

JAIR DA COSTA OLIVEIRA FILHO

PRODUÇÃO DE DUAS GRAMÍNEAS TROPICAIS SUBMETIDAS A
DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA E DOSES DE NITROGÊNIO
E POTÁSSIO NO ESTADO DO TOCANTINS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL

2007

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

T

O48p
2007

Oliveira Filho, Jair da Costa, 1957-

Produção de duas gramíneas tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio no estado do Tocantis / Jair da Costa Oliveira Filho.
– Viçosa, MG, 2007.

x, 120f. : il. ; 29 cm

Inclui anexos.

Orientador: Rubens Alves de Oliveira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 105-114.

1. Gramínea - Irrigação. 2. Fertilizantes nitrogenados.
 3. Fertilizantes potássicos. 4. Plantas forrageiras.
- I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 633.2

JAIR DA COSTA OLIVEIRA FILHO

PRODUÇÃO DE DUAS GRAMÍNEAS TROPICAIS SUBMETIDAS A
DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA E DOSES DE NITROGÊNIO
E POTÁSSIO NO ESTADO DO TOCANTINS

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola,
para obtenção do título de *Doctor
Scientiae*.

APROVADA: 27 de agosto de 2007.

Pesq. Carlos Eugênio Martins
(Co-Orientador)

Prof. Paulo José Hamakawa

Prof. Márcio Mota Ramos

Prof. Luis César Dias Drumond

Prof. Rubens Alves de Oliveira
(Orientador)

*Aos meus pais, Lourdes e Jair (in memoriam),
exemplo, carinho e dedicação
que sempre demonstraram.*

Ofereço

*À minha companheira e esposa, Dalila,
exemplo de vida, confiança, apoio e estímulo;
e aos meus filhos, Luis Olavo e Marcos Augusto.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e oportunidade de crescer a cada momento.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial aos Departamentos de Engenharia Agrícola e de Zootecnia, pelo acolhimento e oportunidade do desenvolvimento técnico e científico para a concretização do doutorado.

Ao Professor e orientador Rubens Alves de Oliveira, pela contribuição na formação profissional e exemplo de vida.

Aos meus colegas e companheiros Carlos Eugênio Martins e Antônio Carlos Cóser, da Embrapa Gado de Leite, e ao meu amigo Carlos Augusto Brasileiro de Alencar, pelo privilégio de conviver ao longo desta jornada.

Às empresas Matsuda Sementes, Fabrimar e Semear Agropecuária, pelas doações e colaborações que muito contribuíram para a realização desta pesquisa.

Ao meu colega Pedro Silveira, pela ajuda na montagem e orientação para a condução dos experimentos e pela divulgação da pesquisa na comunidade local.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro desta pesquisa e pela concessão da bolsa de estudos.

Ao presidente da Aproleite-Gurupi, engenheiro José Luís, pelo empréstimo das novilhas 5/8 girolando.

À TV Anhanguera, filiada da TV Globo local, na pessoa da jornalista Regina, pelos vários programas veiculados pela mídia.

À nossa Pró-Reitora Ana Lúcia Guimarães e ao coordenador e companheiro Prof. Leonardo Collier, pela ajuda na gestão administrativa e pela colaboração para o meu crescimento como pessoa.

A todos os funcionários da UFT, bolsistas e estagiários, por, literalmente, terem suado a camisa na condução do experimento.

Aos professores Luciano, Peron e Jacinto, por terem assumido as disciplinas na UFT na minha ausência do Campus de Gurupi.

E a todos que, de maneira direta ou indireta, colaboraram para a execução deste trabalho.

BIOGRAFIA

JAIR DA COSTA OLIVEIRA FILHO, filho de Jair da Costa Oliveira e Lourdes Gonçalves de Oliveira, nasceu em São Paulo, SP, em 17 de novembro de 1957.

Em março de 1976, ingressou no Curso de Engenharia Agrônômica da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), da Universidade de São Paulo, concluindo-o em 1980. Durante o curso de graduação, foi bolsista no Departamento de Zoologia, orientado pelo Professor Mariconi, onde teve a oportunidade de desenvolver pesquisas na área de Controle Químico de Pragas e Doenças.

Na Ciba Geigy do Brasil, atual Syngenta, atuou como pesquisador e responsável pelo controle e registro de produtos agropecuários, no período de 1980 a 1981.

Em março de 1982, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em Engenharia Agrícola e de Irrigação, em nível de Mestrado, da Utah State University (USU), Logan, UT, USA, submetendo-se à defesa de tese em dezembro de 1986.

Participou como coordenador-técnico dos estudos de viabilidades técnica e econômica do Projeto Salitre, da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), em Juazeiro, BA, pelo consórcio das empresas JP, ENCO e THARAL, no período de 1987 a 1988.

Foi representante comercial autônomo da Enciclopédia Britânica do Brasil, no período de 1989 a 1993.

Em julho de 1993, iniciou como gerente de irrigação do Projeto Rio Formoso, da Cooperativa Agrícola do Vale dos Javaés (COPERJAVA), Formoso do Araguaia, TO, onde atuou também como gerente de produção até junho de 1995.

No período de 1996 a 2002, foi professor e pesquisador da Universidade do Tocantins (UNITINS), Campus de Gurupi, TO, onde lecionou as disciplinas de Agrometeorologia, Irrigação e Drenagem, Hidrologia, Hidráulica e Introdução à Informática. Nesse período, atuou também como coordenador de estágio curricular obrigatório e dos cursos especiais da licenciatura em Matemática, Física, Química e Normal Superior da Secretaria da Educação do Estado do Tocantins (SEDUC).

Foi pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, unidade Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, no final de 2002 e início de 2003, atuando na área da Agricultura Familiar no Estado do Tocantins.

Em março de 2003, ingressou na Fundação Universidade Federal do Tocantins (UFT) como Professor Assistente da disciplina Irrigação e Drenagem. Simultaneamente, entrou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Engenharia Agrícola, área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, em que era bolsista da CAPES pelo Programa de Qualificação Interinstitucional, PQI, submetendo-se à defesa da tese em 27 de agosto de 2007.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. As pastagens.....	3
2.1.1. <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia-1	4
2.1.2. <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés	5
2.2. Adubação nitrogenada e potássica em pastagem	7
2.3. Irrigação em pastagens.....	10
2.3.1. Estacionalidade da produção de forragem e efeito da irrigação	13
2.3.2. Interação lâmina de irrigação e níveis de adubação.....	19
2.4. Valor nutritivo das plantas forrageiras.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	2
	3
3.1. Local	23
3.2. Clima	23
3.3. Implementação do experimento	23
3.4. Delineamento experimental	32
3.5. Variáveis avaliadas	32

	Página
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1. Elementos meteorológicos	36
4.2. Fertilidade do solo na área experimental	40
4.3. Manejo da irrigação.....	42
4.4. Capim-tanzânia	43
4.4.1. Produtividade de matéria verde.....	43
4.4.2. Porcentagem de matéria seca	48
4.4.3. Produtividade de matéria seca.....	53
4.4.4. Altura de plantas	65
4.4.5. Proteína bruta	68
4.4.6. Fibra em detergente neutro.....	72
4.5. Capim-xaraés	74
4.5.1. Produtividade de matéria verde.....	74
4.5.2. Porcentagem da matéria seca	79
4.5.3. Produtividade de matéria seca.....	83
4.5.4. Altura de plantas	94
4.5.5. Proteína bruta	96
4.5.6. Fibra em detergente neutro.....	99
5. CONCLUSÕES	103
6. REFERÊNCIAS	105
ANEXOS	115

RESUMO

OLIVEIRA FILHO, Jair da Costa, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2007. **Produção de duas gramíneas tropicais submetidos a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio no estado do Tocantins.** Orientador: Rubens Alves de Oliveira. Co-Orientadores: Odilon Gomes Pereira, Carlos Eugênio Martins, Antônio Carlos Cóser e Paulo Roberto Cecon.

A adubação e a irrigação, associadas a outras práticas de cultivo, são importantes fatores que possibilitam às plantas forrageiras tropicais manifestar o seu potencial produtivo em certa condição de solo e de clima. Nesse contexto, objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos da aplicação de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio sobre características produtivas de duas gramíneas forrageiras tropicais (*Panicum maximum* cv. Tanzânia e *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) nas condições edafoclimáticas do sul do Estado do Tocantins. Dois experimentos independentes foram conduzidos, sendo um para cada gramínea, em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, no período de um ano. Utilizou-se um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas quatro doses, nas subparcelas seis lâminas e nas subdivididas dois períodos climáticos, no delineamento inteiramente casualizado e quatro repetições. As doses foram combinações de N e K₂O na relação 1 N:0,8 K₂O (D₁ = 100 + 80, D₂ = 300 + 240, D₃ = 500 + 400 e D₄ = 700 + 560 kg ha⁻¹ ano⁻¹) divididas em 12 aplicações realizadas a lanço, no final de cada ciclo de pastejo de 30 dias. As lâminas de água foram de 0, 18, 45, 77, 100 e 120% da evapotranspiração da cultura, aplicadas por meio da

irrigação por aspersão em linha, quando o potencial matricial atingia -40 kPa. As coletas dos capins foram realizadas utilizando-se a técnica do pastejo simulado, colhendo-se a forragem passível de ser consumida. Nos dois experimentos, os animais foram utilizados apenas como “ferramenta de corte”. Nos períodos climáticos seco (outono/inverno) e chuvoso (primavera/verão), foram avaliados: produtividade de matéria seca (MS), teor de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN). Os resultados foram: (a) o capim-tanzânia foi mais produtivo que o capim-xaraés, com produção máxima de 20.215 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS, na dose de 630,2 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 949 mm ano⁻¹ (107% da ET_c). O capim-xaraés teve produtividade máxima de 19.547 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS com a dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de 994 mm ano⁻¹ (120% da ET_c); (b) em condições de restrição de adubo e ausência de irrigação, o capim-xaraés foi mais produtivo que o capim-tanzânia, com produtividade de 12.964 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS; (c) a combinação de doses de N:0,8K₂O e lâminas de água foi eficaz no rompimento da estacionalidade de produção da forragem, com a produção no período seco representando 47% e 43% do total anual para o capim-xaraés e o capim-tanzânia, respectivamente; (d) o teor de PB aumentou linearmente com as doses de N:0,8 K₂O, exceto para o capim-tanzânia durante o período seco, que respondeu de forma quadrática; (e) para as máximas produtividades de matéria seca, o período seco proporcionou os maiores teores de PB e os menores teores de FDN; e (f) o capim-tanzânia superou o capim-xaraés na produtividade de matéria seca e nos teores de PB e FDN.

ABSTRACT

OLIVEIRA FILHO, Jair da Costa, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August 2007. **Production of two tropical grasses submitted to different water depths and nitrogen and potassium doses in the state of Tocantins.** Adviser: Rubens Alves de Oliveira. Co-advisers: Odilon Gomes Pereira, Carlos Eugênio Martins, Antônio Carlos Cóser and Paulo Roberto Cecon.

Fertilization and irrigation, combined with other cultivation practices, are important factors that allow tropical forage plants to manifest their productive potential under certain soil and climate conditions. Within this context, this work aimed to evaluate the effects of applying different water depths and and nitrogen and potassium doses on the productive characteristics of two tropical forage grasses (*Panicum maximum* cv. Tanzânia and *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés), under the edapho-climatic conditions in the southern state of Tocantins. Two separate experiments were conducted, one for each grass, in dystrophic Red-yellow Latosol over one year. A split-split plot was used, with the plots consisting of four fertilizer doses, the split plots, six water depths, and the split-split plots, two climatic periods arranged in a completely randomized design with four repetitions. The doses were combinations of N and K₂O in the ratio of 1 N:0.8 K₂O (D₁ = 100 + 80, D₂ = 300 + 240, D₃ = 500 + 400 and D₄ = 700 + 560 kg ha⁻¹ year⁻¹) divided by 12 manual applications, at the end of each 30-day pasture cycle. The water depths were 0, 18, 45, 77, 100 and 120% of crop evaporation, applied by line- sprinkler irrigation, when

the matrix potential reached -40 kPa. Grass collection was carried out using the simulated pasture technique, collecting the forage that could be consumed. In both experiments, the animals were used only as “tools”. In the dry (fall/winter) and rainy (spring/summer) climatic periods, the following was evaluated: dry matter production (DMP), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF), with the following results being obtained: (a) Tanzânia was more productive than Xaraés, with a maximum DMP of 20.215 kg ha⁻¹ year⁻¹, at 630.2 kg ha⁻¹ year⁻¹ of N:0.8 K₂O and water depth of 949 mm year⁻¹ (107% of ET_c). Xaraés had a maximum DMP of 19.547 kg ha⁻¹ year⁻¹, with a dose of 700 kg ha⁻¹ year⁻¹ of N:0.8 K₂O and water depth of 994 mm year⁻¹ (120% of ET_c); (b) under conditions of restricted fertilization and no irrigation, Xaraés was more productive than Tanzânia, yielding 12.964 kg ha⁻¹ year⁻¹ of DM; (c) N:0.8K₂O doses combined with water depths was effective in ending with forage production seasonality, with dry period production accounting to 47% and 43% of the annual total for Xaraés and Tanzânia, respectively; (d) CP content increased linearly with the N:0.8 K₂O doses, except for Tanzânia during the dry period, which responded in a quadratic way; (e) for maximum DMP, the dry period provided the highest CP and the lowest NDF contents; and (f)-Tanzânia outdid Xaraés in DMP and CP and NDF contents.

1. INTRODUÇÃO

A exploração da atividade pecuária em regime de produção intensiva de pastagem, aliada a condições climáticas favoráveis, é fator condicionante da competitividade e tem proporcionado ao pecuarista ganhos de escala produtiva e aumentos na receita líquida por unidade de área.

As cadeias de carne e leite, de expressivas participações no PIB nacional e na pauta de exportações brasileiras, têm nas pastagens a principal fonte de alimento para o rebanho. Assim, o sistema de produção a pasto garante o abastecimento do mercado interno com carne e leite a preços acessíveis e proporciona ao Brasil vantagem competitiva no mercado internacional desses dois produtos. Segundo o Anuário da Pecuária Brasileira, Anualpec (2006), as exportações de carne bovina tiveram, nos últimos cinco anos, um incremento de 194% na quantidade exportada e 227% em valores monetários, em dólares.

Na pecuária, o sistema de produção animal em pasto é o maior fator condicionante de competitividade, mas com um grande desafio a ser vencido: a manutenção da oferta de pasto, preferencialmente de boa qualidade.

A produção de forragem é dependente das condições climáticas e da disponibilidade de nutrientes no solo. A introdução de insumos, como irrigação e fertilizantes, dependerá do clima e da relação custo/benefício. Os custos dificilmente poderão ser alterados para determinado nível de utilização de insumos; por isso, os esforços devem concentrar-se na maximização dos benefícios, ou seja, na otimização da produção. Dessa forma, há necessidade de aumentar a produtividade, o que pode

ser alcançado com o incremento da capacidade de suporte das pastagens e com a melhoria do ganho de peso dos animais (EUCLIDES, 2002).

A estacionalidade da produção de forragem é outro fator importante a ser considerado na pecuária intensiva. No Brasil Central, no período de seca, ocorre decréscimo acentuado na produção de forragem, que chega a cerca de 10% do total anual (CORRÊA; SANTOS, 2003). Além da menor produção, há também queda acentuada no valor nutritivo da forragem e, conseqüentemente, na redução do seu consumo pelos animais, comprometendo, dessa maneira, a produção animal. Para manter a taxa de lotação da pastagem elevada, o pecuarista necessita investir em suplementação de volumoso (feno ou silagem) e em concentrados protéicos, sais minerais e vitamínicos, que contribuem para o aumento do custo de produção animal.

O manejo da fertilidade do solo, a prática da adubação, o conhecimento das exigências nutricionais, os efeitos da irrigação e do clima são fatores de grande importância para a prática do manejo de pastagens, que se reflete na maior ou menor produção de forragem.

Dentre os fatores nutricionais envolvidos, o nitrogênio e o potássio desempenham importante papel na produção e qualidade da forragem (LAVRES, 2001). Segundo Alencar (2007), a determinação do turno de rega e da quantidade de água a aplicar na irrigação é decisivo para o sucesso da intensificação das produções das culturas.

Diante da diversidade de solo e clima no Brasil, necessário se faz estudar a interação entre nitrogênio, potássio e água, definindo-se as doses ideais desses fatores, a fim de otimizar a produção de forragem. Nesse contexto, teve-se como objetivo neste trabalho avaliar os efeitos da aplicação de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio, na produção do capim-tanzânia e do capim-xaraés, no sul do Estado do Tocantins, buscando-se encontrar níveis ótimos desses fatores que otimizem a produção de forragem dessas duas gramíneas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. As pastagens

A partir da década de 1970, o Brasil experimentou mudanças vertiginosas nos sistemas de produção animal baseados em pastagens, graças à introdução de novas técnicas de manejo e novas cultivares de gramíneas. Segundo Jank et al. (2005), essas mudanças proporcionaram uma expansão da área de pastagem cultivada de 30 para 100 milhões de hectares, enquanto a superfície com pastagens naturais diminuiu cerca de 25%. De acordo com o Anuário Estatístico da Pecuária de Corte – Anualpec (2003), nos últimos 10 anos apenas 13% dos animais abatidos no Brasil vieram de sistemas confinados, semiconfinados ou pastagens de forrageiras de inverno, ou seja, 87% dos animais abatidos foram provenientes de pastagens cultivadas com gramíneas tropicais.

