

Alves *et al.* (2008), trabalhando com *Brachiaria decumbens* Stapf submetida a diferentes volumes de água (80%, e 40% da CC) e doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹), com o objetivo de avaliar as características estruturais e morfológica, constatou que os maiores valores para número de perfilhos foram observados para o volume de 80% CC juntamente com as doses de 200 e 300 kg ha⁻¹ de N.

Para Barreto *et al.* (2001) e Santos *et al.* (2001) o déficit hídrico em períodos de estiagem pode ocasionar uma redução do perfilhamento basal em gramíneas forrageiras. Segundo PEDREIRA *et al.* (2001), a capacidade das gramíneas forrageiras em produzir novos perfilhos auxilia em seu estabelecimento, promovendo maior competitividade com plantas invasoras além de determinar a produção de forragem.

O desenvolvimento de perfilhos é um dos primeiros parâmetros a serem reduzidos por condições climáticas desfavoráveis, como baixas precipitações. A redução no número de perfilhos ocorre antes mesmo que a taxa de alongamento foliar e taxa de aparecimento foliar (NABINGER E PONTES 2001). Santos *et al.* (2011b) relataram que a redução do número de perfilhos basais de capim-elefante representa um dos principais efeitos do estresse hídrico.

Com o aumento da disponibilidade de água, o peso de perfilhos apresentou comportamento crescente ($P < 0,05$), promovendo a máxima produção de 0,30g de MS/vaso (valor predito) no volume de 100% da CC e menor produção de 0,16g de MS/vaso (valor predito) em 20% da CC, verificando incremento de 88% no peso dos perfilhos (Tabela 3). De forma semelhante, verificou-se que os capins atingiram altura mínima e máxima de

20,83 e 42,47 cm nas disponibilidades hídricas de 20% e 100% respectivamente, incrementando a altura dessas gramíneas em 104% (Tabela 3). Esses resultados denotam a alta magnitude de resposta das forrageiras avaliadas ao incremento na disponibilidade hídrica.

Kroth (2013), trabalhando com três cultivares de *Brachiaria* (Marandu, Piatã e Xaraes) e três disponibilidades hídricas (solo alagado, capacidade de campo e déficit hídrico), não encontrou interação significativa entre as disponibilidades hídricas do solo e as cultivares de *Brachiaria brizantha* em relação à altura das plantas no primeiro, segundo e terceiro cortes.

SANTOS *et al.* (2012), avaliando o crescimento e produção três cultivares de braquiária em quatro disponibilidades hídricas de 25 a 100% (com intervalo de 25% da máxima capacidade de retenção de água no solo) observaram resposta quadrática e maior altura do capim na disponibilidade hídrica de 98,81%, de sua máxima capacidade de retenção de água incrementando a altura dessas gramíneas em 93,72%.

Kroth (2013) verificou aumento na altura das plantas no solo sob capacidade de campo em relação ao déficit hídrico no primeiro, segundo e terceiro cortes de 55, 65 e 81%, respectivamente.

Kanno *et al.* (1999) trabalharam com *B. decumbens*, *B. brizantha*, *B. humidicola* e *B. dictyoneura* e dois níveis de umidade no solo (50 e 80% do volume total de poros preenchidos) e verificaram que o estresse hídrico diminuiu a taxa de crescimento diário das espécies.

A forma com que o déficit hídrico se desenvolve nas plantas é muito complexa, pois afeta todos os aspectos de crescimento, causando modificações anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, como fotossíntese, respiração, translocação, absorção de íons, carboidratos, metabolismo de nutrientes, podendo causar desidratação e redução no crescimento da planta (MARENCO E LOPES, 2005; JALEEL *et al.*, 2008).

A água é uma via de absorção de nutrientes do solo pelas plantas, sendo que o déficit hídrico reduz esta absorção, e ainda diminui a

turgescência das células, responsáveis pela divisão e expansão celular (KROTH, 2013), o que pode ter levado a diminuição na altura das plantas no tratamento sob déficit hídrico.

Na Tabela 4 consta o resumo da análise de variância das variáveis pesos de lamina foliar e pseudocolmo verdes e produção de matéria verde total (PMVT). A produção de lamina foliar e pseudocolmo em g vaso⁻¹ em relação a MV e produção de MV total em g/vaso diferiram entre as espécies forrageiras (Tabela 5), sendo que o capim-marandu foi o mais produtivo em relação ao peso de lamina foliar verdes, seguido pelo capim-andropogon, que por sua vez diferiu do capim-buffel cv. 131.

