



TIBÉRIO SOUSA FEITOSA

**RESPOSTAS AGRONÔMICAS DE *Brachiaria brizantha* cv.
MARANDU E *Panicum maximum* cv. MOMBAÇA EM FUNÇÃO
DO SUPRIMENTO DE NITROGÊNIO E ÁGUA**

LAVRAS – MG

2017

TIBÉRIO SOUSA FEITOSA

**RESPOSTAS AGRONÔMICAS DE *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU E *Panicum maximum* cv. MOMBAÇA EM FUNÇÃO DO SUPRIMENTO DE NITROGÊNIO E
ÁGUA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Márcio André Stefanelli Lara

LAVRAS – MG

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Feitosa, Tibério Sousa.

Respostas agronômicas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Mombaça em função do suprimento de nitrogênio e água / Tibério Sousa Feitosa. - 2017.

57 p. : il.

Orientador(a): Márcio André Stefanelli Lara.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Adubação. 2. Produção de forragem. 3. Irrigação. I. Lara, Márcio André Stefanelli. . II. Título.

TIBÉRIO SOUSA FEITOSA

**RESPOSTAS AGRONÔMICAS DE *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU E *Panicum maximum* cv. MOMBAÇA EM FUNÇÃO DO SUPRIMENTO DE NITROGÊNIO E
ÁGUA**

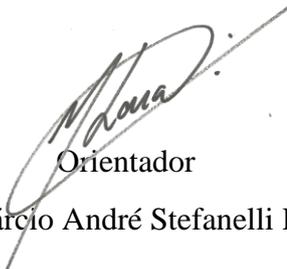
AGRONOMIC RESPONSES OF *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU AND *Panicum maximum* cv. MOMBASA DUE TO THE SUPPLY OF NITROGEN AND WATER

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADO em 1 de fevereiro de 2017

Dr. Daniel Rume Casagrande UFLA

Dr^a. Janaina Azevedo Martuscello UFSJ



Orientador

Dr. Márcio André Stefanelli Lara

LAVRAS – MG

2017

Aos meus pais

*Vicente e Ivonete, por sempre me apoiarem e pelo amor incondicional.
Esses que sempre foram exemplo em minha vida e que me incentivaram a ser uma
pessoal melhor a cada dia.*

Aos meus irmãos

*Alan, Alex e Edith, pelo apoio e amizade que vão além dos laços sanguíneos.
E a todos que de alguma forma me incentivam e me fazem
crescer como pessoa e profissional.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Ser superior que criou a Natureza, essa que dedicamos à vida a estudar para compreendemos seu complexo funcionamento.

Ao meu orientador, professor Márcio Lara, pela confiança e apoio, requisitos que propiciaram a realização desse trabalho. Sou também grato, por sua solicitude e seu profissionalismo.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras pela oportunidade e estrutura para desenvolvimento do curso de Mestrado. A todos professores e funcionários que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho e no fortalecimento dos alicerces do meu conhecimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Embrapa Pecuária Sudeste pela concessão da bolsa de estudo e suporte financeiro para a execução do trabalho.

Ao Núcleo de Estudo em Forragicultura (NEFOR) pelas oportunidades e ensinamentos concedidos, que me fizeram crescer profissionalmente e pessoalmente, e pelo suporte na condução do experimento.

Aos meus amigos e colegas do NEFOR pela ajuda na condução do experimento e pela convivência, em especial a Leilane, David, Ailton, Hugo, Mateus, Breno, Daniel Cunha, Paula, Jessica Gusmão, Flávio, Paola, Sillas, Caio, Fernanda e Bruno, pelo companheirismo, amizade, troca de experiências e apoio em muitos momentos.

Ao professor Thiago e professor Daniel Casagrande, pelos ensinamentos e conselhos.

Aos amigos e irmãos que a vida me deu, Brena (pela amizade e compreensão), Márcio (pelo companheirismo e solicitude), Rafael (pela irmandade e descontração), Ariadne (pela amizade e apoio) e a Tatiane (pela amizade e compreensão). Sou grato pelo apoio em muitos momentos na realização desse trabalho e pelos vários momentos de descontração que tivemos juntos.

Aos amigos que fiz ao longo da minha entrada no mundo da pesquisa científica, Dr. Fernando Guedes (grande incentivador), Dr. Roberto Pompeu (pela oportunidade e confiança) e ao Dr. Henrique Antunes (pelos inestimáveis conselhos).

Aos meus pais e irmãos pelo incentivo e apoio.

Muito obrigado.

RESUMO

O crescimento vegetal depende de fatores ligados a genética e as condições ambientais sendo alguns deles passíveis de controle, como o suprimento de água e nutrientes. Objetivou-se com este estudo determinar o potencial de crescimento de dois genótipos forrageiros em função do suprimento de nitrogênio (N) e água e verificar as variações fisiológicas causadas pela falta ou presença de N e água nas plantas cultivadas. O estudo foi conduzido no Departamento de Zootecnia da UFLA em Lavras, MG, de outubro de 2015 a julho de 2016. Dois experimentos idênticos foram conduzidos simultaneamente e adjacentes, um mantido em sequeiro e outro irrigado. Em cada experimento foram estudados dois cultivares (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu e o *Panicum maximum* cv. Mombaça) e duas doses de N (0 e 550 kg N ha⁻¹ ano⁻¹). Foram colhidos a cada 28 dias durante o verão e 42 dias no inverno, deixando-se um resíduo de 15 e 40 cm respectivamente. O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados com três repetições. Em cada corte foi medido o acúmulo de forragem, a altura, o índice de área foliar, os ângulos foliares e a interceptação luminosa do dossel e as taxas de fotossíntese foliar e trocas gasosas dos cultivares. Foram avaliados a massa de forragem do resíduo em dois ciclos representantes do verão e do inverno. Os cultivares quando não adubados não diferiram em biomassa acumulada produzindo cerca de 7900 kg MS ha⁻¹, e quando adubados o cultivar Mombaça produziu mais de 21000 kg MS ha⁻¹, sendo 51% mais produtivo que o Marandu. Para dose de nitrogênio os capins Marandu e Mombaça, quando adubados, produziram cerca de 62% e 189% mais forragem do que quando não adubados, respectivamente. A fotossíntese variou em função de cultivar e doses de nitrogênio isoladamente, uma vez que fotossíntese do Marandu foi 14% maior que do cultivar Mombaça e a adubação nitrogenada promoveu incremento de 19% na fotossíntese. Para massa de forragem do resíduo o cultivar Marandu (8634 kg MS ha⁻¹) acumulou cerca de 31% mais forragem que o cultivar Mombaça mesmo tendo altura de corte mais baixa. A massa de forragem residual não variou com a condição hídrica. Quando adubado em sistema de sequeiro foi produzido 8833 kg MS ha⁻¹, um incremento de 38%. Os cultivares responderam com diferentes amplitudes ao suprimento de N e água no solo, tanto no crescimento como em estrutura.

Palavras-chave: Adubação. Produção de forragem. Irrigação.

ABSTRACT

Plant growth depends on factors linked to genetics and weather conditions which some factors are controllable, such as water and nutrient supply. The aim of this study was to determine the growth potential of two forage genotypes as function of nitrogen (N) and water supply and verify the physiological variations caused by lack or presence of N and water. The study was conducted at Animal Science Department of UFLA in Lavras, MG, from October 2015 to July 2016. Two identical experiments were conducted simultaneously and adjacent, one kept under rainfed and the other irrigated. In each experiment two cultivars (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu and *Panicum maximum* cv. Mombaça) and two N doses (0 and 550 kg N ha⁻¹ year⁻¹). They were harvested every 28 days during Summer and 42 days in Winter, leaving a residue of 15 and 40 cm respectively. The experimental design was randomized complete blocks with three replications. In each harvest were measured forage accumulation, canopy height, leaf area index, leaf angles and a canopy light interception, as well as foliar photosynthesis and gas exchange rates. Forage mass in residue was evaluated in two cycles (summer and winter). Cultivars when cultivated without N produced 7900 kg DM ha⁻¹, and when cultivated with N apply, Mombasa produced more than 21000 kg DM ha⁻¹, being 51% more productive than Marandu. About nitrogen dose, Marandu and Mombasa grasses produced 62% and 189% more forage than zero N treatment, respectively. Photosynthesis varied according to cultivar and nitrogen doses alone, where Marandu photosynthesis was 14% higher than Mombasa and nitrogen fertilization promoted 19% increase in photosynthesis. Marandu residue mass where 8634 kg MS ha⁻¹ accumulated about 31% more biomass than cultivar Mombasa even under lower cutting height. The residual biomass did not change with water supply. When fertilized and under rainfed system, forage achieve 8833 kg DM ha⁻¹, an increase of 38% related to the system without N. Cultivars responded differently to N supply and water.

Keywords: Fertilization. Forage production. Irrigation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Hipótese.....	10
1.2	Objetivos.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Caracterização dos cultivares.....	12
2.1.1	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	12
2.1.2	<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça.....	13
2.2	Adubação nitrogenada e seus efeitos na produção de forragem.....	14
2.3	Efeito da irrigação sobre a produção de planta forrageiras	15
3	MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1	Local experimental e implantação do experimento	16
3.2	Delineamento experimental e manejo da colheita	19
3.3	Acúmulo forragem, massa de forragem no resíduo e composição morfológica	20
3.4	Índice de área foliar, interceptação luminosa e ângulo foliar	21
3.5	Altura do dossel	22
3.6	Densidade populacional de perfilhos	23
3.7	Fotossíntese de folhas individuais	23
3.8	Análise estatística dos dados.....	24
4	RESULTADOS	25
4.1	Acúmulo de forragem e composição morfológica.....	25
4.2	Massa residual de forragem e composição morfológica.....	32
4.3	Estrutura do Dossel.....	38
4.4	Relação entre interceptação luminosa e altura.....	43
4.5	Fotossíntese e Trocas gasosas.....	44
5	DISCUSSÃO	46
6	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção pecuários baseados no uso de pastagens, compreender a dinâmica do crescimento das plantas é de fundamental importância para o manejo mais racional das plantas forrageiras. O crescimento da biomassa vegetal depende de vários fatores ligados ao genótipo como a estrutura da planta e sua adaptação ao ambiente em que vive; no entanto há fatores extrínsecos que regulam o potencial de produção de biomassa aumentando ou reduzindo o acúmulo de forragem estacionalmente, esses fatores são enquadrados dentro da classe denominada condições ambientais (MISLEVY; MARTIN, 2006; WOODARD et al, 2002).

A temperatura do ar, o fotoperíodo, a radiação solar, a presença de água e minerais são os principais fatores extrínsecos que determinam o crescimento vegetal (ALVIM, 1962; CHAPMAN; LEMAIRE, 1993). Variações de qualquer magnitude em um ou mais desses fatores promovem flutuações anuais e/ou estacionais na produção de forragem que muitas vezes acarreta num limitado controle do estoque de forragem nas propriedades. Lidar com tantos fatores ao mesmo tempo torna a predição da produção forrageira uma tarefa difícil e muitas vezes não executada, afetando diretamente o planejamento alimentar dos rebanhos.

Apesar do grande número de fatores regendo o crescimento, alguns deles são tidos como de grande importância e passíveis de controle. O suprimento de água e nutrientes, em especial o suprimento de nitrogênio quando em níveis adequados, tornam a produção dependente apenas das condições de temperatura e radiação solar que exercem a maior influência no crescimento das plantas (BUXTON; FALES, 1994).

A água possui funções vitais no organismo vegetal, como transporte de solutos, atuando no metabolismo básico, no processo fotossíntese e respiratório, na turgescência celular, abertura e fechamento de estômatos, na definição de forma e estrutura de órgãos, no crescimento do sistema radicular, no crescimento e expansão celular, entre outros (TAIZ; ZAIGER, 2013). O uso de um sistema de irrigação é uma das formas de suprir água em sistemas de produção pecuários. O uso desse artifício é fundamentado na possibilidade de eliminação ou redução de uma das variáveis causadoras da estacionalidade de produção e maximizar o aproveitamento das condições ótimas do período quente do ano, reduzindo veranicos e prolongando a estação de crescimento. No entanto, essa prática possui limitações uma vez que forrageiras tropicais têm crescimento reduzido quando cultivadas a temperaturas menores que 15 °C (ROLIM, 1980). Por outro lado, trabalhos têm mostrado vantagens, como aumentos de até 30% na produção de matéria seca, durante o inverno seco (BOTREL; ALVIM; XAVIER, 1991;

GHELFI FILHO, 1972), ou ainda aumento na taxa de lotação animal entre 40 a 60% durante o outono-inverno em pastagens irrigadas e manejadas intensivamente (CORSI; MARTHA JÚNIOR, 1998).

Dentre os nutrientes mais importantes no crescimento vegetal o nitrogênio é o que mais impacta na produção de forragem por estimular o perfilhamento, promover incremento do índice de área foliar, e conseqüente maior interceptação da luz, resultado em maior taxa de crescimento. O nitrogênio é um constituinte essencial das proteínas vegetais e interfere diretamente no processo fotossintético, por ser constituinte da molécula de clorofila (ANDRADE et al., 2000; GARCEZ, 2013; TAIZE; ZEIGER, 2013). O nitrogênio ainda é necessário no aproveitamento dos carboidratos pela planta e auxilia na absorção de outros nutrientes (HOPKINS, 1995; MARSCHNER, 1995; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Com base nesses dois fatores controláveis é possível determinar o potencial de produção de cultivares forrageiros em qualquer região do Brasil e do Mundo. As pastagens cultivadas no Brasil são em sua maioria compostas por forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. O cultivar Marandu é amplamente utilizado pelo sua tolerância à baixa fertilidade do solo, pela sua resistência a pragas, alto acúmulo de forragem e valor nutritivo quando bem fertilizado e manejado (NUNES et al., 1984), sendo altamente responsiva à adubação nitrogenada e à irrigação, quando os outros nutrientes estão em teores adequados no solo (ALVIM et al., 1990). Já o cultivar Mombaça é caracterizado pela alta produtividade, indicada para uso em sistemas mais intensificados de produção animal. Esse cultivar possui alta resposta a adubação e é altamente exigente em fertilidade do solo para expressão do seu potencial produtivo (JANK et al., 2010). Embora seja possível encontrar na literatura publicações demonstrando os efeitos do nitrogênio no crescimento e na produção dessas plantas forrageiras, informações coletadas de forma sistemática, padronizada e controlada sobre o efeito da adubação nitrogenada em plantas cultivadas sob condições de sequeiro e irrigadas, contribuiriam sobremaneira para determinação dos potenciais de cada cultivar e para a predição da produção por meio de modelos matemáticos.

1.1 Hipótese

Cultivares de gêneros distintos respondem com diferentes amplitudes à mesma dose de nitrogênio e ao suprimento de água no solo.