No início dos anos de 1970, programas estratégicos para a pecuária de corte e de leite, estabelecidos pelo governo brasileiro para as regiões dos Cerrados e da Amazônia, criaram uma grande demanda por forrageiras adaptadas às condições ambientais dessas regiões (VALLE et al., 2003)

A primeira braquiária a ser introduzida no Brasil foi a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, que chegou no início da década de 1970 importada da Austrália. Tal gramínea apresentou excelente adaptação às condições edáficas e climáticas do Cerrado. Essa situação persistiu até o final daquela década, quando os ataques das

cigarrinhas-das-pastagens (*Zulia entreriana*, *Deois flavopicta* e *Deois schach*) se tornaram sério problema (PIRES, 2006).

Em 1980, a Embrapa lançou o capim-andropogon (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina) e, em 1983, o capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), duas cultivares resistentes à cigarrinha.

A cultivar Marandu, também conhecida como braquiarão ou brizantão, tornou-se o capim mais semeado no Brasil; entretanto, em razão das condições edáficas e climáticas da Região Norte do Brasil, em especial o leste do Estado do Pará, na região de Redenção, e o norte do Estado do Tocantins, em Araguaína, surgiram problemas decorrentes do fenômeno conhecido como “Morte da Braquiária” e do ataque das cigarrinhas-das-pastagens, descrita por Dias-Filho (2005), que têm causado grandes prejuízos aos pecuaristas.

Segundo Valle et al. (2003), a Embrapa Gado de Corte lançou a cultivar Xaraés com o objetivo de promover a diversificação de espécies forrageiras do gênero *Brachiaria*, oferecendo condições alternativas à cultivar *B. brizantha* cv. Marandu, desencorajando, assim, o monocultivo pecuário no Brasil Central.

Dentre as gramíneas mais cultivadas no sul do Estado do Tocantins, destacam-se as dos gêneros *Brachiaria*, *Andropogon*, *Panicum* e *Pennisetum*.

2.1.1. *Panicum maximum* cv. Tanzânia-1

A cultivar Tanzânia-1 (Figura 1) foi lançada em maio de 1990 pela Embrapa Gado de Corte. Essa cultivar é de hábito cespitoso, com cerca de 1,30 m de altura, e folhas decumbentes com 2,6 cm de largura. Os colmos são arroxeados, e as lâminas e bainhas não possuem pilosidade ou cerosidade. A inflorescência, ocorrendo em sua maior parte na primeira quinzena de abril, contém espiguetas arroxeadas sem pilosidade. A produção de matéria seca de folhas é de 20 a 26 t ha⁻¹ ano⁻¹, com teor de proteína de 16,2%. Devido ao porte médio e à pouca lenhosidade dos colmos, as touceiras são pastejadas por igual, o que permite a essa cultivar a utilização extensiva ou em rotação (JANK et al., 2005; PIRES, 2006).



Figura 1 – *Panicum maximum* cv. Tanzânia-1.

2.1.2. *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés

A *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés (Figura 2), também conhecida como MG5 ou Vitória, lançamento da Embrapa Gado de Corte, foi introduzida no mercado em 2003, originária da região africana de Cibitoke, no Burundi. Essa cultivar é uma planta cespitosa, que pode enraizar-se nos nós basais. Atinge altura de 1,50 m e colmos verdes de 6,0 mm de diâmetro. A bainha apresenta pêlos claros, rijos e ralos, sendo densos nas bordas; lâmina foliar verde-escura, de até 64,0 cm de comprimento e 3,0 cm de largura, com pilosidade curta na face superior e bordos ásperos. A inflorescência é racemosa, tardia e concentrada nos meses de maio e junho. A produção de matéria seca de folhas chega a 21 t ha⁻¹ ano⁻¹, com teor de proteína de 10,4%. Tem rápida rebrota após pastejo e é tolerante ao excesso de umidade no solo (JANK et al., 2005).

Segundo Valle et al. (2001), a cultivar Xaraés apresenta distribuição regular da produção ao longo do ano, com 30% no período seco.



Figura 2 – *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés.

Euclides (2002), comparando as cultivares Xaraés e Marandu, observou superioridade da primeira, com resultados médios de 28,2 e 17,9 kg ha⁻¹ dia⁻¹ na época chuvosa e de 9,8 e 6,7 kg ha⁻¹ dia⁻¹ na época seca, respectivamente.

Verzignassi e Fernandes (2001), contrapondo as vantagens produtivas da cultivar Xaraés, observaram que esta não apresentou antibiose a duas cigarrinhas-das-pastagens – *Notozulia enteriana* e *Deois flavopicta* – em casa de vegetação. Contudo, em observações dos níveis populacionais em diversos locais da Embrapa Gado de Corte e no ensaio em Bandeirantes, MS, esses autores constataram índices de infestação consistentemente baixos nessas cultivares, caracterizando uma resistência moderada a essa praga. Além disso, eles observaram que a Xaraés se mostrou tolerante a fungos foliares e de raízes, apresentando, ainda, maior tolerância ao excesso de umidade no solo do que a Marandu.

2.2. Adubação nitrogenada e potássica em pastagem

A prática da adubação de pastagens no Brasil é bastante restrita, principalmente, pelo fato de a pecuária brasileira ser basicamente extensiva. Além disso, devido ao grande número de variáveis envolvidas no processo da produção animal, não é fácil para a maioria dos pecuaristas maximizar a relação benefício/custo do uso dos fertilizantes nos diversos sistemas de produção animal, em condições de pastejo. No caso da adubação nitrogenada, a dificuldade é maior ainda, tendo em vista as peculiaridades técnicas e econômicas do manejo dos adubos nitrogenados em pastagem. Contudo, há um grande número de trabalhos que atestam a viabilidade econômica da adubação nitrogenada em pastagens tropicais. De fato, segundo uma pesquisa da Associação Nacional para Difusão de Adubo – ANDA (1996 e 1997), citada por Nascimento Júnior (2004), apenas 663.000 toneladas de fertilizantes NPK foram aplicadas nos 90 milhões de hectares de pastagens no Brasil, ou seja, $7,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ desse fertilizante.

O nitrogênio é o elemento exigido pelas plantas em maior quantidade (TAIZ; ZEIGER, 1998), representando de 20 a 40 g kg^{-1} da matéria seca dos vegetais (MENGEL; KIRKBY 1987). Trata-se de um componente essencial aos processos de crescimento vegetal, como aminoácidos e proteínas, e participa da molécula da clorofila, sendo componente dos ácidos nucléicos que são indispensáveis na formação dos tecidos. É, ainda, imprescindível para a utilização de carboidrato no interior das plantas, além de estimular o crescimento e desenvolvimento das folhas, caule e raízes, promovendo maior absorção de outros nutrientes (TAIS; ZIEGER, 1998).

Segundo Corsi (1984), o nitrogênio promove diversas alterações fisiológicas em gramíneas forrageiras, como número, tamanho, masa e taxa de aparecimento de perfilhos e folhas e alongamento dos colmos, que são fatores intrínsecos na produção de matéria seca e no valor nutritivo das plantas forrageiras, resultando na elevação dos índices zootécnicos.

À semelhança do nitrogênio, o potássio é um nutriente consumido em grande quantidade pelas plantas (MARDHNER, 1995), ocupando o segundo lugar (TAIZ; ZEIGER, 1995). A exigência do potássio para o ótimo crescimento das plantas varia de 20 a 50 g kg^{-1} de massa seca do vegetal (MARDHNER, 1995). O potássio está presente nas plantas na forma de K^+ , sendo altamente móvel. Desempenha várias

funções, como no processo de regulação da pressão osmótica das células; é ativador de muitas enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese; participa das translocações dos carboidratos, aumenta a resistência a salinidade, geada, seca, doenças e acamamento; e confere qualidade ao produto (MALAVOLTA, 1980; MARSHNER, 1995; TAIZ; ZEIGER, 1998).

Muitas vezes, as respostas produtivas das adubações nitrogenadas em gramíneas têm sido aquém das esperadas, o que motivou vários autores ao estudo da possível interação entre o nitrogênio e o potássio.

Monteiro et al. (1980), em área já cultivada com capim-colonião e adubada com nitrogênio por três anos e com potássio no ano anterior, realizaram um novo suprimento de nitrogênio em ausência e adição de cloreto de potássio na dose de 167 kg ha⁻¹. Concluíram que a adubação nitrogenada tem, muitas vezes, apresentado respostas produtivas abaixo do esperado, em virtude de inadequados níveis de potássio, o que sugere uma relação entre a absorção e o aproveitamento desses dois macronutrientes.

As gramíneas forrageiras são relativamente exigentes de potássio, o que requer a adubação com esse nutriente, principalmente em sistemas intensivos de exploração de pastagens, de modo a não limitar a resposta do nitrogênio.

Rappaport e Axley (1984) efetuaram estudos em laboratório com Areia Quartzosa e concluíram que a adição de cloreto de potássio à uréia na proporção de 1:1 diminuiu as perdas de amônia de 42 para 4,6%, sendo o melhor efeito encontrado quando a uréia estava na solução com KCl.

Gameh et al. (1990) estudaram as perdas por volatilização de amônia, quando se associou uréia ao KCl em diferentes formas de fertilização: uréia e KCl em grânulos, solução de uréia + KCl, uréia encoberta com KCl. Verificaram que, para a mistura dos grânulos dos dois fertilizantes, as perdas foram reduzidas de 28% no tratamento-controle para 17%. Segundo esses autores, no Brasil essa seria a forma mais indicada para se efetuar a adubação em pastagens.

Andrade et al. (1996), avaliando a resposta de *Brachiaria brizantha* stapf. Cv. Marandu à fertilização nitrogenada e potássica, observaram que a adubação nitrogenada teve efeito positivo na produção de massa seca; porém, o efeito dependeu da aplicação de potássio. Na ausência da adubação potássica, a resposta ao nitrogênio foi limitada, enquanto, na presença, foi acentuada.

Andrade (1997), trabalhando com o capim-elefante “Napier” sob diferentes doses de nitrogênio e potássio, encontrou melhores produções na relação de doses de 1 N:0,8 K₂O.

Coutinho et al. (2001), visando verificar o efeito de níveis de nitrogênio e potássio sobre a produção de forragem de capim Coastcross irrigado, verificaram que a resposta do potássio é praticamente nula na ausência do nitrogênio. Entretanto, a resposta ao potássio é evidenciada na presença do nitrogênio, com significativos aumentos na produção de forragem. As maiores produções foram obtidas com 130 kg ha⁻¹ de K₂O e 200 kg ha⁻¹ de N.

Andrade et al. (2003) estudaram o capim-elefante submetido a nove tratamentos de combinações de três doses de nitrogênio (100, 200 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N) e três doses de potássio (50, 100 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O) em duas épocas (estação das águas e da seca). Observaram que, na estação chuvosa, a adubação nitrogenada influenciou positivamente a produção de matéria seca da lâmina foliar, com um bom ajuste linear. No entanto, na época da seca não observaram um bom ajuste para estimar a produção de matéria seca de lâmina foliar. Os autores reportaram uma baixa resposta do nitrogênio, de apenas 2,86 kg de matéria seca por kg de nitrogênio aplicado. Entretanto, em experimento similar Andrade et al. (2000) obtiveram respostas diferentes, em que as doses crescentes do potássio promoveram aumentos significativos da produção de forragem.

Lopes et al. (2003) testaram doses crescentes de nitrogênio e potássio, com uma relação de 1 N:0,8 K₂O, com e sem irrigação, em capim-elefante, em Viçosa, MG, e observaram que a irrigação proporcionou aumento significativo da produção de matéria seca anual e uma antecipação do período de crescimento das plantas quando a temperatura deixou de ser fator limitante.

Alves et al. (2005) observaram efeito interativo de doses de nitrogênio (N) e potássio (K₂O) na produção de matéria seca da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. A melhor resposta em produção de matéria seca ocorreu com 50 mg de K/kg de solo e 162 mg de N/kg de solo. A equação que melhor representou o efeito interativo do nitrogênio e do potássio foi a quadrática.

2.3. Irrigação em pastagens

O aumento da população, a evolução da civilização moderna e a elevação do poder aquisitivo têm promovido crescentes demandas de água para fins domésticos, industriais e agrícolas. As expectativas para os próximos anos são preocupantes, e a água já está sendo apontada como o motivo da próxima crise mundial, pois, segundo relatório da UNESCO (2006), um quinto da população do planeta, ou 1,2 bilhão de pessoas, não possui acesso à água potável.

Críticas dirigidas à irrigação pelo consumo elevado de água e energia, sem mostrar que se trata de uma técnica de grande valia para viabilizar a produção de alimentos, podem levar ao inadequado entendimento por parte da coletividade. O investimento em agricultura irrigada é fundamental para que o Brasil continue a aumentar sua produção e produtividade, gerando empregos e excedentes exportáveis. A agricultura irrigada trouxe para a atividade agrícola o pensamento das grandes empresas, cujos segmentos de produção necessitam de controles adequados para não haver frustração de safra (TESTEZLAF et al., 2001).

A maioria dos sistemas de irrigação disponíveis poderia ser utilizado para irrigar espécies forrageiras. Porém, na prática, a maioria dos projetos nacionais de irrigação de pastagem está sendo realizada por aspersão, com o uso de pivô central, aspersão em malha e, em menor escala, aspersão convencional com canhão e autopropelido (VILELA, 1999).

Segundo Alencar (2002), um dos sistemas que têm tido boa aceitação pelos produtores, principalmente os pequenos dedicados à pecuária leiteira, é o de aspersão em malha, também chamado de sistema de tubos enterrados. Este sistema consiste em linhas laterais, de derivação e principal enterradas. É necessária apenas a mudança dos aspersores. Com isso, a mão-de-obra é sensivelmente reduzida em comparação com o sistema convencional, que necessita de mudanças tanto dos aspersores como das linhas laterais. O sistema de aspersão em malha, quando comparado com o sistema de irrigação tipo pivô central, apresenta menor dependência tecnológica, menor custo de implantação e de utilização, otimização do uso da água e da energia elétrica e menor intensidade de aplicação de água no solo.

O manejo racional da irrigação deve maximizar a produtividade e eficiência do uso da água e minimizar os custos, quer de mão-de-obra, quer de capital, para

manter as condições de umidade do solo e de fitossanidade favoráveis ao desenvolvimento das culturas (BERNARDO et al., 2006).

Segundo Rassine (2002b), o manejo da irrigação é um recurso para racionalizar a aplicação e o uso da água nas culturas que requer certos procedimentos para determinar o turno de rega (frequência), bem como medir a quantidade de água na próxima irrigação (lâmina de água). Apesar da existência de várias fórmulas para se determinar a evapotranspiração, a dificuldade do uso delas tem levado o irrigante a fazer o manejo de água com o maior erro dos pontos de vista técnico, econômico e ecológico, que é o predeterminado, ou seja, a aplicação de 5, 8, 11 ou “n” mm de água (lâmina de água) a cada 3, 5, 6 ou “n” dias sem chuvas (frequência).

As lâminas de água líquida e bruta e a frequência de irrigação são calculadas a partir das características físico-hídricas do solo, das características agrônômicas da cultura e das condições climáticas do local. O controle da umidade e a definição do momento de irrigar podem ser estabelecidos por intermédio de análise da curva de retenção da água no solo, concomitantemente com o uso de tensiômetros, que é um método direto para determinação da tensão de água no solo e indireto para determinação da porcentagem de água neste (BERNARDO et al., 2006).

Normalmente, as necessidades de água das culturas são definidas em função dos dados de evapotranspiração das culturas (ET_c) e do coeficiente da cultura (K_c), definido de acordo com a equação:

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_0} \quad (1)$$

em que:

K_c = coeficiente da cultura (adimensional);

ET_c = evapotranspiração da cultura (mm d^{-1});

ET_0 = evapotranspiração de referência (mm d^{-1}).

A evapotranspiração de referência (ET_0) pode ser determinada ou estimada de diferentes maneiras. De acordo com Burman et al. (1983), ela pode ser obtida a partir de métodos diretos, incluindo os diferentes tipos de lisímetro e o balanço de água no solo, ou de métodos indiretos envolvendo medidas de elementos climáticos. Conforme Jensen et al. (1990), nos métodos indiretos estão enquadrados os modelos

de Penman, Thornthwaite, Blaney-Criddle, Jensen- Haise, Priestley-Taylor e Hargreaves, entre outros, e também os evaporímetros, como o tanque Classe A e o atmômetro modificado. De acordo com Allen et al. (1998), o modelo de Penman-Monteith – FAO 56 apresenta estimativas confiáveis e consistentes de ET_0 , sendo considerado aquele de melhor desempenho entre os métodos combinados. Esse método tem recebido bastante atenção de técnicos, engenheiros e cientistas, em virtude de as estações automáticas fornecerem medidas em tempo quase real, além da praticidade e da facilidade para obtenção de dados (TAGLIAFERRE, 2006).

Segundo Lourenço et al. (2001), a evapotranspiração do capim-tanzânia posterior ao corte foi de quatro a cinco vezes inferior àquela apresentada ao final do ciclo. Tal resultado foi associado ao índice de área foliar (IAF) de 1,0 a 1,5 logo após o corte e de 4,0 a 5,5 ao final do ciclo. Os mesmos autores verificaram, também, que o coeficiente de cultura (K_c) variou de 0,30 a 0,40 na fase inicial de desenvolvimento e de 1,10 a 1,40 na fase final, para pastagem com ciclo de 36 dias.