Para peso de pseudocolmo verde o capim-buffel apresentou os maiores resultados, seguido por valores intermediários para o capim-marandu e menores pesos de colmo verde para o capim-andropogon.

Os resultados de peso de lâmina foliar influenciaram nos resultados de PMVT. O capim-marandu apresentou PMVT superior aos demais capins, que não diferiram entre si. Em relação à disponibilidade hídrica, a LF apresentou comportamento crescente, verificado incremento na produção das cultivares de 110,06 % (Tabela 6), sendo que a produção máxima de LF estimada foi equivalente a 28,28 g e mínima igual a 13,46 na condição de solo 20 e 100% CC.

O valor máximo estimado para produção de PC foi observado na disponibilidade hídrica de 100% igual a 9,95 g vaso⁻¹ e mínimo de 2,41 g vaso⁻¹ na condição do solo com 20% da CC, resultando em um aumento de 312,37%.

Observou-se comportamento crescente da produção de matéria verde total em relação ao aumento da disponibilidade hídrica no solo, atingindo valor máximo estimado de 38,29 g vaso⁻¹ no nível de 100% (Tabela 6). Considerando a produção de matéria verde estimada de 15,64 g vaso⁻¹ na disponibilidade de 20% de água e 6,71 g vaso⁻¹ na de 100%, observa-se que houve um acréscimo na produção forrageira de 144,83%.

TABELA 4. Resumo da análise de variância das variáveis pesos de lamina foliar (LF) e pseudocolmo (PC) verdes e produção de matéria verde total (PMVT).

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio			
		LF	PC	PMVT	MM
Gramínea (G)	2	649,02*	122,91*	330.40*	2.18*
D. H. ¹ (D)	4	348,95*	86,07*	786.05*	0.36 ^{ns}
G x D	10	2,43 ^{ns}	1,32 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0.65*
Bloco	2	18.54	9,28	40.36	0.50
Erro	26	16,68	4,93	30.52	0.22
Total	44	---	---	---	---
Coefficiente de variação (%)	---	18,32	30,68	18,34	78,88

D.H.¹: disponibilidade hídrica. *significativo em nível de 5% pelo teste F; ^{ns} não significativo.

TABELA 5. Valores médios de lamina foliar (LF), pseudocolmo (PC) com base na matéria verde e produção de matéria verde total (PMVT) em função da gramínea forrageira.

Variável	Gramínea		
	Capim-andropogon	Capim-marandu	Capim-buffel (cv.131)
LF (g vaso ⁻¹)	23,82b	27,98a	15,09c
PC (g vaso ⁻¹)	4,43c	7,13b	10,15a
PMVT (g vaso ⁻¹)	29,03b	35,28a	26,09b

Letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK), em nível de 5% de probabilidade.

TABELA 6. Valores médios de lamina foliar (LF), pseudocolmo (PC) com base na matéria verde e produção de matéria verde total (PMVT) em função da disponibilidade hídrica.

Variável	Disponibilidade Hídrica*					\bar{Y}	ER
	20	40	60	80	100		
LF (g vaso ⁻¹)	13,61	18,04	24,82	28,18	25,82	22,09	1
PC (g vaso ⁻¹)	2,82	5,20	8,72	9,60	9,85	7,24	2
PMVT (g vaso ⁻¹)	16,82	23,99	34,33	38,34	37,17	30,13	3

*Valores correspondentes à disponibilidade de água de 20; 40; 60; 80 e 100% da capacidade de campo.

\hat{Y} = valor estimado; \bar{Y} = média geral. ER = Equação de Regressão:

1: $\hat{Y} = 1/(0,1325 + (0,6594*/X))$; $R^2 = 0,84$

2: $\hat{Y} = 1/(0,1537 + (2,2618*/X))$; $R^2 = 0,88$

3: $\hat{Y} = 1/(0,0157 + (0,5694*/X))$; $R^2 = 0,99$

onde X = disponibilidade hídrica; *significativo em nível de 5% pelo teste "t".

Estudos de produção de massa seca de folhas em gramíneas forrageiras são importantes em razão das folhas se constituírem no órgão das plantas preferencialmente consumidas pelos animais além de ser a principal fonte de nutrientes para os ruminantes em sistema de pastejo (Rodrigues *et al.*, 2008).