1.2 Objetivos

Objetivou-se com esse estudo determinar o potencial de crescimento de dois genótipos forrageiros em função do suprimento de nitrogênio e água e verificar as variações fisiológicas causadas pela falta ou presença de nitrogênio e água nas plantas cultivadas em Lavras-MG.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Apesar da grande quantidade de dados experimentais publicados sobre a produção de cultivares forrageiros, a coleta de dados de forma padronizada permite que pesquisadores utilizem essas informações em diferentes níveis de conhecimento. Dados agronômicos podem ser utilizados para geração de modelos de produção, simulações de sistemas de uso, determinação de potencial de ocupação de áreas, zoneamento de produção, comparação genética entre outros usos não menos importantes. Conhecer então as variações de produção de cada cultivar quando manejados sob diferentes condições é essencial para determinação dos potenciais de uso de cada genótipo e estabelecer bases de comparação sólida, tais respostas permitem a tomada de decisão sobre o uso e exploração desses genótipos de forma consciente.

Informações sobre genótipos forrageiros estão sendo coletadas há muitos anos no Brasil e bancos de dados sobre os capins *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Mombaça são muito comuns (LARA, 2011; MORENO, 2004; PEQUENO, 2016; SANTOS, 2015). No entanto a coleta de dados realizada de forma estratégica pode trazer mais informações do que há na literatura atual. Resultados de pesquisa envolvendo nitrogênio e adição de água aos sistemas produtivos são relatados em vários artigos especializados, mas com enfoque na padronização de uso dos dados para outras finalidades como a geração de modelos matemáticos, são mais escassos.

A proposta de trabalho que originou os dados presentes nesse manuscrito engloba a geração e uso de modelos pré-existentes e a determinação do potencial de uso e racionalização de água e insumos como fertilizantes nitrogenados (Projeto CAPES/EMBRAPA intitulado “Intercomparação, aprimoramento e adaptação de modelos de simulação de sistemas de produção animal aplicação em estudos relacionados a mudanças climáticas globais”). Para tanto, diferenciar o sistema de produção por meio do controle de fatores responsáveis pelo crescimento vegetativo como presença ou ausência de água e nitrogênio, torna a proposta

fundamentada nas respostas genótípicas uma vez que fatores como temperatura, radiação solar e fotoperíodo são iguais para os genótipos estudados.

Os dados coletados no experimento que gerou a presente dissertação podem ser utilizados em diferentes frentes de pesquisa sendo que neste manuscrito estão presentes as respostas agrônômicas das forrageiras quando cultivadas sob condições controladas de produção.

2.1 Caracterização dos cultivares

2.1.1 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

O gênero *Brachiaria* engloba cerca de 100 espécies que são originárias das regiões tropicais e subtropicais em ambos os hemisférios. Sete dessas espécies, a *B. arrecta*, *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. dictyoneura*, *B. humidicola*, *B. mutica* e *B. ruziziensis* são utilizadas como forrageiras na América tropical (KELLER-GREIN et al., 1996; VALLE, 2010). Entre as espécies a *B. brizantha* é a de maior utilização no estabelecimento de pastagens em termos de área cultivada no Brasil, sendo o cultivar Marandu o mais utilizado (MILES; VALLE, 1996; VALLE et al., 2010).

O cultivar Marandu foi lançada 1984 pela Embrapa Gado de Corte, teve sua origem em de acesso proveniente de Zimbábue, África (NUNES et al., 1984). É um cultivar forrageiro cespitoso, com colmos iniciais prostrados, mas que produz perfilhos predominantemente eretos. Possui rizomas curtos e encurvados e com folhas pouco pilosas na face ventral e sem pilosidade na face dorsal, bainhas pilosas e inflorescências com até 40 cm de comprimento, geralmente com quatro a seis racemos, equidistantes ao longo do eixo, medindo de 7 a 10 cm de comprimento, mas podendo alcançar 20 cm nas plantas muito vigorosas. A ráquis da inflorescência é estreita e tem forma de meia-lua (NUNES et al., 1984). Esse cultivar possui elevada produção de massa seca de forragem e boa distribuição da produção ao longo do ano; proporciona boa cobertura do solo, possui capacidade competitiva alta quando com invasoras e tem estabelecimento rápido. É altamente responsiva à adubação nitrogenada, quando os outros nutrientes estão em teores adequados no solo (ALVIM et al., 1990)

O Marandu é um dos cultivares forrageiros mais utilizados nas áreas de pastagens para pecuária no Brasil, em função de suas características, como tolerância à restrição na fertilidade

do solo, resistência à cigarrinha das pastagens, elevada produtividade quando devidamente adubada e manejada (ANDRADE; VALENTIM, 2007). Alguns trabalhos relatam produções médias anuais de massa seca variando de 4 a 12 Mg ha⁻¹, e pode atingir 20 Mg ha⁻¹ (ALCÂNTARA; BUFARAH, 1992; NUNES et al.1984, VALLE et al., 2010).

2.1.2 *Panicum maximum* cv. Mombaça

A espécie *Panicum maximum* é considerada como altamente produtiva, de ótima qualidade e adaptada a várias regiões do país e do mundo. É a espécie forrageira tropical mais produtiva propagada por sementes (JANK et al, 2010). Os primeiros exemplares foram introduzidos no Brasil por meio de navios oriundos da África Ocidental, onde plantas eram utilizadas como cama para os escravos, introduzindo o primeiro cultivar de *P. maximum* na América do Sul, o Colonião (JANK, 2001).

A espécie possui elevada exigência em temperatura e umidade, desenvolvendo-se bem em locais com precipitação superior a 800 mm (JANK, 2001). O clima do Brasil possibilita o bom desenvolvimento dessa espécie por ser altamente exigente em luminosidade, suas características agronômicas evidenciam o requerimento por solos de elevada fertilidade, as espécies de *Panicum* de forma geral não são tolerantes a geada e encharcamento do solo, mas são resistentes à seca e ao frio (JANK et al., 2010). Atualmente no Brasil os genótipos mais conhecidos são os cultivares Mombaça, Tanzânia e Massai.

O cultivar Mombaça foi originalmente foi coletado em 1967 entre Korogwe e Tanga, na Tanzânia, e introduzido no Brasil em 1984. Foi inicialmente selecionado pela Embrapa Gado de Corte e lançado comercialmente em 1993, em parceria com a Embrapa Acre, Embrapa Cerrados, Embrapa Amazônia Oriental, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Instituto Agrônomo do Paraná e Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGRAPECUÁRIA, 1993). Esse cultivar apresenta alta produtividade, necessita de solo com alta fertilidade para o desenvolvimento do seu potencial produtivo, sendo usado em sistemas intensificados de produção animal.

A planta é ereta e cespitosa de porte alto, com folhas largas em torno de 3cm e eretas, as folhas apresentam pouca pilosidade, com pelos curtos e duros, os colmos são glabros e sem cerosidade, e a inflorescências do tipo panícula. Estudos tem mostrado que o cultivar Mombaça tem potencial para produzir 41 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de massa seca de forragem com 82% de lâmina foliar, sendo 33 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de massa seca de lâmina foliar em Latossolo Vermelho-escuro

adubado (SAVIDAN; JANK; COSTA, 1990; JANK, 1995; JANK; SAVIDAN; SOUZA, 1994; JANK et al., 1997).

2.2 Adubação nitrogenada e seus efeitos na produção de forragem

O nitrogênio (N) é o principal modulador de crescimento de plantas forrageiras, é o nutriente com maior impacto na produtividade de gramíneas forrageiras, pois interfere diretamente em fatores relacionados à produção de massa seca da planta forrageira, como tamanho de folhas, colmos, aparecimento e desenvolvimento de perfilhos (CORSI, 1984; WERNER, 1986). O maior aparecimento de perfilhos é devido ao maior número de gemas axilares e o N estimula os pontos de crescimento, ocasionado em uma maior densidade populacional de perfilhos (JEWISS, 1972). O peso dos perfilhos é, no longo prazo, o principal componente do aumento da produção de matéria seca do capim Marandu (ALEXANDRINO et al., 2004). Se o manejo do pastejo for mantido constante, o incremento do suprimento de N pode, também, ocasionar a ocorrência de maior proporção de perfilhos reprodutivos (SARMENTO et al., 2005; LAFARGE, 2006) dependendo do intervalo de corte utilizado.

A adubação nitrogenada proporciona mudanças significativas na estrutura do dossel pelo estímulo do nitrogênio na formação de novos tecidos, principalmente tecidos foliares (BARBOSA, 1998; OLIVEIRA et al., 2007), o que proporciona maior área foliar da planta por incrementos no crescimento e na expansão foliar, resultando em maior área de interceptação luminosa (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993; AKMAL; JANSSENS, 2004; GARCEZ, 2013). Com maior área foliar para interceptação luminosa, há aumento na taxa fotossintética com consequente incremento da produção de forragem (PILBEAM, 2011).

Em condições de deficiência de N, o processo de divisão celular é adiado nos pontos de crescimento, o que resulta em redução na área foliar e no tamanho da planta, com reflexos negativos na produção forragem (ARNON, 1975).

De acordo com Corrêa (2000) as gramíneas tropicais altamente responsivas à adubação nitrogenada até o nível de 1800 kg de N ha⁻¹ano⁻¹, com respostas lineares até 400 kg de N ha⁻¹ano⁻¹, dependendo do solo, da espécie e do manejo. Entretanto, as melhores respostas e a maior eficiência de utilização do nitrogênio somente ocorrem quando os demais nutrientes estiverem em níveis adequados. Em outro estudo foi observado resposta linear do cultivar Mombaça à adubação nitrogenada, com produções no verão variando de 11 a 61 Mg de MS ha⁻¹ no verão com 0 a 500 kg de N ha⁻¹ respectivamente ao longo do verão (BRAGA, 2001).

Em estudo com aplicação de doses de N combinadas com irrigação, as maiores doses de N proporcionaram maiores produções de matéria seca, independente do cultivar da espécie *Panicum maximum* utilizada, onde o Mombaça foi o mais exigente (SOUZA, 2003). Contudo, independente da planta estar sob irrigação ou não, é necessária uma quantidade mínima e balanceada de nutrientes no solo para atender as demandas nutricionais das forrageiras. A demanda da planta por nutrientes varia com a época do ano e com o manejo geral da pastagem. E a quantidade de nutrientes extraída do solo pela planta forrageira será maior quanto maior for a produção de forragem (WERNER; PAULINO; CANTARELLA, 1996), pastagens irrigadas normalmente têm maior demanda por nutrientes do que pastagens de sequeiro, uma vez que a irrigação geralmente eleva a produtividade do pasto (ALVIM; BOTREL; NOVELLY, 1986; CRESPO, 1986; GUELFILHO, 1972).

2.3 Efeito da irrigação sobre a produção de planta forrageiras

A água é o principal constituinte do tecido vegetal e atua em diversos processos vitais das plantas como na assimilação e alocação de carbono, assimilação e alocação de nutrientes, principalmente do nitrogênio. Atua como reagente no metabolismo básico, na fotossíntese e respiração, na turgescência celular, na definição de forma e estrutura de órgãos, na condutância de estomática, na penetração do sistema radicular no solo, crescimento e expansão celular (LUCCHESI, 1987; RASSINI, 2002; TAIZ; ZAIGER, 2013; MORENO, 2004). Apesar da água ser um fator que atua diretamente no crescimento das plantas, suas interações com outros fatores ambientais também determinantes ao crescimento vegetal e fazem com que as respostas à irrigação em certas condições sejam limitadas.

Estudo desenvolvido como capim colômbio, mostrou que a irrigação proporcionou incrementos de 44% e 22%, na época seca e das águas respectivamente, entretanto não houve diminuição da estacionalidade de produção com a irrigação (GUELFILHO, 1976), assim como outros autores, em estudos com diversas espécies forrageiras, também encontraram resposta à irrigação, sem redução na estacionalidade de produção de forragem (BOTREL; ALVIM; XAVIER, 1991; ALVIM et al., 1993). Estes autores destacam que outros fatores ambientais, causaram a redução do crescimento das forrageiras e destacam o fotoperíodo e a temperatura como responsáveis pela menor ação da água no crescimento vegetal (COOPER; TAINTON, 1968; MANNETJE; PRITCHARD, 1974).

A temperatura ótima para o crescimento de forrageiras tropicais está entre 25 e 35 °C, que é a faixa de temperatura cujo crescimento é maximizado. Contudo, por serem de fisiologia C₄, as plantas tropicais apresentam redução acentuada na taxa fotossintética quando expostas a temperaturas inferiores a 15°C (ROLIM, 1980), embora outros autores tenham afirmado que apenas em temperaturas próximas dos 10°C é que o crescimento é minimizado ou interrompido (COOPER; TAINTON, 1968; RODRIGUES et al., 1993; LARA, 2011).

A temperatura e o fotoperíodo embora possam invariavelmente limitarem a produção de forragem no inverno, Rassini (2002) mostrou que a irrigação melhorou a distribuição de forragem de capim Tanzânia ao longo do ano. Uma vez que não irrigado, a produção de forragem foi 21% da produção anual, enquanto que com o uso de irrigação a produção de forragem foi incrementada em 35% da produção anual. O mesmo autor também relata que a aplicação de doses de nitrogênio isoladas promoveu pequenos incrementos na produção de forragem. E quando aplicado água associada a adubação nitrogenada, a produção de matéria seca de forragem praticamente dobrava, demonstrando a importância da água no aumento da produção e no transporte de nutrientes. Outros estudos relatam a maior sensibilidade da expansão celular está relacionada ao estresse hídrico, em relação à divisão celular e o fechamento dos estômatos, o que acarreta em variações na expansão foliar que pode ser reduzida até sob condições leves de estresse hídrico (CORSI; NASCIMENTO JÚNIOR, 1994).