Teodoro et al. (2002), avaliando diferentes lâminas de água na produção de matéria seca do capim-tanzânia e baseando as irrigações em porcentagens da evaporação do tanque Classe A, (ECA), (25, 50, 75, 100 e 125%) e turno de rega de três dias, obtiveram produções crescentes de matéria seca; na forma linear, o tratamento de 125% (ECA), foi 291,2% superior ao de 25% ECA.

Com o objetivo de simplificar e facilitar o manejo da irrigação em pastagens, Rassine (2002b) desenvolveu o método Evaporação, Precipitação e Solo (EPS) para manejar a irrigação. É um método empírico, que envolve dois parâmetros climáticos, evaporação e precipitação pluvial. Nesse manejo, quantidade de água de irrigação é estimada quando a diferença entre a evaporação no tanque classe A (ECA) e a precipitação pluvial (P) durante o desenvolvimento das pastagens atingem o valor de 25-30 mm; deve-se aplicar a água de maneira complementar às forrageiras, determinando a frequência da irrigação. Para latossolos de textura média, a quantidade de água a ser aplicada deve ser de 16 a 21 mm nos primeiros 20 cm de profundidade, que é a capacidade de armazenamento desses solos, determinando-se a lâmina de água.

Segundo Tagliaferre (2006), no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa foi desenvolvido por uma equipe de pesquisadores, um aparelho denominado Irrigâmetro[®], a ser utilizado no manejo da água de irrigação. O Irrigâmetro[®] combina o método de estimativa da evapotranspiração com

a disponibilidade de água no solo para a cultura. Possui um evaporatório e três escalas, que são usadas para realizar o manejo da irrigação: escalar – graduada no próprio tubo de alimentação do aparelho, que tem a função de medir a lâmina de água evaporada ou evapotranspirada; escala da régua de manejo – sem graduação, possuindo quatro faixas verticais de colorações azul, verde, amarela e vermelha. Engloba as características físico-hídricas do solo e da cultura, e sua função é indicar a necessidade de irrigação; e a escala da régua temporal ou porcentual – graduada em horas e minutos ou em porcentagem, é confeccionada utilizando-se a intensidade de precipitação do sistema de irrigação; possui a função de indicar o tempo de funcionamento, no caso de aspersão convencional ou localizada, ou da velocidade de deslocamento do equipamento, no caso de pivô central ou sistema linear. A maneira de quantificar a água consumida pela cultura e o momento da irrigação é por meio da estimativa de evapotranspiração.

2.3.1. Estacionalidade da produção de forragem e efeito da irrigação

O ciclo de crescimento das gramíneas é influenciado por vários fatores climáticos, como: precipitação pluvial, umidade relativa do ar, radiação solar, vento, temperatura, nebulosidade e outros.

A temperatura afeta principalmente o crescimento das plantas no decorrer das estações do ano, por meio de sua variação temporal, a qual, com a sua diminuição nos períodos de outono e inverno, vêm influenciar direta e indiretamente o metabolismo das plantas, afetando principalmente a fotossíntese (temperatura abaixo do ideal fotossintético), bem como a absorção e translocação de nutrientes (SILVA, 1995; EASTEIN; SULLIVAN, 1984) e quando a umidade do solo não é limitante.

A combinação de fatores climáticos, da planta, do solo e do animal faz com que as pastagens apresentem características de estacionalidade de crescimento. Geralmente essa estacionalidade do ciclo de produção de forragem se correlaciona com as estações do ano (VALLENTINE, 1990).

Segundo Burkart (1975), sob condições de temperaturas médias anuais superiores a 29 °C e de inverno acima de 15 °C (características das regiões tropicais e subtropicais), o fator temperatura perde importância e as condições hídricas assumem papel preponderante na fenologia das plantas. Entretanto, em regiões cujas temperaturas médias anuais são de 10 °C a 20 °C e de inverno, entre 5 °C e 15 °C, a

temperatura exerce papel tão importante quanto a umidade do solo, entretanto Vitor (2006) conclui que para as regiões de clima temperado os fatores de maior importância são a luz e a temperatura, seguidas pela umidade. Para os trópicos e subtropicais (30°S – 30°N), a temperatura e a deficiência hídrica são os principais fatores limitantes da produção de forragens.

Pinheiro et al. (2002) estudaram, através de simulações, a viabilidade econômica da irrigação por pivô central em capim-tanzânia, em várias regiões do Brasil, obtendo receita líquida de R\$ -139,22 a R\$ 735,85 ha⁻¹ ano⁻¹, para Sete Lagoas, MG, e Porto Nacional, TO, respectivamente, na condição sob irrigação, e valores de R\$ 31,95 a R\$ 418,91 ha⁻¹ ano⁻¹ para Piracicaba, SP, e Aragarças, GO, respectivamente, na condição de sequeiro. O que mais influencia essas diferenças são as condições climáticas: temperatura média anual e latitude dos municípios estudados; este último fator influencia o fotoperíodo.

Silva et al. (2005) concluíram que a temperatura do ar interferiu na produção de matéria seca da grama-esmeralda, independentemente da lâmina aplicada no período de julho a outubro de 2003, em Viçosa, MG.

Rassine et al. (2005) caracterizaram o período de estacionalidade da produção de matéria seca de seis espécies forrageiras, no primeiro e no segundo ano, sendo o déficit hídrico de 155 dias e 186 dias, respectivamente. Por sua vez, com a irrigação esse período foi reduzido para 70 e 66 dias, respectivamente no primeiro e no segundo ano. A maior resposta à irrigação foi observada no capim-elefante, seguido pelo capim-tanzânia, que proveu um acúmulo médio de forragem no período seco, de aproximadamente 50% do acumulado no período chuvoso.

Vila Nova et al. (2007), em seu modelo alternativo para cálculo da temperatura-base de gramíneas forrageiras, concluíram que a unidade fototérmica pode ser uma variável climática que combina a ação da temperatura e do fotoperíodo sobre o desempenho produtivo das culturas. Confere ao método um caráter racional e permite estimar, com boa aproximação, o valor da temperatura-base. As simulações sugerem que o método convencional, que se baseia numa relação linear entre a temperatura e o acúmulo de fitomassa, pode apresentar imprecisões na estimativa de produção, uma vez que o modelo baseado exclusivamente em soma calórica não contempla o efeito do fotoperíodo, que pode limitar a sua eficácia de predição de resposta produtiva.

As primeiras pesquisas de irrigação em pastagens no Brasil datam dos anos de 1960, na região centro-sul do Brasil, e tinham por objetivo minimizar a estacionalidade da produção das plantas forrageiras tropicais. Ladeiras et al. (1966) obtiveram um incremento médio de 84% na produção de capim-pangola (*Digitaria decumbens* Stent), sempre verde (*Panicum maximum*) e gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) irrigados e adubados no período seco do ano; porém, pouco efeito foi observado com relação à redução da estacionalidade da produção, alterando de 17% para 23% de forragem do período seco e frio do ano, que coincide com o inverno. Outros autores (CARVALHO et al., 1975; GHELFI FILHO, 1972; ALVIN et al., 1986; MARCELINO et al., 2001; RASSINI, 2004) observaram incrementos na produção de forragem; entretanto, não verificaram alteração da estacionalidade de produção de forrageiras tropicais, demonstrando a existência de outros fatores, além da deficiência hídrica, que limitam a produção de forragem, como a temperatura e o fotoperíodo, durante o período de inverno.

Corsi (1993) conseguiu lotação de 1,5 unidade animal (UA) por hectare com adubação e irrigação no outono-inverno, enquanto no verão foi possível obter lotação de 4,0 a 7,5 UA ha⁻¹ apenas com manejo e adubação na região de Piracicaba, SP. Segundo esse autor, os dados obtidos desencorajaram a aplicação dessa tecnologia em algumas regiões, principalmente naquelas onde a média de temperatura de inverno era em torno de 15 °C.

A irrigação tem proporcionado incremento de produção de forragem no período das águas, principalmente na região central do Brasil, quando as condições de temperatura e fotoperíodo não são limitantes e há ocorrência de veranicos.

Nas regiões em que a temperatura e o fotoperíodo não são limitantes à produção de forrageiras tropicais, vários autores obtiveram respostas consideráveis na produção, com o uso da irrigação no período seco. Maldonado et al. (1997), em Campos dos Goytacazes, RJ, verificaram incremento de 57% no acúmulo de forragem no período seco. Vilela et al. (2002), em Minas Gerais, obtiveram incremento de 6 a 7 vezes no período de outono-inverno com o capim-elefante paraíso (*Pennisetum hybridum*). Matsumoto et al. (2002) verificaram incremento médio de 40% na produção de forragem de cultivares de *Panicum* (guiné, colômbio, mombaça, tanzânia e centauro) quando irrigados em Ilha Solteira, SP. Segundo Maya (2003), resultado tão favorável foi atingido devido tanto à eliminação dos veranicos,

comuns no início e no final do período das chuvas, quanto ao considerável aumento de produção no período seco.

Em revisão de literatura, Rolim (1994) observou que, entre os anos de 1966 e 1978, os pesquisadores obtiveram um aumento de produção de forragem que variou entre 20 e 70% nas áreas irrigadas, em relação às não-irrigadas, durante um período de 150 dias, nas estações de outono-inverno da região do Brasil central. Concluiu que esses aumentos não foram suficientes para o equilíbrio das produções de verão e inverno.

Segundo Aguiar (1998), existem áreas irrigadas por pivô central em início de desenvolvimento, com taxa de lotação de 10 UA ha⁻¹ na primavera-verão e de 6 UA ha⁻¹ no outono-inverno e que buscam ganhos médios da ordem de 800 g por UA por dia. Já em pastagens não-irrigadas, a taxa de lotação é de 8 UA ha⁻¹ na primavera-verão e de 1 a 1,5 UA ha⁻¹ no outono-inverno. Tais valores levam em consideração que, em ambos os casos, se realizam a adubação de acordo com a análise do solo. A capacidade de produção de forragem na seca sob sistemas irrigados é de 50 a 60% do que se produz na primavera-verão e sem irrigação é de 10 a 20% do que se produz no mesmo período.

Cruz Filho et al. (1996) mencionaram que em fazendas produtoras de leite que utilizam pastagens de capim-elefante irrigadas e manejadas intensivamente no Norte de Minas Gerais foram conseguidas produções superiores a 30.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de leite, enquanto a média do Estado é de 1.350 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Alencar (1999) relatou que na região de Governador Valadares, leste de Minas Gerais, diversos produtores vêm utilizando a irrigação de pastagem e de cana-de-açúcar para alimentação de vacas leiteiras, possibilitando taxas de lotação de até 6 UA ha⁻¹, contra a média local de 0,5 UA ha⁻¹. Nessa região, devido às temperaturas mais elevadas durante o período de seca, a irrigação tem sido eficiente em diminuir a estacionalidade de produção das forrageiras, sendo a aspersão convencional semifixa de baixa pressão o sistema de irrigação adotado pelos produtores de leite, por causa dos baixos custos de implantação e de manutenção.

Benedetti et al. (2000) desenvolveram um trabalho em condições de cerrado em Uberlândia, MG, com a cultivar Tanzânia submetido a diferentes intervalos de cortes, adubado com a formulação 20-05-20, empregando 1.300 kg ha⁻¹ ano⁻¹, e irrigado durante o inverno. Transformando os dados da taxa de acúmulo diária de forragem em taxa de lotação, com aproveitamento de 80% em pastejo e consumo de

12 kg dia⁻¹ de MS por unidade animal, os pesquisadores concluíram que é possível estabelecer lotação de 13 UA ha⁻¹ na primavera e 7,3 UA ha⁻¹ no inverno. Segundo esses autores, se a pastagem não fosse irrigada, as taxas de lotação no inverno seriam da ordem de 10 a 20% da alcançada na primavera, ou seja, entre 1,3 e 2,6 UA ha⁻¹; o restante teria de ser suplementado com outros volumosos. No período da entressafra, eles obtiveram uma produção de forragem de 57% do acumulado no período da safra.

Aguiar (2002) afirmou que a maioria das pesquisas em pastagens irrigadas no Brasil foi desenvolvida em locais entre os paralelos 18° e 23° sul, principalmente em Viçosa, Piracicaba e Triângulo Mineiro. Não aparecem dados de pesquisa sobre o uso de irrigação de pastagens em regiões com temperaturas e luminosidades mais altas, localizadas em Goiás, Mato Grosso, Norte de Minas e Nordeste brasileiro, onde as condições climáticas para a resposta da pastagem à irrigação são melhores. O autor citou, ainda, que os trabalhos de pesquisa sobre irrigação de pastagens foram realizados em canteiros com corte mecânico da forragem, com longos intervalos entre cortes e com baixos a médios níveis de adubação. Nessas regiões é possível obter taxas de lotação no inverno correspondentes a 70% das lotações do verão.

Rassini (2002a) obteve, na região central do Estado de São Paulo (São Carlos), a produção de forragem na entressafra correspondente a 53 e 68% da produção da safra, respectivamente para o capim-tanzânia e o capim-elefante, com aplicação de água de maneira complementar por irrigação, possibilitando a diminuição da produção de alimentos para os animais na entressafra, como para os animais, como silagem de milho e de capim, fenos, cana-de-açúcar, aveia e outros.

Aguiar et al. (2004) avaliaram alguns parâmetros para *Brachiaria brizantha* cv. Marandu manejado intensivamente sob pivô central na região de Sérvia, MS, e obtiveram a taxa de acúmulo de forragem do outono-inverno correspondente a 77% daquela acumulada na primavera-verão.

Aguiar et al. (2005), em experimento na Fazenda Santa Fé localizada em Conquista, MG, em pastagem de capim Tifton 84 irrigada e submetida a manejo intensivo do pastejo, observaram que a forragem acumulada foi significativamente maior durante a primavera-verão, em comparação com outono-inverno, com 40.907 kg de MS e 22.004 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente. E a relação da quantidade de forragem acumulada no outono-inverno e da acumulada na primavera-verão foi de 54%.

Martuscello et al. (2005), em casa de vegetação, observaram aumento linear positivo ($P < 0,05$) na produção de matéria seca na parte aérea (lâmina, colmo e material morto) quando submeteram o capim-xaraés a doses crescentes de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 mg dm⁻³ de solo).

Souza et al. (2005), em Ilha Solteira, SP, analisaram os efeitos de doses crescentes de nitrogênio (50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de N por corte) em cultivares de *Panicum maximum* cv. (Guiné, Colonião, Mombaça, Tanzânia e Centauro), na presença e ausência de irrigação, e concluíram que a cv. Mombaça foi a que apresentou maior produção de massa de forragem. Foi observado efeito positivo da irrigação sobre a produção de massa de forragem a partir do final da estação da seca, quando as temperaturas começaram a se elevar e o fotoperíodo não era mais limitante, ou seja, foi possível antecipar a estação de crescimento das forrageiras a partir do mês de agosto, com média de 1 a 2 t ha⁻¹, para as doses de 75 kg ha⁻¹ de N por corte e de até 3 t ha⁻¹, para 100 kg/ha de N por corte, em relação ao tratamento sem irrigação.

Santos et al. (2005), no entanto, em Itapetinga, BA, não observaram efeitos significativos da irrigação na produção de matéria seca do capim-marandu, do capim-tanzânia e do Tifton 85, no período de novembro de 2004 a março de 2005. A produção de matéria seca do capim-tanzânia foi significativamente maior ($P < 0,05$) que os demais capins com ou sem irrigação.

Bueno (2006) avaliou o efeito da irrigação e da adubação nitrogenada nos cultivares Coast-cross, Florona, Marandu e Xaraés, em Coronel Pacheco, MG, e concluiu que a irrigação alterou o comportamento das quatro gramíneas. O Xaraés foi o mais produtivo, tanto no período da seca quanto das águas, com ou sem irrigação, enquanto o capim-coast-cross foi o cultivar menos produtivo. Importante salientar que esse autor obteve com o Xaraés uma produção significativamente menor ($P < 0,05$) no período da seca no tratamento sob irrigação, comparado com o de sequeiro, e que não se observou diferença significativa ($P < 0,05$) do uso da irrigação no período das águas. Segundo esse autor, o Xaraés teve a produção relativa do período da seca com o das águas de 85% no tratamento sem irrigação e de 69% com irrigação.

2.3.2. Interação lâmina de irrigação e níveis de adubação

Parte do nitrogênio do fertilizante aplicado à pastagem é frequentemente perdida do sistema, o que reduz a eficiência do uso do nitrogênio aplicado e, potencialmente, diminui a lucratividade dos empreendimentos da pecuária baseados na exploração de pastagem adubada com fertilizantes nitrogenados. Em pastagens tropicais, a volatilização de amônia (NH_3) é uma das principais vias de perdas, principalmente quando a uréia é aplicada a lanço e em cobertura no final do período das águas (MARTHA Jr., 1999; PRIMAVESI et al., 2001).

Martha Jr. et al. (2004) estimaram as perdas de amônia por volatilização em pastagem de capim-tanzânia, no verão e em solo previamente molhado, nas doses de 40, 80 e 120 kg ha^{-1} de uréia e leituras feitas após 1, 5 e 9 dias da aplicação, e concluíram que a combinação de elevada umidade do solo, ausência de chuva durante o primeiro dia e elevadas temperaturas determinaram grandes perdas (48%, 41% e 42%, respectivamente nas doses) de amônia por volatilização. Uma das estratégias recomendadas para minimizar as perdas do N da uréia é a adubação com o solo seco momentos antes da chuva ou, melhor, incorporado ao solo com o uso da irrigação.