Houve efeito significativo a 0,05% de probabilidade da interação entre as disponibilidades hídricas do solo e as espécies forrageiras em relação ao peso de MM (MV) g vaso⁻¹ (Tabela 4).

No desdobramento das gramíneas dentro de cada disponibilidade hídrica, observou-se que as cultivares não apresentaram diferenças significativas em relação ao peso de MM (MV) g vaso⁻¹ na condição hídrica de 20% CC (Tabela 7).

O capim Marandu apresentou melhor peso MM g vaso⁻¹ com base na matéria original, nas condições 40, 60, 80 e 100% CC, em relação às demais espécies analisadas. Foi observado redução no peso da variável na disponibilidade hídrica de 40% para os capins marandu e buffel, sendo o capim andropogon prejudicado nesta condição de umidade do solo. Na disponibilidade hídrica de 60% CC houve aumento na produção de MM (MV) g vaso⁻¹ das gramíneas Andropogon e Buffel, que não diferiram entre si, em relação à Brachiaria marandu. Analisando as disponibilidades hídricas 80 e 100% CC, o capim-marandu apresentou melhor resposta para a produção de matéria morta que não diferiu do capim-andropogon seguido pelo buffel.

O peso do material morto g vaso⁻¹ não foi influenciado pela disponibilidade hídrica em cada espécie forrageira avaliada. O aumento da matéria morta em pastagens pode ocorrer por inúmeras causas, a principal delas é a remoção da gema apical por meio do pastejo (Lemaire; Chapman, 1996). Outra causa relevante que acarreta em aumento na MM em pastagens é a densidades populacionais elevadas que por sua vez dificulta o suprimento de carbono gerado pela competição por luz.

TABELA 7. Valores médios de peso de material morto g por vaso em função da espécie forrageira e disponibilidade hídrica.

Capim	Disponibilidade Hídrica*					\bar{Y}	ER
	20	40	60	80	100		
Andropogon	1,28A	1,57A	1,32A	1,23AB	1,19AB	1,32	$\hat{Y}=\bar{Y}$
Marandu	1,07A	1,14B	1,06B	1,07B	1,04B	1,08	$\hat{Y}=\bar{Y}$
Buffel (cv. 131)	1,09A	1,26B	1,52A	1,48A	1,38A	1,35	$\hat{Y}=\bar{Y}$
\bar{Y}	1,15	1,32	1,30	1,26	1,20	---	---
	12,10					---	---

Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK), em nível de 5% de probabilidade.

*Valores correspondentes à disponibilidade de água de 20; 40; 60; 80 e 100% da capacidade de campo.

\hat{Y} = valor estimado; \bar{Y} = média geral.

Davies *et al.* (1983) demonstraram que maior quantidade de assimilados é alocada para o crescimento da planta em detrimento da formação de novos perfilhos em plantas sombreadas.

As restrições hídricas severas promovem paralisação do crescimento e morte da parte aérea da planta e limita a produção animal, tanto em razão da baixa qualidade quanto da disponibilidade da forragem. Por outro lado, deficiências hídricas suaves, reduzem a velocidade de crescimento de gramíneas, retardando a formação de caules e resulta em plantas com maiores proporções de folhas e conteúdo de nutrientes potencialmente digestíveis. (REIS; RODRIGUES, 1993).

Na Tabela 8 consta o resumo da análise de variância das variáveis pesos de lamina foliar (LF), pseudocolmo (PC) e material morto (MM) com base na matéria seca e produção de matéria seca total (PMST).

Em relação à produção de matéria seca de folhas, os capins andropogon e marandu não diferiram entre si e apresentaram maiores produtividades, seguido pelo capim-buffel cv. 131, que por sua vez diferiu dos demais. Já para produção de colmo (MS) g vaso⁻¹, o buffel apresentou peso g vaso⁻¹ significativamente superior a *Brachiaria marandu*, que diferiu do andropogon. O capim buffel apresentou produtividade de MST (g vaso⁻¹) inferior aos demais capins, que não diferiram entre si (Tabela 9).

Considerando o peso do material morto com base na matéria seca, o capim-marandu apresentou menor quantidade, diferindo das demais gramíneas que foram significativamente semelhantes. Estudos que mostram a relação água-planta são realizados há bastante tempo, com o objetivo de se entender melhor os mecanismos de absorção e transporte de água pelas plantas. É sabido que a disponibilidade hídrica é um dos fatores que mais afetam as folhas, as raízes, a condutância estomática, a fotossíntese e a acumulação de matéria seca.