Embora a irrigação aparentemente proporcione pouca vantagem quanto à distribuição estacional da produção quando as plantas são cultivadas em condições em que o fotoperíodo e temperatura não são limitantes, o incremento na produção resultante da melhoria da eficiência da adubação nitrogenada pode ser compensador (MORENO, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local experimental e implantação do experimento

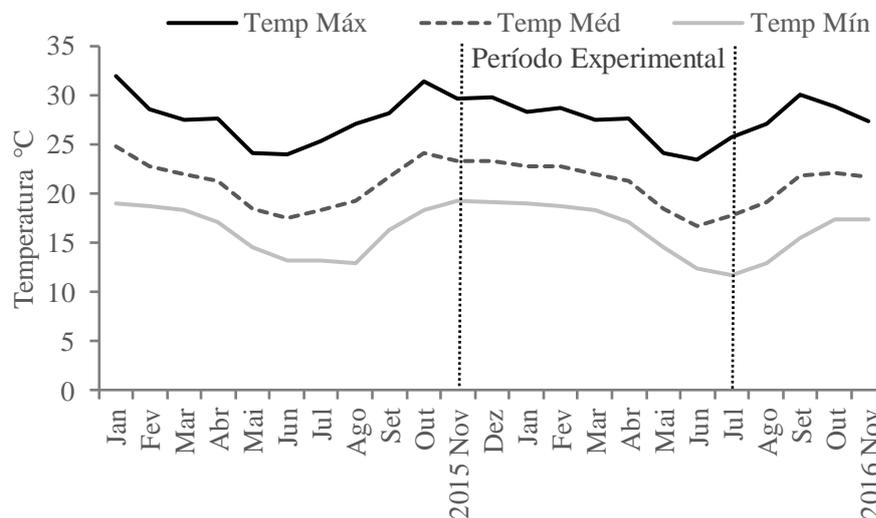
O estudo foi realizado em uma área experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras – UFLA, na cidade de Lavras-MG (21°14'06'' S e 44°58'06'' W), com altitude 918m. O clima é classificado (Sistema Köppen) como Cwa (mesotérmico úmido subtropical de inverno seco) (SÁ JUNIOR et al., 2012). Os dados climáticos do local

(FIGURA 1 e 2) foram obtidos no posto meteorológico do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizado no Departamento de Ciências do Solo, distante cerca de 1,5 km da área experimental.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico com textura argilosa (EMPRESA BRASILEIRA PESQUISA AGRAPECUÁRIA, 1999). Antes da implantação do experimento foi realizada amostragem e a análise de solo (TABELA 1) e com base em seus resultados foram realizadas correções na fertilidade do solo, de acordo com as determinações do Boletim 100 do Instituto Agrônomo de Campinas (RAIJ et al., 1997). Utilizou-se como meta atingir uma saturação de bases de 70% e a adubação foi realizada com base na planta forrageira de maior exigência.

O solo foi preparado por meio de três gradagens, uma para retirada das plantas invasoras do local, e duas mais próximas do período de plantio, sendo a primeira delas realizada para incorporação do calcário e a segunda gradagem para nivelamento da área pré-plantio. A semeadura das plantas forrageiras foi realizada a lanço no mês de novembro de 2014 juntamente com a adubação fosfatada de 100 kg P₂O₅ ha⁻¹ na forma de superfosfato simples (18% de P₂O₅ e 20% de Ca) aplicados em área total.

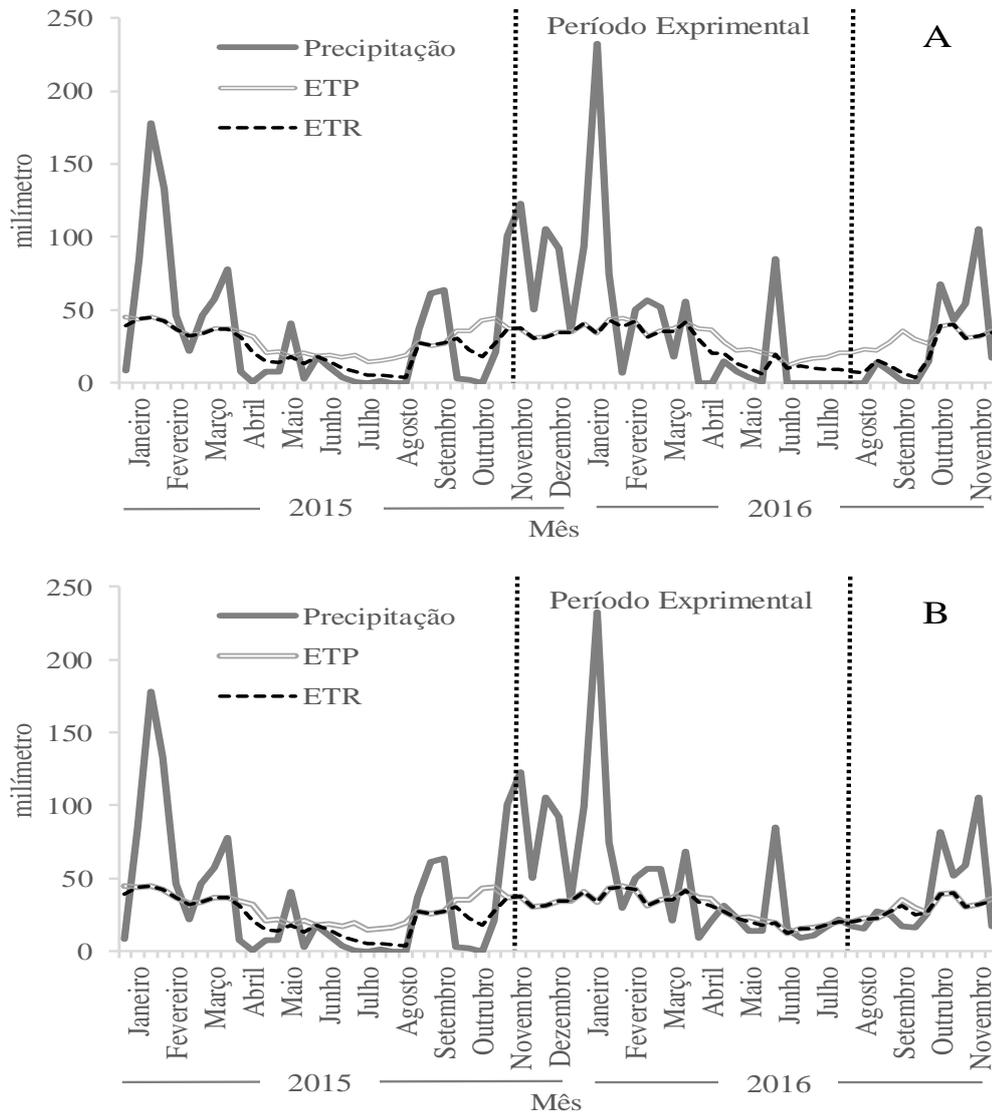
Figura 1 - Médias mensais de temperaturas máximas, médias e mínimas em Lavras, MG.



Fonte: Feitosa (2017).

O balanço hídrico (FIGURA 2) foi calculado com base nos dados climáticos e da lâmina de água aplicada, usando os cálculos de balanço hídrico sequencial (THORNTHWAITE; MATHER, 1955) em planilha desenvolvida por Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998) no ambiente EXCELTM.

Figura 2 - Balanço hídrico sequencial do período experimental em Lavras, MG. Sem irrigação (A) e com irrigação (B).



Legenda: ETP = evapotranspiração potencial; ETR = evapotranspiração de real.
Fonte: Feitosa (2017).

Tabela 1 - Análise de solo da área experimental (0 - 20 cm) antes da implantação de experimento.

Ph	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V%
(H ₂ O)	g dm ⁻³	mg dm ⁻³		----- cmol _c dm ⁻³ -----					
5,2	2,9	0,8	76	1,0	0,4	4,0	1,6	5,6	28,8

Legenda: M.O. = matéria orgânica do solo; SB = soma de bases; T = capacidade de troca catiônica; V% = saturação de bases.

Fonte: Feitosa (2017).

Devido ao regime pluviométrico reduzido e ao longo veranico de fevereiro de 2015 o estabelecimento das plantas foi prejudicado, sendo necessário uma segunda semeadura manual

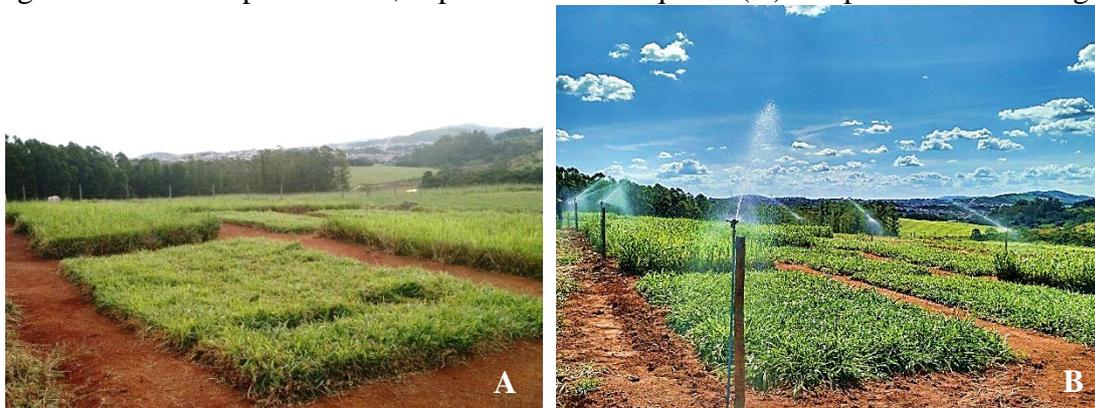
nas áreas com menor densidade populacional no mês de abril de 2015. Após 60 dias da semeadura, iniciou-se adubação de manutenção com 20 kg ha⁻¹ de N e K₂O, logo após o corte a cada 60 dias para manter o crescimento intensivo dos cultivares.

3.2 Delineamento experimental e manejo da colheita

Dois experimentos (FIGURA 3) idênticos foram conduzidos simultaneamente e adjacentes, um mantido em sequeiro e outro sob irrigação. Em cada experimento foram estudados dois cultivares forrageiros (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu e o *Panicum maximum* cv. Mombaça) e duas condições de fertilização nitrogenada (0 e 550 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ divididos igualmente entre 11 ciclos de rebrotação estimados no ano).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados com três repetições, em um arranjo fatorial (2 x 2 x 2) utilizando a abordagem de experimentos combinados (MOORE; DIXON, 2015) com os tratamentos correspondentes as possíveis combinações entre os dois cultivares, as duas doses de nitrogênio e o sistema de cultivo em sequeiro ou irrigado, totalizando seis tratamentos e 24 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta de uma parcela de 28 m² (4m x 7m), com corredores de um metro de largura entre parcelas e de um metro e meio entre blocos, os dois experimentos foram separados por uma faixa não cultivada de sete metros de distância para evitar que o experimento irrigado influenciasse o experimento mantido em sequeiro.

Figura 3 – Áreas experimentais, experimento em sequeiro (A) e experimento sob irrigação (B).



Fonte: Feitosa (2017).

Foram realizados sete ciclos de rebrotação, sendo cinco ciclos com 28 dias de rebrotação no verão agrostológico (iniciando em 19 de nov./2015 a 30 abr./2016) e dois ciclos com 42 dias de rebrotação no inverno agrostológico (de 1 de maio a 16 de jul./2016).

A adubação nitrogenada foi realizada manualmente aplicando-se por corte 50 kg N ha⁻¹, utilizado o sulfato de amônio (NH₄)₂SO₄ (20 % de N e 18 % de S). Também foi realizada adubação potássica, com dose equivalente a 550 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O sendo parcelada em 50 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio, KCl (60 % K₂O), em todas os tratamentos após cada corte de uniformização.

Quanto ao suprimento de água, em um dos experimentos as plantas cresceram apenas em função da precipitação pluviométrica enquanto no outro foi instalado um sistema de irrigação por aspersão. A lâmina de irrigação foi controlada com base na evapotranspiração de referência conforme Allen et al. (1998).

3.3 Acúmulo forragem, massa de forragem no resíduo e composição morfológica

No final de cada ciclo de rebrotação foi mensurado o acúmulo de forragem, colhendo-se a forragem delimitada em molduras metálicas retangulares medindo 0,5 x 1,0 m a 15 cm do nível do solo para o cultivar Marandu e a 40 cm do nível do solo para o cultivar Mombaça (CARNEVALLI et al., 2006; EUCLIDES et al., 2014; GIACOMINI et al., 2009; TRINDADE et al., 2007). A colheita foi realizada em dois pontos da parcela onde a vegetação representava a biomassa média do dossel (FIGURA 4, A).

Figura 4 – Colheita da massa de forragem acumulada (A) e de massa de resíduo (B).



Fonte: Feitosa (2017).

As amostras de forragem fresca foram pesadas e divididas em duas subamostras de aproximadamente 550 g. Uma foi acondicionada em saco de papel, novamente pesada fresca e levada para estufa de circulação forçada a 60°C para secagem até peso constante para determinar do teor de matéria seca (MS). A outra subamostra foi submetida a separação dos componentes morfológicos em lâmina foliar, colmo (bainha + colmo), material morto, e colmo reprodutivo (presença de inflorescência) quando presentes. Também foi calculado a produção total de colmo por meio do somatório dos valores de colmo e colmo reprodutivo. Após a separação os componentes morfológicos também foram acondicionados em sacos de papel e levados a estufa a 60°C para secagem até peso constante para determinação da MS de cada componente.

O acúmulo de forragem (kg MS ha^{-1}) foi calculado como a média da massa de forragem acima do resíduo das duas molduras de amostragem para cada cultivar. A taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) foi calculada dividindo o valor de acúmulo de forragem encontrado no final de cada ciclo de rebrotação pelo número de dias de rebrotação de cada ciclo. Ao final do experimento, foi somado todo o acúmulo de forragem dos sete ciclos de rebrotação e a média das taxas diárias de acúmulo forragem.

Amostras do resíduo foram colhidas ao nível do solo para o cultivar Marandu e acima de 10 cm do nível do solo para o cultivar Mombaça, a maior altura de colheita do resíduo nas parcelas do cultivar Mombaça foi realizado com o objetivo de evitar a morte das plantas. As amostragens do resíduo (FIGURA 4, B) foram realizadas no final do terceiro ciclo (26 de fev./2016) e do sexto ciclo (11 de jun./2016), representantes do auge das estações de verão e outono, respectivamente. As suas amostras foram submetidas aos mesmos procedimentos de colheita, separação dos componentes morfológica e mensuração de dados realizados na contabilização do acúmulo de forragem. Médias da massa de forragem no resíduo e seus componentes foram gerados utilizando os dados coletados no verão e no outono.

3.4 Índice de área foliar, interceptação luminosa e ângulo foliar

Para as medições de índice de área foliar (IAF), interceptação luminosa (IL) e ângulos foliares foi utilizado um analisador de dossel modelo LAI-2200 (LI-COR, Lincoln Nebraska, EUA. FIGURA 5) uma versão atualizada do LAI-2000, descrito por Welles e Norman (1991), que permite amostragens rápidas e não destrutivas.

Foram amostrados dez pontos representativos da média do dossel em cada parcela ao nível do solo, na proporção de uma medida acima para quatro medidas abaixo do dossel, sempre utilizando um padrão visual que englobe estações de leitura entre touceiras que estavam dentro de um mesmo padrão de altura e densidade de folhas. Foram realizadas medidas em todos os ciclos no início e final do período de rebrotação, e no 14º e 21º dia referentes aos ciclos com 28 e 42 dias, respectivamente. Essas medições tem como finalidade caracterizar as variações estruturais do dossel no decorrer das rebrotações e relacioná-los com a altura.