Maldonado et al. (1997), em Campos dos Goytacazes, RJ, avaliaram o efeito da irrigação sobre a produção de forragem de duas cultivares de capim-elefante, verificando aumento linear da produção de matéria seca de ambas, em função das lâminas de água aplicada no período seco, e uma resposta quadrática no período chuvoso, mostrando que, com a maior lâmina aplicada (120% da evapotranspiração), a produção dos dois cultivares foi reduzida, o que pode ser decorrente do excesso de umidade, da falta de aeração do solo e de possível lixiviação de nutrientes.

Rodrigues et al. (2001), em Parnaíba, PI, avaliaram o efeito de diferentes níveis de irrigação (lâmina fracionada do tanque Classe A (ECA) 0,2; 0,6; e 1,0) e diferentes doses de nitrogênio (100, 200 e 300 kg ha^{-1}) para as seguintes forragens: *Pennisetum purpurium* cv. Pioneiro, *Panicum maximum* cv. Tanzânia e Tifton 85, em cinco colheitas. A produção de matéria seca da cultivar Tanzânia (24.984 kg ha^{-1}) foi superior à das cultivares Tifton-85 (18.231 kg ha^{-1}) e Pioneiro (16.239 kg ha^{-1}). A combinação da lâmina de água correspondente a 0,2 ECA e do nível de adubação de 200 kg ha^{-1} de N propiciou os melhores resultados. A análise da variância do modelo demonstrou que as produtividades de matéria seca responderam ($P < 0,05$) apenas

aos efeitos isolados das gramíneas e das adubações nitrogenadas. A produtividade de matéria seca não apresentou respostas diferenciadas ($P > 0,05$) aos efeitos de lâminas e da interação lâmina *versus* nitrogênio.

Marcelino et al. (2003), em Planaltina, DF, avaliaram a influência de tensões hídricas (35, 60, 100 e 500 kPa) e doses de nitrogênio (0, 45, 90, 180 e 360 kg ha⁻¹) sobre a produção de matéria seca e o índice de área foliar do capim *Cynodon* spp. cv. Tifton 85. A maior produção foi obtida com a menor tensão (35 kPa) e maior dose (360 kg ha⁻¹ de N), e a menor produção com a tensão de 100 kPa sem adubação. No período seco não foram observados efeitos significativos das doses de N na taxa de produção de matéria seca (TPMS) nem efeitos das tensões hídricas sobre TPMS em qualquer período; porém, verificou-se maior eficiência do uso do nitrogênio na menor tensão (35 kPa).

Sória et al. (2003) estudaram o efeito da aplicação de diferentes lâminas de água (0, 30, 70, 100 e 150% ETc) e de níveis de adubação nitrogenada (0, 100, 275, 756 e 2.079 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N) e suas interações sobre a produção do capim-tanzânia, no Município de Piracicaba, SP. Observaram que o efeito da irrigação como manejo complementar e o uso de nitrogênio para aumentar a produção desse capim, no inverno, não se mostraram capazes de compensar o efeito clima, desfavorável. As maiores lâminas de irrigação proporcionaram efeitos negativos sobre a produção de matéria seca, sendo o tratamento 70% ETc o que propiciou os maiores valores de eficiência do uso da água. Segundo esses autores, a resposta à associação da adubação nitrogenada com a irrigação tem-se mostrado satisfatória.

Cunha et al. (2005) observaram que diferentes turnos de rega e diferentes lâminas ou disponibilidade total de água no solo afetam o consumo de água no capim-tanzânia, e que o consumo é diretamente proporcional à frequência e inversamente à disponibilidade hídrica do solo.

Ribeiro et al. (2005), em experimento realizado no Vale do Curu, CE, com capim-tanzânia irrigado com diferentes lâminas (169,3, 280,8, 426,8 e 517,8 mm) e doses de nitrogênio (100, 300, 600 e 1.200 kg ha⁻¹ de N), concluíram que os fatores água e nitrogênio apresentaram efeitos altamente significativos sobre a produção de massa verde do capim-tanzânia; já a interação entre esses fatores só foi significativa a 7,9%.

Gargantini et al. (2005), em experimento com o capim-mombaça no oeste de São Paulo, com quatro lâminas (0, 50, 100, 150% da ET₀) e diferentes doses

crescentes de N no verão (0, 25, 50, 100 kg ha⁻¹ de N por corte) e dose reduzida à metade no período da seca, recomendaram para as condições em que foi desenvolvido o experimento, para o período de outubro a maio, irrigações suplementares de 73 a 114% da ET₀ e adubações de 83 a 100 kg.ha⁻¹, por intervalo de descanso de 33 dias. Durante o período de julho a setembro, recomendaram irrigações suplementares de 43 a 65% da ET₀ e aplicações de 50 kg ha⁻¹ de N, por intervalo médio de descanso de 46 dias.

Vitor et al. (2005), em Coronel Pacheco, MG, determinaram a taxa de crescimento diário e altura no momento do corte no capim-elefante (*Pennisetum purpurium* cv. Napier) quando submetido a doses crescentes de nitrogênio (100, 300, 500 e 700 kg ha⁻¹ de N) e lâminas de água (0, 18, 45, 77, 100 e 120% da evapotranspiração do capim). Eles observaram que na época da seca (outono-inverno) não houve efeito da adubação nitrogenada nem das lâminas de água sobre as alturas das plantas de capim-elefante. Já durante a época chuvosa (primavera-verão) foi observado efeito linear da adubação nitrogenada e quadrática das lâminas de água sobre as alturas das plantas no momento do corte. Com relação à taxa de crescimento diária, constataram efeito linear da adubação nitrogenada tanto no período seco quanto no período chuvoso, bem como efeito quadrático das lâminas nos dois períodos.

2.4. Valor nutritivo das plantas forrageiras

Vásquez (1965), estudando a interação nitrogênio e irrigação nas forrageiras *Panicum maximum* e *Panicum purpurascens raddi*, observou que o nitrogênio promoveu aumento no teor de proteína na forragem, ocorrendo o contrário com uso da irrigação. O significado prático para isso seria de que, ao se usar irrigação, as forrageiras devem ser adubadas com nitrogênio, para que consigam manter seu teor protéico.

Andrade et al. (2003) observaram que, no capim-elefante, houve redução no teor da fibra detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) com a aplicação de potássio na estação seca e, de modo geral, que a adubação nitrogenada aumentou os teores da proteína bruta (PB) dessa gramínea. Os teores de FDN e FDA obtidos na estação chuvosa foram superiores aos obtidos no período seco, enquanto os de proteína bruta foram inferiores aos do período seco.

Costa et al. (2005) avaliaram em casa de vegetação o efeito da adubação nitrogenada na produção de massa seca e composição bromatológica entre cultivares de *Brachiaria brizanta* (Marandu, MG4 e MG5) em doses de N (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹) em três cortes. Concluíram que a adubação nitrogenada proporcionou aumentos da produção da matéria seca e nos teores de proteína bruta e diminuiu os teores de FDN e FDA e que o cultivar MG5 apresentou maior produção de matéria seca e teores de proteína bruta.

Bueno (2006), em Coronel Pacheco, MG, comparando quatro cultivares (Xaraés, Marandu, Florana e Coast-cross) quanto aos efeitos de doses crescentes de N e na presença e ausência da irrigação, observou que as gramíneas responderam positivamente à irrigação no período da seca, elevando o teor da proteína bruta ($P < 0,05$). Entretanto, no período das águas nenhum efeito foi observado para PB. Para a interação irrigação vs nível de adubação, os teores de proteína bruta aumentaram ($P < 0,05$) em todos os níveis de adubação no período seco. No entanto, efeitos da irrigação sobre os teores de PB não foram observados no período das águas. Os maiores teores da PB foram observados na maior dose de nitrogênio, independentemente da estação e da irrigação. O cultivar MG5 se destacou por apresentar os maiores teores de FDN no período seco sem irrigação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Campus Universitário de Gurupi, Fundação Universidade do Tocantins, Município de Gurupi, TO, ao sul do Estado do Tocantins (11° 45'S, 49° 03'W, altitude 287 m), em uma área anteriormente ocupada com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com pastagem em avançado estágio de degradação.

3.2. Clima

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é Aw, definido como tropical quente e úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

A temperatura média anual está em torno de 26 °C, sendo a amplitude térmica média anual muito pequena, com temperatura média mensal mínima de 20 °C e máxima de 33 °C. A precipitação média anual é de 1.632 mm, registrando-se nos meses de outubro a março os maiores índices pluviométricos e, de abril a setembro, os menores (SAMANI; HARGREAVES, 1985).

3.3. Implementação do experimento

Foram conduzidos dois experimentos independentes, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, sendo um para a gramínea *Brachiaria brizantha* cv.

Xaraés e o outro para *Panicum maximum* cv. Tanzânia, possibilitando individualizar e facilitar o manejo da irrigação e dos animais e as alturas de pastejo dessas gramíneas.

Antes da implementação do experimento foram coletadas amostras compostas de solo, nas camadas com profundidades de 0-20, 20-40 e de 40-60 cm, para fins de análises química, física e hídrica do solo. As análises química (Tabela 1) e física do solo (Tabela 2) foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. A densidade aparente do solo de 1,51 g cm⁻³ foi determinada pelo método do anel volumétrico, descrito pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979).

Tabela 1 – Características químicas do solo da área experimental nas camadas de 0-20, 20-40 e de 40-60 cm de profundidade, antes do início do experimento

Camada cm	MO g dm ⁻³	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	K ⁺ mg dm ⁻³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al mmolc dm ⁻³	SB	CTC	V %
0-20	2,15	6,14	0,8	19	2,6	2,0	0,0	47,0	5,1	52,1	9,8
20-40	1,52	6,13	0,6	9	0,3	1,0	0,0	31,0	1,5	32,5	4,6
40-60	1,27	5,60	0,8	4	1,2	0,8	0,0	20,0	2,1	22,1	9,5

Tabela 2 – Análise granulométrica do solo da área experimental nas camadas de 0-20, 20-40 e de 40-60 cm de profundidade

Camada cm	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Classe Textural
	%				
0-20	43	22	4	31	Franco-Argilo-Arenoso
20-40	37	23	3	37	Argilo-Arenosa
40-60	48	15	7	30	Franco-Argilo-Arenosa

As características hídricas da camada de solo de 0 – 30 cm (Figura 3) foram determinadas no laboratório do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, utilizando-se amostras deformadas pelo método do Extrator de Richards (RICHARDS, 1951), obtendo-se o valor do ponto de murcha permanente (PM) igual a 0,089 g g⁻¹. A capacidade de campo (CC) foi determinada pelo método de campo, obtendo-se o valor de 0,145 g g⁻¹, segundo a metodologia descrita por Bernardo et al. (2006).

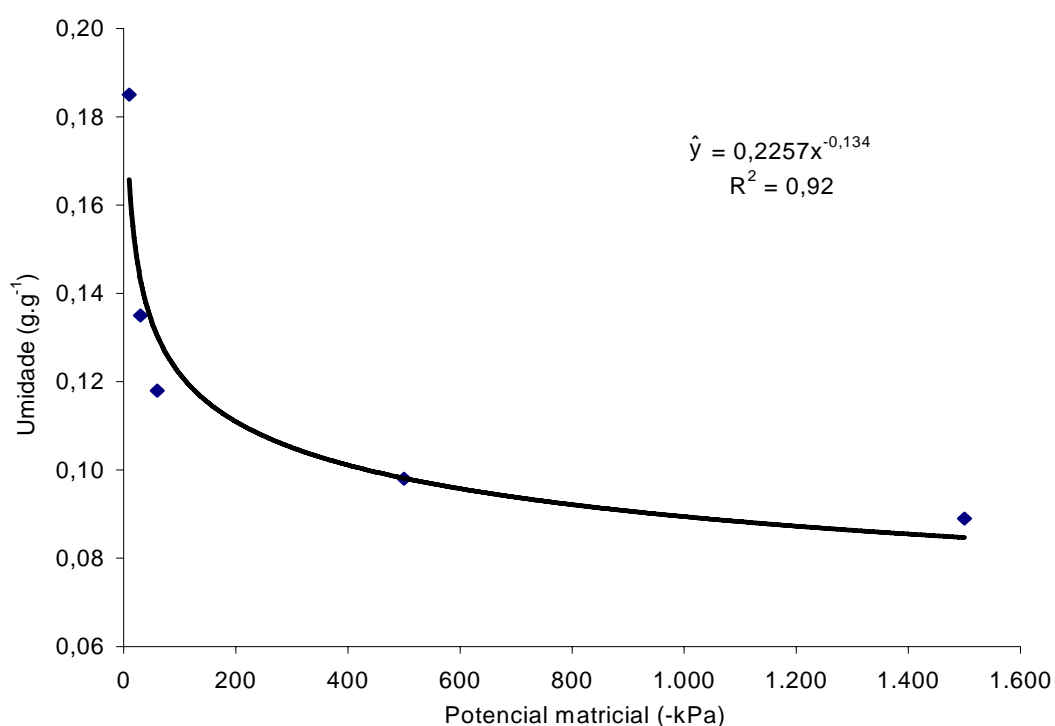


Figura 3 – Curva de retenção de água no solo, para a camada com profundidade de 0-30 cm.

O preparo do solo iniciou-se em abril de 2006, quando foi realizada uma calagem com calcário dolomítico, com PRNT de 85%, na dose de 1,8 t ha⁻¹, de acordo com a análise química do solo, tendo sido incorporado com uma aração e duas gradagens.

Na área experimental foi instalado um sistema de irrigação por aspersão em linha (*Line Source Sprinkler System*), conforme metodologia descrita por Hanks et al.

(1976). Esse sistema, desenvolvido para fins experimentais, consiste na instalação de uma linha lateral no centro da área experimental, com os aspersores bem próximos, de modo a se obter grande sobreposição dos jatos de água. O arranjo dos aspersores em uma única linha propicia maior precipitação na linha de aspersores e um gradiente decrescente ao longo da direção perpendicular da tubulação, permitindo a obtenção de diferentes lâminas aplicadas (Figura 4).



Figura 4 – Vista do “Line Source Sprinkler Sistem”.

As sementeiras do capim-tanzânia e do capim-xaraés foram realizadas em agosto de 2005, utilizando-se 40 kg de sementes por hectare, na profundidade de 1 a 2 cm, em linhas espaçadas de 32 cm.

A adubação de plantio foi feita com 132 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de 40 kg ha⁻¹ de FTE BR 12, tendo-se como fonte de fósforo o superfosfato simples.

Ambos os experimentos foram conduzidos em esquema de faixas ao longo da linha de aspersores, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições (Figura 5).

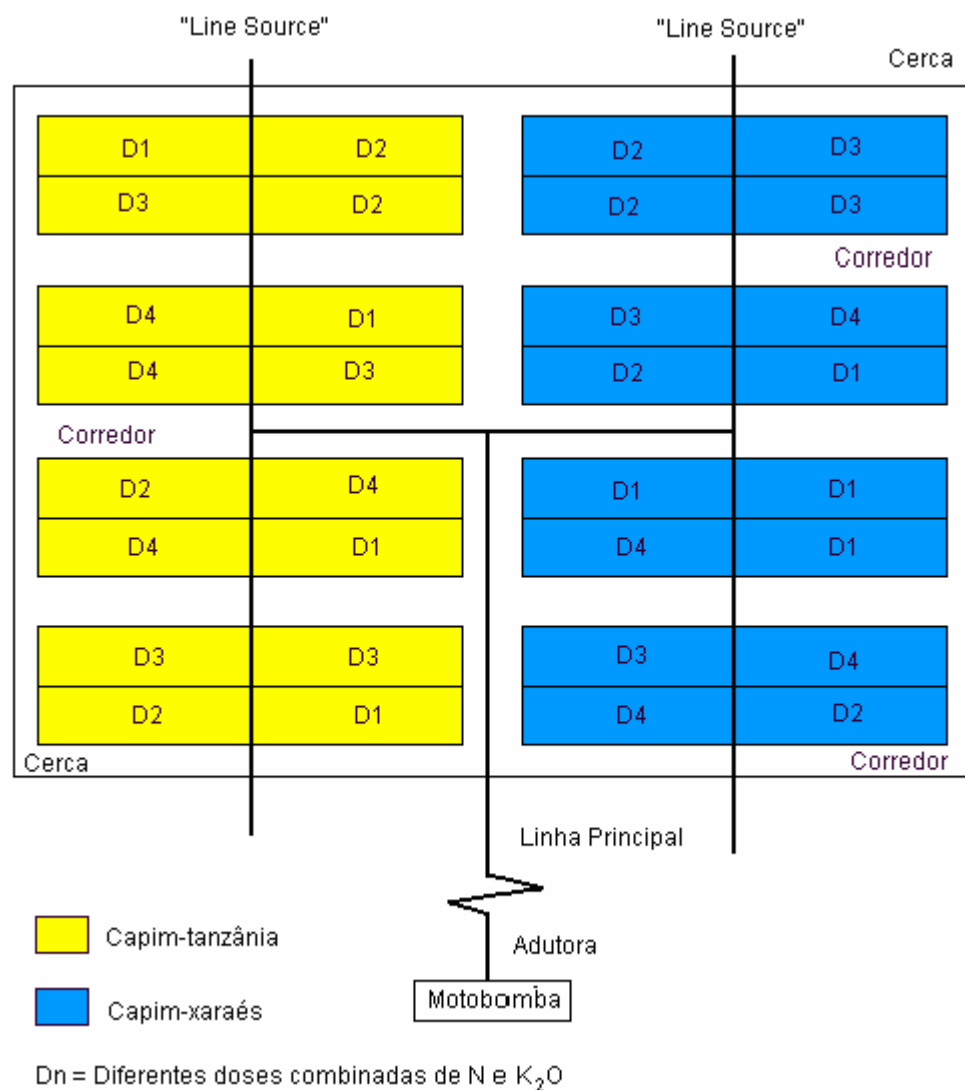


Figura 5 – Esquema da área com as parcelas experimentais.

