



ANITA CRISTINA COSTA DA SILVA

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO CAPIM
TIFTON 85 EM CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO
DEFICITÁRIA**

LAVRAS – MG

2014

ANITA CRISTINA COSTA DA SILVA

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO CAPIM TIFTON 85 EM
CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO DEFICITÁRIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, área de concentração em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Luiz Antonio Lima

LAVRAS-MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Silva, Anita Cristina Costa da.

Crescimento e produção do Capim Tifton 85 em condições de irrigação deficitária / Anita Cristina Costa da Silva. – Lavras : UFLA, 2014.

85 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Luiz Antônio Lima.

Bibliografia.

1. Coeficiente de cultura. 2. Pivô central. 3. Pastagem irrigada. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 627.52

ANITA CRISTINA COSTA DA SILVA

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO CAPIM TIFTON 85 EM
CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO DEFICITÁRIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2014.

Dr. Luis César Dias Drumond UFV

Dr. Elio Lemos da Silva UFLA

Dr. Luiz Antonio Lima

Orientador

LAVRAS-MG

2014

A minha mãe, Lázara

Ao meu pai, João

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela benção e sucesso da conclusão de mais uma etapa.

Aos meus pais, João e Lázara, pelo incentivo, carinho e confiança.

Aos meus irmãos, Fabrícia, Fernanda, João Carlos e Luciana e minha tia Maria por todo incentivo, apoio e força.

Ao meu namorado Thiago pelo carinho, força e paciência.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Engenharia, pela oportunidade de realização do Mestrado.

A CAPES pelo auxílio financeiro e concessão de bolsa.

Ao meu orientador Prof. Luiz Antonio Lima pelo apoio, compreensão, ensinamentos e exemplo.

Aos professores, funcionários e técnicos do Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas.

À Fazenda Santa Helena pela infraestrutura e todos os seus funcionários em especial ao Zeca e ao Ricardo.

Ao Prof. Márcio André S. Lara pela contribuição e fornecimento de equipamentos.

Aos membros da banca, Prof. Luis César D. Drumond e Prof. Elio Lemos da Silva por terem aceitado o convite para participar da banca de defesa.

Ao Antônio Carlos da Silva, Willian Fernandes de Almeida e Michael Silveira Thebaldi pela contribuição na montagem e condução desse experimento.

A todos que contribuíram com essa realização pessoal e profissional.

“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é alguém que acredite que ele possa ser realizado.”

Roberto Shinyashiki

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da irrigação deficitária no crescimento e qualidade do capim Tifton 85, por pivô central, durante um ciclo de inverno. O experimento foi realizado em uma fazenda produtora de feno localizada no município de Bom Despacho, MG. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com três repetições de cinco lâminas (28%, 42%, 57%, 71% e 85% do valor de coeficiente de cultura recomendado por Allen et al. (1998)). O experimento correspondeu a 73 dias no período de 6 de julho a 16 de setembro de 2013. Foram avaliados produção, relação folha/colmo, altura, material morto, índice de área foliar (IAF), razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), área foliar específica (AFE), proteína bruta, fibra bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT). As amostras foram coletadas no dia que foi realizado o corte da forrageira para fabricação do feno. Utilizou-se de uma moldura de 0,25 m² para coletar a amostra para determinação da produção, relação folha/colmo e material morto. Foi cortada a forragem presente na moldura, rente ao solo, três vezes em cada parcela. A altura foi aferida com uma régua milimétrica e auxílio de uma folha de acetato. Para determinação do IAF, RAF, RPF e AFE foram coletadas amostras em cada parcela e armazenadas em sacos plásticos com papel toalha umedecidos, objetivando conservar o material fresco para posterior utilização no integrador de área foliar. Outras amostras para determinação dos teores de proteína bruta, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e nutrientes digestíveis totais, foram cortadas acima de 7 cm de altura em cada parcela e armazenadas em sacos de papel para posterior secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C durante 72 horas. Houve diferença para a produção do Tifton 85 entre os tratamentos; a maior produção (6.126,35 kg.ha⁻¹) foi obtida com a aplicação da lâmina de 71%Kc. Entretanto, não ocorreu diferença para a altura, relação folha/colmo, material morto, IAF, RAF, RPF e AFE. Em relação a qualidade do Tifton 85 apenas a proteína bruta teve resposta em função da variação das lâminas aplicadas, sendo que o maior teor (10,38%) alcançado com a menor lâmina aplicada (28%Kc).

Palavras-chave: Coeficiente de cultura. Pivô central. Pastagem irrigada.

ABSTRACT

This work had as objective to evaluate the effect of deficit irrigation on growth and production of Tifton 85, irrigated by center pivot with five different water depths. The experiment was conducted on a farm producing hay in Bom Despacho, state of Minas Gerais. A randomized complete block design was used, with three replications and five irrigation depths (28%, 42%, 57%, 71% and 85% of Kc values proposed by Allen et al. (1998)). The cycle was 73 days long. Production of pasture, leaf/stem ratio, sward height, dead material, leaf area index (LAI), leaf area ratio (LAR), leaf weight ratio (LWR), specific leaf area (SLA), raw protein (RP), crude fiber, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber content (ADF), total digestible nutrients (TDN) were evaluated. The samples to estimate the yield, growth and quality of Tifton 85 were collected when the cut forage for hay production was performed. A frame 0.25 m² was used to collect the sample to determine the production, leaf/stem ratio and dead material. The leaves were completely cut at soil surface three times in each plot. Height was measured with a millimeter ruler and the aid of a sheet of acetate. To determine the LAI, LAR, PWR and SLA samples were collected from each plot and stored in plastic bags with moist paper towels aiming to conserve fresh material for later use in a leaf area meter. Samples were taken to the laboratory for determination of raw protein, crude fiber, NDF, ADF and TDN cut over 7 cm in each plot and stored in paper bags for later drying in a forced air oven at 65°C for 72 hours. Differences in the production of Tifton 85 were noticed, being the highest production (6,126.35 kg.ha⁻¹) obtained with the application of water depths equivalent to 71%Kc. However there was no difference in height, leaf/stem ratio, dead material, LAI, LAR, LWR and SLA. Regarding the quality of Tifton 85, only raw protein varied as function of varying water depths, with the highest content (10.38%) achieved with the lowest depths applied (28%Kc).

Keywords: Coefficient crop. Center pivot. Irrigated pasture.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultado da análise química do solo para as camadas de 0-20, 20-40 e 40-70 cm realizada no começo do período experimental. Bom Despacho, MG, 2013	42
Tabela 2	Resultado da análise de textura do solo nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-70 cm, realizada no começo do período experimental. Bom Despacho, MG, 2013	45
Tabela 3	Valores de densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total para um solo cultivado com Tifton 85 em Bom Despacho, MG, 2013.....	45
Tabela 4	Parâmetros de ajuste das curvas de retenção ao modelo proposto por Genuchten (1980), com potencial matricial em kPa e o teor de água no solo em $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$. Bom Despacho, MG, 2013.....	47
Tabela 5	Lâminas das irrigações aplicadas no período avaliado para todos os tratamentos. Bom Despacho, MG, 2013	48
Tabela 6	Disponibilidade total de água no solo, capacidade total de água e capacidade real de água no solo para as três camadas estudadas. Bom Despacho, MG, 2013	54
Tabela 7	Umidade no ponto de murcha permanente, umidade na capacidade de campo, umidade crítica e umidade em função de f para as camadas avaliadas. Bom Despacho, MG, 2013	55
Tabela 8	Valor médio da tensão acumulada em cada dia para as diferentes lâminas aplicadas. Bom Despacho, MG, 2013.	59
Tabela 9	Correlação da tensão acumulada no ciclo com a produção do Tifton 85 em condições de irrigação deficitária em Bom Despacho, MG, 2013	60

Tabela 10	Graus-dias acumulados para cada estágio de desenvolvimento do Tifton 85. Bom Despacho, MG. 2013.....	62
Tabela 11	Análises de variância para produção ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), material morto (%), relação folha/colmo e altura (cm) durante o período experimental do Tifton 85. Bom Despacho, MG, 2013.....	64
Tabela 12	Análises de variância para o índice de área foliar, razão de peso foliar, razão de área foliar ($\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-1}$) e área foliar específica ($\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-1}$) durante o período avaliado para o Tifton 85. Bom Despacho, MG. 2013.	68
Tabela 13	Análises de variância para os teores de fibra bruta (%), proteína bruta (%), fibra em detergente neutro (%), fibra em detergente ácido (%) e nutrientes digestíveis totais (%) no período avaliado do Tifton 85. Bom Despacho, MG, 2013.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Representação do pivô central. Bom Despacho, MG, 2013.	32
Figura 2	Localização dos tratamentos nos blocos. Bom Despacho, MG, 2013.	33
Figura 3	Curvas de retenção de água no solo para três camadas estudadas. Bom Despacho, MG, 2013.	47
Figura 4	Lâminas de irrigação coletadas nos 3 vãos do pivô. Bom Despacho, MG, 2013.	49
Figura 5	Comportamento do potencial matricial durante o período avaliado na camada de 0-20 cm nos tratamentos 1 (a), 2 (b), 3 (c), 4 (d) e 5 (e). Bom Despacho, MG, 2013.	51
Figura 6	Comportamento do potencial matricial durante o período avaliado na camada de 20-40 cm nos tratamentos 1 (a), 2 (b), 3 (c), 4 (d) e 5 (e). Bom Despacho, MG, 2013.	52
Figura 7	Comportamento do potencial matricial durante o período avaliado na camada de 40-70 cm nos tratamentos 1 (a), 2 (b), 3 (c), 4 (d) e 5 (e). Bom Despacho, MG, 2013.	53
Figura 8	Teor de umidade do solo na profundidade de 20 cm utilizando a recomendação de Millar (1984) e o fator de disponibilidade (f) proposto por Allen et al. (1998) para os cinco tratamentos.	56
Figura 9	Teor de umidade do solo na profundidade de 40 cm utilizando a recomendação de Millar (1984) e o fator de disponibilidade (f) proposto por Allen et al. (1998) para os cinco tratamentos.	57
Figura 10	Teor de umidade do solo na profundidade de 70 cm utilizando a recomendação de Millar (1984) e o fator de disponibilidade (f) proposto por Allen et al. (1998) para os cinco tratamentos.	58

Figura 11 Produção do Tifton 85 e a tensão acumulada no ciclo em condições de irrigação deficitária. Bom Despacho, MG. 2013.	61
Figura 12 Temperaturas máxima, média e mínima durante o ciclo bem como a temperatura base recomendada para o desenvolvimento do Tifton 85. Bom Despacho, MG. 2013.....	63
Figura 13 Valores de produção em função das frações dos valores de coeficiente de cultura do Tifton 85. Bom Despacho, MG, 2013.	64
Figura 14 Teores de folha, colmo e material morto do Tifton 85 em condições de irrigação deficitária no município de Bom Despacho, MG, 2013.	67
Figura 15 Teores de proteína bruta em função da variação de lâminas de irrigação para o período avaliado do Tifton 85. Bom Despacho, MG, 2013.....	71

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Irrigação de pastagens.....	16
2.3	O capim Tifton 85.....	21
2.4	Produção de feno	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Localização da área experimental.....	28
3.2	Delineamento experimental	28
3.3	Densidade do solo	29
3.4	Densidade de partículas	29
3.5	Porosidade total	29
3.6	Curva de retenção de água no solo.....	30
3.7	Sistema de irrigação	31
3.8	Armazenamento de água no solo.....	34
3.9	Período de monitoramento	36
3.10	Determinação de graus-dia acumulados.....	36
3.12	Estimativa da produção	37
3.13	Análise bromatológica	38
3.14	Altura.....	39
3.15	Índice de área foliar.....	39
3.16	Estimativa da RAF, AFE e RPF.....	40
3.17	Análises Estatísticas.....	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1	Características químicas do solo	42
4.2	Caracterização físico-hídrica do solo.....	45
4.3	Lâminas aplicadas	48

4.4	Potencial matricial da água no solo.....	50
4.5	Água disponível no solo	54
4.6	Tensão acumulada	59
4.7	Variáveis climáticas	62
4.8	Produção e crescimento.....	63
4.9	Valor nutritivo do Tifton 85	70
5	CONCLUSÃO.....	74
	REFERÊNCIAS.....	75

1 INTRODUÇÃO

As chuvas interferem de diferentes modos no desenvolvimento da planta forrageira, podendo ou não comprometer a produtividade da mesma. Na maior parte do Brasil, a distribuição anual de chuvas é irregular, com períodos ausentes de precipitação. Esses períodos podem reduzir significativamente a produção e o valor nutritivo da forrageira, pois, a necessidade hídrica reduz a capacidade da cultura de aproveitar a disponibilidade de luz e temperatura adequada para seu desenvolvimento.

A gestão dos recursos hídricos engloba a adoção de práticas de irrigação apropriadas que conduzam a economia da água. Para maximizar a eficiência do uso da água pode-se adotar irrigação deficitária, que consiste na aplicação de lâminas inferiores às necessidades para satisfazer às deficiências hídricas da cultura, afetando assim, a evapotranspiração e a produtividade.

O município de Bom Despacho está localizado na Mesorregião Central Mineira, constituindo a zona em que o tipo de volumoso usado na equideocultura é o feno. O cultivo de pastagens para a fabricação de feno nesta região tem potencial. No entanto, uma das principais limitações de produtividade das pastagens tem sido a variabilidade de precipitação pluvial.

Vários trabalhos já foram realizados com o objetivo de estudar o comportamento de gramíneas tropicais sob condições irrigadas, porém as respostas obtidas têm sido distintas, dependendo da região, da espécie forrageira, do sistema de irrigação e do nível de insumos empregados.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da irrigação deficitária sobre a produção, crescimento e qualidade do Tifton 85 no município de Bom Despacho, MG.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Irrigação de pastagens

Importante insumo para a agricultura, a irrigação é a principal usuária de água e estima-se que no Brasil 29,6 milhões de hectares sejam irrigáveis. No ano de 2010 foram irrigados 5,4 milhões de hectares com a vazão retirada de $1.270 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ para fins de irrigação o que representa 54% do total das demandas por tipo de uso consuntivo de recursos hídricos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, 2012).

Nos últimos anos, significativos avanços ocorreram na produção dos pastos no Brasil, onde se pode observar um aumento nas áreas de pastagens cultivadas, redução nas áreas de pastagens nativas, avanços no conhecimento relativo aos processos de melhoramento de plantas forrageiras, introdução de novas cultivares, aumento no uso de corretivos, fertilizantes e irrigação (SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR; EUCLIDES, 2008).

Um dos principais métodos de irrigação de pastagens é por aspersão. O sistema de irrigação pivô central desenvolvido na década de 40, fundamentalmente, é constituído de uma tubulação metálica que se apoia em várias torres triangulares (o número de torres depende do tamanho da área), em que são instalados os aspersores, promovendo irrigação uniforme em uma área de superfície circular. Essa tubulação recebe água de uma adutora subterrânea, que vai até o “ponto do pivô” (dispositivo central), de onde o sistema se move continuamente por dispositivos elétricos ou hidráulicos instalados nas torres (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2007). A grande vantagem do sistema de pivô central é a de ser o mais automatizado disponível no mercado nacional.

Existem dados na literatura sobre o entusiasmo dos produtores australianos pela irrigação de pastagens desde 1.900. Na Alemanha, desde a década de quarenta (KLAPP, 1971); na Nova Zelândia também é de uso antigo. Na Austrália, no ano de 1965 era irrigado 1,21 milhão de hectares de pastagens e culturas para a produção de alimentos para os rebanhos de corte e leite explorados intensivamente (MYERS, 1973).

Os primeiros trabalhos com irrigação de pastagens no mundo surgiram na Alemanha e Nova Zelândia, na década de 40 (AZEVEDO; SAAD, 2009). No Brasil, esses estudos começaram na década de 70 nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, por serem os maiores centros de pesquisa agropecuária do país (DRUMOND; AGUIAR, 2005).