As medidas tomadas no início de cada de ciclo foram denominadas de IAF no resíduo, IL no resíduo e o ângulo foliar no resíduo, e as medidas tomadas no final do ciclo de IAF final, IL final e ângulo foliar final. No término do experimento foi calculado o valor médio de cada variável nos sete ciclos de rebrotação.

Figura 5 - Analisador de dossel modelo LAI 2200 (LI-COR, Lincoln Nebraska, EUA); medidas realizadas sobre o dossel (A) e sob do dossel (B).



Fonte: Feitosa (2017).

3.5 Altura do dossel

As medições de altura foram realizadas nos mesmos dias em que foram realizadas as medidas com o analisador de dossel, fazendo-se dez leituras de altura por parcela. Foram realizadas medidas em todos os ciclos no início e final do período de rebrotação, e no 14º e 21º dia referentes aos ciclos com 28 e 42 dias, respectivamente. As medições de altura para o Marandu foram feitas com “medidor” adaptado a partir de bastão de madeira e radiografia de formato circular com 35 cm de diâmetro. E para altura do Mombaça, utilizou-se uma régua confeccionada de cano PVC (1,8 m) graduada de dois em dois centímetros. Foi calculada a

média aritmética desses dados para obtenção da altura média do dossel de cada tratamento durante o período experimental.

3.6 Densidade populacional de perfilhos

A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi contabilizada três dias antes de cada data de colheita, contando-se todos os perfilhos basais presentes na área de duas moldura metálica de 0,2 x 0,50 m para Marandu e de 0,5 x 1,00 m para o Mombaça. Foi calculada a média da DPP de cada ciclo para a obtenção da DPP média do dossel de cada tratamento durante o período experimental.

3.7 Fotossíntese de folhas individuais

A taxa de fotossíntese líquida de folhas individuais foi mensurada utilizando um medidor portátil de fotossíntese modelo LI-6400 (LI-COR, Lincoln Nebraska, EUA). As mensurações foram realizadas em plantas maduras e desenvolvidas antes do corte de uniformização, no dia 16 de fev./2016 e no dia 25 de ago./2016. Em fevereiro não houve deficiência hídrica para ambos os sistemas de produção, mas no mês de agosto o sistema em sequeiro apresentou deficiência hídrica como esperado (FIGURA 2). Nessas datas foram medidas as taxas de fotossíntese da folha mais jovem completamente expandida de três perfilhos em cada parcela, seguindo um critério de avaliação visual de modo a selecionar as melhores folhas presentes (com lâmina foliar verde e limpa). As folhas foram selecionadas em perfilhos de plantas diferentes na unidade experimental.

As medidas foram realizadas entre oito e onze horas da manhã em um dia de céu aberto. As médias fotossintéticas foram calculadas para cada parcela. A intensidade de luz usada dentro da câmara foi de 2000 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e uma concentração média de CO_2 de 350 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ de ar como referência na programação do equipamento, cuja fonte foi proveniente de cilindros de CO_2 (LARA; PEDREIRA, 2011). Além das taxas de fotossíntese líquida, o equipamento também mensurou a concentração intercelular de carbono (C_i) a condutividade estomática e a taxa de transpiração das folhas.

3.8 Análise estatística dos dados

Foi realizado a análise conjuntas de experimentos (MOORE; DIXON, 2015), com os sistemas de suprimento de água aninhados aos blocos, utilizando-se o método de modelos mistos do procedimento PROC MIXED do programa estatístico SAS (SAS[®], 2004). Foi escolhido a matriz de covariância utilizando o critério de informação Akaike do SAS baseado em Wolfinger e Oconnell (1993).

Os efeitos de cultivar, dose de nitrogênio, condição hídrica e suas interações foram considerados efeitos fixos e bloco e interações foram considerados efeitos aleatórios. As médias dos tratamentos foram estimadas por meio do “LSMEANS” e a comparação entre elas foi realizada por meio da probabilidade da diferença (PDIFF) ajustada para o teste de “Tukey” a 5% de probabilidade. O modelo utilizado para análise dos dados foi:

$$Y_{ijkz} = \mu + [B_i H_z] + C_j + D_k + (CD)_{jk} + H_z + (CH)_{jz} + (DH)_{kz} + (CDH)_{jkz} + \varepsilon_{ijkz}$$

Onde:

Y_{ijkz} = valor observado no i -ésimo bloco, da j -ésimo cultivar, do k -ésima dose de nitrogênio e z -ésima condição hídrica;

μ = média geral;

$[B_i H_z]$ = efeito aleatório associado ao i -ésimo bloco, $i = 1,2,3$ aninhado a z -ésima condição hídrica;

C_j = efeito fixo associado ao j -ésimo cultivar, $j = 1,2$;

D_k = efeito fixo associado a k -ésima dose de nitrogênio, $k = 1,2$;

CD_{jk} = efeito fixo da interação do j -ésimo cultivar com a k -ésima dose de nitrogênio;

H_z = efeito fixo associado a z -ésima condição hídrica, $z = 1,2$;

CH_{jz} = efeito fixo da interação do j -ésimo cultivar com a z -ésima condição hídrica;

DH_{kz} = efeito fixo da interação da k -ésima dose de nitrogênio com a z -ésima condição hídrica;

CDH_{jkz} = efeito fixo da interação da j -ésimo espécie com a k -ésima dose de nitrogênio na z -ésima condição hídrica;

ε_{ijkz} = erro aleatório associado ao i -ésimo bloco na j -ésimo cultivar com o k -ésima dose de nitrogênio na z -ésima condição hídrica (erro residual).

4 RESULTADOS

4.1 Acúmulo de forragem e composição morfológica

No acúmulo de forragem, houve interação apenas entre cultivar e dose de nitrogênio (TABELA 2). O acúmulo de forragem variou em função de cultivar sendo que quando não adubado não houve diferença na biomassa acumulada, e quando adubado o cultivar Mombaça produziu 51% mais forragem que o cultivar Marandu. Para dose de nitrogênio os capins Marandu e Mombaça quando adubados produziram cerca de 62 e 189% mais forragem do que quando não adubados, respectivamente.

Tabela 2 - Produção de massa seca de forragem no acúmulo em função de cultivar e dose de nitrogênio ($P < 0,0001$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
	kg MS ha ⁻¹		
0 kg ha ⁻¹	8646 a [†]	7344 a	714
550 kg ha ⁻¹	14049 b	21234 a	714
P^{\ddagger}	0,0009	<0,0001	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Na produção de lâmina foliar houve interação apenas entre cultivar e dose de nitrogênio (TABELA 3). A produção de lâmina foliar variou entre os cultivares, não havendo diferença quando não adubado e quando adubado o Mombaça produziu cerca de duas vezes mais folhas que o capim Marandu. Para dose de nitrogênio os capins Marandu e Mombaça adubados produziram 90 e 183% mais folhas que quando não adubados.

Para produção de colmo, houve interação entre cultivar, dose de nitrogênio e condição hídrica (TABELA 4). A produção de colmo variou em função de cultivar e condição hídrica, sendo que quando não adubado o cultivar Marandu independente da condição hídrica produziu cerca de oito e 25 vezes mais colmo que o Mombaça nas condições de sequeiro e irrigado, respectivamente.

Tabela 3 - Produção de lâmina foliar em função de cultivar e dose de nitrogênio ($P=0,0001$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
	kg MS ha ⁻¹		
0 kg ha ⁻¹	5687 a [†]	6961 a	952
550 kg ha ⁻¹	10813 b	19716 a	952
P^{\ddagger}	0,0002	<0,0001	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Sob adubação o Marandu irrigado diferiu do Marandu em sequeiro com 36% mais colmo, assim como, do Mombaça em sequeiro e irrigado com produção média de 96 e 227% maior, respectivamente. O Marandu em sequeiro e adubado produziu 45% mais colmo que o Mombaça em sequeiro e 140% mais que o Mombaça irrigado. Contudo, a produção de colmo entre o cultivar Mombaça em sequeiro e irrigado não foram diferentes.

Tabela 4 - Produção de colmo em função de cultivar, dose de nitrogênio e condição hídrica ($P=0,0406$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Marandu		Mombaça		EPM
	Condição Hídrica				
	Sequeiro	Irigado	Sequeiro	Irigado	
	kg MS ha ⁻¹				
0 kg ha ⁻¹	985 a [†]	947 a	119 b	39 b	166
550 kg ha ⁻¹	1300 b	1768 a	899 c	541 c	166
P^{\ddagger}	0,2311	0,0164	0,0199	0,0823	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de cultivar e condição hídrica.

Fonte: Feitosa (2017).

Para o efeito de dose de nitrogênio o Marandu em sequeiro não foi observado diferença entre as doses de nitrogênio, assim como, para o Mombaça irrigado. Entretanto, o Marandu irrigado e adubado produziu duas vezes mais colmo do que quando não adubado e na mesma condição hídrica e o Mombaça em sequeiro e adubado teve produção de colmo cerca de sete vezes e meia maior que Mombaça em sequeiro e não adubado.

Para produção de colmo reprodutivo houve interação entre cultivar e dose de nitrogênio (TABELA 5) e também entre cultivar e condição hídrica (TABELA 6). Entre cultivar e dose de nitrogênio, observou-se variação em função de cultivar. O Marandu não adubado produziu 505% mais colmo reprodutivo que o Mombaça não adubado, e o Marandu adubado produziu 64% a mais que o Mombaça adubado. Para dose de nitrogênio não houve diferença na produção de colmo reprodutivo em cada cultivar.

Entre cultivar e condição hídrica (TABELA 6), a produção de colmo reprodutivo variou em função de cultivar sendo o Marandu em sequeiro produziu duas vezes mais colmo reprodutivo que o Mombaça em sequeiro e o Marandu sob irrigação produziu cerca de quatro vezes mais colmo reprodutivo que o Mombaça na mesma condição hídrica. Não houve diferença de produção de colmo reprodutivo, seja em sequeiro e sob irrigação para o capim Marandu e o mesmo efeito foi observado para o capim Mombaça.

Tabela 5 - Produção de colmo reprodutivo em função de cultivar e dose de nitrogênio ($P=0,0007$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
	kg MS ha ⁻¹		
0 kg ha ⁻¹	1362 a [†]	225 b	111
550 kg ha ⁻¹	967 a	591 b	111
P^{\ddagger}	0,0727	0,0869	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Tabela 6 - Produção de colmo reprodutivo em função de cultivar e condição hídrica ($P=0,0287$) em Lavras, MG.

Condição Hídrica	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
	kg MS ha ⁻¹		
Sequeiro	1042 a [†]	488 b	111
Irigado	1287 a	328 b	111
P^{\ddagger}	0,0533	0,1855	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de condição hídrica dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Para a produção de colmo total (colmo + colmo reprodutivo), houve interação entre cultivar e dose de nitrogênio (TABELA 7) e entre cultivar e condição hídrica (TABELA 8). Também houve diferença entre doses de nitrogênio para produção de material morto (TABELA 13), sendo que quando não adubado a produção de material morto foi cinco vezes maior do que quando adubado.

Entre cultivar e dose de nitrogênio, a produção de colmo total variou em função de cultivar, sendo que quando não adubado o Marandu produziu 666% a mais que o Mombaça não adubado e Marandu adubado 91% a mais que o Mombaça adubado. Para doses de nitrogênio em cada cultivar não houve diferença entre doses de nitrogênio para o Marandu, somente para o capim Mombaça adubado produzindo 332% a mais quando adubado.

Tabela 7 - Produção de colmo total (colmo + colmo reprodutivo) em função de cultivar e dose de nitrogênio ($P = 0,0026$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
	kg MS ha ⁻¹		
0 kg ha ⁻¹	2328 a [†]	304 b	155
550 kg ha ⁻¹	2501 a	1312 b	155
P^{\ddagger}	0,5960	0,0452	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Entre cultivar e condição hídrica, a produção de colmo total variou em função de cultivar com o Marandu em sequeiro produzido 119% a mais que o Mombaça e sob irrigação o cultivar Marandu produziu 327% a mais que o Mombaça na mesma condição hídrica. A produção de colmo total também variou em função da condição hídrica adotada, sendo que o Marandu irrigado produziu 119% mais colmo total do que em sequeiro e para o Mombaça a maior produção de colmo total foi quando em sequeiro com 61% a mais do que sob irrigação.

Para taxa de acúmulo de forragem, houve interação apenas entre cultivar e dose de nitrogênio (TABELA 9) e também verificou-se diferença entre doses de nitrogênio para o teor de matéria seca (TABELA 13), onde os tratamentos não adubados apresentaram teor de matéria seca 40% maior.

A taxa de acúmulo de forragem variou em função de cultivar, não havendo diferença entre os cultivares quando não adubados e o cultivar Mombaça obteve taxa de acúmulo 52%

maior que o Marandu quando adubado. Para dose de nitrogênio, os capins Marandu e Mombaça quando adubados, tiveram taxas de acúmulo de um e meia e três vezes maior do que quando não adubado, respectivamente.

Tabela 8 - Produção de colmo total (colmo + colmo reprodutivo) em função de cultivar e condição hídrica ($P=0,0025$) em Lavras, MG.

Condição Hídrica	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
	kg MS ha ⁻¹		
Sequeiro	2185 a [†]	997 b	155
Irrigado	2645 a	619 b	155
P^{\ddagger}	0,0122	0,0319	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de condição hídrica dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Tabela 9 - Taxa de acúmulo de forragem em função de cultivar e dose de nitrogênio ($P < 0,0001$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
	kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹		
0 kg ha ⁻¹	38,0 a [†]	32,5 a	4,23
550 kg ha ⁻¹	61,2 b	92,8 a	4,23
P^{\ddagger}	0,0010	<0,0001	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Para proporção de lâmina foliar, houve interação apenas entre cultivar e dose de nitrogênio (TABELA 10) e também verificou-se diferença entre a relação folha/colmo entre cultivar (TABELA 13), onde o cultivar Mombaça obteve uma relação folha/colmo três vezes maior que o Marandu.

A proporção de lâmina foliar variou em função de cultivar sendo que o Mombaça obteve uma proporção de lâmina foliar 48% maior que o Marandu quando não adubados e quando adubados o Mombaça teve uma proporção de lâmina foliar 22% maior que o Marandu. Para o efeito de doses de nitrogênio verificou-se diferença na proporção de lâmina foliar para o capim Marandu o que ocasionou um aumento de 20% com a adubação. O mesmo não ocorreu com o

cultivar Mombaça no qual não houve diferença na proporção de lâmina foliar em função de doses de nitrogênio.