As parcelas consistiram de quatro combinações de doses de N e K₂O (D1 = 100 + 80, D2 = 300 + 240, D3 = 500 + 400, D4 = 700 + 560 kg ha⁻¹), de forma que as combinações de N e K₂O guardam uma relação de 1 N : 0,8 K₂O. A fonte de nitrogênio foi a uréia e a de potássio, o cloreto de potássio.

As parcelas experimentais possuíam 6 m de largura e 18 m de comprimento, as quais foram subdivididas em seis partes iguais, com 6 x 3 m (18 m²), com bordadura de 0,5 m de cada lado, resultando em subparcelas com 5 x 2 m, área útil de 10 m², dispostas em faixas que representam as lâminas de água aplicadas proporcionais à evapotranspiração da cultura (L0 = 0, L1 = 18%ETc, L2 = 45%ETc,

L3 = 77%ETc, L4 = 100%ETc e L5 = 120%ETc), conforme é representado na Figura 6. Cada subparcela foi subdividida no tempo, em dois períodos do ano, para serem realizadas as análises qualitativas das forragens ao longo do ano.

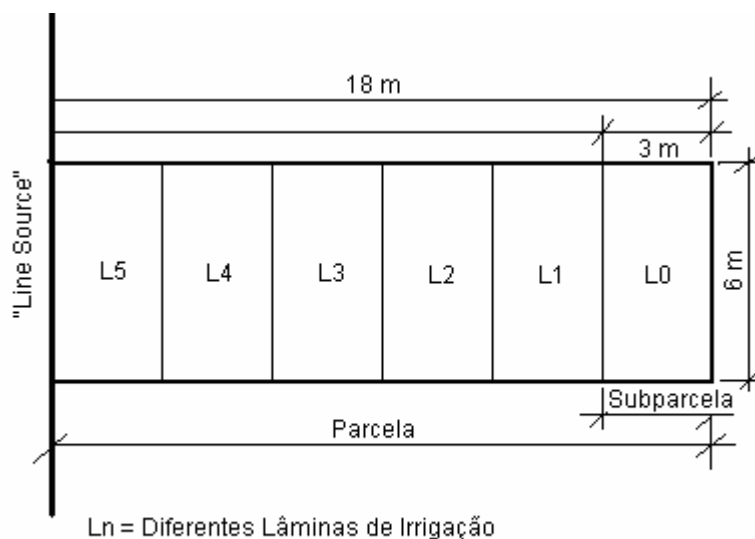


Figura 6 – Esquema da parcela com subparcelas.

O sistema de irrigação foi constituído por um conjunto motobomba, instalado às margens da barragem da Estação Experimental, com uma adutora de aço zincado de 4”, uma tubulação principal e duas linhas laterais fixas de PVC de 3”. Cada linha lateral atendeu a uma gramínea, sendo constituída por 16 aspersores espaçados de 6 m, com controle independente. Os aspersores usados são da marca Fabrimar, com diâmetros de bocais de 5,6 x 3,2 mm, acoplados a reguladores de pressão operando com 270 kPa, fornecendo vazão de $2,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$.

No início dos trabalhos foram realizadas irrigações uniformes em toda a área experimental, utilizando-se o espaçamento entre aspersores recomendado pelo fabricante (18 x 18 m), para obter uniformidade e garantir o estabelecimento da pastagem.

A lâmina aplicada foi calculada com base na curva de retenção de água no solo, de acordo com a seguinte equação:

$$L = \frac{(CC - UA)}{10} D Z \frac{1}{Ea} \quad (2)$$

em que:

L: lâmina total necessária (mm);

CC: capacidade de campo (% peso);

UA: umidade do solo na tensão de aproximadamente 40 kPa (% peso);

D: densidade do solo (g cm^{-3});

Z: profundidade efetiva do sistema radicular (cm); e

Ea: eficiência de aplicação de água (decimal).

Vinte dias após a semeadura, foi realizado um replantio para corrigir falhas de germinação do capim-tanzânia, além de capinas manuais para controle de ervas daninhas; aos 53 e 117 dias, foram realizadas roçagens a 15 cm do solo, com o objetivo de uniformizar a pastagem e aumentar o diâmetro das touceiras.

Após a última roçagem, iniciou-se a aplicação dos tratamentos, fazendo-se as irrigações diferenciadas e 15 dias depois foi feita a primeira adubação de cobertura, aplicando-se as doses combinadas da mistura de N e K_2O ; e aos 45 dias, realizou-se a primeira coleta sistemática das amostras dos capins e o primeiro pastejo monitorado nas subparcelas, de maneira que o resíduo pós-pastejo apresentasse em torno de 15 a 20% de folhas verdes remanescentes, conforme recomendação da Embrapa Gado de Leite (DERESZ,1994). O mesmo procedimento foi adotado nas demais coletas e nos pastejos seguintes. Sucessivas adubações em cobertura ocorreram logo após a saída dos animais das parcelas. Ao final do experimento foram realizadas 14 coletas de forragem em ambos os experimentos, tendo sido descartadas as duas primeiras coletas, a fim de eliminar possível efeito do manejo da irrigação conduzido anteriormente à aplicação dos tratamentos (Tabela 3).

O monitoramento da umidade do solo foi efetuado com tensiômetros de punção com leitura digital, instalados a 15, 30 e 45 cm de profundidade nos tratamentos D3L4, (subparcela com 100% da reposição da evapotranspiração das parcelas com doses de 500 kg de N com 400 kg de K_2O) nas duas gramíneas em estudo.

Tabela 3 – Data e intervalo entre coletas de forragem de cada período para o capim-tanzânia e o capim-xaraés

Período	Coleta	Tanzânia		Xaraés	
		Data	Intervalo	Data	Intervalo
Seca	3 ^a	22/04/2006	30	17/04/2006	30
	4 ^a	18/05/2006	27	17/05/2006	30
	5 ^a	19/06/2006	32	16/06/2006	29
	6 ^a	17/07/2006	30	15/07/2006	29
	7 ^a	14/08/2006	28	14/08/2006	30
	8 ^a	15/09/2006	32	14/09/2006	31
Chuva	9 ^a	13/10/2006	28	13/10/2006	29
	10 ^a	16/11/2006	34	13/11/2006	31
	11 ^a	14/12/2006	28	12/12/2006	30
	12 ^a	13/01/2007	30	11/01/2007	30
	13 ^a	13/02/2007	31	10/02/2007	30
	14 ^a	14/03/2007	29	12/03/2007	30

As leituras tensiométricas foram feitas pela manhã, às 9 horas. Quando a tensão média dos quatro tensiômetros instalados a 15 cm de profundidade era igual ou superior a 40 kPa, fazia-se a irrigação no mesmo dia, no horário de menor presença de vento, geralmente a partir das 19 horas.

O tempo para elevar a umidade do solo à capacidade de campo, nas parcelas com reposição integral da ET_c (L4), foi calculado com base na lâmina total necessária (Equação 2) e na intensidade líquida média de aplicação de água dos aspersores, igual a 22 mm h^{-1} , na referida subparcela de 100% da ET_c . Os tensiômetros instalados a 45 cm de profundidade foram usados para monitorar a possibilidade de ocorrência de percolação, o que não aconteceu.

Na manhã seguinte às irrigações eram feitas as leituras das lâminas aplicadas em pluviômetros dispostos em linha nos quatro corredores localizados perpendicularmente ao “Line Source”. Na linha de cada corredor, os pluviômetros foram posicionados na direção da fronteira entre duas subparcelas adjacentes. A lâmina média aplicada em cada subparcela foi calculada com base nos valores de precipitação obtidos nos dois pluviômetros situados na sua fronteira (Figura 7).



Figura 7 – Disposição dos pluviômetros nos corredores entre as subparcelas.

O ajustamento das lâminas planejadas em cada subparcela foi feito com aplicação de água, o mais uniforme possível, através de um sistema constituído por uma tubulação de polietileno com um crivo na extremidade final.

A lâmina de água total recebida em cada tratamento foi obtida usando-se o somatório das irrigações realizadas e das precipitações ocorridas durante o período experimental.

Simultaneamente ao acompanhamento da umidade do solo via tensiometria, foram coletados dados meteorológicos com uso de uma estação meteorológica automática, que registra dados continuamente e, através do programa Weatherlink, armazena as médias ocorridas em intervalos de 30 minutos. Os dados registrados foram: velocidade e direção do vento, temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, umidade relativa, precipitação pluvial, pressão atmosférica, irradiância solar global, radiação ultravioleta e evapotranspiração.

3.4. Delineamento experimental

Os experimentos foram conduzidos seguindo-se um esquema de parcelas sub-subdivididas, tendo-se nas parcelas quatro combinações de doses de N e K₂O (D1 = 100 + 80, D2 = 300 + 240, D3 = 500 + 400, D4 = 700 + 560 kg ha⁻¹) e, nas subparcelas, as lâminas de água (L0 = 0, L1 = 18%ETc, L2 = 45%ETc, L3 = 77%ETc, L4 = 100%ETc e L5 = 120%ETc) e nas subsubparcelas os dois períodos climáticos: período seco (outono/inverno) e período chuvoso (primavera/verão).

Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os fatores quantitativos, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste *t* a 5 % de probabilidade.

Sabendo que a produção de forragem de uma planta depende de muitos fatores, usou-se o modelo polinômial para representar o efeito da interação das lâminas de água com as doses combinadas de nitrogênio e potássio. Para análises estatísticas foi utilizado o programa “SAEG 9.1”, desenvolvido na UFV. Independentemente de a interação entre os fatores ter sido ou não significativa, optou-se pelo seu desdobramento, devido à relevância do estudo.

3.5. Variáveis avaliadas

Para estudar a influência das lâminas de água e das combinações das doses de N e K₂O nos capins Tanzânia e Xaraés, nos dois períodos do ano, determinaram-se ao longo do experimento: a produção de forragem (massa verde e massa seca), a porcentagem de matéria seca, a altura de plantas, os teores de proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN).

A altura de planta foi determinada da média de três medições feitas ao acaso nas subparcelas, desde a superfície do solo até a extremidade das folhas apicais completamente estendidas.

As coletas sistemáticas das amostras dos capins foram realizadas manualmente, simulando o pastejo (Figura 8), antes da entrada dos animais nas subparcelas, em uma área delimitada por um quadro de 1,0 por 0,5 m (área útil de 0,5 m²) posicionado em local predeterminado, conforme apresentado na Figura 9, para evitar a coleta de amostras sucessivas nas mesmas áreas.



Figura 8 – Simulação de pastejo com coleta das amostras realizada manualmente.

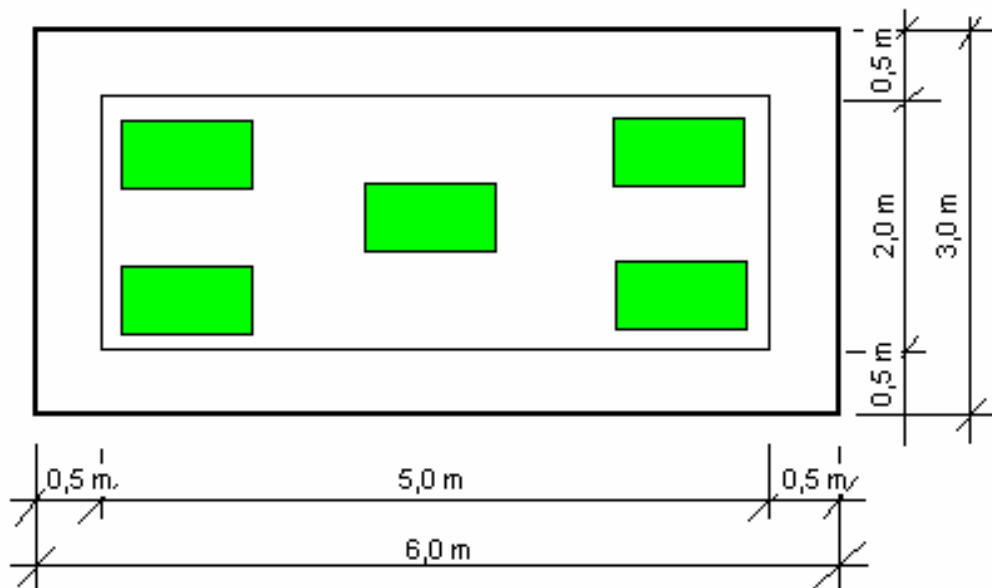


Figura 9 – Posições das coletas sistemáticas das amostras de forragem.

O material coletado, após a secagem em estufa, foi denominado matéria seca passível de ser consumida pelo animal (MSPSC), para se diferenciar da matéria seca total que usualmente é empregada quando se inclui todo o material produzido, como folhas, talos e material senescente, colhido a determinada altura por ação mecânica. Diferentemente da ação de pastejo do animal, que é seletiva, dando preferência às folhas e parte do pseudocolmo, em detrimento do consumo dos talos e do material senescente, esse efeito diferenciado das coletas animal *versus* mecânica deve interferir na fisiologia da produção das plantas, visto que a ação mecânica a determinada altura deve extrair número maior de gemas apicais, favorecendo o perfilhamento, comparativamente à ação de pastejo animal. Portanto, a simulação de pastejo deve retratar melhor a relação animal *versus* forragem no sistema produtivo a pasto.

O manejo do pastejo nas subparcelas (Figura 10) foi realizado com o auxílio de cerca elétrica, com acesso dos animais às parcelas através dos corredores. Quando o capim nas subparcelas atingia resíduo remanescente em torno de 15 a 20% de folhas verdes, retiravam-se os animais.



Figura 10 – Pastejo nas subparcelas.

Toda a massa verde colhida foi acondicionada em sacos plásticos, devidamente identificados, e imediatamente pesada em balança semi-analítica. Em seguida foi retirada uma subamostra, novamente pesada, acondicionada em saco de papel identificado e colocada para secar a 65 °C, em estufa com circulação de ar, por um período de 72 horas. Após a secagem, as subamostras foram pesadas novamente, moídas em moinho tipo Willey, passadas em peneiras com malhas de 1 mm de diâmetro e acondicionadas em sacos plásticos. A secagem definitiva para se determinar a matéria seca foi obtida tomando-se subamostras de 5 g do material pré-secado e transferindo-as para estufa a 105 °C, por 24 horas. A pesagem final foi realizada uma hora após a retirada do material da estufa (GARCIA, 1993).

Para as análises bromatológicas, constituiu-se uma amostra composta, para cada período estudado (seco e chuvoso), usando-se 2 g de cada uma das seis coletas efetuadas. Isso foi feito para cada uma das quatro repetições experimentais, para os dois capins estudados. As avaliações de composição químico-bromatológica foram realizadas no Laboratório de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

O teor de proteína bruta foi determinado pelo método semimacro Kjeldhal. A determinação da fibra insolúvel em detergente neutro seguiu o método descrito por Goering e Van Soest (1970).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Elementos meteorológicos

As precipitações pluviométricas mensais (Figura 11) variaram de zero, nos meses de junho e julho de 2006, a um máximo de 326 mm no mês de março do mesmo ano, mostrando-se semelhantes às médias históricas apresentadas por Samani e Hargreaves (1985) para Porto Nacional, TO, município próximo da área experimental. As precipitações acumuladas na estação seca, no período experimental do capim-xaraés (18/03/2005 a 14/09/2006) e do capim-tanzânia (23/03/2006 a 15/09/2006), foram de 352 e 348 mm, respectivamente. Entretanto, as precipitações acumuladas na estação chuvosa, no período experimental do capim-xaraés (15/09/2006 a 12/03/2007) e do capim-tanzânia (16/09/2006 a 14/03/2007), foram de 1.092 e 1.093 mm, respectivamente. Portanto, as precipitações pluviométricas acumuladas durante os dois experimentos foram de 1.444 e 1.441 mm, respectivamente para o capim-xaraés e capim-tanzânia. Do total de precipitações, 75% ocorreram no período chuvoso em ambos os experimentos.

A evapotranspiração de referência acumulada mensalmente durante o período experimental variou desde 81 a 159 mm nos meses de fevereiro e agosto, como se pode observar na Figura 11, equivalentes a taxas diárias da ET_0 de 2,9 e 5,1 mm, respectivamente. Os valores de ET_0 acumuladas foram de 1.401 e 1.389 mm durante os períodos experimentais relativos ao capim-xaraés e ao capim-tanzânia, respectivamente. Dos totais anuais, 53% da ET_0 (741 e 660 mm) ocorreu no período

seco, porcentual próximo da média histórica de 50% (SAMANI; HARGREAVES , 1985), e divergente das apresentadas por Sória (2002) em Piracicaba, SP, município localizado na região centro-sul do Brasil, onde as evapotranspirações são maiores no período chuvoso, visto que coincide com o período de temperaturas mais elevadas e dias mais longos.