Com o objetivo de reduzir a estacionalidade de produção e produzir maior quantidade de massa forrageira durante o ano, a irrigação de pastagem durante a primavera e verão, em que a temperatura e taxa de radiação solar favorecem ao crescimento vegetativo, pode-se obter acréscimos de produção em função de contornar a escassez hídrica causada pela má distribuição das chuvas no período. Nesta época do ano todas as condições climáticas concorrem pela alta produtividade, exceto o déficit hídrico (RIBEIRO et al., 2009).

A irrigação da pastagem poderia reduzir custos de produção e tempo de trabalho para alimentar o rebanho quando comparada com outros tipos de alternativas de suplementação no outono inverno (DOVRAT, 1993).

2.2 Manejo da irrigação em pastagens

Plantas sob déficit hídrico sofrem mudanças em sua anatomia, fisiologia e bioquímica, com intensidade diferenciada para cada tipo de planta e do grau de duração do déficit hídrico (KRAMER, 1983). Gomes (1994) cita que o déficit hídrico tolerável pelas plantas varia em geral entre 30 e 60 % de água total disponível, que depende do tipo de cultura, do tipo de solo e da evapotranspiração. As hortaliças e as forrageiras são mais sensíveis à diminuição de água no solo do que outras culturas, como os cereais e o algodão.

Plantas forrageiras sofrem efeitos diversos do estresse hídrico. Esses efeitos são refletidos através da redução no peso da matéria seca, na emergência das panículas e retardamento no alongamento do caule. A resposta mais sensível da planta ao estresse hídrico é a diminuição do crescimento celular, pois está diretamente relacionado à sua expansão e ao vigor (RODRIGUES; RODRIGUES; REIS, 1993). Sob condições de estresse hídrico, a fotossíntese, a respiração, a divisão celular, a absorção e translocação de nutrientes são afetados e a planta tem seu crescimento diminuído ou até mesmo paralisado (BOTREL et al., 1998).

Com os avanços nos trabalhos sobre irrigação de pastagens fica evidente a necessidade de se determinar a capacidade de resposta das diferentes espécies e cultivares à quantidade de água. É notório que dados importantes, tais como os índices que orientam técnicas de manejo no sistema solo-água-planta-atmosfera ainda não foram claramente ou pelo menos especificamente determinados. Isso leva, frequentemente, ao uso de valores aproximados ou até mesmo à adoção desses, pela simples semelhança entre solos, culturas e ou climas, o que, termina por conduzir ao uso inadequado do recurso hídrico (BUENO et al., 2009; CUNHA et al., 2007).

O estudo da água no solo é de grande interesse para a agricultura porque influencia no desenvolvimento e produção das culturas. Uma planta em desenvolvimento deve ser capaz de suprir a demanda de água da atmosfera através da quantidade que ela pode extrair do solo. O armazenamento de água no solo é reduzido pela evapotranspiração e recomposto pela precipitação ou irrigação. A importância do armazenamento e da disponibilidade de água do solo na produção das culturas é reconhecida e muitas pesquisas são realizadas para caracterizar as propriedades do solo responsáveis pela absorção e retenção de água (FRIZZONE, 2014).

A água disponível às plantas representa a quantidade de água que um solo pode reter ou armazenar entre a capacidade de campo (teor de água no solo depois que o excesso de água gravitacional tenha drenado e a taxa de movimento descendente tenha sensivelmente diminuído) e o ponto de murcha permanente (teor de água no solo abaixo do qual uma planta em crescimento ativo apresenta perda de turgescência das folhas da qual não se recupera mesmo quando colocada em ambiente escuro com atmosfera saturada). Os potenciais da água na capacidade de campo são importantes porque em pequenas variações de potencial podem representar grandes variações na quantidade de água armazenada (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2009).

A dificuldade de uma planta extrair água do solo aumenta com a redução da umidade do solo, o que, em termos práticos, resulta na possibilidade de o solo limitar a evapotranspiração da cultura. Por isso, no manejo da irrigação, permite-se que a planta esgote apenas uma fração da água disponível total antes de se proceder a nova irrigação. Conhecendo-se a umidade do solo abaixo da qual o rendimento da cultura começa a ser reduzido, definida como umidade crítica ou umidade ideal para promover a irrigação, pode-se calcular a capacidade real de água no solo (CRA). A umidade crítica de água é definida como função do potencial matricial crítico da água no solo, que representa a força de retenção de

água pelo solo a partir da qual a planta tem dificuldade em absorver água (MAROUELLI et al., 2011).

Millar (1984) cita níveis de potencial matricial nos quais se deve aplicar a irrigação para obter produtividade máxima em diferentes culturas quando cultivadas em solos profundos e em condições adequadas de drenagem e fertilidade. Para as forrageiras como o sorgo, alfafa, capim e trevo o valor de potencial matricial fica em torno de -30 kPa. Para as forrageiras perenes, para se obter produtividade máxima, Millar (1984) recomenda que a irrigação deve ser aplicada quando o valor de potencial matricial atingir -25 kPa. Ainda de acordo com o mesmo autor, o período crítico ao déficit de água das forrageiras é imediatamente após o corte. Klar (1991) cita valor crítico máximo de tensão de água do solo para pastagem igual a 40 kPa. Marcelino et al. (2003) obteve para o Tifton 85 maior produção obtida quando a irrigação era realizada na tensão de 35 kPa. Por outro lado o manejo de irrigação foi realizado sempre que a tensão de água no solo atingia níveis inferiores a 60 kPa (ALENCAR et al., 2010; SANTOS, 2006; SILVA, 2009).

Não se conhecendo a umidade ideal para manejo da irrigação pode-se calcular a capacidade real de água no solo utilizando um fator de disponibilidade f que representa a fração máxima da capacidade total de água no solo (CTA) que pode ser utilizada pela cultura sem que se configure um déficit hídrico. Esta fração f define a capacidade real de água no solo. O fator de disponibilidade varia entre 0,2 e 0,8. Os valores menores são usados em culturas mais sensíveis ao déficit hídrico de água no solo, e os maiores, nas culturas mais resistentes (BERNARDO; SOARES; MANTOVANNI, 2009). Valores de f foram sugeridos por Allen et al. (1998) para cultivos sem estresses hídrico e salino e ET_c de aproximadamente 5 mm.dia^{-1} . Para o capim Bermuda cortado para feno o fator de disponibilidade é igual a 0,55. Valor de 0,5 foi utilizado por Almeida (2011) para cálculo da CRA no manejo da irrigação do Tifton 85.

2.3 O capim Tifton 85

O híbrido Tifton 85 (*Cynodon dactylon* x *Cynodon nlemfuensis* cv. Tifton 68) surgiu do cruzamento da sul africana (PI 290884) e Tifton 68, desenvolvido na “Coastal Plain Experiment Station (USDA – University of Georgia)”, localizada em Tifton, sul do Estado da Georgia (BURTON; GATES; HILL, 1993).

Caracteriza-se como uma planta perene, estolonífera e rizomatosa, com hastes longas e folhas largas, de coloração verde escura e porte relativamente alto. É um capim recomendado para fenação e pastejo, em decorrência da boa relação lâmina foliar/colmo que possui. Apresenta boa resistência a doenças, ao déficit hídrico, ao fogo e baixa resistência à acidez (BURTON; GATES; HILL, 1993).

Segundo Pedreira (1996), esta apresenta importantes características forrageiras, como capacidade para produzir elevada quantidade de forragem de boa qualidade. Possui rizomas que lhe conferem a característica de resistência à seca e ao frio. Hill et al. (1996) verificaram, entre várias gramíneas da espécie *Cynodon dactylon* (L.) Pers, que o Tifton 85 é a que proporciona forragem com digestibilidade mais elevada.

São variadas as respostas do capim Tifton 85 à variação de lâminas de irrigação. Santos, Silva e Chaves (2008) avaliaram o capim Tifton 85 sob irrigação suplementar de Novembro a Abril de 17.958 kg ha⁻¹ para um período de 140 dias.

Alencar et al. (2009) avaliaram a influência da irrigação na produção de algumas forrageiras e obteve para o capim Estrela produção média de outono/inverno 6.300 kg ha⁻¹ com reposição correspondente a 100% da evapotranspiração de referência. Produção menor foi obtida por Silva (2009) que

registrou produção média de corte de 35 dias para o capim Tifton 85 irrigado igual a 2.492 kg ha⁻¹.

Segundo Andrade et al. (2012), a irrigação proporcionou taxa de acúmulo de forragem do Tifton 85 durante o outono de 122 kg ha⁻¹ dia⁻¹. Já Maia et al. (2013) no período de Outubro a Dezembro com Tifton 85 irrigado obtiveram taxa de acúmulo de forragem de 66 kg ha⁻¹ dia⁻¹.

Características como altura da planta, relação colmo/folha, índice de área foliar, entre outras, apresentam uma relação direta com a produtividade e a qualidade da forragem em oferta, além de subsidiarem a adoção de práticas de manejo mais adequadas (COSTA et al., 2005).

O IAF refere-se à área de folhas existente dentro de uma determinada área de solo ocupada pela planta (m² folhas m² solo⁻¹) (RODRIGUES; RODRIGUES, 1987). Assim, quanto maior esse índice, o qual aumenta com a idade da planta (GOMIDE, 1996), maior a interceptação de luz solar pela mesma (MONTEIRO; MORAES, 1996).

Os valores do IAF são menores no período considerado como inverno e maiores no verão, fato este relacionado à chamada estacionalidade da forrageira ao longo do ano, evidenciando a influência de fatores climáticos (como a radiação solar e a temperatura) sobre os valores observados dessas variáveis; notação similar é feita por Pinheiro (2002). Na estação de crescimento, a produtividade, a eficiência fotossintética e o IAF das plantas aumentam, podendo alcançar o valor crítico em que 95% da luz incidente é interceptada e a máxima taxa de crescimento da cultura é obtida.

Oliveira et al. (2000) observaram que o IAF crítico para o capim Tifton 85 está em torno de 4,9 aos 45 dias de idade. Entretanto, a relação entre fixação de carbono e produção de matéria seca pode sofrer a ação de outros fatores de produção, tais como atividade dos drenos metabólicos e/ou equilíbrio entre produção e perdas, como senescência, respiração e pastejo (GOMIDE, 1996).

A razão de área foliar (RAF) é um componente morfofisiológico do crescimento, pois expressa a razão entre a área foliar (responsável pela interceptação luminosa) e a massa seca total (resultado da fotossíntese) e representa a área foliar que está sendo usada pela planta para produzir uma unidade de massa seca. A variação da RAF pode ser explicada pelas variações na área foliar específica (AFE) e na razão de massa de folhas (RMF). A AFE é o componente morfológico e anatômico da RAF porque relaciona a superfície com a massa seca da própria folha e seu inverso expressa diretamente a espessura da folha. A razão de peso foliar (RPF) é componente basicamente fisiológico uma vez que é a razão entre a massa das folhas pela massa da parte aérea da planta, expressando a fração de massa seca não exportada das folhas para o restante da planta (BENINCASA, 1988).

O monitoramento da altura da planta é útil no sentido de gerar uma variável que pode indicar a produção de matéria seca, minimizando a necessidade de amostragens destrutivas e também auxilia como um referencial para se avaliar a maturidade da planta (MUIA et al., 1999). Segundo esses autores, a altura é considerada um parâmetro melhor do que a idade para se avaliar a maturidade do capim, seguindo uma tendência linear.

As pastagens brasileiras são cultivadas em áreas sujeitas às variações climáticas de temperatura, radiação solar e índice pluviométrico. Esses fatores atuam intensamente no comportamento quantitativo e qualitativo de inúmeras espécies forrageiras (PINHEIRO 2002).

Segundo T'Mannetje (1983), pelo menos durante metade do ano, as principais limitações das forrageiras tropicais são a baixa disponibilidade de forragem verde e o seu baixo valor nutritivo durante o período de rebrotação ativa da planta. A estacionalidade de produção obedece à peculiaridade ambiental da região onde é cultivada a forrageira, alternando períodos de alta disponibilidade com períodos de escassez.

A expressão do valor nutritivo de uma planta forrageira é resultante da interação de sua carga genética com os fatores ambientais. Segundo Soest (1994), espécies forrageiras diferentes, crescendo sob as mesmas condições ambientais, demonstram características nutritivas diferentes. Para Euclides (2001), a constituição genética da planta define seu potencial produtivo; no entanto, o manejo é o responsável pela sua expressão.

O valor nutritivo da forragem é estimado através das concentrações de proteína bruta (PB), dos constituintes da parede celular (fibra em detergente neutro - FDN, fibra em detergente ácido - FDA e lignina) e através da digestibilidade tanto *in vivo* como *in vitro* (PATERSON et al., 1994).

Wilson (1982) afirma que a temperatura constitui o principal fator ambiental que influencia a qualidade da forrageira. Elevadas temperaturas, encontradas em condições tropicais, promovem rápida lignificação da parede celular, acelerando a atividade metabólica das células, promovendo a rápida conversão dos produtos fotossintéticos em componentes da parede celular (SOEST, 1994).

A fibra bruta é composta por celulose, hemicelulose, lignina e proteínas desnaturadas pelo calor. Em geral, segundo Silva e Queiroz (2002), a FDN é constituída de celulose, hemicelulose, lignina (e suas formas complexadas com outros constituintes como a celulose – lignocelulose), proteína danificada pelo calor e parte da proteína da parede celular, e também minerais insolúveis. Os níveis de FDN nas forrageiras tropicais estão entre 48 e 60%. O teor de FDN segundo Euclides et al. (1999, 2000) e Oliveira et al. (2000), constitui o componente bromatológico do volumoso que possui mais estreita correlação com o consumo, sendo que valores acima de 55 a 60% já começam a afetar negativamente no consumo da forragem. A fração FDA contém celulose, lignina insolúvel e sais minerais e tem correlação negativa com a digestibilidade da forragem. Silagens contendo níveis menores de FDA apresentam maior

concentração energética. Os níveis de FDA nas forrageiras tropicais estão entre 22 e 36%. O valor dos alimentos e as exigências energéticas dos animais podem ser expressos pelas várias formas de energia ou por meio de nutrientes digestíveis totais (NDT).

A umidade do solo é um fator que interfere sobre as plantas forrageiras. O estresse hídrico pode influenciar tanto na produção de forragem, como também na qualidade, mas em menor proporção (BUXTON; FALES, 1994). A seca prolongada pode causar atraso de maturidade da planta, redução do crescimento e atraso no desenvolvimento do caule (HALIM et al., 1989).

2.4 Produção de feno

No mercado brasileiro, a produção de feno foi impulsionada nas décadas de 70 e 80 do século passado, com a introdução de gramíneas de melhor qualidade. Inicialmente, foi utilizado o capim Rhodes e, posteriormente, Coastcross e Tifton. Na década de 2000, o mercado foi favorecido pelo crescimento da criação de cavalos em áreas pequenas, como condomínios residenciais (LIMA; SHIROTA; BARROS, 2006).

A produção comercial do feno no Brasil é realizada em diversos tipos de propriedades. Pequenos proprietários, em geral, antigos criadores de cavalos, que possuem máquinas para fenação realizam produção em pequena escala, muitas vezes com baixo preço e baixa qualidade. Também há grandes produtores, com áreas plantadas superiores a 700 ha (LIMA; SHIROTA; BARROS, 2006).

O Estado de São Paulo é o principal produtor, seguido de Minas Gerais. A sazonalidade nos preços está associada às variações climáticas, mais especificamente, à precipitação pluviométrica. Uma barreira à entrada de produtores mais eficientes (em termos tanto de produtividade física quanto

qualidade e custo unitário) é a necessidade de elevados investimentos em máquinas (enfardadeira, carretas, tratores e segadeira, entre outros). Outra dificuldade é a incapacidade de muitos criadores e proprietários de equinos de diferenciar a qualidade do feno. Em geral, a tomada de decisão é feita com base no preço, sem ponderar a qualidade do produto (LIMA; SHIROTA; BARROS, 2006).