Tabela 10 - Proporção de lâmina foliar em função de cultivar e dose de nitrogênio ($P=0,0010$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
	%		
0 kg ha ⁻¹	63,1 b [†]	93,5 a	2,02
550 kg ha ⁻¹	76,1 b	93,4 a	2,02
P^{\ddagger}	0,0010	0,9702	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Houve diferença entre os cultivares para as proporções de colmo e colmo reprodutivo (TABELA 13). As proporções de colmo e colmo reprodutivo foram cinco e quatro vezes maior no Marandu quando comparados ao Mombaça, respectivamente.

Na proporção de colmo total (colmo + colmo reprodutivo), houve interação apenas entre cultivar e dose de nitrogênio (TABELA 11). A proporção de colmo total variou com o cultivar, sendo que quando não adubados o Marandu teve proporção de colmo total 469% maior que o Mombaça e quando adubados o Marandu teve maior proporção chegando a ser 244% maior que o Mombaça. A proporção de colmo total também variou com a dose de nitrogênio, verificou-se que com a adubação o Marandu teve redução de 56% na proporção de colmo total e para o Mombaça não houve diferença para doses de nitrogênio.

Tabela 11 - Proporção de colmo total (colmo + colmo reprodutivo) em função de cultivar e dose de nitrogênio ($P=0,0025$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
	%		
0 kg ha ⁻¹	27,9 a [†]	4,9 b	1,81
550 kg ha ⁻¹	17,9 a	5,2 b	1,81
P^{\ddagger}	0,0037	0,8676	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Para a proporção de material morto houve interação apenas entre cultivar e dose de nitrogênio (TABELA 12). A proporção de material variou com o cultivar, quando não adubados o Marandu teve proporção de material morto cinco vezes maior que o Mombaça e quando adubados o Marandu teve uma proporção três vezes maior que o Mombaça. A proporção de material morto variou com a dose de nitrogênio, para o Marandu resultou em redução de 52% na proporção de material morto, contudo não se verificou diferença para o Mombaça.

Tabela 12 - Proporção de material morto em função de cultivar e dose de nitrogênio ($P = 0,0010$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
	%		
0 kg ha ⁻¹	9,1 a [†]	1,7 b	0,69
550 kg ha ⁻¹	6,0 a	1,4 b	0,69
P^{\ddagger}	0,0008	0,6709	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Na tabela 13, estão discriminados os resultados estatísticos individuais para os fatores de variação cultivar, dose de nitrogênio e condição hídrica para massa de forragem acumulada.

Tabela 13 - Respostas agrônomicas de cultivares, doses de nitrogênio e condição hídrica na massa de forragem acumulada em Lavras, MG (continua).

Variável	Cultivar		EPM	Valor de P
	Marandu	Mombaça		
Acúmulo de forragem, kg MS ha ⁻¹	11347	14289	783	0,0643
Folhas, kg MS ha ⁻¹	8250	13339	782	0,0229
Colmo, kg MS ha ⁻¹	1250	399	83	<0,0001
Colmo reprodutivo, kg MS ha ⁻¹	1164	408	79	<0,0001
Colmo total, kg MS ha ⁻¹	2415	808	110	<0,0001
Material morto, kg MS ha ⁻¹	682	141	58	<0,0001
Taxa de acúmulo, kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹	49,6	62,7	3,56	0,0667
Matéria seca, %	27,6	30,7	1,17	0,1183
Relação folha/colmo	4,3	12,4	3,16	0,0282
Proporção de folha, %	69,6	93,4	1,43	<0,0001
Proporção de colmo, %	8,4	1,8	0,54	<0,0001
Proporção de colmo reprodutivo, %	14,1	3,6	3,40	0,0094
Proporção de colmo total, %	22,9	5,1	1,28	<0,0001
Proporção de material morto, %	7,6	1,5	0,49	<0,0001

Fonte: Feitosa (2017).

Tabela 13 - Respostas agronômicas de cultivares, doses de nitrogênio e condição hídrica na massa de forragem acumulada em Lavras, MG. (conclusão).

Variável	Dose de Nitrogênio		EPM	Valor de <i>P</i>
	0	550		
Acúmulo de forragem, kg MS ha ⁻¹	7995	17641	610	0,0040
Folhas, kg MS ha ⁻¹	6324	15265	541	<0,0001
Colmos, kg MS ha ⁻¹	522	1127	180	0,0786
Colmo reprodutivo, kg MS ha ⁻¹	793	779	134	0,9266
Colmo total, kg MS ha ⁻¹	1316	1907	268	0,1560
Material Morto, kg MS ha ⁻¹	354	469	58	0,0739
Taxa de acúmulo, kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹	35,3	77,0	2,67	0,0041
Matéria seca, %	33,9	24,3	1,17	0,0145
Relação folha/colmo	5,1	11,6	3,47	0,2031
Proporção de folha, %	78,3	84,7	1,59	0,0556
Proporção de colmo, %	4,3	5,9	0,96	0,2243
Proporção de colmo reprodutivo, %	12,4	5,4	3,54	0,0701
Proporção de colmo total, %	16,7	11,3	1,53	0,0890
Proporção de material morto, %	5,4	3,7	0,49	0,0046

Variável	Condição Hídrica		EPM	Valor de <i>P</i>
	Sequeiro	Irrigado		
Acúmulo de forragem, kg MS ha ⁻¹	12617	13019	583	0,5046
Folhas, kg MS ha ⁻¹	10596	10993	565	0,5001
Colmos, kg MS ha ⁻¹	826	823	83	0,9790
Colmo reprodutivo, kg MS ha ⁻¹	765	808	79	0,5989
Colmo total, kg MS ha ⁻¹	1591	1632	110	0,7187
Material Morto, kg MS ha ⁻¹	429	393	58	0,5580
Taxa de acúmulo, kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹	55,4	56,8	2,72	0,6127
Matéria seca, %	29,7	28,6	0,91	0,2545
Relação folha/colmo	10,2	6,5	3,16	0,2627
Proporção de folha, %	80,6	82,4	1,43	0,2177
Proporção de colmo, %	5,2	5,0	0,54	0,6767
Proporção de colmo reprodutivo, %	9,3	8,5	3,45	0,8131
Proporção de colmo total, %	14,5	13,5	1,28	0,4357
Proporção de material morto, %	5,0	4,1	0,49	0,1096

Fonte: Feitosa (2017).

4.2 Massa residual de forragem e composição morfológica

Para a massa de forragem no resíduo, houve interação entre dose de nitrogênio e condição hídrica (TABELA 14) e também verificou-se diferença entre cultivares (TABELA 19) onde o cultivar Marandu acumulou cerca de 31% mais forragem no resíduo que o cultivar Mombaça mesmo tendo altura de corte mais baixa.

A massa de forragem residual não variou com a condição hídrica. Para dose de nitrogênio quando em sistema de sequeiro verificou-se um incremento de 38% na massa de forragem do resíduo com adubação, contudo não houve efeito de dose no sistema sob irrigação.

Houve diferença para produção de lâmina foliar entre as condições hídricas (TABELA 19), no sistema sob irrigação se produziu 15% a mais lâmina foliar que em sequeiro na massa de resíduo.

Tabela 14 - Massa de forragem no resíduo em função da dose de nitrogênio e condição hídrica ($P=0,0410$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Condição Hídrica		EPM
	Sequeiro	Irigado	
	kg MS ha ⁻¹		
0 kg ha ⁻¹	6397 a [†]	7615 a	443
550 kg ha ⁻¹	8833 a	8048 a	443
P^{\ddagger}	0,0153	0,1955	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P>0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de condição hídrica.

Fonte: Feitosa (2017).

Foi observado que para a produção de colmo e colmo total (colmo + colmo reprodutivo), houve diferença entre cultivares e também entre doses de nitrogênio (TABELA 19). O cultivar Marandu produziu 65% mais colmo que o Mombaça e a adubação promoveu incremento de 40% na produção de colmo no resíduo quando comparado ao não adubado. A produção de colmo total foi 78% maior no Marandu e a adubação promoveu um aumento de 38% na produção de colmo total.

Para a massa de colmo reprodutivo no resíduo, houve interação entre cultivar, dose de nitrogênio e condição hídrica (TABELA 15). A massa de colmo reprodutivo variou em função de cultivar e condição hídrica, sendo que em ambas as doses de nitrogênio o cultivar Marandu em ambas as condições hídricas produziu mais colmo reprodutivo que o Mombaça. Observou-se diferença de produção de colmo reprodutivo em cada cultivar para condição hídrica, quando não adubação o Marandu irrigado diferiu do Marandu em sequeiro com 49% mais colmo reprodutivo e quando adubado o Marandu em sequeiro produziu 75% a mais que o Marandu irrigado. A massa de colmo do cultivar Mombaça em sequeiro e irrigado não foi diferente, uma vez que a produção de colmo reprodutivo foi zero para esse cultivar.

Para o efeito de dose de nitrogênio em cada cultivar e condição hídrica na produção de colmo reprodutivo, quando em sequeiro o Marandu adubado produziu 63% a mais que o Marandu não adubado e quando sob irrigação o Marandu não adubado produziu 60% a mais que o Marandu não adubado. Não se observou diferença entre as doses de nitrogênio no Mombaça em ambas as condições hídricas.

A produção de material morto no resíduo variou com a condição hídrica (TABELA 19), quando em sequeiro a produção de material morto foi 13% maior que quando irrigado. O teor de matéria seca da massa de forragem do resíduo foi diferente entre as doses de nitrogênio (TABELA 19), sendo que quando não adubado verificou-se um teor de matéria seca foi 31% maior que quando adubado.

Tabela 15 - Produção de colmo reprodutivo no resíduo em função de cultivar, dose de nitrogênio e condição hídrica ($P=0,0087$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Marandu		Mombaça		EPM
	Condição Hídrica				
	Sequeiro	Irigado	Sequeiro	Irigado	
	kg MS ha ⁻¹				
0 kg ha ⁻¹	177 b [†]	264 a	0 c	0 c	32
550 kg ha ⁻¹	288 a	165 b	0 c	0 c	32
P^{\ddagger}	0,0191	0,0108	1,0000	1,0000	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de doses de nitrogênio dentro de cultivar e condição hídrica.

Fonte: Feitosa (2017).

Para relação folha/colmo no resíduo, houve interação entre cultivar e dose de nitrogênio (TABELA 16) e também entre cultivar e condição hídrica (TABELA 17). A relação folha/colmo variou em função de cultivar, sendo que em ambas as doses de nitrogênio o Mombaça obteve a relação folha/colmo duas vezes maior que o Marandu. A relação folha/colmo também variou em função de dose de nitrogênio, não houve diferença para o Marandu e para o Mombaça a maior relação folha/colmo foi obtida quando não adubado, com valor 63% maior do que quando adubado.

Para a interação entre cultivar e condições hídricas a relação folha/colmo variou em função de cultivar, quando em sequeiro o Mombaça teve a relação folha/colmo 50% maior que o Marandu e sob irrigação o Mombaça teve a relação folha/colmo 140% maior que o Marandu. A relação folha/colmo variou também em função da dose de nitrogênio, sendo que para o

cultivar Marandu não foi observado diferença entre doses de nitrogênio, somente para o Mombaça irrigado com a relação folha/colmo 33% maior que o Mombaça em sequeiro.

Tabela 16 - Relação folha/colmo no resíduo em função de dose cultivar e dose de nitrogênio ($P=0,0019$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
0 kg ha ⁻¹	0,6 b [†]	1,3 a	0,10
550 kg ha ⁻¹	0,4 b	0,8 a	0,10
P^{\ddagger}	0,1720	0,0083	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Tabela 17 - Relação folha/colmo no resíduo em função de cultivar e condição hídrica ($P=0,0036$) em Lavras, MG.

Condição Hídrica	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
Sequeiro	0,6 b [†]	0,9 a	155,9
Irigado	0,5 b	1,2 a	155,9
P^{\ddagger}	0,6080	0,0132	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de condição hídrica dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

A proporção de lâmina foliar variou com a cultivar (TABELA 19), onde o cultivar Mombaça teve uma proporção de lâmina foliar 40% maior que o Marandu.

Para proporção de colmo e colmo total no resíduo houve diferença entre cultivares e também entre doses de nitrogênio (TABELA 19), onde o cultivar Marandu teve as maiores proporções de colmo e colmo total, com 29 e 39% a maiores que o Mombaça. A adubação promoveu incrementos 21 e 19% nas proporções de colmo e colmo total respectivamente em comparação aos tratamentos não adubados.

Para a proporção de colmo reprodutivo no resíduo, houve interação entre cultivar, dose de nitrogênio e condição hídrica (TABELA 18). A proporção de colmo reprodutivo variou em função de cultivar e condição hídrica, sendo que em ambas as doses de nitrogênio o cultivar

Marandu em ambas as condições hídricas teve uma proporção de colmo reprodutivo maior que o Mombaça. Observou-se diferença na proporção de colmo reprodutivo em cada cultivar para condição hídrica, quando não adubação o Marandu irrigado diferiu do Marandu em sequeiro com uma proporção 33% maior de colmo reprodutivo e quando adubado o Marandu sequeiro teve uma proporção 56% a maior que o Marandu em irrigado. A proporção de colmo reprodutivo entre o cultivar Mombaça em sequeiro e irrigado não foi diferente.

Para o efeito de dose de nitrogênio em cada cultivar e condição hídrica na proporção de colmo reprodutivo, quando em sequeiro o Marandu não houve diferença entre doses de nitrogênio e quando sob irrigação o Marandu não adubado teve proporção de 78% maior que o Marandu adubado. Não se observou diferença entre as doses de nitrogênio o Mombaça em ambas as condições hídricas.

Tabela 18 - Proporção de colmo reprodutivo no resíduo em função de cultivar, dose de nitrogênio e condição hídrica ($P=0,0068$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Marandu		Mombaça		EPM
	Condição Hídrica				
	Sequeiro	Irigado	Sequeiro	Irigado	
	kg MS ha ⁻¹				
0 kg ha ⁻¹	2,4 b [†]	3,2 a	0 c	0 c	0,28
550 kg ha ⁻¹	2,8 a	1,8 b	0 c	0 c	0,28
P^{\ddagger}	0,1229	0,0004	1,0000	1,0000	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de doses de nitrogênio dentro de cultivar e condição hídrica.

Fonte: Feitosa (2017).

A proporção de material morto no resíduo foi diferente entre condições hídricas (TABELA 19), onde em sequeiro a proporção foi 13% maior do que sob irrigação.

Na tabela 19, estão discriminados os resultados estatísticos individuais para os fatores de variação cultivar, dose de nitrogênio e condição hídrica para massa de forragem no resíduo.

Tabela 19 - Respostas agronômicas de cultivares, doses de nitrogênio e condição hídrica na massa do resíduo em Lavras, MG.