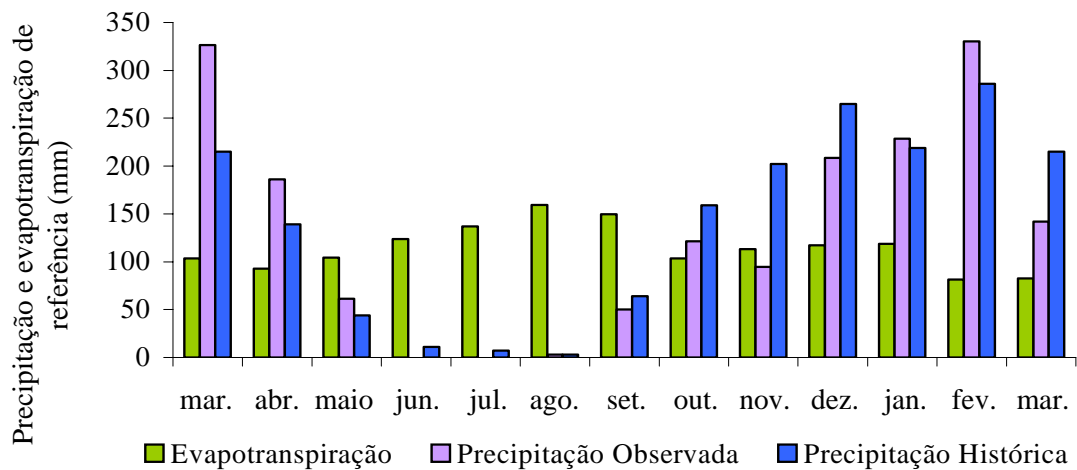


Figura 11 – Evapotranspiração de referência e precipitação pluviométrica mensais no período experimental e a média histórica apresentada por Samani e Hargreaves (1985).

A média mensal da irradiância solar global máxima variou de 1.154 a 766 $W m^{-2}$ nos meses de janeiro e junho, respectivamente, coincidindo com os solstícios de verão e de inverno no hemisfério sul (Figura 12). Os valores médios da irradiância solar global máxima do período chuvoso foram 22% maiores que as do período seco.

Os valores da irradiância solar global variou de 3,47 a 4,63 $MJ m^{-2}d^{-1}$ nos meses de fevereiro e setembro, respectivamente (Figura 12). A irradiância solar global acumulada no período chuvoso foi 95% da acumulada no período seco, apresentando comportamento antagônico ao observado da irradiância solar global máxima instantânea, o que pode ser justificado pela maior nebulosidade do período chuvoso (primavera-verão).

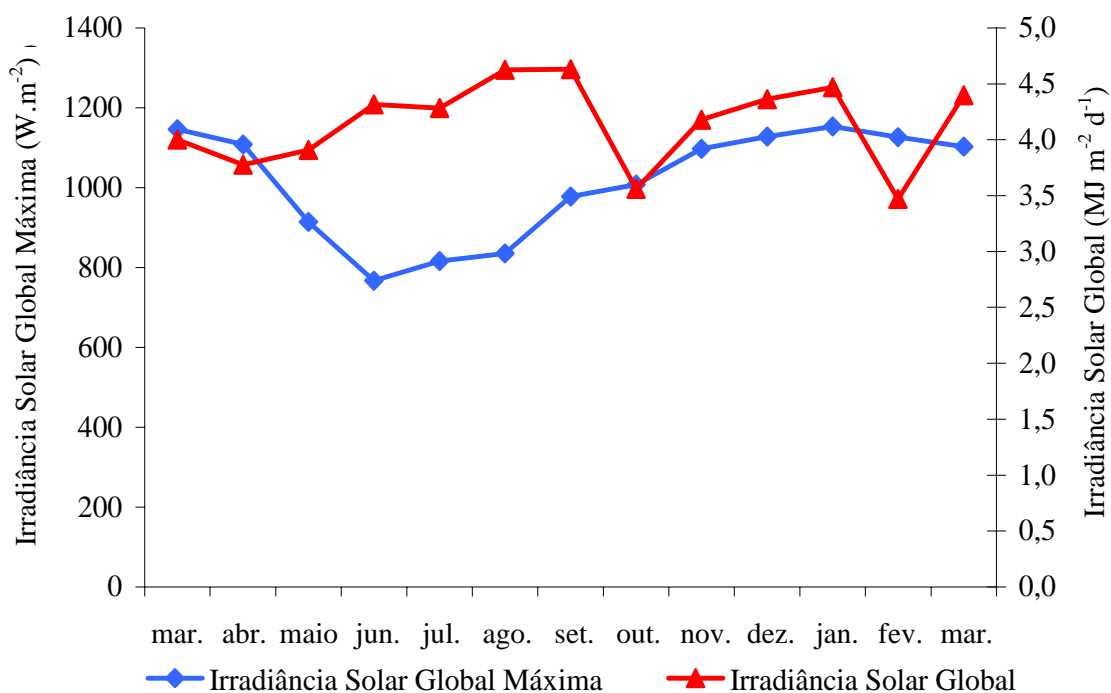


Figura 12 – Variação mensal da irradiância solar global máxima e irradiância solar global, durante o período experimental de março de 2006 a março de 2007.

Na Figura 13 estão apresentadas as variações das temperaturas máxima, média e mínima diária mensal durante o período experimental. As temperaturas médias diárias mensais apresentaram pequena variação ao longo do ano, entre 22,8 e 27,0 °C nos meses de junho e outubro, respectivamente. Observa-se também, na Figura 13, que a temperatura máxima média apresentou pequena variação ao longo do ano, entre 29,6 e 35,2 °C, valores observados nos meses de fevereiro e setembro, enquanto a temperatura mínima média variou de 15,5 a 22,7 °C, ocorridas nos meses de julho e outubro, respectivamente.

A amplitude térmica diária variou de 7,4 a 18,0 °C, observados nos meses de fevereiro e agosto, respectivamente. As maiores amplitudes térmicas ocorreram no período seco, época em que se verificou, também, maior variação da umidade relativa do ar (Figura 14).

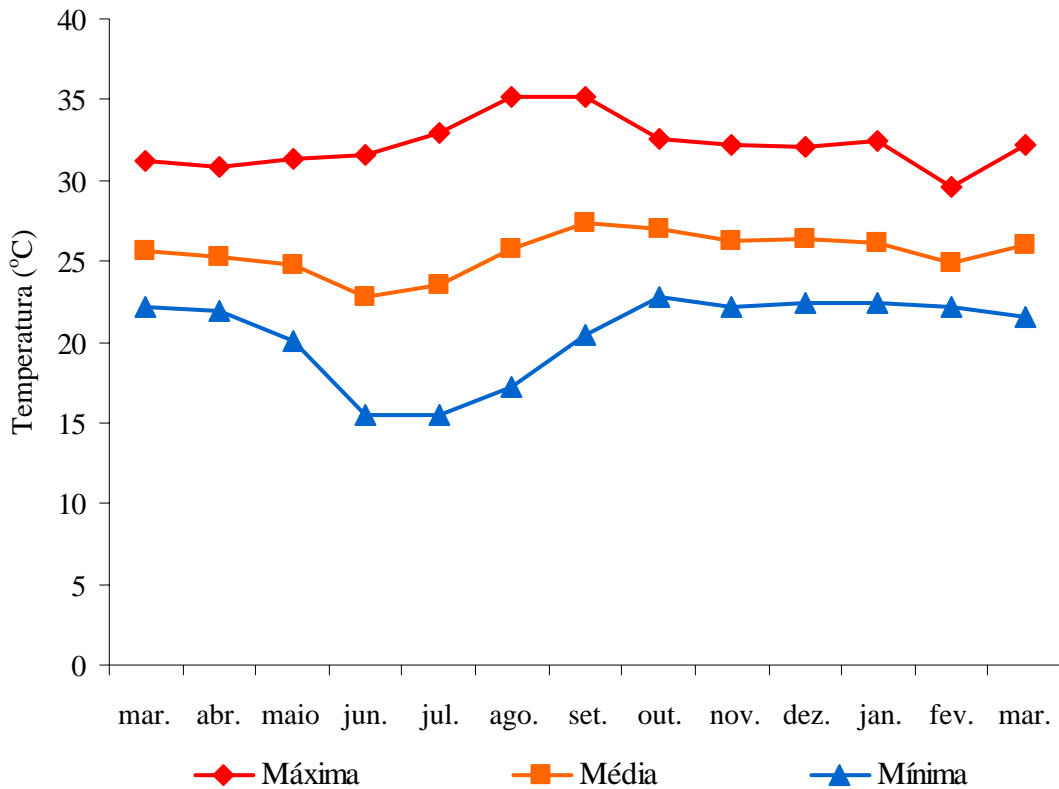


Figura 13 – Variação da temperatura máxima, média e mínima mensal no período experimental, entre março de 2006 e março de 2007.

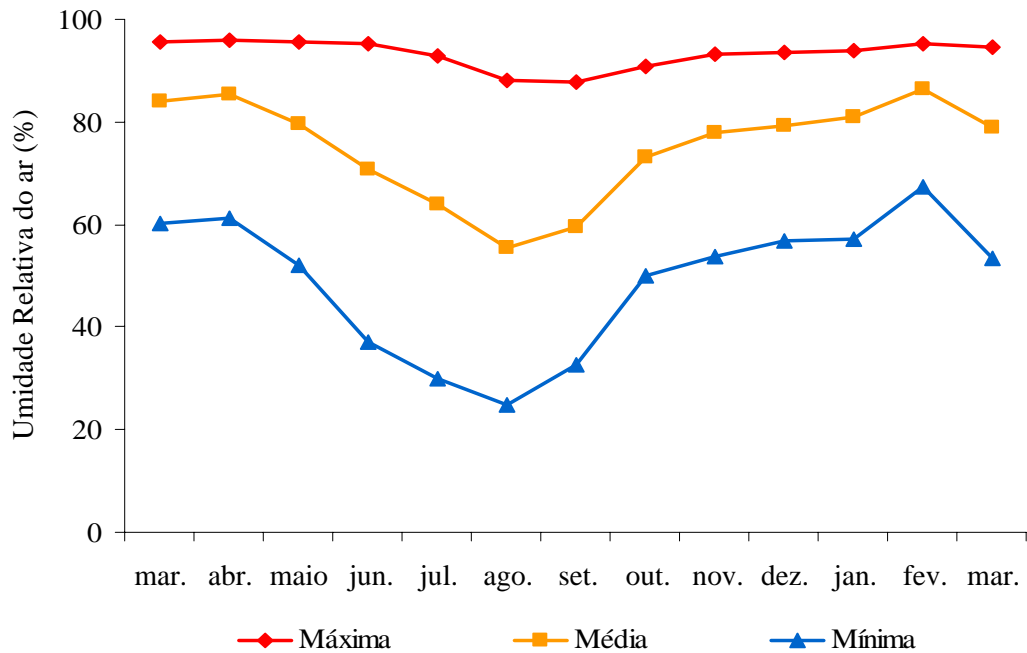


Figura 14 – Umidades relativas máxima, média e mínima durante o período experimental de março de 2006 a março de 2007.

4.2. Fertilidade do solo na área experimental

O resultado da análise química da camada de 0 a 20 cm de profundidade, no início e no término do experimento, encontra-se na Tabela 4.

Em geral, os valores de pH mantiveram-se próximo a 6; no entanto, a porcentagem de saturação de bases (V) não atingiu 70%, como se pretendia inicialmente. Segundo Werner (1994), valores maiores que 70% são o ideal quando se trabalha em sistemas de manejo intensivo de pastagem, nos quais se faz uso de altas doses de adubos fertilizantes.

De maneira geral houve melhoria da fertilidade do solo e, embora tenha sido feita a correção no início do experimento, a disponibilidade de nutrientes no final ficou aquém do requerido pelos capins Xaraés e Tanzânia explorados em sistema de produção intensiva. Isso deve ter ocorrido por causa da extração de nutrientes pelas gramíneas no decorrer das 14 coletas efetuadas.

Pode-se observar na Tabela 4 que o teor de potássio aumentou com o incremento das doses aplicadas, e o teor de fósforo, apesar da elevada dose de P_2O_5 aplicada no início (132 kg ha^{-1}), não atingiu o recomendado (CFSEMG,1999). Observaram-se melhores teores de fósforo no capim-tanzânia, o que pode ter sido consequência do fósforo adicionado no replantio das falhas no início da implantação do experimento. Os baixos teores de fósforo observados no final dos experimentos podem ser explicados, segundo Corsi e Nussio (1992), pela boa cobertura morta proveniente da pressão de pastejo mais leve em pastagem manejada corretamente, que permite a recuperação rápida do crescimento de raízes ativas na superfície do solo, proporcionando maior eficiência na absorção do fósforo aplicado no solo. O teor de matéria orgânica no solo aumentou no final do experimento.

Segundo Silva (1995), tendo em vista a baixa fertilidade dos solos de cerrado, é necessário que se estabeleçam, inicialmente, níveis de fertilidade a serem alcançados, como possibilidade de viabilização técnica e econômica, dada a gradual capacidade de resposta dos solos no processo de recuperação. O mesmo autor recomendou realizar a correção e adubação do solo de forma equilibrada, mantendo a proporcionalidade entre os nutrientes Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^+ no complexo coloidal em 65-85% de Ca^{+2} , 6-12% de Mg^{+2} , 2-5% de K^+ e 20% de H^+ , sugerindo ainda que pastos manejados para produções elevadas de forragem deveriam ser vistos como culturas.

Tabela 4 – Análise química em amostras de solo da camada de 0-20 cm, no início e no final do experimento, nas subparcelas correspondentes a lâminas de água de 100% ET_c, para as diferentes doses de adubo combinado de nitrogênio e potássio, em pastagens de capim-tanzânia e capim-xaraés

Pastagem	Dose N:K kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	pH H ₂ O	M.O. g dm ⁻³	P K S			Ca	Mg	AL	H+Al		SB*	T**	V*** %	Zn	Fe	Mn	Cu
				mg dm ⁻³						cmol _c dm ⁻³								
Inicial		6,1	2,2	0,7	19		0,26	0,22	0	4,7	0,51	5,21	9,8	0,93	28,6	7,2	0,80	
Tanzânia	100:80	6,0	3,2	1,8	37	14,4	0,84	0,27	0	3,2	1,20	4,40	27,3	4,37	31,3	19,3	0,53	
	300:240	5,7	2,6	1,2	42	13,9	0,76	0,36	0	2,7	1,23	3,93	31,3	3,71	30,9	15,3	0,53	
	500:400	6,1	2,7	3,4	80	12,2	0,89	0,41	0	2,2	1,5	3,70	40,5	4,30	22,9	17,3	0,54	
	700:560	6,1	2,7	3,2	126	12,0	0,99	0,41	0	2,2	1,72	3,92	43,9	3,74	21,2	21,2	0,52	
Xaraés	100:80	6,0	2,9	0,7	26	14,2	1,04	0,46	0	2,2	1,57	3,77	41,6	2,71	25,1	17,9	0,51	
	300:240	6,2	3,2	0,6	52	14,6	1,00	0,42	0	2,2	1,55	3,75	41,3	1,12	20,6	17,1	0,39	
	500:400	6,2	3,5	0,9	88	15,4	1,09	0,46	0	2,7	1,78	4,48	39,7	3,11	24,0	23,7	0,40	
	700:560	5,6	2,6	1,0	102	18,1	0,44	0,19	0	3,2	0,89	4,09	21,8	3,60	52,2	10,8	0,84	

P e K – extrator Mehlich 1; *Soma de Bases; **Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; e ***Índice de Saturação de Bases.

Aguiar (1997) recomendou que, para sistema rotacionado, a intensificação da produção de pastagem a partir de altas taxas de lotação animal só é possível se forem atendidas as exigências nutricionais dessas plantas forrageiras através do fornecimento de quantidades racionais de nutrientes.

4.3. Manejo da irrigação

As irrigações diferenciadas foram iniciadas após o último corte de uniformização, rente ao solo, no dia 22 de dezembro de 2005, e se encerraram na última coleta (14^a) em 14 de março de 2007; entretanto, para fins de estudos qualitativos e quantitativos conduzidos nos experimentos, definiram-se como início as datas correspondentes à 2^a coleta de dados: 18/03/2006 para o capim-xaraés e 23/03/2006 para o capim-tanzânia.

Durante o experimento foram realizadas 33 irrigações no capim-tanzânia, sendo 22 no período seco e 11 no chuvoso e 29 irrigações no capim-xaraés, sendo 20 na estação seca e 9 na chuvosa. Na Tabela 5 estão apresentados os valores das precipitações pluviais e das lâminas de água aplicadas nas irrigações dos capins Xaraés e Tanzânia.

Tabela 5 – Lâminas de água precipitada e aplicadas na irrigação dos capins Tanzânia e Xaraés, durante os respectivos períodos experimentais

Capim	Níveis de Água	Precipitação (mm ano ⁻¹)	Lâmina Aplicada P1* (mm)	Lâmina Aplicada P2** (mm)	Lâmina Aplicada (mm ano ⁻¹)	Lâmina Total (mm ano ⁻¹)
Tanzânia	L ₀	1.441	0	0	0	1.441
	L ₁	1.441	107	53	159	1.600
	L ₂	1.441	267	132	398	1.839
	L ₃	1.441	456	225	681	2.122
	L ₄	1.441	593	292	885	2.326
	L ₅	1.441	711	351	1.062	2.503
Xaraés	L ₀	1.444	0	0	0	1.444
	L ₁	1.444	96	54	149	1.593
	L ₂	1.444	240	134	373	1.817
	L ₃	1.444	410	229	639	2.083
	L ₄	1.444	533	297	830	2.274
	L ₅	1.444	639	357	996	2.440

* Período seco e ** período chuvoso.