TABELA 8. Resumo da análise de variância das variáveis pesos de lamina foliar (LF), pseudocolmo (PC) e material morto (MM) com base na matéria seca e produção de matéria seca total (PMST).

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		LF	PC	MM	PMST
Gramínea (G)	2	96,26*	14,10*	1,01*	38,97*
D.H. ¹ (D)	4	36,25*	8,85*	0,38*	79,71*
GxD	10	3,31 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,29 ^{ns}	1,49 ^{ns}
Bloco	2	2,69	1,21	0,32	5,61
Erro	26	2,06	0,56	0,17	3,31
Total	44	---	---	---	---
Coefficiente de variação (%)	---	19,42	33,20	108,24	18,14

D.H.¹: disponibilidade hídrica. *significativo em nível de 5% pelo teste F; ^{ns} não significativo.

TABELA 9. Valores médios de lamina foliar (LF), pseudocolmo (PC), matéria morta (MM) com base na matéria seca e produção de matéria seca total em função da gramínea forrageira.

Variável	Gramínea			CV
	Capim-andropogon	Capim-marandu	Capim-buffel (cv.131)	
LF (g vaso ⁻¹)	8,59a	9,12a	4,49b	19,42
PC (g vaso ⁻¹)	1,39c	2,08b	3,30a	33,20
MM* (g vaso ⁻¹)	1,25a (0,61)	1,05b (0,10)	1,18a (0,42)	11,39
PMST (g vaso ⁻¹)	10,59a	11,29a	8,21b	18,14

Letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK), em nível de 5% de probabilidade.

*Valores transformados: $(X + 1)^{0.5}$. Valores entre parêntesis correspondem aos valores médios originais.

As espécies vegetais adaptadas à seca exibem mecanismos que previnem a perda de água para o ambiente e mantêm sua hidratação, permitindo o uso do suprimento de água limitado do solo por mais tempo (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Para a produção de matéria seca total (PMST) os capins andropogon e marandu apresentaram valores médios semelhantes, diferindo do capim-buffel cv. 131 (Tabela 9).

A produtividade de colmo foi inversamente proporcional a produção de folhas de acordo espécie forrageira. A área foliar é um importante fator da produção das plantas, notadamente nas forrageiras, e pode ser severamente inibida quando a planta é exposta ao déficit hídrico. Segundo Fernández *et al.*(1996), a área foliar determina o uso da água pelas plantas e a sua produção é severamente inibida sob condição de déficit hídrico. Para Silva (2002), a redução da área foliar pode ser decorrente da redução no tamanho das folhas individualmente como também da sua produção, no que concordam com Taiz e Zeiger (1991), que afirmaram que o estresse hídrico não só limita o tamanho de folhas individuais, mas, também, o número de folhas, porque diminui o número e a taxa de crescimento.

A semelhança entre os resultados encontrados em peso de lamina foliar com base na MS e PMST, pode ser justificada devido o fato de as folhas serem a porção, neste estudo, que apresentam o maior peso, influenciando a matéria seca total de cada espécie.

De acordo com Alexandrino *et al.* (2004) a lâmina foliar é um importante componente para a produção de massa seca total, destacando-se por interceptar boa parte da energia luminosa e representar parte substancial do tecido fotossintético ativo, além de constituir-se em material de alto valor nutritivo para os ruminantes.

A disponibilidade hídrica influenciou o peso de folhas, sendo observado o menor valor predito (4,33 g de MS) na disponibilidade hídrica de 20% da capacidade de campo e o maior valor predito (9,14 g de MS) na disponibilidade hídrica de 100%, resultando em um incremento da ordem de

110,85% no peso folhas (Tabela 10).

Observou-se comportamento crescente do peso do colmo (MS) em relação ao aumento da disponibilidade hídrica no solo. Considerando o peso do colmo em relação a MS estimada de 0,72g vaso⁻¹ na disponibilidade de 20% de água e 3,12 g vaso⁻¹ na de 100%, observa-se que houve um acréscimo na produção forrageira de 328,62% (Tabela 10).

O peso da MM com base na MS apresentou comportamento decrescente com o aumento da disponibilidade hídrica a partir da disponibilidade hídrica 34,06% CC, apresentando maior peso da MM equivalente a 1,27 g vaso⁻¹; sendo que na capacidade de 100% de água foi observado o menor peso da MM, 1,09 g vaso⁻¹. Resultando consequentemente em uma redução de 85% no peso da MM da capacidade de 34% para 100% (Tabela 10).