Variável	Cultivar		EPM	Valor de <i>P</i>
	Marandu	Mombaça		
Massa de Forragem, kg MS ha ⁻¹	8634	6574	408	0,0371
Folhas, kg MS ha ⁻¹	1580	1611	98	0,7857
Colmos, kg MS ha ⁻¹	3031	1833	182	0,0224
Colmo reprodutivo, kg MS ha ⁻¹	224	0	16	<0,0001
Colmo total, kg MS ha ⁻¹	3255	1833	197	0,0186
Material Morto, kg MS ha ⁻¹	3799	3130	218	0,0917
Matéria seca, %	29,0	29,6	1,60	0,7211
Relação folha/colmo	0,5	1,1	0,09	0,0262
Proporção de folha, %	18,2	25,5	1,96	0,0052
Proporção de colmo, %	34,8	26,9	1,38	<0,0001
Proporção de colmo reprodutivo, %	2,5	0,0	0,14	<0,0001
Proporção de colmo total, %	37,4	26,9	1,32	0,0158
Proporção de material morto, %	44,3	47,7	1,87	0,1064

Variável	Dose de Nitrogênio		EPM	Valor de <i>P</i>
	0	550		
Massa de Forragem, kg MS ha ⁻¹	6767	8441	490	0,0760
Folhas, kg MS ha ⁻¹	1509	1682	156	0,3854
Colmos, kg MS ha ⁻¹	2023	2842	171	0,0007
Colmo reprodutivo, kg MS ha ⁻¹	111	113	21	0,8997
Colmo total, kg MS ha ⁻¹	2133	2955	163	0,0005
Material Morto, kg MS ha ⁻¹	3125	3805	275	0,1320
Matéria seca, %	33,2	25,4	1,60	0,0004
Relação folha/colmo	1,0	0,6	0,08	0,0494
Proporção de folha, %	23,2	20,5	2,30	0,3002
Proporção de colmo, %	28,0	33,8	1,38	0,0012
Proporção de colmo reprodutivo, %	1,4	1,2	0,14	0,1355
Proporção de colmo total, %	29,4	35,0	1,31	0,0016
Proporção de material morto, %	47,5	44,5	2,18	0,2920

Variável	Condição Hídrica		EPM	Valor de <i>P</i>
	Sequeiro	Irrigado		
Massa de Forragem, kg MS ha ⁻¹	7615	7593	313	0,9443
Folhas, kg MS ha ⁻¹	1481	1710	91	0,0357
Colmos, kg MS ha ⁻¹	2336	2529	171	0,2857
Colmo reprodutivo, kg MS ha ⁻¹	116	107	16	0,5816
Colmo total, kg MS ha ⁻¹	2453	2636	163	0,2873
Material Morto, kg MS ha ⁻¹	3682	3247	180	0,0419
Matéria seca, %	29,7	28,9	1,60	0,6468
Relação folha/colmo	0,7	0,9	0,08	0,2139
Proporção de folha, %	20,2	23,5	1,97	0,1168
Proporção de colmo, %	29,9	31,9	1,38	0,1767
Proporção de colmo reprodutivo, %	1,3	1,2	0,14	0,6855
Proporção de colmo total, %	31,2	33,1	1,31	0,1713
Proporção de material morto, %	48,6	43,4	1,87	0,0183

Fonte: Feitosa (2017).

4.3 Estrutura do Dossel

O IAF no resíduo, mesurado no início do ciclo de rebrotação (pós-corte), variou apenas para cultivar (TABELA 27), onde o Mombaça teve um IAF 24% maior que o Marandu.

Para o IAF no final do período de rebrotação (IAF final), houve interação entre cultivar e dose de nitrogênio (TABELA 20) e também entre dose de nitrogênio e condição hídrica (TABELA 21).

Entre cultivar e dose de nitrogênio o IAF final variou com a cultivar, sendo que quando não adubado o Mombaça teve IAF final 17% maior que o Marandu e o mesmo foi ocorreu quando adubado com o IAF final do Mombaça 62% maior que o Marandu.

O IAF final variou também com a dose de nitrogênio, uma vez que o Marandu adubado teve IAF final 21% maior do que quando não adubado e para o Mombaça a adubação também promoveu incremento de 68% em relação ao tratamento não adubado.

Tabela 20 - Índice de área foliar final em função de cultivar e dose de nitrogênio ($P < 0,0001$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
0 kg ha ⁻¹	2,4 b [†]	2,8 a	0,12
550 kg ha ⁻¹	2,9 b	4,7 a	0,12
P^{\ddagger}	0,0228	0,0005	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Entre dose de nitrogênio e condição hídrica o IAF final variou com condição hídrica, sendo que quando sem adubação o Mombaça teve IAF final 42% maior que o Marandu e quando adubado o Mombaça teve incremento de 60% no IAF final em relação ao Marandu. Para dose de nitrogênio também houve diferença no IAF final, sendo que para o cultivar Marandu não houve diferença entre doses de nitrogênio e para o Mombaça houve aumento de 8% no IAF final com adubação.

Tabela 21 - Índice de área foliar final em função da dose de nitrogênio e condição hídrica ($P=0,0326$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Condição Hídrica		EPM
	Sequeiro	Irrigado	
0 kg ha ⁻¹	2,6 b [†]	3,7 a	0,10
550 kg ha ⁻¹	2,5 b	4,0 a	0,10
P^{\ddagger}	0,3273	0,0404	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de condição hídrica.

Fonte: Feitosa (2017).

Na IL final houve diferença entre cultivares e também para doses de nitrogênio (TABELA 27), sendo que a interceptação de luz no Mombaça foi 8% maior do que no Marandu. A adubação promoveu um incremento de 13% na interceptação de luz pelo dossel em comparação aos tratamentos não adubados. Essa maior interceptação de luz pelo dossel deve-se uma maior densidade populacional de perfilhos e produção de forragem promovida pela adubação nitrogenada.

A área foliar específica diferiu entre cultivares e também entre as doses de nitrogênio (TABELA 27), onde o cultivar Marandu teve uma área foliar específica 17% maior que no Mombaça. E os tratamentos que foram adubados tiveram um aumento de 17% na área foliar específica em comparação aos não adubados.

Para o ângulo foliar no resíduo houve interação entre cultivar e condição hídrica (TABELA 22) e também diferença entre doses de nitrogênio para o ângulo foliar final (TABELA 27), sendo que os tratamentos não adubados tiveram um ângulo foliar 8% maior que os adubados.

O ângulo foliar no resíduo não diferiu com o cultivar. Contudo a condição hídrica variou o ângulo foliar, sendo que para o Marandu em sequeiro houve aumento de 4% comparado ao irrigado e para a Mombaça não houve diferença para dose de nitrogênio.

Para altura do dossel, houve interação entre cultivar e dose de nitrogênio (TABELA 23). A altura variou entre os cultivares, o Mombaça sempre apresentou maior altura quando comparado ao Marandu em ambas as doses de nitrogênio, sendo que essa diferença deve-se ao maior porte do Mombaça e ao manejo de altura adotado. A altura variou com a dose de nitrogênio, sendo que não houve diferença de altura para o Marandu com a adubação, enquanto

que para o Mombaça a adubação promoveu um incremento de 32% na altura comparado ao não adubado.

Tabela 22 - Ângulo foliar no resíduo em função de cultivar e condição hídrica ($P=0,0305$) em Lavras, MG.

Condição Hídrica	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
	Graus		
Sequeiro	64,8 a [†]	64,2 a	0,97
Irrigado	62,5 a	64,5 a	0,97
P^{\ddagger}	0,0116	0,7538	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de condição hídrica dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Tabela 23 - Altura do dossel em função de cultivar e dose de nitrogênio ($P=0,0118$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
	cm		
0 kg ha ⁻¹	19,5 b [†]	71,2 a	4,48
550 kg ha ⁻¹	23,4 b	93,9 a	4,48
P^{\ddagger}	0,3959	0,0003	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Para a densidade populacional de perfilhos (DPP), houve interação entre cultivar e dose de nitrogênio (TABELA 24), cultivar e condição hídrica (TABELA 25) e dose de nitrogênio e condição hídrica (TABELA 26).

Entre cultivar e dose de nitrogênio a DPP variou em função do cultivar, sendo que quando não adubados e adubados o Marandu teve DPP com 141 e 123% maior que o Mombaça. A DPP também variou em função da dose de nitrogênio, com a adubação promovendo aumento de 43% no Marandu e 55% no Mombaça quando comparado ao não adubado.

Tabela 24 - Densidade populacional de perfilhos em função de cultivar e dose de nitrogênio ($P=0,0161$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
	perfilhos m ⁻²		
0 kg ha ⁻¹	637 a [†]	264 b	32
550 kg ha ⁻¹	913 a	410 b	32
P^{\ddagger}	0,0002	0,0045	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017)

Entre cultivar e condição hídrica a DPP variou em função de cultivar, sendo que quando sequeiro o Marandu teve 167% mais perfilhos que o Mombaça e o mesmo efeito se repetiu quando sob irrigação, onde Marandu teve 101% mais perfilhos que o Mombaça. A condição hídrica também causou variação na DPP, sendo que não houve diferença para o Marandu e para Mombaça a irrigação causou incremento de 27% de perfilhos do que quando em sequeiro.

Tabela 25 - Densidade populacional de perfilhos em função de cultivar e condição hídrica ($P=0,0219$) em Lavras, MG.

Condição Hídrica	Cultivar		EPM
	Marandu	Mombaça	
	perfilhos m ⁻²		
Sequeiro	800 a [†]	300 b	32
Irigado	750 a	374 b	32
P^{\ddagger}	0,1550	0,0445	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de condição hídrica dentro de cultivar.

Fonte: Feitosa (2017).

Entre dose e condição hídrica, não houve diferença da DPP para condição hídrica. Houve apenas variação na DPP para dose de nitrogênio, sendo que quando em sequeiro a falta de adubado promoveu aumento de 11% nos perfilhos. Sob irrigação a adubação promoveu incremento de 11% nos perfilhos quando comparado ao sistema não adubado.

Tabela 26 - Densidade populacional de perfilhos em função da dose de nitrogênio e condição hídrica ($P=0,0281$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Condição Hídrica		EPM
	Sequeiro	Irrigado	
	perfilhos m ⁻²		
0 kg ha ⁻¹	473 a [†]	626 a	32
550 kg ha ⁻¹	427 a	697 a	32
P^{\ddagger}	0,0035	0,0002	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de dose de nitrogênio dentro de condição hídrica.

Fonte: Feitosa (2017).

Na tabela 27, estão discriminados os resultados estatísticos individuais para os fatores de variação cultivar, doses de nitrogênio e condição hídrica e seus efeitos na estrutura do dossel.

Tabela 27 - Respostas da estrutura do dossel em função de cultivares, doses de nitrogênio e condição hídrica em Lavras, MG (continua).

Variável	Cultivar		EPM	Valor de P
	Marandu	Mombaça		
IAF no resíduo	1,7	2,1	0,06	0,0180
IAF final	2,6	3,7	0,10	0,0081
Interceptação Luminosa no resíduo, %	70,1	76,2	1,20	0,1082
Interceptação Luminosa final, %	81,8	88,3	1,77	0,0034
Altura do dossel	21,4	82,6	3,17	<0,0001
Área foliar específica, g cm ⁻²	128,1	109,9	3,23	0,0001
Ângulo foliar residual, graus	63,6	64,4	0,82	0,4675
Ângulo foliar final, graus	57,0	58,7	1,30	0,3279
Densidade populacional de perfilhos	775	337	23	<0,0001

Variável	Dose de Nitrogênio		EPM	Valor de P
	0	550		
IAF residual	1,8	2,0	0,11	0,2120
IAF final	2,6	3,8	0,12	0,0091
Interceptação Luminosa no resíduo, %	71,1	75,2	2,36	0,1816
Interceptação Luminosa final, %	80,0	90,2	2,17	0,0005
Altura do dossel	45,3	58,7	3,17	0,0012
Área foliar específica, g cm ⁻²	109,8	128,4	3,23	<0,0001
Ângulo foliar residual, graus	64,5	63,6	0,51	0,0825
Ângulo foliar final, graus	60,1	55,7	0,96	0,0439
Densidade populacional de perfilhos	450	661	24	0,0130

Fonte: Feitosa (2017).

Tabela 27 - Respostas da estrutura do dossel em função de cultivares, doses de nitrogênio e condição hídrica em Lavras, MG (conclusão).

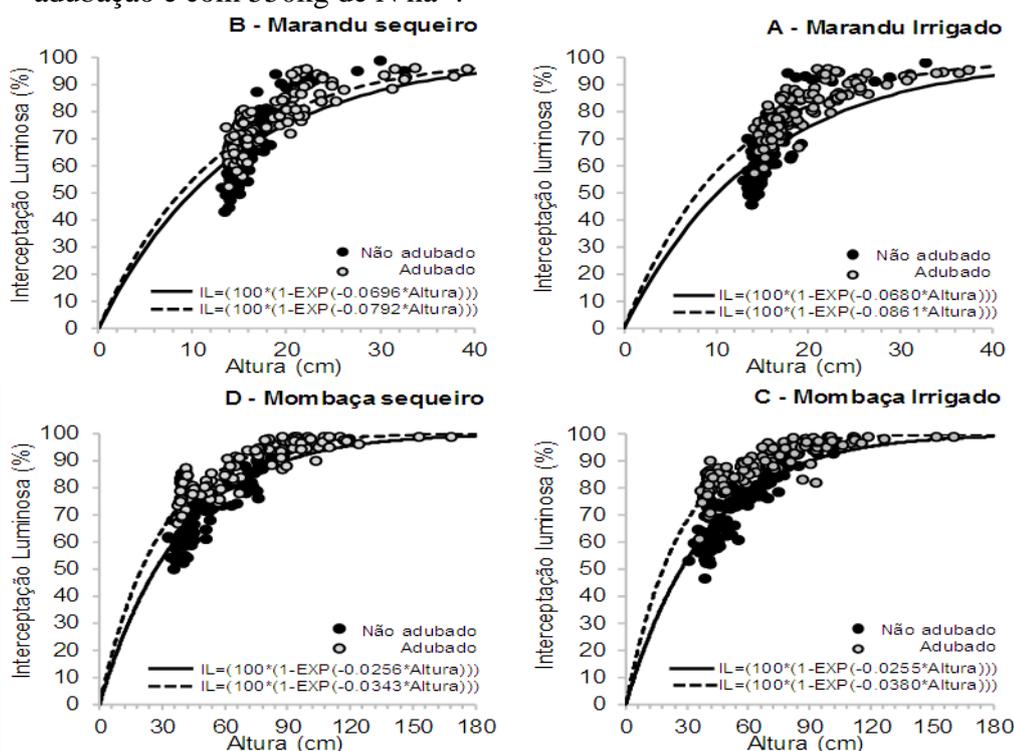
Variável	Condição Hídrica		EPM	Valor de <i>P</i>
	Sequeiro	Irigado		
IAF residual	1,9	1,9	0,05	0,4484
IAF final	3,2	3,2	0,08	0,4154
Interceptação Luminosa resíduo, %	72,8	73,5	1,49	0,6600
Interceptação Luminosa final, %	84,6	85,6	1,78	0,5639
Altura do dossel	52,2	51,8	4,33	0,9368
Área foliar específica, g cm ⁻²	120,0	118,6	3,23	0,7872
Ângulo foliar residual, graus	64,6	63,5	0,59	0,1049
Ângulo foliar final, graus	58,4	57,4	1,05	0,3576
Densidade populacional de perfilhos	550	562	23	0,6033

Fonte: Feitosa (2017).