Com o monitoramento das leituras tensiométricas e das precipitações pluviométricas, observou-se um período em que a contribuição da chuva foi insignificante para promover excedentes hídricos no solo das subparcelas de referência de 100% da ET_c . Com irrigações complementares, foi possível manter a umidade do solo em níveis adequados e quantificar o consumo de água pelas forragens entre os dias 14 de maio e 6 de setembro de 2006, abrangendo os períodos da 5ª, 6ª e 7ª colheitas. Da estação climatológica automática foram obtidos os valores da evapotranspiração de referência, e com a aplicação da Equação 1 determinaram-se os valores do coeficiente de cultura (K_c) dos capins Xaraés e Tanzânia (Tabela 6). Os valores médios de K_c encontrados nos ciclos de colheita estudados estão em acordo com os apresentados por Lorenço et al. (2001) para o capim-tanzânia, que variaram de 0,30 a 0,40 na fase inicial de desenvolvimento e de 1,10 a 1,40 na fase final, para pastagem com ciclo de 36 dias.

Tabela 6 – Valores médios de coeficiente de cultura (K_c) dos capins Tanzânia e Xaraés do 5º ao 7º período de colheita com a aplicação de lâmina de água de 100% da ET_c

Período da Coleta	K_c	
	Capim-Tanzânia	Capim-Xaraés
5º	1,05	1,10
6º	0,91	0,84
7º	0,92	0,88

4.4. Capim-tanzânia

4.4.1. Produtividade de matéria verde

A produtividade de matéria verde (MV) do capim-tanzânia durante todo o período experimental teve comportamento quadrático com as doses de N:0,8 K_2O ($P < 0,01$) e com as lâminas de água aplicadas ($P < 0,01$), conforme ilustrado na Figura 15, sendo estimada pela seguinte equação:

$$\hat{MV} = 17.165,20 + 140,495^{**} D - 0,107788^{**} D^2 + 358,232^{**} L - 1,5831^{**} L^2 \quad (3)$$

$$R^2 = 0,92$$

em que:

MV = produtividade de matéria verde (kg ha^{-1});

D = dose do adubo combinado de N:0,8 K_2O ($\text{kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$); e

L = lâmina de água aplicada em porcentagem da ET_c .

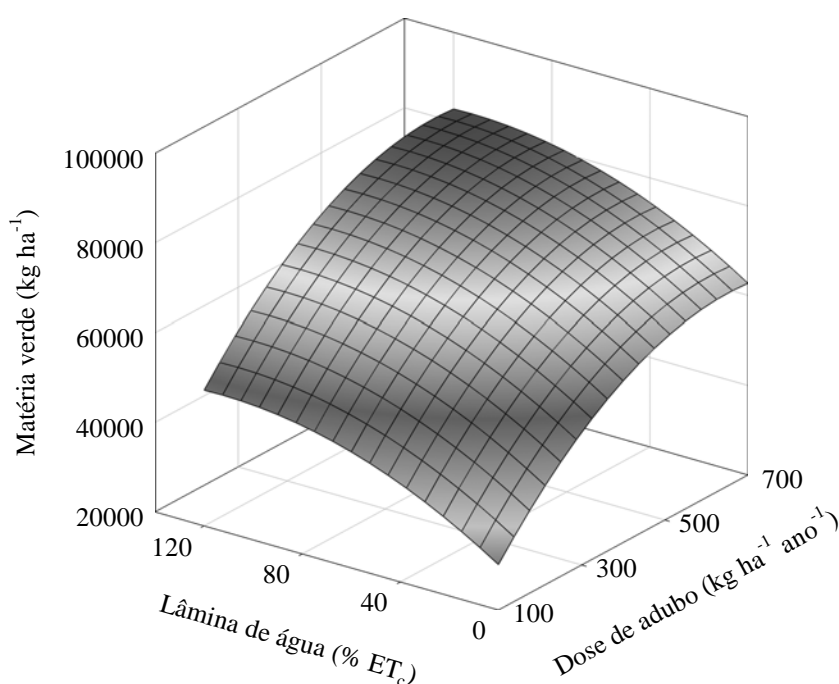


Figura 15 – Estimativa da produtividade de matéria verde do capim-tanzânia, em função da dose de N:0,8 K_2O e da lâmina de água aplicada, durante o período experimental.

A menor produtividade no período experimental foi de $30.136 \text{ kg ha}^{-1}$ de MV, com a aplicação da dose de $100 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ de N:0,8 K_2O , na ausência da irrigação (0% ET_c). A produtividade máxima foi de $83.121 \text{ kg ha}^{-1}$ de MV, com a dose de $651,70 \text{ kg ha}^{-1}$ de N:0,8 K_2O e lâmina de água de 113% ET_c , resultando em um aumento de 175,8%. Esse aumento indica a importância da irrigação e da adubação nitrogenada e potássica para incrementar a produção do capim-tanzânia.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se, que para cada unidade porcentual da ET_c até o ponto de inflexão, igual a 113,36% ET_c, houve acréscimo médio de 179,11 kg ha⁻¹ de MV, e do ponto de inflexão à maior lâmina (120% ET_c) ocorreu redução média de 7,54 kg ha⁻¹ de MV.

Mantendo a lâmina de água constante, observou-se que para cada quilograma de adubo aplicado até o ponto de inflexão de máxima produtividade, correspondente a 652 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, houve acréscimo médio de 59,47 kg de MV; a partir desse ponto, o aumento da dose até 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ do adubo resultou em redução média de 5,2 kg ha⁻¹ de MV.

Durante o período seco, a produtividade de matéria verde do capim-tanzânia teve comportamento quadrático com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e com as lâminas aplicadas (P<0,01), de acordo com a Equação 4 e a Figura 16.

$$\hat{MV} = -1.658,88 + 60,6616^{**} D - 0,0508261^{**} D^2 + 309,244^{**} L - 1,29601^{**} L^2 \quad (4)$$

$$R^2 = 0,91$$

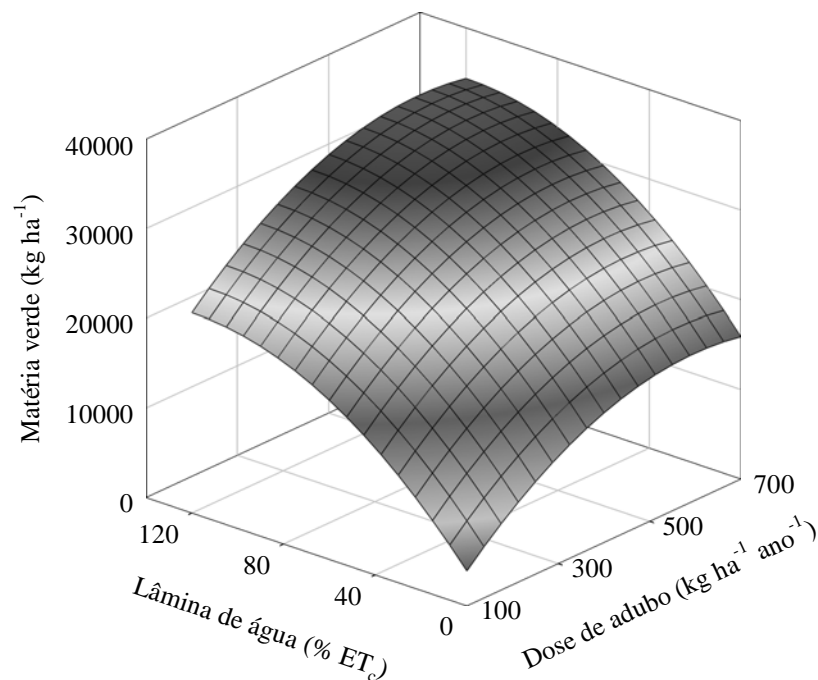


Figura 16 – Estimativa da produtividade de matéria verde do capim-tanzânia, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período seco.

A menor produtividade no período seco foi de 3.899 kg ha⁻¹ de MV, com a dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação (0% ET_c). A produtividade máxima nesse período foi de 34.888 kg ha⁻¹ de MV, com dose de 596,80 kg ha⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 119% ET_c, obtendo-se um aumento de 795%. Essa constatação evidencia a importância da irrigação e da aplicação de nitrogênio e potássio no aumento da produtividade do capim-tanzânia no período seco do ano, contribuindo para reduzir a estacionalidade da produção de forragem.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que para cada unidade porcentual da evapotranspiração do capim (ET_c) até o ponto de inflexão, igual a 119% ET_c, houve acréscimo médio de 154,62 kg ha⁻¹ e, do ponto de inflexão à maior lâmina (120% ET_c), ocorreu redução média de 0,90 kg ha⁻¹ de MV.

Mantendo a lâmina de água constante, observou-se que para cada quilograma de adubo aplicado até o ponto de inflexão de máxima produção, correspondente a 597 kg ha⁻¹ de N:0,8 K₂O, houve acréscimo médio de 50,49 kg ha⁻¹ de MV; a partir desse ponto até 700 kg ha⁻¹, ocorreu redução média de 10,50 kg ha⁻¹ de MV.

Durante o período chuvoso, a produtividade de matéria verde do capim-tanzânia teve comportamento quadrático com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e linear com as lâminas de água aplicadas (P<0,10).

A Equação 5, da superfície de resposta mostrada na Figura 17, foi obtida a partir de regressão ajustada aos dados de produtividade de matéria verde (MV) do capim-tanzânia, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período chuvoso.

$$\hat{MV} = 19.314,1 + 79,8338^{**} D - 0,05619^{**} D^2 + 14,7589^{ns} L \quad R^2 = 0,91 \quad (5)$$

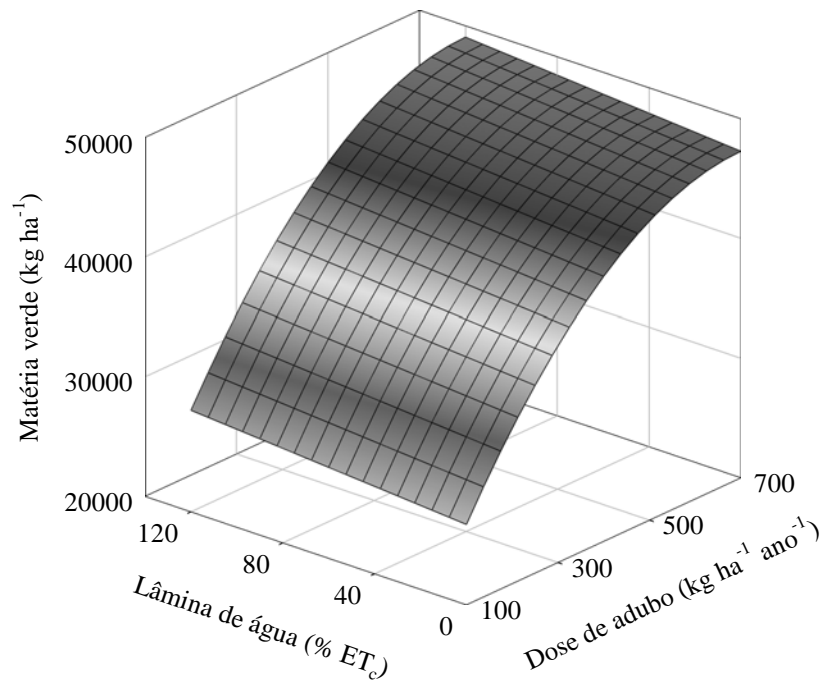


Figura 17 – Estimativa da produtividade de matéria verde do capim-tanzânia, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período chuvoso.

A menor produtividade no período chuvoso foi de 26.727 kg ha⁻¹ de MV, com dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação (0% ET_c). A maior produtividade nesse período foi de 49.057 kg ha⁻¹ de MV, com dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água aplicada de 120% da ET_c, resultando em aumento de 83,5%.

Como no período seco a produtividade máxima de matéria verde foi igual a 34.888 kg ha⁻¹, isso representa 71% da produtividade obtida no período chuvoso.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que para cada unidade porcentual da ET_c houve acréscimo na estimativa da produtividade de matéria verde de 14,76 kg ha⁻¹.

Mantendo a lâmina de água constante, observou-se que para cada quilograma de adubo aplicado até o ponto de inflexão de máxima produtividade, correspondente a 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, houve acréscimo médio de 68,52 kg de MV. Esse resultado comprova que o capim-tanzânia, no período chuvoso, foi 36% mais eficiente na conversão do adubo em matéria verde, comparativamente ao período seco com irrigação.

Na Tabela 7 são apresentadas as produtividades de matéria verde do capim-tanzânia para as respectivas combinações de período, dose de adubo e lâmina de água. Na dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, as produtividades de matéria verde do capim-tanzânia no período seco diferiram das obtidas no período chuvoso, nas diversas lâminas estudadas, à exceção de 77% da ET_c. Nas doses de 300, 500 e 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, as produtividades de matéria verde no período seco diferiram daquelas obtidas no período chuvoso em todas as lâminas de água, exceto na lâmina de 100% da ET_c, na dose 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Tabela 7 – Valores médios da produtividade de matéria verde do capim-tanzânia para as respectivas combinações de período, lâmina de água e dose de adubo

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	100		300	
	P1	P2	P1	P2
0	9.682 b	29.887 a	11.959 b	36.9265 a
18	12.322 b	29.407 a	16.038 b	37.123 a
45	15.355 b	24.414 a	22.527 b	39.580 a
77	19.563 a	26.838 a	27.637 b	37.210 a
100	18.384 b	28.840 a	29.544 b	42.613 a
120	17.163 b	25.630 a	32.768 b	43.672 a

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	500		700	
	P1	P2	P1	P2
0	15.653 b	42.815 a	13.170 b	46.922 a
18	17.090 b	43.133 a	18.072 b	47.941 a
45	28.026 b	45.020 a	28.336 b	50.380 a
77	34.370 b	47.252 a	32.393 b	55.278 a
100	33.885 b	48.009 a	37.044 a	43.193 a
120	36.040 b	46.043 a	35.260 b	46.312 a

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas para cada lâmina de água e dose de adubo não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. P1 = período seco e P2 = período chuvoso.

4.4.2. Porcentagem de matéria seca

A porcentagem de matéria seca (PMS) do capim-tanzânia durante o período experimental teve comportamento quadrático com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e

linear com as lâminas aplicadas ($P < 0,01$), como pode ser observado na Figura 18, sendo estimada pela seguinte equação:

$$\hat{PMS} = 30,1079 - 0,016221^{**} D + 1,27756 \cdot 10^{-5**} D^2 - 7,85196 \cdot 10^{-3**} L \quad (6)$$

$$R^2 = 0,93$$

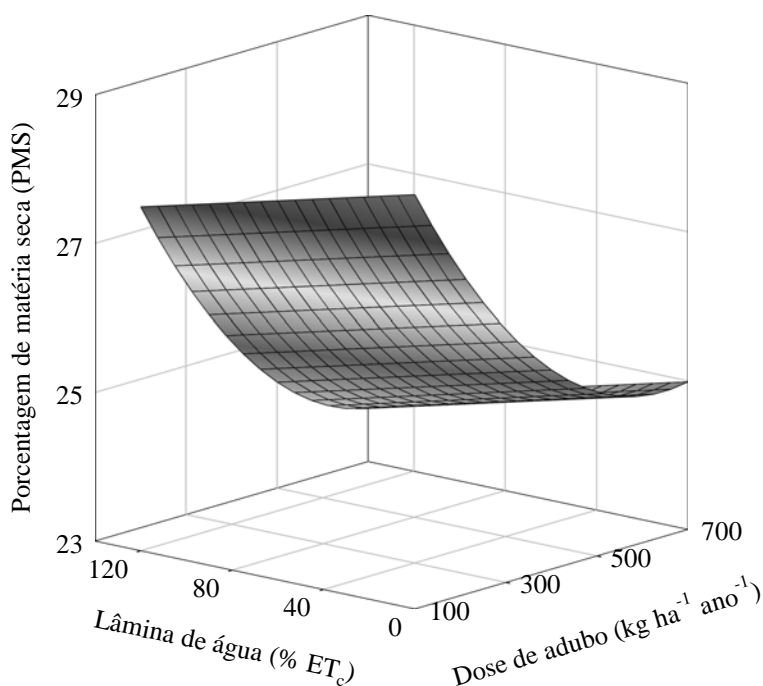


Figura 18 – Estimativa da porcentagem de matéria seca do capim-tanzânia, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período experimental.

A menor porcentagem de matéria seca no período experimental foi de 24,02%, com a dose estimada de 634,84 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 120% ET_c. A maior porcentagem de matéria seca foi de 28,61%, com aplicação da menor dose de N:0,8 K₂O (100 kg ha⁻¹ ano⁻¹) e na ausência de irrigação (0% ET_c), resultando em um incremento no teor de MS de 4,59%.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que o incremento de uma unidade porcentual da ET_c resultou em redução de 7,85 x 10⁻³ % no teor de matéria seca. Mantendo a lâmina constante, observou-se que para cada quilograma de adubo

adicionado desde a menor dose ($100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) até a dose na qual ocorre a máxima porcentagem de MS, no ponto de inflexão, estimada em $634,84 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N:0,8 K_2O , ocorreu redução média de $5,35 \times 10^{-3} \%$ de MS. A redução acumulada no teor de matéria seca do capim-tanzânia entre essas duas doses de adubo foi de 3,4%.