O peso da MST aumentou com o aumento da disponibilidade hídrica, cujo máximo estimado foi observado na disponibilidade de 100% de água equivalente a 12,62 g vaso⁻¹ e mínimo igual a 5,43 g vaso⁻¹ verificado na disponibilidade de 20%CC.

O incremento produzido com o aumento na disponibilidade hídrica foi de 132,41% na disponibilidade máxima de água (100% CC) (Tabela 10). A imposição do estresse hídrico reduz a alocação de biomassa das folhas e dos caules, reforçando a afirmação de Mc Michael e Quisenberry (1993) de que o déficit hídrico acarreta diminuição de biomassa da parte aérea da planta.

Kroth (2013), avaliando a produção de folha na MS e utilizando três cortes avaliativos, observou uma redução na massa seca de folhas em condições de déficit hídrico em relação à capacidade de campo para cultivares Marandu de 95%, reforçando os dados encontrados nesta pesquisa.

TABELA 10. Valores médios de lamina foliar (LF), pseudocolmo (PC), matéria morta (MM) com base na matéria seca e produção de matéria seca total em função da disponibilidade hídrica.

Variável	Disponibilidade Hídrica*					ER	CV
	20	40	60	80	100		
LF (g vaso ⁻¹)	4,53	6,25	8,04	9,54	8,64	*	19,42
PC (g vaso ⁻¹)	0,84	1,62	2,72	3,16	2,95	*	33,20
Material MM**(g vaso ⁻¹)	1,10 (0,22)	1,26 (0,65)	1,22 (0,54)	1,12 (0,26)	1,10 (0,21)	*	11,39
PMST (g vaso ⁻¹)	5,58	8,52	11,30	12,96	11,80	*	18,14

*Valores correspondentes à disponibilidade de água de 20; 40; 60; 80 e 100% da capacidade de campo.

**Valores transformados: $(X + 1)^{0,5}$. Valores entre parêntesis correspondem aos valores médios originais.

\hat{Y} = valor estimado; \bar{Y} = média geral.

ER = Equação de Regressão

1: $\hat{Y} = 1/(0,1325 + (0,6594*/X))$; $R^2 = 0,84$

2: $\hat{Y} = 1/(0,1537 + (2,2618*/X))$; $R^2 = 0,88$

3: $\hat{Y} = 1/(0,0157 + (0,5694*/X))$; $R^2 = 0,99$

onde X = disponibilidade hídrica; *significativo em nível de 5% pelo teste "t".

Santos *et al.*, (2012) avaliando três cultivares de *Brachiaria brizantha* em diferentes disponibilidades hídricas do solo, observaram aumento de 93,39% na massa seca da parte aérea das plantas no tratamento de 100% da disponibilidade hídrica do solo quando comparada a 25% da disponibilidade hídrica, seguindo o mesmo comportamento do observado neste trabalho. Segundo Van Loo (1992) a diminuição da disponibilidade de hídrica no solo pode acarretar na planta a redução do crescimento, aumento da velocidade de senescência dos tecidos da planta, redução da expansão foliar e da fotossíntese, que reduzem a área foliar em espécies de gramíneas forrageiras.

Alves *et al.* (2008) trabalhando com *Brachiaria decumbens* cv. Stapf submetida a diferentes volumes de água (40 e 80% da CC) e doses de nitrogênio (0, 100, 200, 300 kg ha⁻¹), relataram que as características estruturais e a produção de matéria seca da parte aérea e de raízes são influenciadas positivamente pela adubação nitrogenada e maior volume de água em condições controladas (80%CC), determinando a necessidade hídrica para a disponibilização e assimilação do nitrogênio.

Santos *et al.* (2011), trabalhando com clones de *Pennisetum sp.* submetidos a diferentes níveis de tempo de supressão da reposição hídrica (0, 7, 14 e 21 dias sem irrigação), relatou que o déficit hídrico elevou o teor de matéria seca dos clones avaliados.

Coutinho *et al.* (2015) avaliando o efeito de diferentes turnos de rega sobre as características morfogênicas, estruturais e produtivas de capim-buffel em cinco turnos de rega, correspondentes aos intervalos de 2, 4, 6, 8 e 10 dias relatou que o aumento no intervalo entre os turnos de rega promove reduções na MS da laminar foliar e colmo do capim-buffel. Destacando o turno de rega de 2 dias, como o menos restritivo ao desenvolvimento do capim-buffel.