4.4 Relação entre interceptação luminosa e altura

A relação entre interceptação luminosa e altura variou em função dos tratamentos (FIGURA 6).

Figura 6 - Relação entre altura e Interceptação Luminosa (IL) dos capins Marandu irrigado (A) e em sequeiro (B) e Mombaça irrigado (C) e em sequeiro (D) cultivados sem adubação e com 550kg de N ha⁻¹.



Fonte: Feitosa (2017).

O cultivar Marandu (FIGURA 6, A E B) possui menor altura que o cultivar Mombaça (FIGURA 6, C e D) atingindo mesma interceptações de luz em alturas diferentes. Isso se deve a diferença morfológica existente entre os dois genótipos e ao manejo a eles empregado. Houve variação na relação IL x altura em função da aplicação de nitrogênio sendo que quando adubados os cultivares interceptam mais luz numa mesma faixa de altura que vai de 18 a 40 cm para o cultivar Marandu e de 70 a 170 cm para o cultivar Mombaça. Praticamente não houve variação na interceptação luminosa em função da condição hídrica, possivelmente pelo período experimental compreender os meses mais chuvosos do ano.

4.5 Fotossíntese e Trocas gasosas

A fotossíntese e trocas gasosas variou apenas em função do cultivar e doses de nitrogênio isoladamente (TABELA 29), onde a fotossíntese do Marandu foi 14% maior que do cultivar Mombaça e a adubação nitrogenada promoveu incremento de 19% na fotossíntese.

A condutância estomática variou apenas entre doses de nitrogênio (TABELA 29), onde os tratamentos adubados tiveram a condutância estomática 22% maior do que quando não adubado.

Para concentração interna de CO₂ na folha (C_i), houve interação entre nitrogênio e condição hídrica (Tabela 28).

Tabela 28 - Concentração interna de CO₂ na folha em função da dose de nitrogênio e condição hídrica ($P = 0,0039$) em Lavras, MG.

Dose de Nitrogênio	Condição Hídrica		EPM
	Sequeiro	Irrigado	
	$\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$		
0 kg ha ⁻¹	140,6 a [†]	121,5 b	7,09
550 kg ha ⁻¹	119,2 a	132,8 a	6,61
P^{\ddagger}	0,0066	0,0998	

[†] Médias nas linhas seguidas da mesma letra minúscula não são diferentes a ($P > 0,05$).

[‡] Valor de P para efeito de condição hídrica dentro de dose de nitrogênio.

Fonte: Feitosa (2017).

A C_i variou com a condição hídrica, sendo que quando não adubado em sequeiro a C_i foi 16% maior do que quando sob irrigação e quando adubado não houve diferença entre

sistemas em sequeiro e irrigação. E em relação à dose de nitrogênio, no sistema em sequeiro os tratamentos não adubado a Ci foi 18% maior que quando adubado e não houve diferença na Ci entre adubação no sistema sob irrigação.

A taxa de transpiração diferiu apenas entre doses de nitrogênio (TABELA 29) onde a adubação promoveu uma maior taxa de transpiração, sendo 16% maior do que quando não adubado.

A falta de efeito da condição hídrica na fotossíntese e nas trocas gasosas (TABELA 29) ocorreu devido ao fato de que o período experimental compreendeu sete ciclos de rebrotação com baixo registro de deficiência hídrica (FIGURA 3).

Na tabela 29, estão discriminados os resultados estatísticos individuais para os fatores de variação cultivar, dose de nitrogênio e condição hídrica para fotossíntese e trocas gasosas.

Tabela 29 - Respostas fisiológicas em função de cultivares, doses de nitrogênio e condição hídrica em Lavras, MG.

Variável	Cultivar		EPM	Valor de <i>P</i>
	Marandu	Mombaça		
Fotossíntese, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$	23,1	20,3	0,75	0,0032
Condutância estomática, $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$	0,21	0,19	0,008	0,0775
Carbono interno, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$	124,8	132,2	4,45	0,1226
Taxa de transpiração, $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$	3,35	3,02	0,170	0,2027
Pressão de vapor interno, kPa	1,49	1,52	0,045	0,5723

Variável	Dose de Nitrogênio		EPM	Valor de <i>P</i>
	0	550		
Fotossíntese, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$	19,8	23,5	0,75	0,0005
Condutância estomática, $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$	0,18	0,22	0,004	<0,0001
Carbono interno, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$	131,0	126,0	4,49	0,2864
Taxa de transpiração, $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$	2,95	3,42	0,108	0,0021
Pressão de vapor interno, kPa	1,54	1,47	0,045	0,1193

Variável	Condição Hídrica		EPM	Valor de <i>P</i>
	Sequeiro	Irigado		
Fotossíntese, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$	21,2	22,1	0,87	0,3019
Condutância estomática, $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$	0,20	0,20	0,005	0,3096
Carbono interno, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$	129,9	127,2	5,19	0,6114
Taxa de transpiração, $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$	3,22	3,15	0,133	0,6027
Pressão de vapor interno, kPa	1,52	1,49	0,050	0,6475

Fonte: Feitosa (2017).

5 DISCUSSÃO

Os resultados comparativos entre os diferentes sistemas de produção sintetizados pelas combinações entre cultivares, doses de nitrogênio e a aplicação de água são considerados como padrão de acordo com a literatura. Os cultivares Marandu e Mombaça produziram forragem em quantidade similar quando não adubados (TABELA 2), a produção de cerca de 7500 kg de forragem durante o período experimental foi resultado das condições de fertilidade natural do solo e presença de água. A falta de N manteve a produtividade em níveis mais baixos quando comparados ao sistema de cultivo com N. Com a adubação o cultivar Mombaça superou a produção de forragem do cultivar Marandu, por ser mais exigente e responsivo à presença de N (GARCEZ, 2013; JANK et al., 2010).

A eficiência de uso do nitrogênio para as forrageiras foram de 9,8 e 25,3 kg MS kg N⁻¹ para Marandu e Mombaça, respectivamente (CABRAL et al., 2013). Esta diferença entre as produções baseada na aplicação de N permite definir o potencial de uso de cada forrageira e o potencial de aproveitamento do nitrogênio aplicado. Enquanto para o capim Marandu o nitrogênio promoveu cerca de 1,6 vezes mais forragem a mesma dose aplicada sobre o capim Mombaça proporcionou aumento de três vezes na produção (TABELA 2). Dessa maneira o custo da produção é reduzido quando são utilizados cultivares mais eficientes na transformação do N aplicado em biomassa vegetal. O mesmo intervalo de descanso imposto para os dois cultivares mostra que a eficiência de utilização da forragem tem um papel importante no que diz respeito ao potencial de uso e investimentos na compra de insumos.

Mesmo com a altura de corte variando entre os cultivares (15 e 40 cm), a eficiência de uso da forragem é maior quando mais massa é acumulada acima da altura de corte. Mesmo com duas toneladas a menos por hectare no resíduo do capim Mombaça (TABELA 19), observa-se que a eficiência de uso foi mais alta, colhendo cerca de 32% da forragem presente em cada ciclo de rebrotação quando adubado enquanto o mesmo cultivar cultivado sem N e colhido na mesma altura de corte proporcionou uso de apenas 14% da forragem presente, para o cultivar Marandu a variação entre sistemas adubados e não adubados foi menor, partindo de 19% para 13% respectivamente.

O mesmo padrão de resposta foi observado quando são comparados os acúmulos de folhas. O cultivar Mombaça teve maior produção de folhas (TABELA 3) o que proporcionou maior taxa de acúmulo de forragem (TABELA 9) chegando a cerca de 92 kg de forragem por dia que possibilitaria a alimentação de aproximadamente 8 UA ha dia⁻¹, com um consumo de

matéria seca de 2,5%. O capim Marandu mesmo produzindo menos, o montante de forragem acumulado quando adubado manteria cerca de 5 UA ha dia⁻¹ aproveitando apenas 19% da forragem existente. Os sistemas sem adição de N ainda proporcionaram a produção de forragem capaz de manter cerca de 3 UA ha dia⁻¹.

Independente da dose de nitrogênio o cultivar Mombaça também teve maior proporção de lâmina foliar e maior relação folha/colmo (TABELA 10 e 13) quando comparado ao capim Marandu. Na forragem acumulada o Marandu apresentou maior produção de colmos e colmos reprodutivos do que o Mombaça, independente da condição hídrica (TABELA 4, 5 e 6) o que demonstra que a altura de corte influencia fortemente na composição morfológica do material colhido. A altura de 40 cm de resíduo para o cultivar Mombaça manteve proporção de folhas sempre alta na massa colhida e cerca de apenas 1,5% de material morto enquanto para o cultivar Marandu a altura de resíduo de 15 cm proporcionou maior quantidade de material morto no estrato colhível chegando a cerca de 9% (TABELA 12).

Para tornar a comparação entre cultivares mais justa seria interessante manter a utilização da forragem igual, de forma que a intensidade de desfolhação fosse a mesma para cada forrageira, no entanto controlar desfolhação igualmente entre genótipos com características morfológicas tão distinta é praticamente impossível. Portanto é preciso cuidado em determinar o potencial de produção baseado apenas no acúmulo ou no aproveitamento da forragem (LARA, 2011).

Outro fator de confundimento está na presença e na produção de colmos reprodutivos. O capim Marandu apresentou florescimento ao longo dos sete ciclos de rebrotação do período experimental enquanto que o capim Mombaça o florescimento ocorreu somente durante os ciclos finais do período experimental (28 de mar./2016 a de 11 de jun./2016), ou seja, em apenas 2 dos sete ciclos de rebrotação. A biomassa proveniente de pendões florais interfere fortemente na relação folha/colmo da biomassa acumulada e muito provavelmente no valor nutritivo da forragem, por ser um componente com tecidos mais lignificados e de menor digestibilidade (PACIULLO et al., 2002; WILSON, 1993). A não constatação de colmos reprodutivos no resíduo de Mombaça deve-se ao porte do cultivar e da emissão da sua inflorescência sempre acima da altura de colheita do resíduo (40 cm). Já para o Marandu a altura de corte promoveu aparecimento de perfilhos florescidos ainda no resíduo a menos de 15 cm de altura (TABELA 15), mais um indicativo de que a altura do resíduo influencia os resultados comparativos entre os genótipos. Do ponto de vista de produção de colmos florescidos, a água tem papel importante no sistema assim como o N, enquanto em sistemas com água a adubação prolonga o período

vegetativo reduzindo a presença de colmos reprodutivos no dossel, em ambientes com baixa oferta de N a água promove maior produção de perfilhos reprodutivos.

O Marandu também apresentou maior produção de colmo total (colmo + colmo reprodutivo) (TABELA 7) além de ter maior quantidade de colmos no resíduo (TABELA 19). Em relação à adubação, a maior produção de folhas advindas da aplicação de N se deve ao fato desse elemento ter sua maior deposição na zona de crescimento e divisão celular (SKINNER; NELSON, 1995) e dessa forma estimula uma maior produção de folhas.

As variações na densidade de massa presente no resíduo afetam não só os resultados agronômicos, mas também as relações luminosas dentro do dossel forrageiro. Em sistemas não adubados o IAF de ambos os cultivares sempre foi menor do que quando adubados (TABELA 20). O fornecimento de N proporciona maior biomassa de folhas e a maior área foliar proporciona maior capacidade de assimilação de carbono. Apesar de esperada, essa resposta mostra o potencial de uso do nitrogênio quando o objetivo é estimular a produção de folhas, principal componente consumido e preferido pelos animais em pastejo (REGO et al., 2006).

A aplicação de água por fim modifica também a estrutura do dossel que associada à biomassa existente nos diferentes resíduos influenciam na angulação das folhas dentro do dossel forrageiro (TABELA 22). Mesmo manejados sob alturas de corte distintas a angulação média da folhagem não variou entre genótipos. Apenas o cultivar Marandu apresentou ângulos foliares menores quando irrigado. Tais resultados podem ser resposta da densidade populacional de perfilhos que aumentou com a adubação e para ambos os cultivares (TABELA 24). Dessa forma, associando as massas existentes nos resíduos, as alturas de corte e a DPP de cada sistema de cultivo é possível afirmar que o aproveitamento da luz é diferente.

A relação existente entre altura do dossel e IL é considerada hoje como meta de manejo para colheita da forragem (EUCLIDES et al., 2014), no entanto a variação causada pela presença de N e água no sistema de produção afeta a relação altura x IL, ou seja, dentro de uma faixa conhecida de altura, para se atingir a mesma IL alcançada em sistemas adubados com N, os capins precisaram crescer mais, ou seja, atingirem maior altura (FIGURA 6).

Independente da forrageira, a adubação nitrogenada permitiu maior acúmulo de forragem e densidade de biomassa no resíduo, isso permitiu que o dossel interceptasse a mesma quantidade de luz em dosséis mais baixos (TABELA 30). Essa diferença é ainda maior quando o sistema é irrigado o que demonstra que tanto água quanto N influenciam fortemente a passagem de luz pelo dossel devido as mudanças ocorridas na estrutura do mesmo. Em estudo conduzido por Magalhães et al. (2011) onde foi estudado o efeito da irrigação, da adubação nitrogenada e da densidade de plantas sobre as características morfofisiológicas e produtivas do

capim Tanzânia em fase de estabelecimento, observou que a altura correspondente a 95% de IL pode variar de acordo com a densidade de plantas em dossel em estabelecimento.

Outro ponto importante a ser observado é que havendo ou não irrigação, sob baixa presença de N quase não há variação na altura quando comparadas sob a mesma IL (TABELA 30). A pouca variação existente entre sistemas irrigados e em sequeiro no presente experimento se deu devido a condição hídrica do local. Houve poucos momentos durante o período experimental em que a água foi fator limitante (TABELAS 13, 19, 27 e 29), portanto na região de Lavras, dentro do período em que foi realizado o experimento o regime pluviométrico não foi limitante (FIGURA 2).

A condição hídrica praticamente não causou diferença na IL quando não adubado, apenas quando adubado o Marandu em sequeiro teve uma altura 3 cm maior que quando adubado e o Mombaça em sequeiro 9 cm maior, para ambos interceptar os 95% de luz quando adubados.