No estado de Minas Gerais o uso de feno como volumoso só para cavalos representa 19% da dieta. Essa alternativa de volumoso é recomendada pelos especialistas como uma das melhores opções de volumoso a ser empregado na dieta dos equinos. Apesar disso, sua utilização é muito baixa no estado o que, provavelmente, ocorre em virtude do alto custo, já que preço médio do kg do feno é de R\$ 0,65. O maior consumo de feno registrado na mesorregião Central Mineira/ Oeste de Minas/ Metropolitana de Belo Horizonte pode ser devido à proximidade dos grandes produtores de feno o que torna o produto mais acessível ao consumidor ou ainda, a baixa qualidade da terra e tamanho das propriedades o que inviabiliza a formação de pastos ou capineiras que supram as necessidades dos animais. O consumo mensal de feno por animal no estado gira em torno de 16 kg com o custo de R\$ 0,65 por kg. Estima-se que 315.000 animais consumam feno no estado movimentando mais de R\$ 40 milhões por ano (VIEIRA, 2011).

Em princípio, qualquer planta poderia ser fenada, entretanto, em função de qualidade e custo, algumas características devem ser consideradas e algumas condições dever ser obrigatoriamente satisfeitas, tais como: planta adequada ao processo; idade ótima de corte; momento ótimo de corte; processamento adequado (DOMINGUES; HADDAD, 2004).

A desatenção dos compradores em relação às essas observações dificulta o desenvolvimento do mercado brasileiro de feno. Muitos compradores, por desconhecimento, acreditam que feno é apenas volumoso e adquirem produto de

baixa qualidade. Uma das implicações da diversidade de qualidade de feno no mercado é a elevada variabilidade nos preços (LIMA; SHIROTA; BARROS, 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da área experimental

O experimento foi desenvolvido na área da Fazenda Santa Helena situada no município de Bom Despacho, MG a 19°44'09" de latitude sul e 45°15'07" de longitude oeste, numa altitude média de 768 m. O município está localizado na região Central Mineira com clima Cwa, de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, clima temperado húmido com inverno seco e verão quente. O solo é do tipo Latossolo Vermelho distroférico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2009).

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com cinco tratamentos e três repetições. Os tratamentos corresponderam a diferentes lâminas de água que foram aplicadas em função de percentagens de valores de coeficiente de cultura.

Em função da falta de disponibilidade do recurso hídrico para repor 100% dos valores de coeficiente de cultura foram utilizados os tratamentos 1; 2; 3; 4 e 5 correspondentes a reposição de 28%; 42%; 57%; 71% e 85% de valores de Kc recomendados por Allen et al. (1998) para o capim Bermuda e feno, respectivamente.

3.3 Densidade do solo

Foram coletadas amostras de solo com três repetições das camadas referentes às camadas de 0,0-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,70 m, com estrutura indeformada em anéis volumétricos de volume determinado (Equação 1).

$$D_s = \frac{M_s}{V} \quad (1)$$

Em que:

D_s - densidade do solo ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$);

M_s - massa de sólidos (g);

V - volume total (cm^3).

3.4 Densidade de partículas

Para determinação da densidade de partículas do solo nas três camadas estudadas (0,0-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,70 m), utilizou-se o método do balão volumétrico, realizado no Laboratório de Solo-Água-Planta do Setor de Engenharia de Água e Solo do Departamento de Engenharia da UFLA.

3.5 Porosidade total

A porosidade total do solo nas três camadas estudadas (0,0-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,70 m) foi determinada a partir da Equação 2 (EMBRAPA, 1997).

$$PT = 100 \cdot \left(1 - \frac{D_s}{D_p} \right) \quad (2)$$

Em que:

PT – porosidade total (%);

Ds – densidade do solo (g.cm^{-3});

Dp – densidade de partículas (g.cm^{-3}).

3.6 Curva de retenção de água no solo

A curva de retenção de água no solo foi determinada no laboratório de Relação Solo-Água-Planta do Setor de Engenharia de Água e Solo do Departamento de Engenharia da UFLA. Usou-se uma bancada dotada de funil de Haines para determinação dos pontos de baixa tensão (2, 4, 6, 8 e 10 kPa) e a Câmara de Pressão de Richards para os pontos de maiores tensões (30, 70, 100 e 1500 kPa).

Com os valores médios de potencial matricial e de umidade volumétrica foram elaboradas equações de retenção, utilizando-se o programa computacional RETC (REtention Curve), do Salinity Laboratory, USDA (GENUCHTEN; LEIJ; YATES, 1991). Estes valores foram ajustados ao modelo van Genuchten (1980), dado pela Equação 3.

$$\theta(h) = \theta_R + \frac{\theta_S - \theta_R}{\left(1 + (\alpha \cdot |h|)^m\right)^n} \quad (3)$$

Em que,

$\theta(h)$ - teor de água, base volume, em equilíbrio com o potencial matricial h ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$);

θ_R - teor de água residual, base volume, do solo, ($\text{cm}^3.\text{m}^{-3}$);

θ_s - teor de água do solo saturado, base volume, ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$);

m, n - parâmetros adimensionais da equação;

α - parâmetro com dimensão igual ao inverso da tensão, (kPa^{-1}).

3.7 Sistema de irrigação

Foi utilizado o sistema de pivô central, contendo cinco vãos e um balanço que totalizam 281,35 metros de extensão (Figura 1) com área de 25,05 ha com vazão de $125 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ e lâmina de 2,77 mm a 100% da velocidade.

Para obter a variação da lâmina correspondente aos cinco tratamentos foi realizada a troca de 45 bocais do pivô. Foram utilizados o 2º, 3º e 4º vãos do pivô para os blocos 1, 2 e 3, respectivamente (Figura 2).

Depois das trocas dos bocais do pivô foi realizado um teste para verificar se as lâminas correspondiam aos respectivos tratamentos. Foram instalados 24 coletores em cada bloco, nivelados e equidistantes entre si em 1,5 m. A velocidade do vento no momento do teste era de $0,31 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Os níveis de irrigação foram aplicados com base nos registros diários de evapotranspiração de referência local obtidos na estação climatológica automática localizada na área experimental.

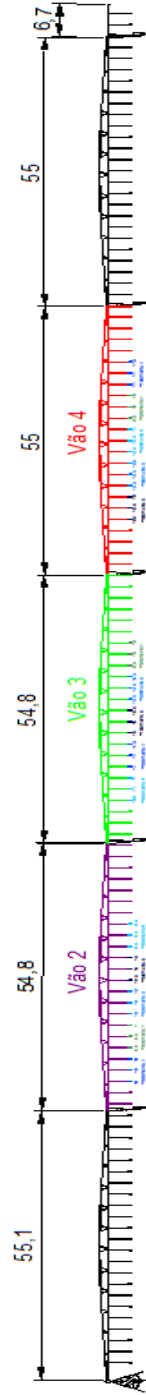


Figura 1 Representação do pivô central. Bom Despacho, MG, 2013.

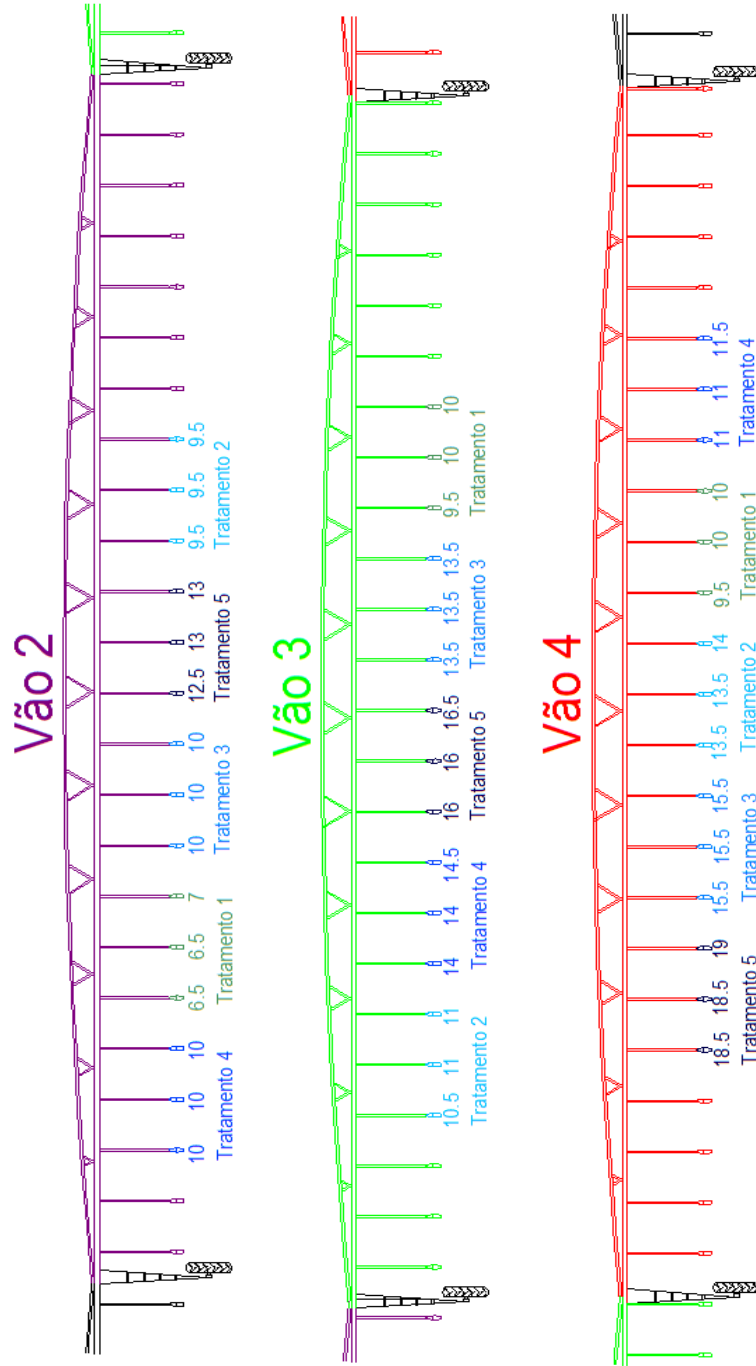


Figura 2 Localização dos tratamentos nos blocos. Bom Despacho, MG, 2013.

3.8 Armazenamento de água no solo

A disponibilidade total de água no solo foi calculada a partir da diferença entre o conteúdo de água retido no solo entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente (Equação 4).

$$DTA = 10 \cdot (\theta_{CC} - \theta_{PMP}) \quad (4)$$

Em que:

DTA – disponibilidade total de água ($\text{mm} \cdot \text{cm}^{-1}$);

θ_{CC} – umidade na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$);

θ_{PMP} – umidade no ponto de murcha permanente ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$).

A capacidade total de água no solo é a quantidade total de água disponível que o solo pode armazenar em uma profundidade Z que corresponde à profundidade efetiva do sistema radicular (60 cm) (Equação 5).

$$CTA = DTA \cdot Z \quad (5)$$

Em que:

CTA – capacidade total de água no solo (mm);

DTA – disponibilidade total de água ($\text{mm} \cdot \text{cm}^{-1}$);

Z – profundidade efetiva do sistema radicular (cm).

Conhecendo-se o teor de água do solo a partir do qual o rendimento da cultura começa a ser reduzido (umidade crítica ou umidade ideal para promover a irrigação) a capacidade real de água no solo (CRA*) pode ser calculada pela

Equação 6. Não se conhecendo a umidade ideal para manejo da irrigação pode-se calcular a água facilmente disponível do solo (CRA) para as plantas utilizando um fator de disponibilidade f (Equação 7) que representa a fração máxima da CTA que pode ser utilizada pela cultura sem que se configure um déficit hídrico.

$$CRA^* = 1000 \cdot (\theta_{CC} - \theta^*) \cdot Z \quad (6)$$

$$CRA = CTA \cdot f \quad (7)$$

Em que:

CRA^* - capacidade real de água no solo a partir da θ^* (mm);

CRA - capacidade real de água no solo a partir de f (mm);

Z - profundidade efetiva do sistema radicular (m);

θ_{CC} - umidade na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$);

θ^* - umidade crítica ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$);

f - fator de disponibilidade.

Dexter (2004) propõe o ponto de inflexão da curva de retenção como indicador da capacidade de campo. Usando o modelo de Mualem-van Genuchten (GENUCHTEN, 1980), a capacidade de campo foi estimada pela Equação 8.

$$\theta_{CC} = \theta_R + (\theta_S - \theta_R) \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{m} \right) \right]^{-m} \quad (8)$$

Em que:

θ_{CC} – umidade na capacidade de campo, ($\text{cm}^3.\text{m}^{-3}$);
 θ_R - teor de água residual, base volume, do solo, ($\text{cm}^3.\text{m}^{-3}$);
 θ_S - teor de água do solo saturado, base volume, ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$);
 m, n - parâmetros adimensionais da equação.

Os valores de potencial matricial foram obtidos por meio de sensores matriciais conectados a dataloggers cujos dados foram armazenados de hora em hora. Os sensores Watermark foram instalados em três profundidades (0,20; 0,40 e 0,70 m). Foi instalada uma bateria de 3 sensores por repetição, totalizando 45 sensores.

3.9 Período de monitoramento

A coleta e a tabulação dos dados foram realizadas no dia 16 de setembro e correspondeu a um ciclo de 73 dias. Os valores de coeficiente de cultura utilizados durante os três estádios de desenvolvimento do Tifton 85 foram de 0,55; 1,00 e 0,85 propostos por Allen et al. (1998) para o capim Bermuda utilizado para feno.

3.10 Determinação de graus-dia acumulados

Para o cálculo de graus-dia, foram usadas temperaturas máximas e mínimas do dia, coletadas na estação meteorológica automática instalada na área experimental. Foi utilizado o método do menor desvio padrão, em dias. Este método, apresentado por Arnold (1959), também é conhecido como método Residual (Equação 9).

$$GD = \sum_i^n \left[\left(\frac{T_{m\acute{a}x} + T_{m\acute{i}n}}{2} \right) - T_{base} \right] \quad (9)$$

Em que:

GD - graus-dia (°C);

T máx - temperatura máxima diária do ar (°C);

T mín - temperatura mínima diária do ar (°C);

T base - temperatura base (°C).

Para o acúmulo de graus-dia, considerou-se temperatura mínima basal para o crescimento da parte aérea do Tifton 85 de 10°C (CARLI, 2009; MALLMANN, 2007; OLIVEIRA et al., 1998). Existem relatos na literatura de variações na temperatura base da ordem de 6,5, valor médio encontrado por Unruh, Gaussoin e Wiest (1996), a 14,2°C, valor médio encontrado por Beard (1973).

3.12 Estimativa da produção

A produção de massa de forragem foi estimada a partir do corte da forragem rente ao solo em moldura quadrada de 0,25 m² (0,5 X 0,5m), lançada aleatoriamente 3 vezes em cada repetição, no dia do corte para fabricação do feno.

As amostras obtidas foram acondicionadas em sacos plásticos e pesadas para determinação do peso de massa verde (MV). O teor de matéria seca (MS) foi obtido a partir de secagem de uma subamostra da MV em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas (GARDNER, 1986). A quantidade de massa de forragem foi determinada através da Equação 10.

$$MF = \frac{MV \cdot \%MS}{100} \quad (10)$$

Em que:

MF - massa de forragem ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$);

MV - massa verde ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$);

MS - matéria seca (%).

3.13 Análise bromatológica

As variáveis referentes à qualidade do capim foram realizadas a partir da composição bromatológica da forragem. Através dos teores de proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT).

As amostras foram coletadas aleatoriamente em cada repetição, no dia da realização do corte do Tifton 85, na massa de forragem acima de 7 cm de altura, visando simular a massa de forragem cortada para fabricação do feno. Após a coleta, as mesmas foram submetidas aos procedimentos de pesagem e pré-secagem.

As análises foram realizadas no Setor de Química, Bioquímica e Análise de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, seguindo recomendações propostas por Silva e Queiroz (2002).

3.14 Altura

A altura do dossel foi medida com régua graduada em milímetros. Em cada ponto amostral foram feitas quatro medições nos quatro lados de uma folha de acetato colocada sobre a superfície do relvado, obtendo-se, assim, um valor médio por parcela, a partir de três repetições.