Santos *et al.* (2013) trabalhando com cultivares de *Brachiaria brizantha* (Marandu e BRS Piatã) sob duas condições de disponibilidade de água, com ou sem restrição hídrica, com o objetivo de avaliar a adaptação ao

déficit hídrico e os mecanismos de resposta ao estresse hídrico, constataram aumento na proporção de material morto nas folhas de *B. brizantha* cv. Marandu, e conseqüente, diminuição na área foliar total como mecanismos utilizados para reduzir o consumo de água e equilibrar as suas relações hídricas em condições de estresse hídrico.

O estresse abiótico desencadeia uma série de respostas a partir de alterações da expressão gênica e do metabolismo celular das plantas (BRAY *et al.*, 2000), causando diminuição do potencial osmótico. As principais mudanças que uma planta submetida ao estresse hídrico apresenta são: menor crescimento, redução da área foliar, maior crescimento do sistema radicular, enrolamento das folhas, redução de turgor, fechamento dos estômatos, abscisão floral e alteração na permeabilidade da cutícula (XOCOSTLECAZARES *et al.*, 2010)

Pezzopane *et al.* (2015) trabalhando com acessos de *Brachiaria brizantha*. (cv. BRS Piatã, Marandu, Xaraés e BRS Paiaguás com e sem déficit hídrico com o objetivo de avaliar a massa seca total, massa seca de parte aérea, massa seca de raiz, massa seca de colmo, massa seca de folha, taxa de alongamento foliar, área foliar, área foliar específica, observou que o estresse hídrico determinou redução de todas as características avaliadas, em todos os acessos estudados e concluiu que baixa umidade no solo que limitam a produtividade, ocasionando danos ao produtor.

5 CONCLUSÕES

Considerando as condições experimentais e a conjugação das características produtivas e estruturais, o capim-andropogon e o capim-marandu se destacaram comparativamente ao capim-buffel.

Independente das gramíneas, a deficiência hídrica influencia negativamente as características produtivas e estruturais avaliadas, sendo que os melhores resultados foram observados na disponibilidade hídrica de 100% da capacidade de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, C. A. B. **Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na região leste de Minas Gerais**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 121, 2007.

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P. R.; REGAZZI, A. J.; ROCHA, F. C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandú submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.

ALVES, J. S.; PIRES, A. J. V.; MATSUMOTO, S. N.; FIGUEIREDO, M. P.; RIBEIRO, G. S. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* Stapf. submetida a diferentes doses de nitrogênio e volumes de água. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2008.

ALVES, S. J.; SILVA, C. V. F. Espécies forrageiras recomendadas para o Paraná. In: **Forragicultura do Paraná**. Londrina: Iapar, p.181-195,1996.

ANULPEC 2008. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, p. 380, 2008.

ARAÚJO FILHO, J.A., CARVALHO, F.C. Criação de ovinos a pasto no semi-árido nordestino. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1. Fortaleza, CE, 1998, **Anais...** Fortaleza, p. 143-149, 1998.

ARAUJO, L. C.; SANTOS, P. M.; MENDONÇA, F. C.; MOURÃO, G. B. Avaliação do capim-marandu sob déficit hídrico em casa de vegetação no período de estabelecimento. In: 45ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008.

ARAÚJO, S. A. C. *et al.* Características fotossintéticas de genótipos de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum.), em estresse hídrico. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 1-7, 2010.

BASSO, K. C; **Estimação de parâmetros genéticos e índice de seleção em genótipos de *Brachiaria brizantha***. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Grande Dourados, 2006.

BASTOS, E.A. *et al.* Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. **Revista Ciência Agrônômica**, v.42, p.100- 107, 2011.

BONFIM-SILVA; E. D.; SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; KROTH, B. E.; REZENDE, D. Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 180-186, 2011.

BRAY, E.A. *et al.* Responses to abiotic stresses. In: BUCHANAN, B.B. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of plant physiologists, p. 1367, 2000.

CAVALCANTI, C. A.; SALIBA, E. O. S.; GONSALVES, C. L.; RODRIGUES, N. M.; BORGUES, I.; BORGUES, A. L. C.C. Consumo e digestibilidade aparente do feno de andropogon gayanus colhido em três idades diferentes. **Cienc. anim. bras.**, Goiânia, v.17, n.4, p. 482-490 out./dez. 2016

COSTA, K.A. de P., *et al.* Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da Brachiaria Brizantha cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

COUTINHO, M. J. F.; CARNEIRO, M. S. S.; EDVAN, R. L.; SANTIAGO, F. E. M.; ALBUQUERQUE, D. R. Características morfológicas, estruturais e produtivas de capim-buffel sob diferentes turnos de rega. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 216-224, abr./jun. 2015.