Tabela 30 - Altura na qual o dossel forrageiro intercepta 95% da radiação solar incidente para os capins Marandu e Mombaça, não adubado e adubado com 550kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ e cultivado em sequeiro ou irrigado.

Cultivar	Adubação	Sequeiro	Irigado
	kg N ha ⁻¹ ano ⁻¹	----- cm -----	
Marandu	0	43,0	44,0
	550	37,8	34,7
Mombaça	0	117,2	117,8
	550	87,6	78,6

Fonte: Feitosa (2017).

Fisiologicamente as plantas também foram afetadas quando cultivadas sob diferentes níveis de N e aplicação de água. As folhas do capim Marandu possuem maior potencial fotossintético que folhas do capim Mombaça sendo que a diferença de assimilação de carbono foi de apenas 0,12 mg CO₂ m² s⁻¹ (TABELA 29). Isso corrobora com os dados de Lara e Pedreira (2011) que mostram que a fotossíntese tem baixa correlação com a produção da parte aérea da forragem. O processo de utilização de fotoassimilados pode ser a resposta para a variação da deposição de biomassa entre os diferentes componentes morfológicos vegetais. O capim Marandu possui rizomas responsáveis pela reserva de carboidratos que podem ser utilizados para a restauração da área foliar após um evento de pastejo ou corte enquanto aparentemente o

capim Mombaça direciona mais fotoassimilados para a parte aérea investindo na produção de folhas.

Essa variação na alocação não pode ser acompanhada nas avaliações realizadas no presente experimento, mas pode servir de base para estratégias de manejo. Enquanto o capim Marandu é mais resiliente quando cultivado sob condições de estresse, o capim Mombaça é mais produtivo, no entanto menos resistente. Entretanto o uso de N afeta o potencial fotossintético explicando a maior produção de forragem.

A maior produtividade também pode ser explicada pela maior condutividade estomática das plantas quando adubadas com N (TABELA 29). A maior condutância estomática favorece maior entrada de carbono pelos estômatos (LACHER, 2006) que associada ao maior potencial fotossintético promovido pela presença de N nas plantas, favorece uma maior síntese de carboidratos (HIKOSAKA, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2013). A maior produção resulta na maior transpiração (TABELA 29). Novamente água não afetou a transpiração das plantas forrageiras em estudo.

6 CONCLUSÃO

As forrageiras responderam com amplitudes diferentes à aplicação de N e água, e os resultados inerentes a esses sistemas de produção podem ser usados para o planejamento econômico e produtivo das fazendas.

O nitrogênio foi o fator que mais impactou na produção de forragem e na estrutura do dossel, sendo o capim Mombaça a forrageira mais eficiente na transformação do N aplicado em biomassa vegetal.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras gramíneas e leguminosas**. São Paulo: Nobel, 1992. 150 p.
- ALEXANDRINO, E. et al. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33 n. 6, p. 1372-1379, 2004.
- ALLEN, R.G. et al. **Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage, Paper 56)
- ALVIM, M. J. et al. Aplicação de nitrogênio em acessos de *Brachiaria*. 1. Efeito sobre a produção de matéria seca. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 12, p. 2-6, 1990.
- ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A.; NOVELLY, P. E. Produção de gramíneas tropicais e temperadas, irrigadas na época seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.15, n.5, p. 384-392, 1986.
- ALVIM, M. J.; MARTINS, C. E.; BOTREL, M. A.; SALVATI, J. A.; JACOB, M. A. Efeito da irrigação e da integração entre pastagens de setária e de azevém anual sobre a produção de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 28, n. 4, p. 545-554, 1993.
- ALVIM, P. T. Los factores de la productividad agrícola. In: II CURSO INTERNACIONAL DE BASES FISIOLÓGICAS DE LA PRODUCCION AGRICOLA., 1, 1962, Lima, Peru, **Anais...** Lima, Peru, p.1-20, 1962.
- ANDRADE, A. C. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, p. 1589-1595, 2000.
- ANDRADE, A. C. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, p. 1589-1595, 2000.
- ANDRADE, R. P.; VALENTIM, J. F. **Síndrome da morte do capim-brizantão no Acre: características, causas e soluções tecnológicas**. Rio Branco: EMBRAPA, 2007. 43 p. (Embrapa Acre, Documento 105).
- ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Berna: International Potash Institute, 1975, 452p.
- BARBOSA, M. A. F. **Influência da adubação nitrogenada e das frequências de corte na produção e nas variáveis morfogênicas do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça)**. 1998. 153 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1998.

BOTREL, M. A.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. Efeito da irrigação sobre algumas características agrônômicas de cultivares de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.10, p.1731-1736. 1991.

BRAGA, G. J. **Resposta do Capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) a doses de nitrogênio e intervalos de corte**. 2001. 121 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2001.

BUXTON, T. R.; FALES, S.L. Plant environment and quality. In: FAHEY JR.; G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: ASA, 1994. p. 155-199.

CABRAL, C. E. A. et al. Eficiência de produção e concentração de nitrogênio nos capins Marandu, Decumbens e Convert submetidos à adubação nitrogenada. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, Suplemento 1, p. 1653-1663, nov. 2013.

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

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North: [s.n.], 1993. p.95-104.

COOPER, J. P.; TAINTON, N. M. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses. **Herbage Abstracts**, Wallingford, v. 38, p. 167-176, 1968.

CORREA, L. A. **Produção de carne em pastagens adubadas**. São Carlos: EMBRAPA, 2000. 25 p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Circular Técnica 25).

CORSI, M. **Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter production, tillering and quality of the tropical grass *Panicum maximum* Jacq.** 1984. 125 p. Thesis (Doctor of Philosophy) - Ohio State University, Ames, 1984.

CORSI, M.; MARTHA JÚNIOR, G.B. Manejo de pastagens para produção de carne e leite. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 55-83.

CORSI, M.; NASMENTO JÚNIOR, D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados no manejo de pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). **Pastagens: Fundamentos da Exploração Racional**. Piracicaba: FEALQ, p. 15-47. 1994.

CRESPO, G. Variation in the response of tropical pastures to nitrogenous fertilizers throughout the year. 3. Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) with irrigation. **Cuban Journal of Agricultural Science**, [S.l.], v.20, p.73-81, 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Gado de Corte. **Mombaça**. Campo Grande, MT: EMBRAPA, 1993. p. 3. (Produção de Informação).

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

EUCLIDES, V. P. B. et al. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 61, p. 808-818, nov/dez, 2014.

GARCEZ, T. B. **Aspectos metabólicos, nutricionais e produtivos de cultivares de *Brachiaria* e *Panicum* visando eficiência no uso do nitrogênio**. 2013. 104 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

GHELFI FILHO, H. **Efeito da irrigação sobre a produtividade do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) variedade napier**. 1972. 77 p. Tese (Doutorado em Ciências animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

GHELFI FILHO, H. Efeito da irrigação sobre o capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq.). **O Solo**, [S.l.], v. 68, p. 12-15, 1976.

GIACOMINI, A. A. et al. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermitente stocking. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, p. 733-741, 2009.

HIKOSAKA, K. Interspecific difference in the photosynthesis-nitrogen relationship: patterns, physiological causes, and ecological importance. **Journal of Plant Research**, New York, v. 117, n. 6, p. 481-494, 2004.

HOPKINS, W. G. **Introduction to plant physiology**. New York: John Wiley, 1995, 464 p.

JANK, L. et al. Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África. 1. Produção forrageira. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 433-440, maio/jun. 1994.

JANK, L. et al. *Panicum maximum*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 166-196.

JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In.: SIMPÓSIO DE MANEJO DE PASTAGENS, 12, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 21-58.

JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 21-58, 2001.

JANK, L.; CALIXTO, S.; COSTA, J.C.G.; SAVIDAN, Y.H.; CURVO, J.B.E. **Catalog of the characterization and evaluation of the *Panicum maximum* germplasm**: morphological description and agronomical performance. Campo Grande, MT: Embrapa, 1997. 53 p. (Embrapa Gado de Corte, Documento 68).

JANK, L.; SAVIDAN, Y.H.; SOUZA, M.T.C. et al. Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África. 1. Produção forrageira. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 433-440, maio/jun. 1994.

JEWISS, O. R. Tillering in grasses: its significance and control. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v. 72, p. 65-82, 1972.

KELLER-GREIN, G.; MAASS, B. L.; HANSON, J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germoplasm collections. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.) **Brachiaria: biology, agronomy and improvement**. Cali: CIAT, cap.2 p. 16-42, 1996.

LAFARGE, M. Reproductive tillers in cut tall fescue swards: differences according sward ages and fertilizer nitrogen application, and relationships to with the local dynamics of the sward. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 61, p. 182-191, 2006.

LARA, M. A. S. **Respostas morfológicas de cinco cultivares de *Brachiaria spp.* sob duas intensidades de desfolhação e modelagem da produção de forragem em função das variações estacionais da temperatura e do fotoperíodo: adaptação do modelo CROPGRO**. 2011. 213 p. Tese (Doutorado em Ciências Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

LARA, M. A. S.; PEDREIRA, C. G. S. Estimativa da assimilação potencial de carbono em dosséis de espécies de Braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 7, p.743-750. jul. 2011.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Tradução de Carlos Henrique Brito de Assis Pardo. São Carlos: RiMa, 2006. 550 p.

LUCCHESI, A. A. Fatores da produção vegetal. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 1-12.

MAGALHÃES, M. A. et al. Influência da irrigação, da densidade de plantio e da adubação nitrogenada nas características morfogênicas, estruturais e de produção do capim-tanzânia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n.11, p. 2308-2317, 2011.

MANNETJE, L't.; PRICHARD, A. J. The effect of daylength and temperature on introduced legumes and grasses for the tropics and subtropics of coastal Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v.14, p.173-181, 1974.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed., London: Academic Press, 1995, 889 p.

MARTHA JÚNIOR, G. B. **Produção de forragem e transformações do nitrogênio do fertilizante em pastagem irrigada de capim Tanzânia**. 2003. 149 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MILES, J. W.; VALLE, C. B. Manipulation of apomixes in *Brachiaria* breeding. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. **Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement**. Cali: CIAT/Brasília: EMBRAPA, 1996, p. 164-177.

MISLEVY, P.; MARTIN, F. G. Biomass yield and forage nutritive value of *Cynodon* grasses harvested monthly. **Soil Crop Science Society Florida Proceedings**, Madison, v. 65, p. 9-14. 2006.

MOORE, K. J.; DIXON, P. M. Analysis of combined experiments revisited. **Agronomy Journal**. Madison, v. 107, p. 763-771, 2015.

MORENO, L. S. B. **Produção de forragem de capins do gênero *Panicum* e modelagem de respostas produtivas e morfofisiológicas em função de variáveis climáticas**. 2004. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

NUNES, S. G. et al. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Campo Grande, MT: Embrapa, 1984. 31 p. (Embrapa Gado de Corte, Documento 21).

OLIVEIRA, A. B. et al. Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p. 1006-1013, 2007.

PACIULLO et al. Características anatômicas da lâmina foliar e do colmo de gramíneas tropicais, em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 890-899, 2002.

PILBEAM, D. J. The utilization of nitrogen by plants: a whole plant perspective. **Annual Plant Reviews**, Oxford, v. 42, p. 305-351, 2011.

RAIJ, B. V. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed., Campinas: IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico 100).

RASQUINHO, N. M. **Características morfofisiológicas, nutrição e valor nutricional do capim-aruana (*panicum maximum*, jacq.) mediante adubação nitrogenada**. 2012. 114 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) - Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, Nova Odessa, 2012.

RASSINI, J. B. Avaliação das respostas das forrageiras Tanzânia (*Panicum maximum*) e capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) à irrigação na região sudeste do Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. Não paginado. CD-ROM.

REGO, F. C. A. et al. Influência de variáveis químicas e estruturais do dossel sobre a taxa de ingestão instantânea em bovinos manejados em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, p. 691-698, 2006.

RODRIGUES, T. J. D. et al. Adaptação de plantas forrageiras as condições adversas. In: SIMPÓSIO SOBRE O ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 2. 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 1993. p. 17-61.

ROLIM, F. A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DAS PASTAGENS, 6, 1980, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1980. p. 39-81.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL™ para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n.1, p133-137, 1998.

SÁ JÚNIOR, A. et al. Application of the Koppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, Wien, v. 108, n. 1-2, p. 1-7, Apr. 2012.

SANTOS, L. O. **Avaliação morfológica de cinco genótipos de *Brachiaria spp.* e modelagem de acúmulo de forragem em função de variáveis climáticas**. 2015. 151 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2015.

SARMENTO, P. et al. Respostas agronômicas e morfológicas de *Panicum maximum* JACQ cv. IPR-86 Milênio sob pastejo à adubação nitrogenada. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa: [s.n.], v. 62, n. 4, p. 333-346, 2005.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system user's guide**: version 9.1. Cary, 2004. Software.

SAVIDAN, Y. H., JANK, L.; COSTA, J. C. G. **Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum***. Campo Grande: EMBRAPA, 1990. 68p. (Embrapa Gado de Corte, Documentos 44).

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

SOUZA, E. M. **Efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a produção de matéria seca e qualidade da forragem de cultivares de *Panicum maximum* Jacq.** 2003. 60 p. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção Animal) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de Eliane Romanoto Satarém et al. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. New Jersey: Drexe Institute of Technology, 1955. 104p. (Publications in Climatology).

TRINDADE, J. K. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégia de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 883-890, 2007.

UHART, S. A.; ANDRADE, F. H. Nitrogen deficiency in maize. II. Carbon-nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. **Crop Science**. Madison, v. 35, p. 1384-1389, 1995.

VALLE, C.B.; MACEDO, M.CM.; EUCLIDES, V.P.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 30-77.

WELLES, J. M.; NORMAN, J. M. Instrument for indirect measurement of canopy architecture. **Agronomy Journal**, Madison, v.83, n.5, p. 818-825, 1991.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p. (Instituto de Zootecnia. Boletim Técnico, 18).

WERNER, J. C. et al. Forrageiras. In: VAN RAIJ, B. et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p. 261-273. (Boletim Técnico, 100).

WILSON, J. R. Organization of forage plant tissues. In: JUNG, H. G. et al. (Ed.). **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: ASA, 1993, p. 1-27.

WOLFINGER, R.; OCONNELL, M. Generalized linear mixed models - a pseudo-likelihood approach. **Journal of Statistic Computation and Simulation**, New York, v. 48, n. 3-4, p. 233-243, 1993.

WOODARD, K. R. et al. Nitrogen removal and nitrate leaching for forage systems receiving dairy effluent. **Journal of Environmental Quality**, [S.l.], v. 31, p. 1980-1992. 2002.