3.15 Índice de área foliar

O corte foi realizado em cada repetição colhendo-se a biomassa presente em 0,25 m² com corte rente ao solo. O material colhido foi pesado para determinação da produção de massa verde por área. Em seguida, retirou-se uma subamostra, composta de 20 plantas, que tiveram suas lâminas verdes destacadas e escaneadas em um integrador de área foliar modelo LI-3100 (Licor, Lincoln) no Setor de Engenharia de Água e Solo da UFLA.

As frações folha, colmo e material morto foram separadas a partir de uma subamostra da massa verde. Em seguida foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada a 65°C, por 72 horas.

Com base na relação folha/colmo estimou-se o peso da matéria seca de lâminas foliares (PSL) presente em 1 m² de área útil. A estimativa da área foliar total (lâminas verdes) das plantas (AFT) presentes na área útil foi obtida multiplicando o PSL pela área foliar de 20 plantas, e dividindo o produto pelo peso da matéria seca de lâminas foliares de 20 plantas. O índice de área foliar (IAF) foi então determinado de acordo com a Equação 11.

$$IAF = \frac{AFT}{AS} \quad (11)$$

Em que:

IAF – índice de área foliar;

AFT – área foliar total (m²);

AS – área do solo (m²).

3.16 Estimativa da RAF, AFE e RPF

A razão de área foliar, a área foliar específica e razão do peso foliar foram calculadas com base nos valores de massa seca da parte aérea, área foliar total e massa seca das folhas (RADFORD, 1967). Dessa forma foram obtidos a RAF, AFE e RPF pelas Equações 12, 13 e 14, respectivamente.

$$RAF = \frac{AFT}{MST} \quad (12)$$

$$AFE = \frac{AFT}{MSF} \quad (13)$$

$$RPF = \frac{MSF}{MST} \quad (14)$$

Em que:

RAF – razão de área foliar (m².kg⁻¹);

AFE – área foliar específica (m².kg⁻¹);

RPF – razão de peso foliar (kg.kg⁻¹);

AFT – área foliar total (m²);

MST – massa seca total (kg);

MSF – massa seca das folhas (kg).

3.17 Análises Estatísticas

Os valores de produção, análise bromatológica e os índices de crescimento foram submetidos à análise de variância e, nos casos de significância ($P < 0,05$), procedeu-se à análise de regressão.

As análises foram realizadas utilizando-se o Software Sisvar 4.6 de Análise Estatística da Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características químicas do solo

Os resultados das características químicas do solo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Resultado da análise química do solo para as camadas de 0-20, 20-40 e 40-70 cm realizada no começo do período experimental. Bom Despacho, MG, 2013

Característica	Unidade	Camada (cm)		
		0-20	20-40	40-70
pH água		5,77	5,67	5,53
P	mg.dm ⁻³	1,75	0,81	0,56
K		22,00	10,00	6,00
Ca ²⁺	Cmol _c .dm ⁻³	3,40	2,27	1,90
Mg ²⁺		0,80	0,73	0,50
Al ³⁺		0,07	0,10	0,20
H+Al		3,00	2,88	2,86
SB		4,26	3,03	2,42
t		4,32	3,13	2,62
T		7,25	5,90	5,27
m	%	2,74	5,51	12,55
V		55,67	49,76	43,75
M.O.	dag.kg ⁻¹	2,33	1,56	1,17
B	mg.dm ⁻³	0,20	0,17	0,13
Zn		4,33	1,80	1,67
Cu		1,43	1,23	1,40
Fe		24,33	20,87	14,83
Mn		6,70	5,53	4,67
S		4,90	5,43	3,40
Prem		mg.L ⁻¹	15,37	12,77

De acordo com a Tabela 1 pode-se observar que o valor de pH na camada de 0-20 cm é classificado como médio segundo recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG). Segundo Fontaneli et al. (2012) deve-se aumentar o pH do solo para 5,5, ou mais, para obter melhores respostas na adubação.

Considerando apenas a primeira camada do solo a classificação do teor de matéria orgânica é médio (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG, 1999), sendo este parâmetro indicador de disponibilidade de nitrogênio.

A capacidade de troca de cátion (CTC) classifica-se como médio (CFSEMG, 1999). A CTC é resultado das cargas iônicas fornecidas por diferentes componentes do solo como a matéria orgânica, os minerais de argila e os óxidos hidratados de alumínio e ferro. Trabalhos têm mostrado que a matéria orgânica contribui decisivamente para a formação da CTC do solo, principalmente, devido ao fato de que os minerais de argila predominantes na grande maioria dos solos brasileiros (óxidos hidratados de ferro e alumínio) fornece uma quantidade muito pequena de cargas (SOAES FILHO, 2012).

A saturação por bases está classificada como média. O ideal é elevar a saturação por bases para 70% para uma boa manutenção da pastagem (WERNER et al., 1996).

Os teores de potássio são classificados como baixo. Quanto aos teores de cálcio e magnésio a interpretação é de bom e médio, respectivamente (CFSEMG, 1999).

Níveis ideais de Ca e Mg são importantes para altas produtividades em pastagem, a relação entre esses nutrientes e o K tem que ser mantida o mais adequado possível. Corsi e Martha Júnior (1997) recomendam as relações aproximadas de $Mg/K = 3$ e $Ca/Mg = 3$. Para que esses níveis sejam atendidos,

na maioria dos solos brasileiros, é necessária a realização de potassagem (ERNANI; ALMEIDA; SANTOS, 2007), que se refere à aplicação de potássio em área total, visando corrigir a deficiência do solo deste elemento.

Os teores de fósforo classificam-se como muito baixo para todas as camadas do solo (CFSEMG, 1999). A correção de fósforo em área total pode ser realizada; no entanto, a prática de fosfatagem, na maioria dos solos brasileiros, apresenta limitações, devido à alta capacidade de adsorção (em formas lábeis e não-lábeis) dos solos argilosos tropicais, que podem chegar a mais $4.000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de P na camada de 0-20 cm (NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007). Esses mesmos autores ressaltam que grande parte do P adsorvido, de forma lábil, poderá converter-se em formas não-lábeis (ser fixado) em tempo relativamente curto.

O capim Tifton 85 requer fertilização para rendimento elevado e é muito responsiva a nitrogênio (CHAMBLISS; STANLEY JUNIOR; JOHNSON, 1999). A adubação realizada durante o período experimental foi de $232 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ da fonte 25-00-25 no dia 07 de agosto. O que corresponde a $58 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N e K_2O .

Segundo Fontaneli et al. (2012) para produção de feno deve-se aplicar $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N e a indicação da análise de solos para P e para K. Repetir a aplicação de N e cerca de $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O após cada colheita de feno.

Percebe-se na Tabela 2 que o solo em estudo apresenta classe textural predominante argilosa. Pode-se observar que se trata de um perfil uniforme.

Tabela 2 Resultado da análise de textura do solo nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-70 cm, realizada no começo do período experimental. Bom Despacho, MG, 2013

Camada cm	Areia	Silte %	Argila	Textura
0-20	15,1	14,8	70,2	Argilosa
20-40	12,5	17,1	70,3	Argilosa
40-70	11,3	20,5	68,2	Argilosa

4.2 Caracterização físico-hídrica do solo

A determinação da densidade de partículas do solo (D_p) possui grande relevância como indicativa da composição mineralógica, cálculo da velocidade de sedimentação de partículas em líquidos e determinação indireta da porosidade (FORSYTHE, 1975). A densidade de partículas é função da natureza mineralógica das partículas do solo e é em média, aproximadamente $2,65 \text{ g.cm}^{-3}$ (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2009). O valor médio obtido neste trabalho da densidade de partículas foi igual a 2,68 (Tabela 3).

Tabela 3 Valores de densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total para um solo cultivado com Tifton 85 em Bom Despacho, MG, 2013

Camada cm	Densidade do solo	Densidade de partícula g.cm^{-3}	Porosidade total %
0-20	1,20	2,69	55,39
20-40	1,14	2,71	57,93
40-70	1,17	2,63	55,51
Média	1,17	2,68	56,26

A densidade do solo é uma propriedade variável e depende da estrutura e compactação do solo. O material constituinte do solo tem grande influência sobre o valor da densidade, assim como os sistemas de uso e manejo e tipo de cobertura vegetal. Os valores de densidade nos solos podem ser extremamente variáveis (BICALHO, 2011). Campbell (1994) cita que pelo fato da D_s ser influenciada pelos seus constituintes, entre eles a textura e a matéria orgânica, esse parâmetro pode mostrar uma correlação limitada com o crescimento das plantas. A densidade do solo é afetada por cultivos que alteram a estrutura e, por consequência, o arranjo e volume dos poros. Essas alterações influem nas propriedades físico-hídricas importantes, tais como: a porosidade de aeração, a retenção de água no solo, a disponibilidade de água às plantas e a resistência do solo à penetração (TORMENA; ROLOFF; SÁ, 1998). O valor médio da densidade do solo obtido neste trabalho foi de $1,17 \text{ g.cm}^{-3}$ (Tabela 3).

A porosidade é a fração volumétrica do solo ocupada com ar e, ou, água, representando o local onde circulam a solução (água e nutrientes) e o ar, sendo, portanto, o espaço em que ocorrem os processos dinâmicos do ar e solução do solo (HILLEL, 1970). Os valores de porosidade total geralmente estão na faixa de 30% a 60%, o valor médio encontrado nessa pesquisa foi de 56,26% (Tabela 3).

Determinou-se a curva de retenção de água no solo para as camadas de 0-20 cm, 20-40 cm, 40-70 cm representada na Figura 3. Nota-se um bom ajuste dos dados experimentais ao modelo de Mualem-van Genuchten, confirmado pelos valores dos coeficientes de determinação das curvas Tabela 4, superiores a 0,98.

Tabela 4 Parâmetros de ajuste das curvas de retenção ao modelo proposto por Genuchten (1980), com potencial matricial em kPa e o teor de água no solo em $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$. Bom Despacho, MG, 2013

Parâmetros	Camadas (cm)		
	0-20	20-40	40-70
θ_s	0,54	0,58	0,55
θ_r	0,28	0,25	0,29
α	0,694	2,703	0,556
n	1,292	1,300	1,442
m	0,226	0,231	0,307
R^2	0,99	0,99	0,99

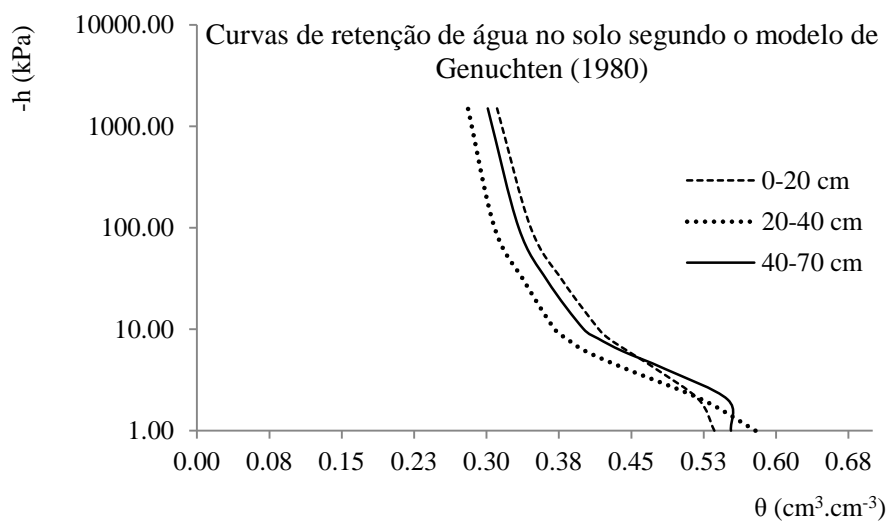


Figura 3 Curvas de retenção de água no solo para três camadas estudadas. Bom Despacho, MG, 2013.

4.3 Lâminas aplicadas

As lâminas das irrigações no Tifton 85 estão na Tabela 5.

Tabela 5 Lâminas das irrigações aplicadas no período avaliado para todos os tratamentos. Bom Despacho, MG, 2013

Data	Lâminas de irrigação (mm)				
	Tratamentos				
	1	2	3	4	5
23/jul	8,50	12,75	17,00	21,25	25,50
29/jul	3,83	5,75	7,66	9,58	11,49
07/ago	16,00	24,00	31,00	40,00	48,00
23/ago	21,15	30,22	40,29	50,36	60,44
Total	49,48	72,72	95,95	121,19	145,43

O resultado do teste realizado para verificar a localização dos tratamentos nos blocos está na Figura 4. Nos blocos 1 e 2 as lâminas representaram os tratamentos propostos. Entretanto no bloco 3 o tratamento 4 não representou a lâmina que deveria ser aplicada.

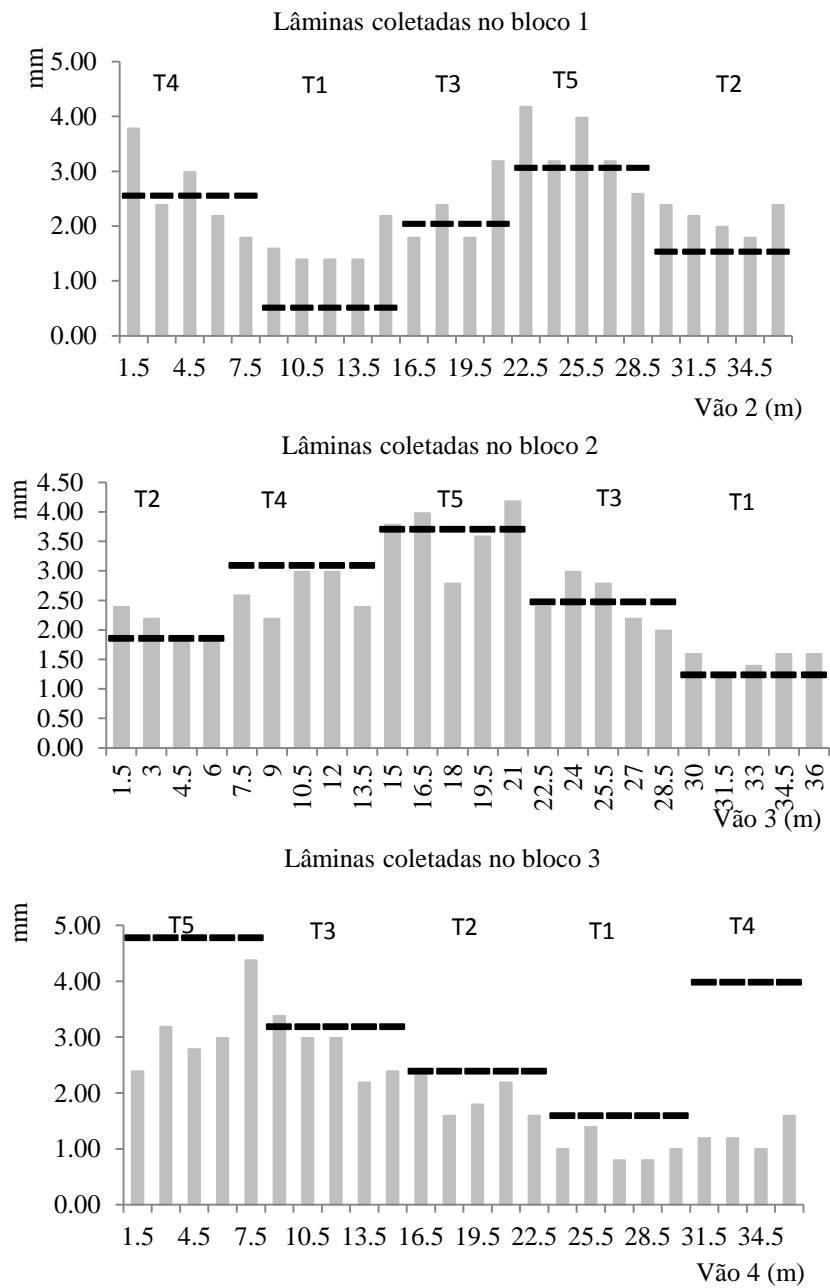


Figura 4 Lâminas de irrigação coletadas nos 3 vãos do pivô. Bom Despacho, MG, 2013.