DAVIES, A., EVANS, M.E., EXLEY, J.K. Regrowth of Perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agriculture Science** (Cambridge), v.101, p.131- 137, 1983.

DIAS, L.B., 2008. **Água nas Plantas**. Universidade Federal de Lavras.

DUARTE, A. L. M. Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Pesquisa e tecnologia**, vol. 9, n. 2, jul-dez 2012.

DUQUE, A.S. *et al.* Abiotic stress responses in plants: unraveling the complexity of genes and networks to survive. In: VAHDATI, K.; LESLIE, C. **Abiotic stress - plant responses and applications in agriculture**. Croatia, Rijeka: Tech, p. 49-102, 2013.

DURAND, J.L.; GASTAL, F.; ETCHEBEST, S. *et al.* Interspecific variability of plant water status and leaf morphogenesis in temperate forage grasses under summer water deficit. **European Journal of Agronomy**, v.7, p.99-107, 1997

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (Campo Grande). **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Campo Grande, MS: 1985. EMBRAPA – CNPGC. Folder.

ENDRES, L.; SOUZA, J. L. DE; TEODORO, I.; MARROQUIM, P. M. G.; SANTOS, C. M.; BRITOS, J. E. D. Gas exchange alteration caused by water deficit during the bean reproductive stage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.11-16, 2010.

FAROOQ, M.; WAHID, A.; KOBAYASHI, N.; FUJITA, D.; BASRA, S. M. A. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. **Sustainable Agriculture**. Springer Netherlands, p. 153-188, 2009.

FERNANDEZ, C. J.; MCINNES, K. J.; COTHREN, J. T. Water status and leaf area production in water – and nitrogen – stressed cotton. **Crop Science**, Madson, v.36, p.1224-1233, 1996.

FILHO, C.V.S. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 25-48.

GIACOMINI, A. A. **Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2007. 172 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo, 2007.

JANDEL SCIENTIFIC. Table Curve: Curve fitting software. Corte Madera, p. 280, 1991.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Ceres, p. 191-215, 1979.

Kramer, P. J.; Boyer, J. S. **Water relations of plants and soils**. Academic Press, New York. 1995.

KROTH, B. E. Cultivares de *Brachiaria brizantha* sob diferentes disponibilidades hídricas em Neossolo Flúvico. **Rev. bras. eng. agríc. ambient**. v.19, n.5, 2015.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. CAB International, Wallingford, UK, p. 3-36, 1996.

LIMA, E. S.; SILVA, J. F. C.; VÁSQUEZ, H. M.; ARAÚJO, A. C.; LISTA, F. D.; COSTA, D. P. B. Produção de matéria seca e proteína bruta e relação folha/colmo de genótipos de capim-elefante aos 56 dias de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1518-1523, 2007.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa, MG: UFV, p. 451, 2005.

MATTOS, J. L. S.; GOMIDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M. Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria*, sob déficit hídrico, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.746-754, 2005

McMICHAEL, B. L. & QUISENBERRY, J. E.1993. The impact of the soil environment on the growth of root systems. **Environmental and Experimental Botany**, v.33, p. 53-61, 1993.

MELO, H. D.; CASTRO, E. D.; SOARES, A. M.; MELO, L. D.; ALVES, J. D. Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stapf ex Massey e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico. **Hoehnea**, 34, p. 145-153, 2007.

MOREIRA, J. N.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; ARAÚJO, G. G. L.; SILVA, G. C. POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE CAPIM BUFFEL NA ÉPOCA SECA NO SEMI-ÁRIDO PERNAMBUCANO. **Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.20, n.3, p.22-29, 2007.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: Simposio sobre manejo de pastagem, 14., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1997. p. 213-251.

NELSON, C.J., ZARROUGH, K.M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: WRIGTH, C.E. (Ed.) **Plant physiology and herbage production**. Hurley: British Grassland Society, 1981. p.25-29.

NUNES, S. G.; BOOK, A.; PENTEADO, M. I. O.; LOPES, A. S.; **Manual internacional de fertilidade do solo**; v.2, Piracicaba, p.42, 1998.