Nenhum dos tratamentos correspondeu à reposição total do valor do coeficiente de cultura visto que a propriedade não dispõe do recurso hídrico para tal fim e planeja utilizar irrigação deficitária.

4.4 Potencial matricial da água no solo

O comportamento do potencial matricial da água no solo ao longo do período de análise para o Tifton 85 está representado nas figuras abaixo. Observa-se que o potencial matricial ficou inferior ao valor mínimo recomendado por Millar (1984). A camada 0-20 cm (Figura 5) foi a que apresentou valores próximos de -25 kPa nos dias que foram realizadas as irrigação (Tabela 5).

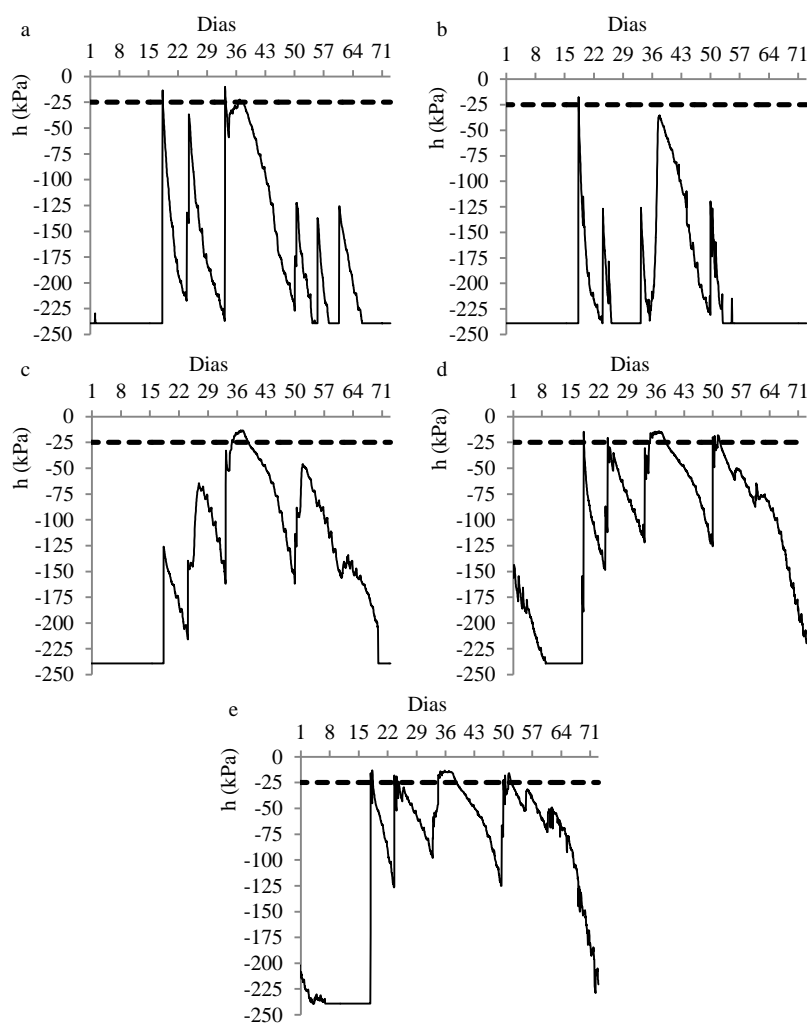


Figura 5 Comportamento do potencial matricial durante o período avaliado na camada de 0-20 cm nos tratamentos 1 (a), 2 (b), 3 (c), 4 (d) e 5 (e). Bom Despacho, MG, 2013.

A camada de 20-40 cm (Figura 6) apresentou valores próximos de -25 kPa apenas para o tratamento 5 que recebeu 145,43 mm (Tabela 5) de irrigação durante todo o período avaliado. Já a camada de 40-70 cm (Figura 7) apresentou para todos os tratamentos valores de potencial matricial inferiores ao de -25 kPa.

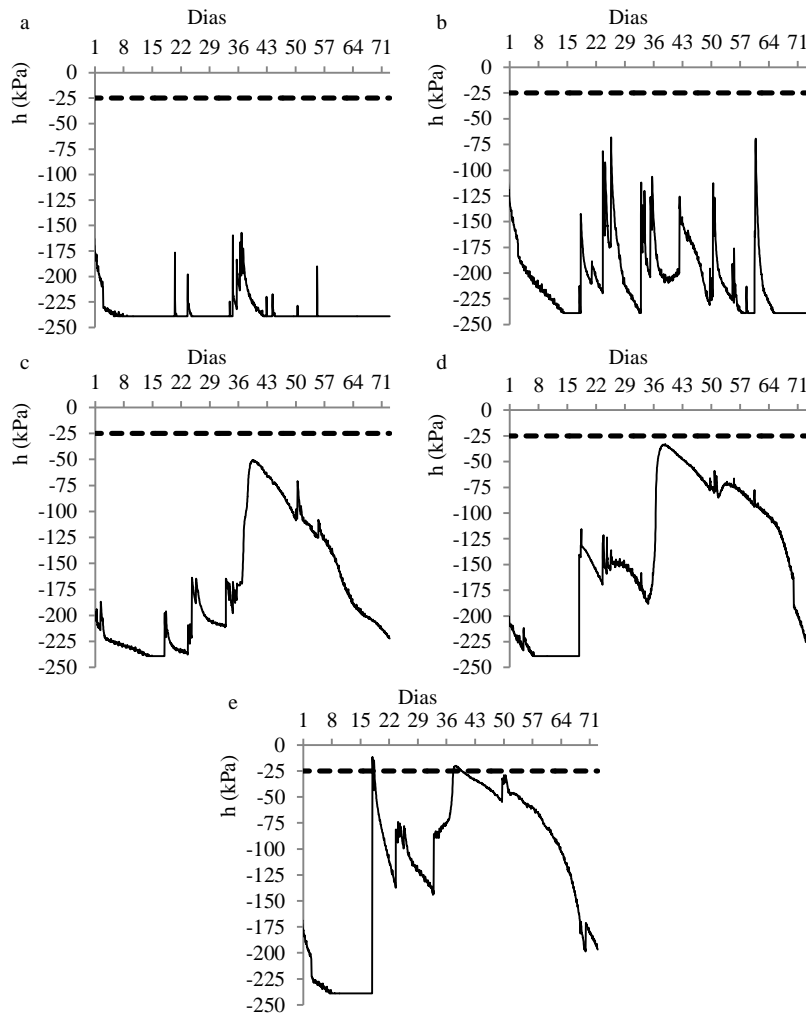


Figura 6 Comportamento do potencial matricial durante o período avaliado na camada de 20-40 cm nos tratamentos 1 (a), 2 (b), 3 (c), 4 (d) e 5 (e). Bom Despacho, MG, 2013.

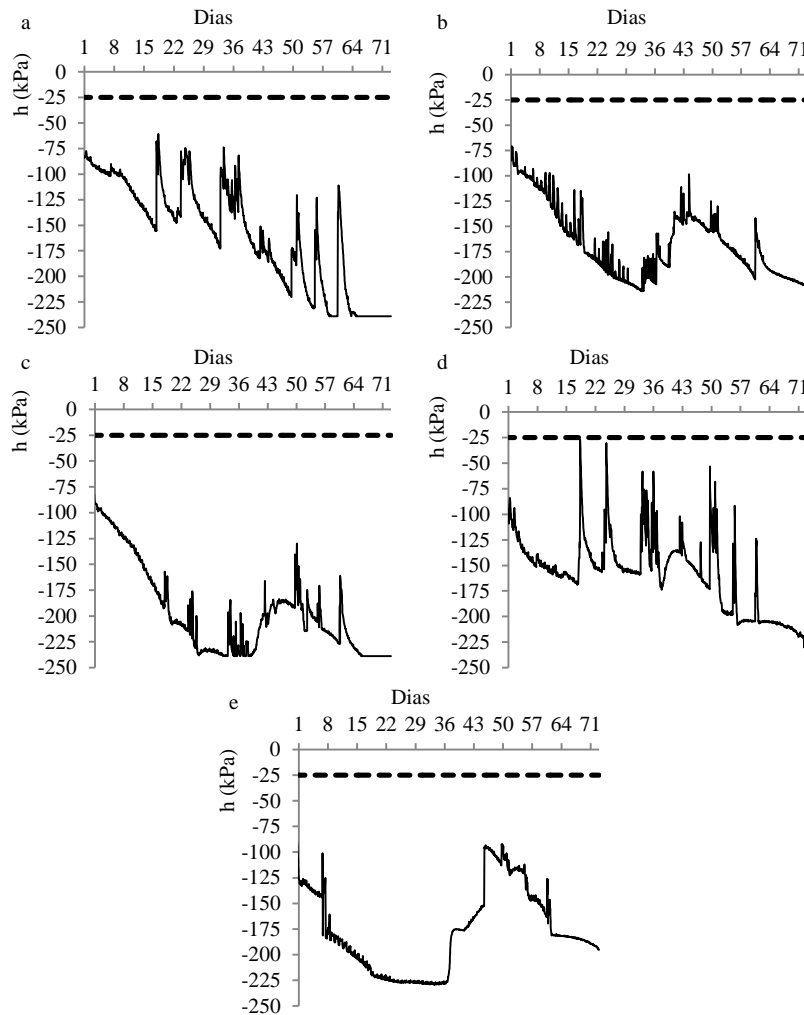


Figura 7 Comportamento do potencial matricial durante o período avaliado na camada de 40-70 cm nos tratamentos 1 (a), 2 (b), 3 (c), 4 (d) e 5 (e). Bom Despacho, MG, 2013.

Segundo Pires et al. (1999) o potencial de água crítico indica o valor até o qual as irrigações podem ser realizadas sem que ocorram prejuízos a produtividade. Portanto, o potencial crítico determina o momento da irrigação.

Millar (1984) cita níveis de potencial matricial nos quais se deve aplicar a irrigação para obter produtividade máxima de várias culturas. Para forrageiras perenes a irrigação deve ser realizada para obter nível de rendimento máximo quando o potencial de água no solo atingir -25 kPa. Porém, normalmente, as condições de operação (clima, disponibilidade de água, equipamentos) impedem realizar o manejo da irrigação com condições ótimas.

4.5 Água disponível no solo

Os valores de DTA, CTA, CRA e CRA* para as três camadas estudadas estão na Tabela 6.

Tabela 6 Disponibilidade total de água no solo, capacidade total de água e capacidade real de água no solo para as três camadas estudadas. Bom Despacho, MG, 2013

Camadas	DTA	CTA	CRA	CRA*
cm	mm.cm ⁻¹		mm	
0-20	1,43	28,52	15,69	12,99
20-40	1,94	38,76	21,32	25,80
40-60	1,57	47,08	17,26	17,52
Total			54,27	56,31

A água disponível total de um solo pode ser facilmente calculada, desde que se conheçam os teores de umidade correspondentes à θ_{cc} e θ_{pmp} e a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (BERNARDO; SOARES; MANTOVANNI, 2009).

A profundidade efetiva do sistema radicular deve ser tal que, pelo menos, 80% do sistema radicular da cultura estejam nela contido. Ela depende da cultura e da profundidade do solo na área efetiva das raízes. Alencar (2007)

avaliando a profundidade efetiva do sistema radicular em seis gramíneas irrigadas na região Leste do Estado de Minas Gerais encontrou para o capim Estrela profundidade de 0,60 m. Allen et al. (1998) relatam máxima profundidade de raiz para o capim Bermuda cortado pra feno variando de 1,0-1,5 m. Almeida (2011) utilizou para o Tifton 85 profundidade efetiva do sistema radicular de 0,50 m.

O comportamento da umidade no perfil do solo em cada tratamento para as camadas de 0-20 cm; 20-40 cm e 40-70 cm estão nas Figuras 8, 9 e 10, respectivamente. Na primeira camada (0-20 cm) a umidades θ^* está mais próxima da θ_{cc} enquanto a $\theta(f)$ é 10,94% menor que a θ^* . No entanto na camada de 20-40 cm a $\theta(f)$ está mais próximo da θ_{cc} , distinta em 10,32% da θ^* . Na última cama os valores de θ^* e $\theta(f)$ são iguais.

Tabela 7 Umidade no ponto de murcha permanente, umidade na capacidade de campo, umidade crítica e umidade em função de f para as camadas avaliadas. Bom Despacho, MG, 2013

Teor de umidade $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$	Camadas (cm)		
	0-20	20-40	40-70
θ_{PMP}	0,31	0,28	0,30
θ_{CC}	0,45	0,47	0,46
θ^*	0,39	0,35	0,37
$\theta(f)$	0,37	0,37	0,37

A capacidade real de água no solo a partir do potencial matricial recomendado por Millar (1984) foi de 56,31 mm, valor muito próximo para CRA calculado a partir do f (54,27 mm). O maior valor de CRA* demonstra uma maior quantidade de água disponível para as plantas de Tifton 85. O valor de f recomendado por Allen et al. (1998) é mais rigoroso, ou seja, a CRA é maior que a estimada a partir de f.

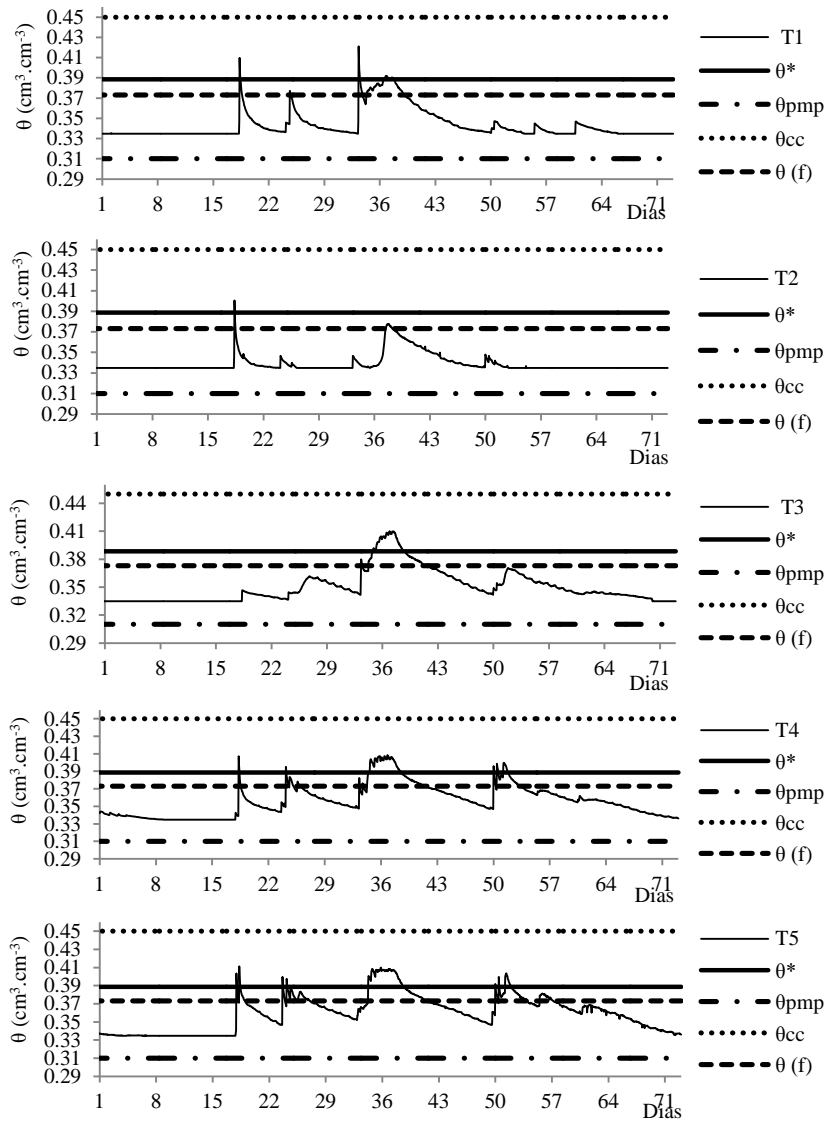


Figura 8 Teor de umidade do solo na profundidade de 20 cm utilizando a recomendação de Millar (1984) e o fator de disponibilidade (f) proposto por Allen et al. (1998) para os cinco tratamentos.

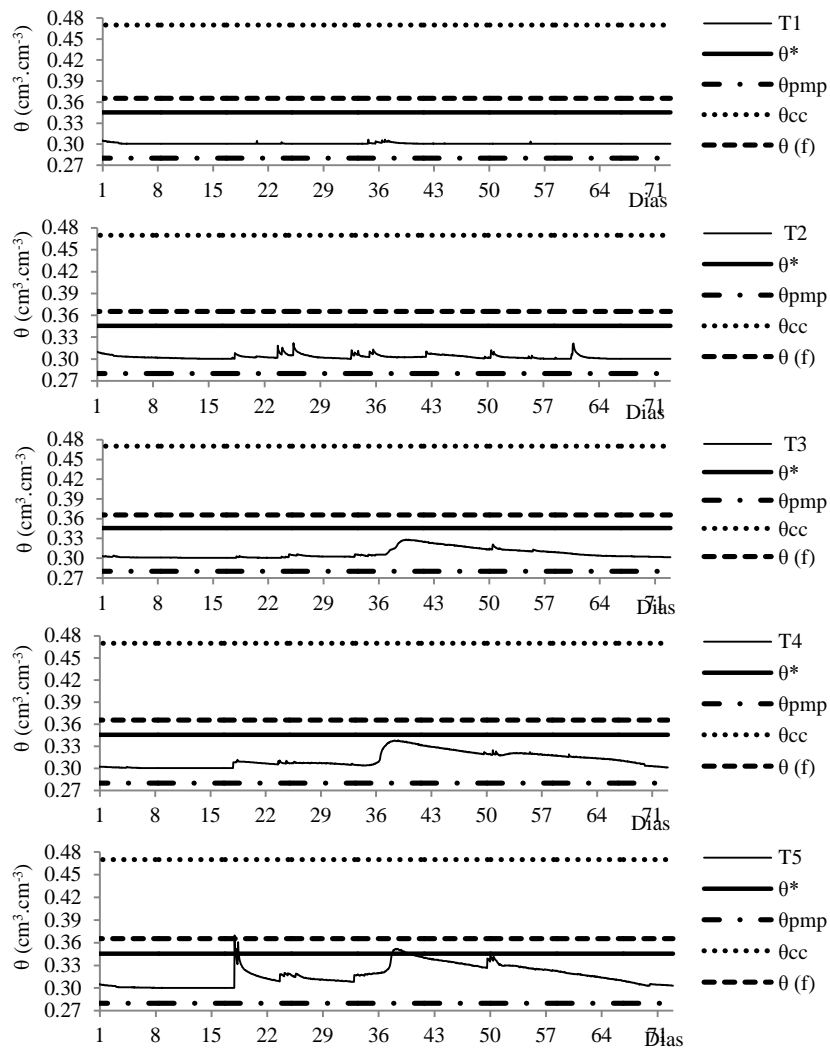


Figura 9 Teor de umidade do solo na profundidade de 40 cm utilizando a recomendação de Millar (1984) e o fator de disponibilidade (f) proposto por Allen et al. (1998) para os cinco tratamentos.

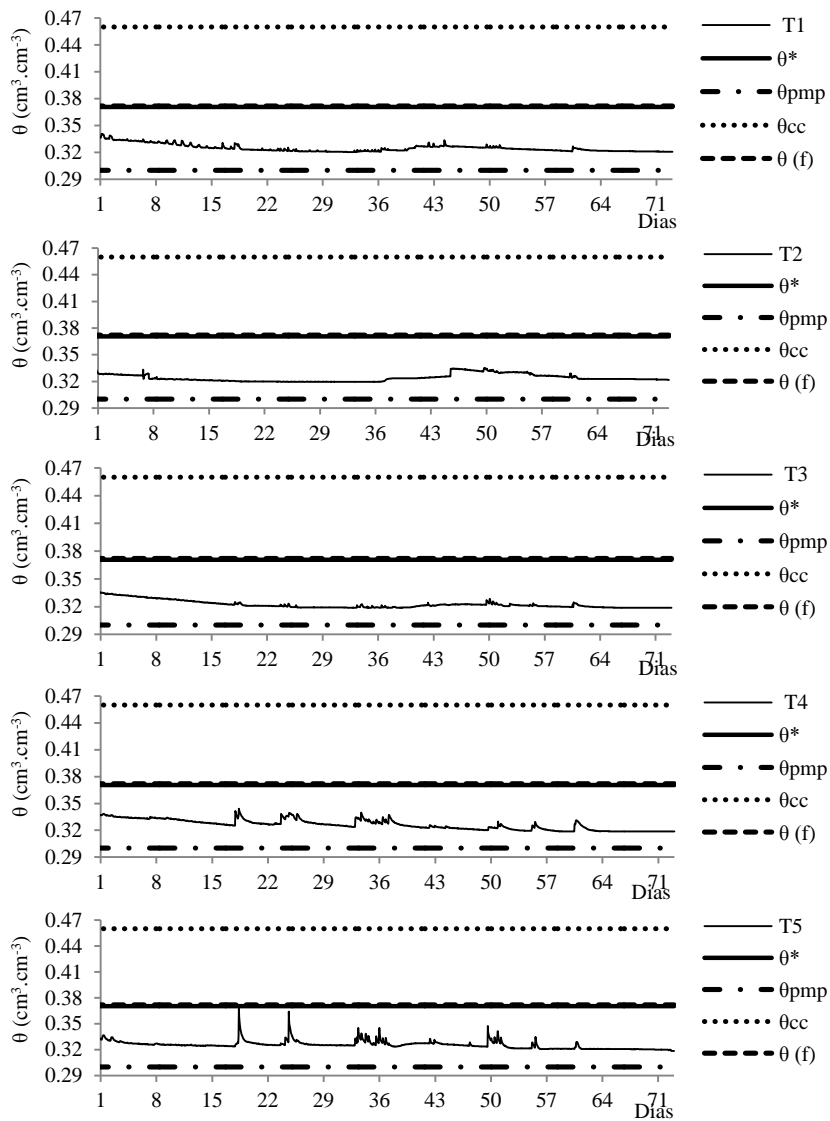


Figura 10 Teor de umidade do solo na profundidade de 70 cm utilizando a recomendação de Millar (1984) e o fator de disponibilidade (f) proposto por Allen et al. (1998) para os cinco tratamentos.

4.6 Tensão acumulada

Para manejo da irrigação, empregam-se termos como frequência de irrigação e turno de rega, que nada mais é do que o número de irrigações num determinado período ou o número de dias decorridos entre uma irrigação e outra. Uma vez que a planta responde melhor a variação de potencial matricial de água no solo, o ideal seria realizar o manejo da irrigação com base neste componente.

A partir de um conceito introduzido por Lima (2003), espera-se que o déficit hídrico (dias sem irrigação ou chuva) não seja quantificado em dias, mas sim em tensão acumulada (kPa-dias) além do limite aceitável pelas plantas. Desse modo, foi quantificado o valor médio de kPa-dias acumulado (Tabela 8) para as diferentes lâminas aplicadas.

Observa-se que para a camada de 20-40 cm os valores de kPa-dias acumulados são menores a medida que ocorre o aumento da lâmina. Por ser um conceito novo, o valor limite de tensão acumulada para forrageiras não foi encontrado na literatura.

Tabela 8 Valor médio da tensão acumulada (kPa-dia) para as diferentes lâminas aplicadas. Bom Despacho, MG, 2013

Tratamentos	kPa-dias		
	Profundidade (cm)		
	0-20	20-40	40-70
1	154	214	137
2	184	183	145
3	114	148	176
4	84	112	136
5	76	91	156

Houve correlação forte (-0,83) entre a produção e a tensão acumulada no ciclo na camada de 0-20 cm, demonstrando que a produção aumenta com a diminuição dos kPa acumulados (Tabela 9). Efeito semelhante foi observado na camada de 20-40 cm com correlação de -0,88. No entanto, a correlação foi fraca na camada mais profunda entre a produção e kPa-dias acumulados, provavelmente porque a maior parte das raízes está concentrada na camada superior.

Tabela 9 Correlação da tensão acumulada no ciclo com a produção do Tifton 85 em condições de irrigação deficitária em Bom Despacho, MG, 2013

Tratamentos	Produção	Tensão acumulada no ciclo		
		Profundidade (cm)		
	kg.ha ⁻¹	0-20	20-40	40-70
1	4.691	10.326	14.349	9.169
2	5.014	12.342	12.259	9.708
3	5.506	7.648	9.937	11.815
4	6.126	5.644	7.528	9.101
5	5.612	5.116	6.099	10.435
Correlação		-0,83	-0,88	0,13

Os valores de kPa acumulados no período avaliado em função da produção podem ser observados na Figura 11.

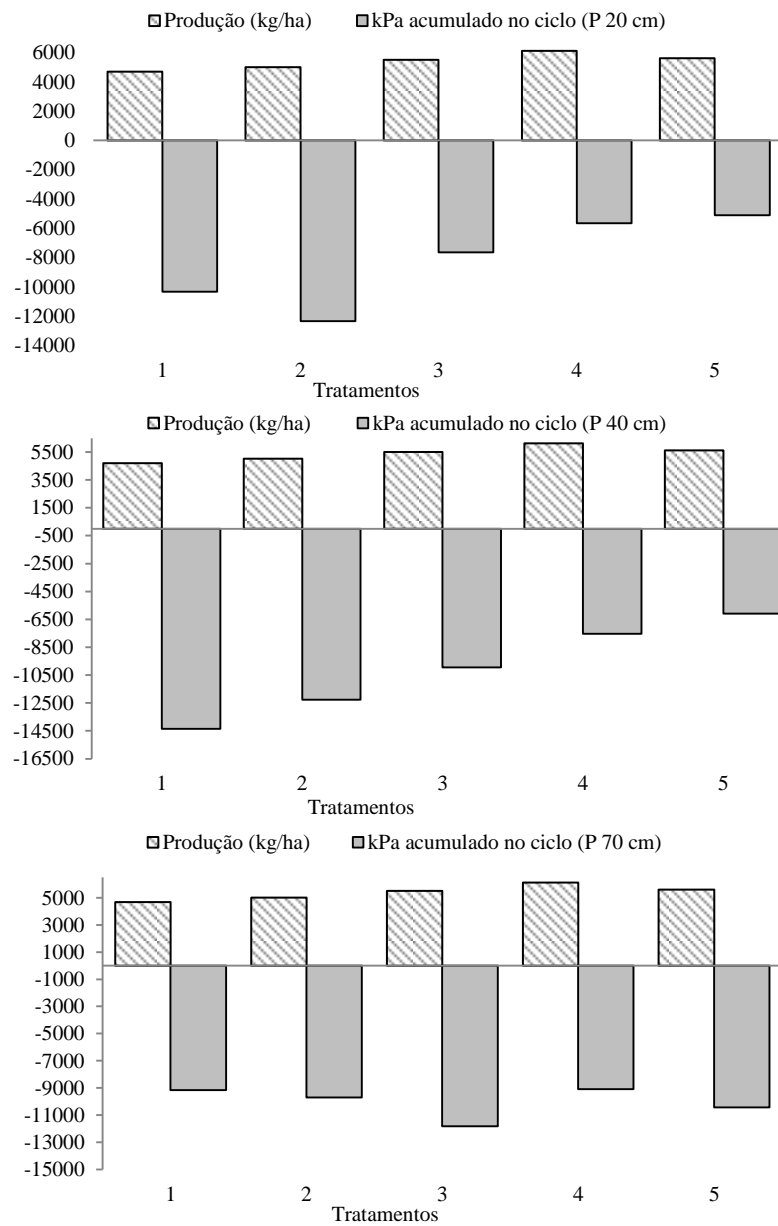


Figura 11 Produção do Tifton 85 e a tensão acumulada no ciclo em condições de irrigação deficitária. Bom Despacho, MG. 2013.

4.7 Variáveis climáticas

Os graus-dias acumulados durante o ciclo avaliado foi 715,70 (Tabela 10). Carli (2009) em estudos com o Tifton 85 durante o outono e com 452,7 GDA obteve produção média de 7.568,5 kg.ha⁻¹.

Oliveira et al. (1998) nos seus experimentos com Tifton 85 estimou a duração de vida das folhas em 484,5 GDA. Resultado semelhante foi alcançado por Mallmann (2007) que obteve para o Tifton 85 tempo até a morte das folhas de 456 GDA.

Tabela 10 Graus-dias acumulados para cada estágio de desenvolvimento do Tifton 85. Bom Despacho, MG. 2013

Estádios de desenvolvimento	Data	Dias	GDA
A	06/jul - 22/jul	17	155,0
B	23/jul - 31/ago	40	390,2
C	01/set - 16/set	16	170,5
Total		73	715,7

O conceito de graus-dia considera que para completar uma determinada fase fenológica ou inclusive, seu ciclo total, a planta necessita acumular um determinado somatório térmico, a partir de uma temperatura base favorável ao desenvolvimento, que por sua vez é variável com a espécie vegetal (BERLATO, 1981; SCHÖFFEL; VOLPE, 2002).

Na Figura 12 estão apresentadas as variações dos elementos meteorológicos temperaturas máximas, médias e mínimas do ar, durante o período avaliado. Pode-se observar que nos meses de julho e agosto foram aqueles em que houve maior ocorrência de temperatura mínima do ar abaixo da temperatura basal, ou seja, temperatura do ar abaixo do mínimo exigido para o

desenvolvimento da cultura que, no caso do Tifton 85, a adotada neste trabalho foi de 10°C.

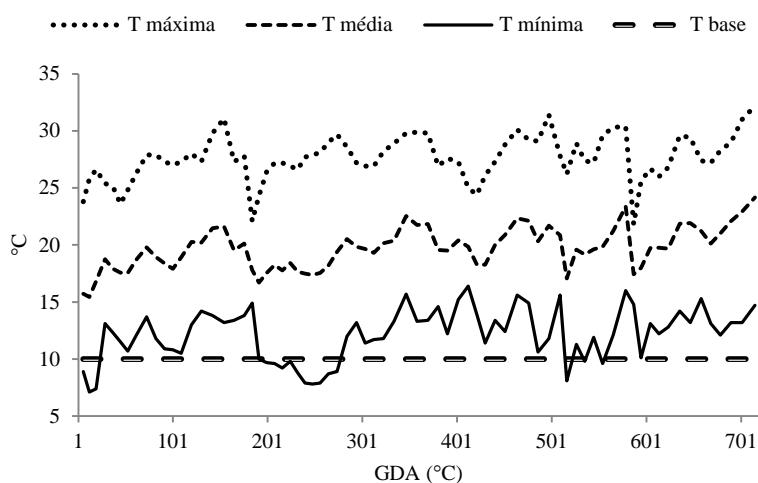


Figura 12 Temperaturas máxima, média e mínima durante o ciclo bem como a temperatura base recomendada para o desenvolvimento do Tifton 85. Bom Despacho, MG. 2013.

A temperatura é o fator ambiental que provoca efeitos imediatos sobre processos bioquímicos (respiração e fotossíntese), físicos (transpiração) ou morfogênicos das plantas (GILLET, 1984). O período de avaliação correspondeu a época fria e seca do ano.

A precipitação total no período avaliado foi de 14,0 mm.

4.8 Produção e crescimento

A maior produção foi observada no tratamento que corresponde a 71% de reposição do valor de Kc, com valor igual a 6.126,35 kg ha⁻¹ (Figura 13).

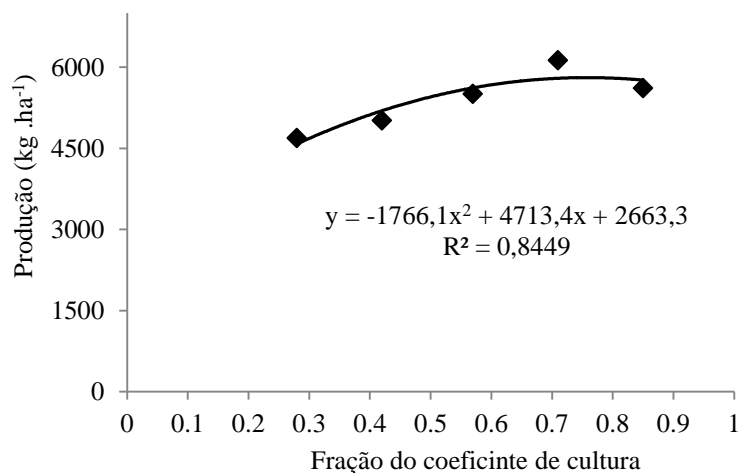


Figura 13 Valores de produção em função das frações dos valores de coeficiente de cultura do Tifton 85. Bom Despacho, MG, 2013.