PAIVA, R.; OLIVEIRA, L. M. **Fisiologia e Produção Vegetal**. Lavras. 1. ed. UFLA, p. 104, 2006.

PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001.

PEREIRA, R. G. *et al.* Influência dos sistemas de manejo do solo sobre os componentes de produção do milho e *Brachiaria decumbens*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 64-71, 2009.

PEZZOPANE, C. G.; SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G.; RIBEIRO, J. A. F. A.; VALLE, C. B.. Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.5, p.871-876, mai, 2015.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C.; **Solo, Planta e Atmosfera**: conceitos processos e aplicações; 2. ed, Barueri: Manole, p.13-14, v.1 2004.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras**. Jaboticabal, 1993, 26 p.

RODRIGUES, R. C; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P. H. C. HERLING, V. R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.394-400, 2008.

SANTOS, C. C; BONFIM-SILVA, M. A.; MATOS, D. S, SANTOS, F. S. S.; SILVA, T. J. A. Cultivares de braquiárias submetidas a níveis de disponibilidades hídricas. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 559. 2012.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO E. M.; MONNERAT J. P. I. S.; SANTOS, MER, FONSECA, D. M; PIMENTEL, R. M; GUILHERME PORTES SILVA, G. P.; GOMES, V. M.; SILVA, S. P. Número e peso de perfilhos no pasto de capim-braquiária sob lotação contínua. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 33, n. 2, p. 131-136, 2011a.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO E. M.; MONNERAT J. P. I. S.; SILVA, S. P.; Caracterização dos perfilhos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.643-649, 2009

SANTOS, M. E.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M.; PIMENTEL, R. M.; SILVA, G. P.; SILVA, S. P. Caracterização de perfilhos de capim-braquiária em locais com três intensidades de pastejo. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.11, n.4, p. 961-975 out/dez, 2010

SANTOS, M.C.S, LIRA, M.A., TABOSA, J.N, MELLO, A.C.L.E SANTOS, M.V.F. Comportamento de clones de pennisetum submetidos a períodos de restrição hídrica controlada. **Arch. Zootec.** 60 (229): 31-39. 2011b.

SANTOS, P. M., SANTOS, P. M., CRUZ, P. G., ARAUJO L. C., PEZZOPANE, R. M., VALLE, C. B.; PEZZOPANE, C. B. Response

mechanisms of *Brachiaria brizantha* cultivars to water deficit stress. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 42, 767-773. 2013.

SANTOS, P. M.; ALMEIDA, L. DE C. **Irrigação de pastagens formadas por gramíneas forrageiras tropicais**. Circular Técnica 48, São Carlos-SP, dezembro 2006.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SILVA, E. C. Ecofisiologia de quatro espécies lenhosas ocorrentes no nordeste, submetidas a estresse hídrico. 2002. Dissertação de mestrado em Botânica-UFRPE, Recife, 2002.

SILVA, M. de A. *et al.* Melhoria para eficiência no uso da água. In: FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. **Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos**. Viçosa: UFV, 2011. p.127-149.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed., p. 820, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER. *Plant Physiology*. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., **Redwood City**, 1991.

Teodoro, R. E. F.; Aquino, T. P.; Chagas, L. A. C.; Mendonça, F. C. Irrigação na produção do capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia. **Bioscience Journal**, v.18, n.1, p.13-21, 2002.

TURNER, N. C. Further progress in crop water relations. *Advances in Agronomy*, **Newark**, v. 58, n. 1, p. 293-338, 1997.

VAN LOO, E.N. Tilling, leaf expansion and growth of plants of two cultivars of perennial ryegrass grown using hydroponics at two water potentials. **Annals of Botany**, v.70, n.6, p.511-518. 1992.

VARSHNEY, R.K. *et al.* Genomics and physiological approaches for root trait breeding to improve drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Root Genomics**, v.10, p.213-222, 2011.

VILELA, H. **Pastagem. Seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação**. Aprenda fácil. 2ª edição, Viçosa, MG 2012, p. 88-93.

VITOR, C. M. T. **Adubação nitrogenada e lâmina de água no crescimento do capim-elefante.** Viçosa, MG: UFV, 2006.77 p. Tese (Doutorado).

XOCONOSTLE-CAZARES, B. *et al.* Drought tolerance in crop plants. **American Journal of Plant Physiology**, v.5, n.5, p.241-256, 2010.

ZANINE, A. M.; VIEIRA, B. M. Fluxo de tecidos em gramíneas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 5, n. 9, 2006.