Houve diferença significativa na produção (Tabela 11) do Tifton 85. No entanto a irrigação deficitária não proporcionou diferença na altura do capim bem como na relação folha/colmo e teor de material morto do Tifton 85.

Tabela 11 Análises de variância para produção (kg.ha⁻¹), material morto (%), relação folha/colmo e altura (cm) durante o período experimental do Tifton 85. Bom Despacho, MG, 2013

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios			
		Produção	Material morto	Folha/Colmo	Altura
Lâminas	4	925582,0371 **	28,5329 ^{ns}	0,0252 ^{ns}	2,5207 ^{ns}
Blocos	2	24382,5388 ^{ns}	74,9489 ^{ns}	0,0021 ^{ns}	9,3551 ^{ns}
Erro	8	134461,9878	128,0306	0,0150	1,2220
Total	14				
Média		5389,94	26,66	0,86	10,56
C.V. (%)		6,80	42,44	14,22	10,47

**; * significância a 1% e 5% pelo teste F, respectivamente. ns; não significância.

Observou-se uma baixa produção do Tifton 85 já que Balieiro Neto et al. (2007) obtiveram produtividade média do Tifton 85 irrigado no período de Abril a Julho de $10.880 \text{ kg ha}^{-1}$. Segundo Costa et al. (2005), para uma alta produtividade de MS, além da umidade do solo, a planta necessita de temperaturas ideais para atingir sua produção máxima. Enquanto a umidade do solo é importante para o desenvolvimento e produção da planta, a temperatura ideal favorece o desenvolvimento através da assimilação de CO_2 , água e nutrientes.

Um fato importante a ser considerado é que, para se ter resultados positivos com a irrigação de gramíneas tropicais, a temperatura ambiente não pode estar abaixo de 15°C , sendo este o fator ambiental que mais limita a resposta da planta forrageira à irrigação. A luminosidade influencia em 10% a produção de forragem. A melhor resposta ocorre no verão, quando a temperatura é alta, possibilitando aumentos de 20 a 30% na produção de forragem (CORSI, 1990).

Ainda de acordo com Weigand, Stamato Neto e Coelho (1998), a diminuição da produção das gramíneas, na época seca (inverno), é muito influenciada pelas menores temperaturas de inverno e o menor fotoperíodo. Assim, em função do metabolismo da planta variar na razão direta da temperatura, quanto mais intenso o frio, menor o crescimento.

Segundo Correa e Santos (2006), as gramíneas tropicais do tipo C4 apresentam acúmulo de matéria seca máximo em temperaturas entre 30 e 35°C . Além disso, o crescimento reduz severamente com temperaturas médias mínimas inferiores a $17,5^\circ\text{C}$, associado à baixa intensidade luminosa. Durante o período experimental foram constatados 16 dias com temperatura mínima inferior a temperatura base (10°C) (Figura 12), o que possivelmente limitou a produção da forrageira avaliada.

A taxa de acúmulo de forragem obtida no experimento foi de $74 \text{ kg.ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, valor inferior ao obtido por Almeida (2011) com experimento durante o período de Novembro a Abril e adubação de 50 kg.ha^{-1} de K_2O e N obteve $97 \text{ kg.ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ do Tifton 85 irrigado. Valor inferior de taxa de acúmulo de forragem do Tifton 85 irrigado e adubado com 50 kg.ha^{-1} de N e K_2O foi obtido por Lugão et al. (2011) com $19,30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ durante a época seca do ano.

O material morto representa parte da biomassa não selecionada pelo animal e, quando em altas proporções, pode indicar que o ciclo deveria ser reduzido (RIBEIRO et al., 2009). Partindo desse pressuposto, é possível fazer a mesma correlação com a altura da pastagem, sugerindo que o corte dos materiais que apresentaram maior massa seca de material morto poderia ter sido cortado com altura menor.

Menores teores de material morto para o Tifton 85 irrigado são citados por Balieiro Neto et al. (2007), com média de 18,12% para o período de Dezembro a Março. Os mesmos autores citam teores de material morto de 25,92% para o período de inverno, resultados que se assemelham com o obtido neste trabalho.

Balieiro Neto et al. (2007) analisando o Tifton 85 irrigado em Prudente de Moraes, MG alcançou valor médio para a relação lâmina/colmo no inverno de 0,24 que está inferior ao observado nessa pesquisa. Pereira et al. (2011) estudando o capim Coastcross em Viçosa, MG obteve valor médio de 3 cortes para relação lâmina/colmo de 0,99.

Balieiro Neto et al. (2004) e Marcelino (2003), trabalhando com o Tifton 85 com e sem irrigação no período das águas, não encontraram diferença significativa para a produção de colmo em sistema com e sem irrigação.

A maior produção de colmo verificada no Tifton 85 (Figura 14) é pela característica morfológica dessa espécie que tem como tendência desviar

nutrientes para o alongamento de colmo, mantendo a produção de folhas estabilizadas após 95% de interceptação luminosa (ALMEIDA, 2011).

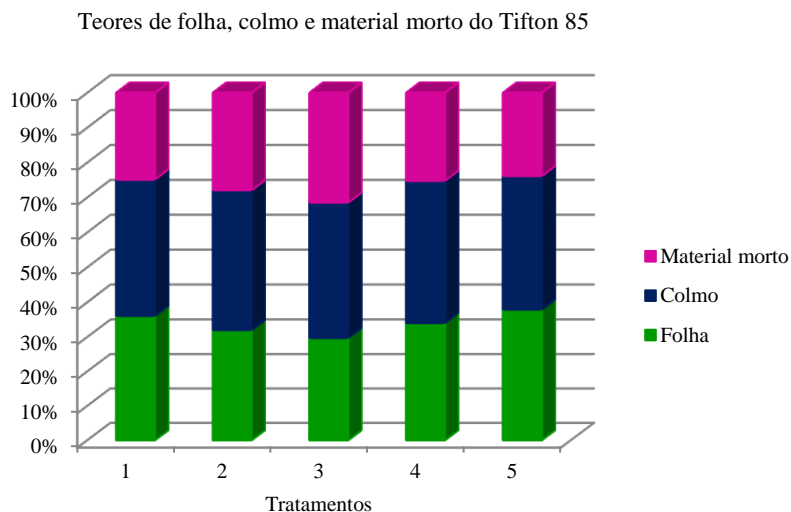


Figura 14 Teores de folha, colmo e material morto do Tifton 85 em condições de irrigação deficitária no município de Bom Despacho, MG, 2013.

A variação das lâminas de irrigação não proporcionou diferença significativa no tamanho das plantas. Estudo realizado por Silva (2009) em Itapetinga, BA mostrou que para altura de planta do Tifton 85 não houve diferença significativa para condição de variação de irrigação.

Entre as vantagens do emprego da altura do pasto como critério do manejo de corte, destacam-se sua alta associação com o índice de área foliar e a interceptação de luz pelo dossel (BARBOSA et al., 2007).

Os dados referentes ao IAF são apresentados na Tabela 12. Não houve efeito significativo da condição hídrica sobre o IAF.

Tabela 12 Análises de variância para o índice de área foliar, razão de peso foliar, razão de área foliar ($\text{m}^2.\text{kg}^{-1}$) e área foliar específica ($\text{m}^2.\text{kg}^{-1}$) durante o período avaliado para o Tifton 85. Bom Despacho, MG. 2013

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios			
		IAF	RPF	RAF	AFE
Lâminas	4	0,2617 ^{ns}	0,0032 ^{ns}	0,5886 ^{ns}	0,4396 ^{ns}
Blocos	2	0,5114 ^{ns}	0,0010 ^{ns}	1,4876 ^{ns}	5,7265 ^{ns}
Erro	8	0,6810	0,0052	1,4095	1,1696
Total	14				
Média		2,34	0,34	4,23	12,33
C.V. (%)		15,42	21,13	28,13	8,77

ns; não significância.

Humphreys (1991) afirma que os valores críticos de IAF para pastagens, situa-se, normalmente entre 3 e 5, sendo que nesta faixa a interceptação luminosa seria de cerca de 95 %. Gêneros que apresentam folhas orientadas mais horizontalmente, como é o caso do Tifton 85, têm menores valores de IAF.

Os valores do IAF são menores no período considerado como inverno e maiores no verão, fato este relacionado à chamada estacionalidade da forrageira ao longo do ano, evidenciando a influência de fatores climáticos (como a radiação solar e a temperatura) sobre os valores observados dessa variável; notação similar é feita por (PINHEIRO, 2002).

Valores de IAF semelhante ao obtido no trabalho encontrado por Borges et al. (2011) estudando algumas forrageiras irrigadas na cidade de Uberaba, MG encontrou para o Tifton 85 para 10 ciclos valor médio de IAF igual a 2,96.

Em trabalho com gramíneas do gênero *Cynodon*, Gomide (1996) e Oliveira et al. (2000) observaram que o IAF atingiu valores máximos aos 42 e 47 dias de crescimento, respectivamente. Pereira et al. (2011) estudando o capim Coastcross em Viçosa, MG obteve valor médio de 3 cortes para índice de área foliar igual 3,07.

Os resultados corroboram com os de Fagundes et al. (2006) que relataram existir um menor desenvolvimento das forrageiras nos períodos mais frios do ano. Silva (2009), alcançou resultado semelhante de IAF para o Tifton 85 irrigado (2,5).

A razão de área foliar consiste em característica morfofisiológica que indica a quantidade de área foliar útil para a fotossíntese em relação à massa total da forrageira (PEREIRA et al., 2011). A definição de que a RAF representa a área foliar em uso pela planta para produzir uma unidade de massa seca foi descrita por Benincasa (1988).

Os valores de RAF, RPF e AFE obtidos nesse trabalho estão abaixo dos valores encontrados por Pereira et al. (2011) para o capim Coastcross. Os autores obtiveram valores médios de nov/mar com corte de 42 dias de $8,3 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$; $0,50$ e $16,6 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$, para RAF, RPF e AFE, respectivamente. Provavelmente, os menores valores obtidos nesse trabalho se dão pelas condições climáticas menos favoráveis ao crescimento nessa época do ano.

O valor de RPF corrobora com Carvalho (2011) que obteve RPF de 0,31 durante o inverno para três cultivares do gênero *Cynodon*. O mesmo autor obteve valor médio de RAF igual a $0,22 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ também durante o inverno.

Valor menor de RPF (0,27) para o Tifton 85 foi obtido por Oliveira et al. (2000), por outro lado com o mesmo trabalho os autores obtiveram valores maiores para RAF ($5,6 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$) e AFE ($18,4 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$).

Santos Júnior et al. (2005) alcançaram valores maiores de RAF ($4,62 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$), RPF (0,46) e AFE ($14,6 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$) estudando o capim Tanzânia durante o período de fev/jul, provavelmente pela época diferente de avaliação.

4.9 Valor nutritivo do Tifton 85

Não ocorreu diferença significativa nos teores de fibra bruta, FDN, FDA e NDT para o corte avaliado (Tabela 13).

Tabela 13 Análises de variância para os teores de fibra bruta (%), proteína bruta (%), fibra em detergente neutro (%), fibra em detergente ácido (%) e nutrientes digestíveis totais (%) no período avaliado do Tifton 85. Bom Despacho, MG, 2013

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios				
		Fibra bruta	Proteína bruta	FDN	FDA	NDT
Lâminas	4	0,7543 ^{ns}	1,7410 ^{**}	1,8976 ^{ns}	1,8760 ^{ns}	13,3870 ^{ns}
Blocos	2	0,2487 ^{ns}	0,1296 ^{ns}	2,0487 ^{ns}	1,3760 ^{ns}	5,6020 ^{ns}
Erro	8	0,5529	0,0820	1,4337	1,9410	13,6744
Total	14					
Média		26,85	9,30	71,25	32,92	63,83
C.V. (%)		2,77	3,08	1,68	4,23	5,79

**; * significância a 1% e 5% pelo teste F, respectivamente. ns; não significância.

Segundo Balsalobre (2002), as plantas do gênero *Cynodon* são caracterizadas por possuírem alta proporção de FDN, apresentando, no entanto, teor de lignina relativamente baixo, o que lhes confere boa qualidade.

Os resultados de FDN obtidos nessa pesquisa estão inferiores os alcançados por Silva (2009).

Foi observada diferença significativa nos teores de proteína bruta (Tabela 13) no ciclo avaliado. A irrigação deficitária proporcionou teores distintos em função das lâminas aplicadas. O maior teor de proteína bruta (10,38%) foi obtido com a menor lâmina aplicada (28% Kc) está representado na Figura 15.

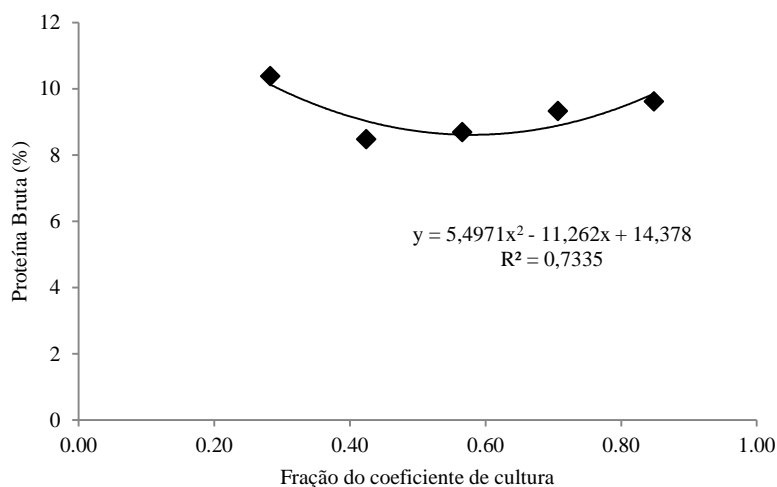


Figura 15 Teores de proteína bruta em função da variação de lâminas de irrigação para o período avaliado do Tifton 85. Bom Despacho, MG, 2013.

A variação do teor de proteína bruta das gramíneas depende das condições de solo, clima e manejo utilizado. Mislevy e Everett (1981) reportaram maior conteúdo de proteína bruta em dezesseis acessos de gramíneas forrageiras tropicais não irrigadas, quando comparadas às irrigadas no inverno e no verão.

Considerando-se que teores de PB inferiores a 7% são limitantes à produção animal, por implicarem menor consumo voluntário, redução na digestibilidade e balanço nitrogenado negativo, observa-se que o capim atenderia satisfatoriamente aos requerimentos proteicos mínimos dos animais, nesse período, com os tratamentos utilizados.

Alencar et al. (2010) estudando a qualidade de algumas forrageiras irrigadas em Governador Valadares, MG obteve para o capim Estrela no outono/inverno valor médio de proteína bruta igual a 15,33%.

Segundo Balieiro Neto et al. (2007) a irrigação proporcionou diferença nos teores de proteína bruta no Tifton 85, com média de 8,75% com irrigação e 6,70% sem irrigação no outono/inverno. Os autores citam que não foi feita a adubação nitrogenada no período da seca em nenhum dos tratamentos, pois, sabe-se que de nada adiantaria adubar na ausência de chuvas em sistemas de sequeiro, e isto oneraria o sistema de produção convencional tendenciando os resultados. Por outro lado, se tivesse sido aplicado nitrogênio apenas no sistema irrigado os efeitos não poderiam ser atribuídos apenas a irrigação. Assim, com a ausência de adubação nitrogenada no período seco o efeito da irrigação se manifestou sobre a qualidade do capim.

Rodrigues, Lopes e Magalhães (2005) estudaram capim Tifton 85 irrigado na cidade de Parnaíba, PI e citam média de 12,85% de proteína bruta.

Não houve diferença significativa nos teores da fibra em detergente ácido (Tabela 13). A FDA tem relação com os teores de lignina dos alimentos, que determinam a digestibilidade da fibra, pois quanto menor o teor de FDA, menor será o teor de lignina e, conseqüentemente, melhora digestibilidade do alimento. A FDA varia com a idade da planta e com o seu estresse em função da precipitação e da umidade do solo.

Os teores de FDA observados no período avaliado são inferiores aos encontrados na literatura. Piske et al. (2012) obteve para o Tifton 85 irrigado valor médio de 43,3% de FDA. Teores de FDA igual a 44,87% foram observados por Balieiro Neto et al. (2007). Silva (2009) também obteve teores maiores de FDA para o Tifton 85 irrigado (41,2%).

Não houve diferença significativa nos teores de NDT (tabela 13). O teor alcançado de NDT corrobora com Santos, Silva e Chaves (2008) que estudaram o Tifton 85 submetido a irrigação e obteve resultado médio de 63,6% de NDT.

A composição média de NDT para Tifton 85 cultivado em sistemas irrigados é igual a 64,1% (CARDOSO, 2001) que está semelhante aos teores de NDT alcançados nesse trabalho.

A irrigação deficitária não proporcionou alterações no teor de fibra bruta do Tifton 85 (Tabela 13). Piske et al. (2012) avaliando o Tifton 85 irrigado em Planalto, PR obteve valor semelhante de fibra bruta (26,6%).

5 CONCLUSÃO

O emprego de tensão acumulada (kPa-dias) pode auxiliar na interpretação do efeito da irrigação sobre o desenvolvimento/produção do capim Tifton 85.

A lâmina de irrigação deficitária que correspondeu a reposição de 71% de valores de coeficiente de cultura proporcionou maior produção do Tifton 85.

Não houve interferência da irrigação deficitária no crescimento da forrageira.

O teor de proteína bruta foi influenciado pela irrigação deficitária, o tratamento que recebeu a menor quantidade de água apresentou maior teor de proteína bruta.

Os teores de fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e nutrientes digestíveis totais não tiveram interferência da irrigação deficitária.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012**. Brasília, 2012. 215 p.

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

ALENCAR, C. A. B. et al. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, p. 98-108, 2009. Número especial.

ALENCAR, C. A. B. et al. Valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais irrigadas em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 20-27, 2010.

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p.

ALMEIDA, E. L. D. **Irrigação de plantas forrageiras tropicais e sorgo granífero na região do Arenito Caiuá, Paraná**. 2011. 83 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

ANDRADE, A. S. et al. Crescimento e composição bromatológica de Tifton 85 e Vaquero em pastagens fertirrigadas. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 5, n. 2, p. 56-68, 2012.

ARNOLD, C. Y. The determination and significance of the base temperature in linear heat unit system. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 74, p. 430-445, 1959.

AZEVEDO, L. P.; SAAD, J. C. C. Irrigação de pastagens via pivô central na bovinocultura de corte. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 492-503, 2009.

BALIEIRO NETO, G. et al. Características agronômicas do Tifton-85 (*Cynodon* ssp.) e economicidade do sistema de produção de leite com uso de pastagem irrigada *versus* sistema convencional. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

BALIEIRO NETO, G. et al. Características agronômicas e viabilidade do Tifton 85 (*Cynodon ssp.*) irrigado num sistema de produção de leite. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 235-242, 2007.

BALSALOBRE, M. A. A. **Valor alimentar do capim Tanzânia irrigado**. 2002. 113 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2002.

BARBOSA, R. A. et al. Características estruturais e produção de forragem do capim Tanzânia submetido à combinação entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 329-340, fev. 2007.

BEARD, J. B. **Turfgrass: science and culture**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1973. 494 p.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 41 p.

BERLATO, M. A. Exigências bioclimáticas e zoneamento agroclimático. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. p. 175-184.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG: UFV, 2007. 625 p.

BICALHO, I. M. Um estudo da densidade do solo em diferentes sistemas de uso e manejo. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-9, 2011.

BORGES, B. M. M. N. et al. Relação entre o fluxo luminoso interceptado em diferentes épocas no índice de área foliar de diferentes forrageiras. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1589-1594, 2011.

BOTREL, M. A. et al. Avaliação de novos clones de capim-elefante, para utilização sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1998. p. 489-491.

BUENO, M. R. et al. Determinação do coeficiente de cultura para o capim Tanzânia. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 5, p. 29-35, 2009.

BURTON, G. W.; GATES, R. N.; HILL, G. M. Registration of “Tifton 85” bermudagrass. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 3, p. 644-645, 1993.

BUXTON, D. R.; FALES, S. L. Plant environment and quality. In: FAHEY JUNIOR, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 155-199.

CAMPBELL, D. J. Determination and use of soil bulk density in relation to soil compaction. In: SOANE, B. D.; OUWERKERK, C. van (Ed.). **Soil compaction in crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1994. p. 113-139.

CARDOSO, G. C. Alguns fatores práticos da irrigação de pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2001. p. 243-260.

CARLI, V. **Estruturação de um modelo para simulação do efeito do nitrogênio, intensidade e frequência de remoção de pastagem de Tifton 85**. 2009. 114 p. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2009.

CARVALHO, M. S. S. **Desempenho agrônomo e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta à frequência de corte**. 2011. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2011.

CHAMBLISS, C. G.; STANLEY JUNIOR, R. L.; JOHNSON, F. A. Bermudagrass. In: CHAMBLISS, C. G. (Ed.). **Florida forage handbook**. Gainesville: University of Florida, 1999. p. 23-28. (Florida Forage Handbook, 253).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

CORREA, L. A.; SANTOS, P. M. **Irrigação de pastagens formadas por gramíneas forrageiras tropicais**. São Carlos: EMBRAPA, 2006. 6 p.

CORSI, M. Produção e qualidade de forragens tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 10., 1990, Viçosa, MG. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 69-85.

CORSI, M.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 161-193.

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

CUNHA, F. F. et al. Composição bromatológica e digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca do capim Tanzânia irrigado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 25-33, 2007.

DEXTER, A. R. Soil physical quality: part I, theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, n. 3/4, p. 201-214, June 2004.
NÚMERO E MÊS DA REVISTA

DOMINGUES, J. L.; HADDAD, C. M. O que avaliar para comprar um feno de qualidade. **Informativo Allnutri**, Viçosa, MG, n. 9, set. 2004. Disponível em: <<http://www.allnutri.com.br/informativoP/informativo9.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

DOVRAT, A. **Developments in crop science 24**: irrigated forage production. Amsterdam: Elsevier, 1993. 257 p.

DRUMOND, L. C. D.; AGUIAR, A. P. A. **Irrigação de pastagem**. Uberaba: L. C. D. Drumond, 2005. 210 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2009. 412 p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007. p. 551-594.

EUCLIDES, V. P. B. Produção intensiva de carne bovina em pasto. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2001. p. 55-82.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 2200-2208, 2000. Suplemento 2.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 1177-1185, 1999.

FAGUNDES, J. L. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006.

FERREIRA, D. F. **SISVAR 4.6**: sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2003. Software.

FONTANELI, R. S. et al. Gramíneas forrageiras perenes de verão. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. (Ed.). **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região Sul-brasileira**. Brasília: EMBRAPA, 2012. p. 247-295.

FORSYTHE, W. **Física de suelos**. San José: IICA, 1975. 212 p.

FRIZZONE, J. A. **Necessidade de irrigação**. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Frizzone/LEB_1571/Texto%20complementar-Necessidade%20de%20Irrigacao.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2014.

GARDNER, A. L. **Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção**. Brasília: IICA/EMBRAPA-CNPGL, 1986. 197 p.

GENUCHTEN, M. T. van. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-899, 1980.

GENUCHTEN, M. T. van; LEIJ, F. J.; YATES, S. R. **The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils**. Riverside: U. S. Salinity Laboratory, 1991. 85 p.

GILLET, M. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento**. João Pessoa: UFPB, 1994. 334 p.

GOMES, H. P. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento**. João Pessoa: UFPB, 1994. 344 p.

GOMIDE, C. C. C. **Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de *Cynodon***. 1996. 100 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

HALIM, R. A. et al. Water stress effects on alfalfa forage quality after adjustment for maturity differences. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, p. 189-194, 1989.

HILL, G. M. et al. Tifton 85 bermudagrass utilization in beef, dairy, and hay production. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1., 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. p. 140-150.

HILLEL, D. **Solo e água: fenômenos e princípios físicos**. Porto Alegre: UFRGS, 1970. 231 p.

HUMPHREYS, L. R. **Tropical pasture utilization**. Cambridge: Cambridge University, 1991. 206 p.

KLAPP, E. **Prados e pastagens**. 2. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1971. 872 p.

KLAR, A. E. **Irrigação: frequência e quantidade**. São Paulo: Nobel, 1991. v. 1, 156 p.

KRAMER, P. **Water relations of plants**. New York: Academic, 1983. 489 p.

LIMA, L. A. Manejo da irrigação para cafeicultura. **Cafeicultura**, Patrocínio, ano 2, n. 6, p. 22-24, 2003.

LIMA, R. A. S.; SHIROTA, R.; BARROS, G. S. C. **Estudo do complexo do agronegócio cavalo**. Piracicaba: CEPEA, 2006. 251 p.

LUGÃO, S. M. B. et al. Influência da irrigação sobre o acúmulo de forragem em gramíneas tropicais, durante o período seco. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém. **Anais...** Belém: SBZ, 2011. 1 CD-ROM.

MAIA, O. S. et al. Produção do capim bermuda 'Tifton 85' em diferentes idades de rebrota no perímetro irrigado Jaguaribe-Apodi. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS DO SEMIÁRIDO, 1., 2013, Iguatu. **Anais...** Iguatu: SBRNS, 2013. 1 CD-ROM.

MALLMANN, C. E. S. **Estudo de um modelo matemático para simulação do efeito do pastejo sobre o crescimento de pastagens de Tifton 85.** 2007. 85 p. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2007.

MARCELINO, K. R. A. et al. Manejo da adubação nitrogenada de tensões hídricas sobre a produção de matéria seca e índice de área foliar de Tifton 85 cultivado no Cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 268-275, mar./abr. 2003.

MARQUELLI, W. A. et al. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F. et al. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças.** Brasília: EMBRAPA, 2011. p. 157-232.

MILLAR, A. A. **Manejo racional da irrigação:** uso de informações básicas sobre diferentes culturas. Brasília: IICA, 1984. 57 p.

MISLEVY, P.; EVERETT, P. H. Subtropical grassspecies response to different irrigation and harvest regimes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, p. 601-604, 1981.

MONTEIRO, A. L. G.; MORAES, A. Fisiologia e morfologia de plantas forrageiras. In: MONTEIRO, A. L. G. et al. (Ed.). **Forragicultura no Paraná.** Londrina: CPAF, 1996. p. 75-92.

MUIA, J. M. K. et al. Optimal stage of maturity for feeding napier grass (*Pennisetum purpureum*) to dairy cows in Kenya. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 33, p. 182-190, July 1999.

MYERS, L. F. **Water and irrigated pastures.** Camberra: Australian National University, 1973. 273 p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo.** Viçosa, MG: SBCS, 2007. p. 471-550.

OLIVEIRA, M. A. et al. Análise de crescimento do capim-bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 1930-1938, 2000. Suplemento 1.

OLIVEIRA, M. A. et al. Morfogênese das folhas de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 302-307.

PATERSON, J. A. et al. The impact of forage quality and supplementation regimen on animal intake and performance. In: FAHEY JUNIOR, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Lincoln: ASA, 1994. p. 59-114.

PEDREIRA, C. G. S. Avaliação de novas gramíneas do gênero *Cynodon* para a pecuária do sudeste dos Estados Unidos. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1., 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. p. 111-125.

PEREIRA, O. G. et al. Análise de crescimento do capim Coastcross-1 sob adubação nitrogenada em duas idades de rebrotação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 10, p. 2121-2128, 2011.

PINHEIRO, V. D. **Viabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim Tanzânia em diferentes regiões do Brasil**. 2002. 85 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2002.

PIRES, R. C. M. et al. **Métodos e manejo da irrigação**. São Paulo: FUNDAG-FEHIDRO, 1999. 28 p.

PISKE, D. F. et al. Produtividade da grama Tifton 85 e do capim Mombaça em sistema rotativo irrigado. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 5, n. 3, p. 33-39, 2012.

RADFORD, P. J. Growth analysis formulae: their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v. 18, p. 171-175, 1967.

RIBEIRO, E. G. et al. Influência da irrigação, nas épocas seca e chuvosa, na produção e composição química dos capins Napier e Mombaça em sistema de lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 8, p. 1432-1442, 2009.

RODRIGUES, B. H. N.; LOPES, E. A.; MAGALHÃES, J. A. **Teor de proteína bruta do *Cynodon spp.* cv. Tifton 85 sob irrigação e adubação nitrogenada, em Parnaíba, Piauí.** Brasília: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2005. (Comunicado Técnico, 171). Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/comunicado/2005/CT171.pdf>>. Acesso em: 5 dez. 2013.

RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P. R. C. et al. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola.** Piracicaba: POTAFOS, 1987. p. 203-230.

RODRIGUES, T. J. D.; RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. Adaptação de plantas forrageiras às condições adversas. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSITEMAS DE PASTAGENS, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1993. p. 17-61.

SANTOS, N. L. **Produção e valor nutritivo dos capins Tifton 85, Tanzânia e Marandu sob irrigação suplementar.** 2006. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2006.

SANTOS, N. L.; SILVA, M. W. R.; CHAVES, M. A. Efeito da irrigação suplementar sobre a produção dos capins Tifton 85, Tanzânia e Marandu no período de verão no sudoeste baiano. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 911-922, 2008.

SANTOS JÚNIOR, J. D. G. et al. Componentes morfológicos do capim Tanzânia cultivado em quatro condições de fertilidade do solo na região dos Cerrados. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 62, n. 2, p. 91-99, 2005.

SCHÖFFEL, E. R.; VOLPE, C. A. Relação entre a soma térmica efetiva e o crescimento da soja. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 89-96, 2002.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, M. W. R. **Características estruturais, produtivas e bromatológicas das gramíneas Tifton 85, Marandu e Tanzânia submetidas à irrigação.** 2009. 55 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

SILVA, S. C. da; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.
Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo. Viçosa, MG: Suprema, 2008.
115 p.

SOARES FILHO, C. V. **Curso de manejo de pastagens.** Disponível em:
<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAP1kAF/manejo-pastagens>>. Acesso
em: 20 mar. 2014.

SOEST, P. J. van. **Nutritional ecology of the ruminant.** Ithaca: Cornell, 1994.
476 p.

T'MANNETJE, J. Problem of animal production from tropical pastures. In:
_____. **Nutrition limits to animal production from pastures.** Farnham
Royal: CSIRO, 1983. p. 67-85.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob
plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista
Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, p. 301-309, 1998.

UNRUH, J. B.; GAUSSOIN, R. E.; WIEST, S. C. Basal growth temperatures
and growth rate constants of warmseason turfgrass species. **Crop Science**,
Madison, v. 36, n. 4, p. 997-999, July 1996.

VIEIRA, E. R. **Aspectos econômicos e sociais do complexo agronegócio
cavalo no Estado de Minas Gerais.** 2011. 140 p. Dissertação (Mestrado em
Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

WEIGAND, R.; STAMATO NETO, J.; COELHO, R. D. Pasto irrigado produz
mais. In: ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA, 1998, São Paulo. **Anais...**
São Paulo: Argos, 1998. p. 45-50.

WERNER, L. C. et al. Forrageiras. In: RAIJ, B. van et al. (Ed.).
Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed.
Campinas: IAC, 1996. p. 263-273. (Boletim Técnico, 100).

WILSON, J. R. Effects of water stress on herbage quality. In:
INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., 1982, Lexington.
Proceedings... Lexington: IGC, 1982. p. 470-472.