Durante o período seco, a porcentagem de matéria seca do capim-tanzânia teve comportamento quadrático com as lâminas aplicadas ($P < 0,01$) e com as doses de N:0,8 K_2O ($P < 0,01$), de acordo com a Equação 7 e a Figura 19.

$$\hat{PMS} = 40,4146 - 0,031^{**} D - 2,64446 \cdot 10^{-5} D^2 - 0,141572^{**} L + 7,00 \cdot 10^{-4} L^2 \quad (7)$$

$$R^2 = 0,92$$

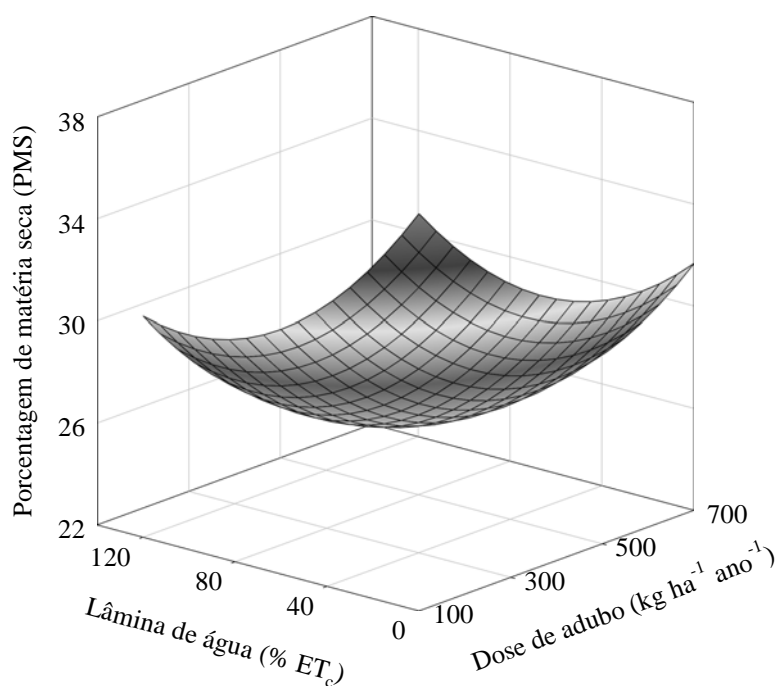


Figura 19 – Estimativa da porcentagem de matéria seca do capim-tanzânia, em função da dose de N:0,8 K_2O e da lâmina de água aplicada, durante o período seco.

A menor porcentagem de matéria seca no período seco foi de 24,16%, com lâmina de 101,14% da ET_c e dose de $586,23 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N:0,8 K_2O . A maior

porcentagem de matéria seca foi de 37,57%, com dose de 100 kg ha⁻¹ de N:0,8 K₂O na ausência de irrigação (0% ET_c), equivalente a uma diferença de 13,41%.

Ao manter a lâmina de água constante no período seco, observa-se que para cada quilograma de adubo adicionado à menor dose (100 kg ha⁻¹ ano⁻¹) até o ponto de inflexão, com dose estimada em 586,23 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, houve redução média de 5,35 x 10⁻³ unidades percentuais, perfazendo uma redução total de 3,4% no teor da matéria seca do capim-tanzânia.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que para cada unidade porcentual da evapotranspiração (ET_c), até o ponto de inflexão com lâmina igual a 101% ET_c, houve uma redução média de 7,85 x 10⁻³ % no teor da matéria seca.

Durante o período chuvoso, a porcentagem de matéria seca (PMS) do capim-tanzânia teve comportamento quadrático com as lâminas aplicadas (P<0,05) e as doses de N:0,8 K₂O (P<0,05), como se observa na Equação 8 e na Figura 20.

$$\hat{PMS} = 26,1391 - 8,98705 \cdot 10^{-3} D + 6,34398 \cdot 10^{-6} \cdot D^2 + 0,02 L - 1,54832 \cdot 10^{-4} L^2 \quad (8)$$

$$R^2 = 0,72$$

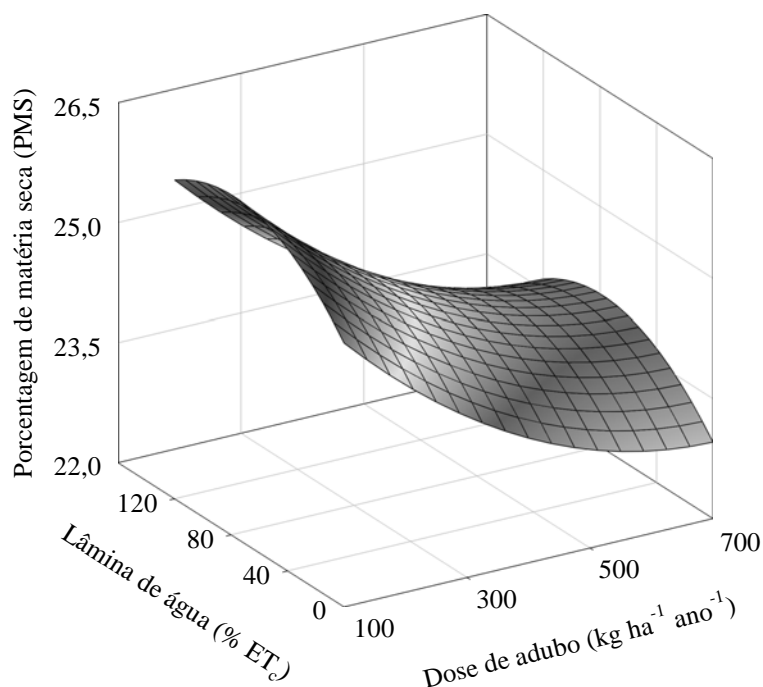


Figura 20 – Estimativa da porcentagem de matéria seca do capim-tanzânia, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período chuvoso.

A menor porcentagem de matéria seca no período chuvoso foi de 22,95%, com aplicação da maior dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência de irrigação (0% ET_c). A maior porcentagem nesse período foi de 26,25%, com a aplicação da dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina estimada de 78,31% da ET_c, resultando em um aumento de 3,3%.

Mantendo a lâmina de água constante, verificou-se que para cada quilograma de adubo aplicado houve redução média no teor de matéria seca de $3,8 \times 10^{-3}$ %.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, observou-se que para cada unidade porcentual da ET_c até o ponto de inflexão, com lâmina igual a 78% da ET_c, houve um acréscimo médio no teor de MS de $1,21 \times 10^{-2}$ % e, do ponto de inflexão à maior lâmina, redução média de $6,4 \times 10^{-3}$ %.

É importante destacar o efeito quadrático do mínimo teor de MS da interação lâmina de água aplicada e dose de N:0,8 K₂O no período seco, que sinaliza um ponto ideal da interação no desenvolvimento vegetativo da forragem, muito próximo do ponto de maximização da produção da MV.

Os valores médios da porcentagem de matéria seca do capim-tanzânia, nas seguintes combinações de período, lâmina e dose de adubo, estão apresentadas na Tabela 8. Na dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, a porcentagem de matéria seca da forragem no período seco diferiu da obtida no período chuvoso em todas as lâminas de irrigação, enquanto nas doses de 300 e 700 kg ha⁻¹ a porcentagem de matéria seca do período seco diferiu daquela do período chuvoso somente nas lâminas de irrigação de 0 e 18% da ET_c. Na dose de 500 kg ha⁻¹ ano⁻¹, a porcentagem de matéria seca nos dois períodos diferiu nas lâminas de irrigação de 0, 18 e 45% da ET_c.

Tabela 8 – Valores médios da porcentagem de matéria seca do capim-tanzânia nas respectivas combinações de período, lâmina de água e dose de adubo

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	100		300	
	P1	P2	P1	P2
0	37,78a	25,04b	31,59a	24,42b
18	38,30a	25,15b	31,98a	25,20b
45	31,25a	26,55b	27,28a	25,18a
77	30,85a	26,36b	26,66a	25,15a
100	30,30a	25,76b	25,78a	25,29a
120	29,93a	25,57b	26,45a	25,72a

	500		700	
	P1	P2	P1	P2
	0	31,46a	23,07b	31,63a
18	30,02a	22,81b	29,12a	23,55b
45	26,37a	23,59b	25,64a	23,98a
77	25,44a	23,41a	24,83a	24,06a
100	26,07a	23,85a	25,09a	23,82a
120	24,79a	23,12a	24,56a	24,06a

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas em cada lâmina de água e dose de adubo não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. P1 = período seco e P2 = período chuvoso.

4.4.3. Produtividade de matéria seca

A produtividade de matéria seca (MS) do capim-tanzânia durante todo o período experimental teve comportamento quadrático com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e com as lâminas aplicadas (P<0,01), conforme ilustrado na Equação 9 e na Figura 21.

$$\hat{MS} = 6.470,23 + 28,9959^{**} D - 0,0230038^{**} D^2 + 86,0003^{**} L - 0,401227^{*} L^2 \quad (9)$$

$$R^2 = 0,82$$

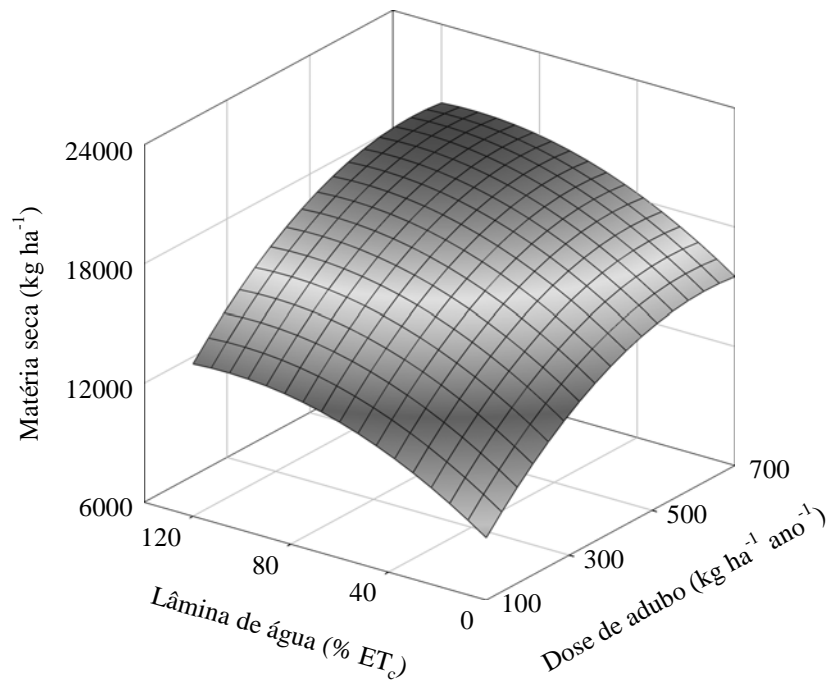


Figura 21 – Estimativa da produtividade de matéria seca do capim-tanzânia, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período experimental.

A menor produtividade no período experimental foi de 9.139 kg ha⁻¹ de MS, com a aplicação da dose de 100 kg ha⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação (0% ET_c). A máxima produtividade nesse período foi de 20.215 kg ha⁻¹ de MS, com dose de 630,2 kg ha⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 107,2% da ET_c, obtendo-se um aumento de 121,2%. Esse aumento na produtividade de matéria seca mostra a importância da irrigação e da adubação nitrogenada e potássica na produção do capim-tanzânia.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que para cada unidade porcentual da evapotranspiração do capim até o ponto de inflexão, com lâmina igual a 107% ET_c, houve acréscimo médio de 43 kg ha⁻¹ de MS e do ponto de inflexão à maior lâmina (120% ET_c), redução média de 5,15 kg ha⁻¹ de MS.

Ao se manter a lâmina de água constante no período experimental, observou-se que para cada quilograma de adubo aplicado até o ponto de inflexão de máxima produtividade, correspondente a 630 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, houve acréscimo médio de 12,20 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS; a partir desse ponto até 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹, ocorreu redução média de 1,60 kg ha⁻¹ de MS.

Na Figura 22 estão representadas as produtividades de MS do capim-tanzânia nas diferentes lâminas aplicadas (% ET_c), em função das doses de N:0,8 K_2O ($kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) durante o período experimental. Nas lâminas de 77, 100 e 120% da ET_c , as doses de N:0,8 K_2O são semelhantes entre si na produtividade do capim-tanzânia. A dose de máxima produção foi de $630\ kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de N:0,8 K_2O .

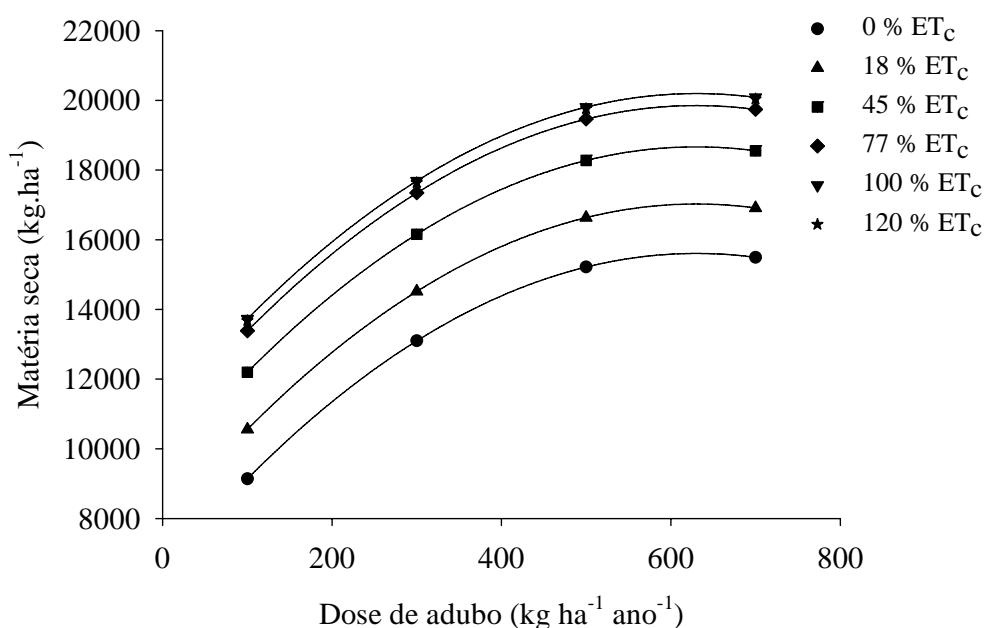


Figura 22 – Produtividade de matéria seca do capim-tanzânia nas diferentes lâminas aplicadas (% ET_c), em função da dose de N:0,8 K_2O ($kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$), durante o período experimental.

Fixando as doses na Equação 9 e variando as lâminas (Figura 23), observou-se que as aplicações das doses de $500\ e\ 700\ kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ resultaram praticamente na mesma produtividade.

Para a mesma dose do adubo, a produtividade do capim-tanzânia praticamente não foi afetada quando se variou a lâmina de água de 100 a 120% da ET_c , constatada pela sobreposição das respectivas curvas na Figura 22.

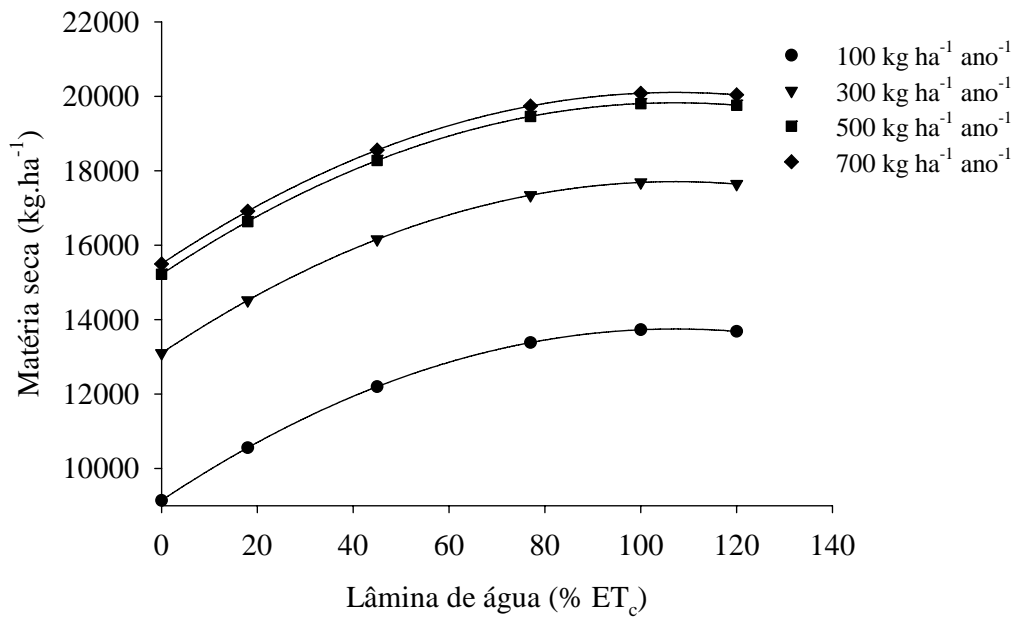


Figura 23 – Produtividade de matéria seca do capim-tanzânia nas diferentes doses de N:0,8 K₂O (kg ha⁻¹ ano⁻¹), em função das lâminas aplicadas (% ET_c), durante o período experimental.

Durante o período seco, a produção de matéria seca (MS) do capim-tanzânia teve comportamento quadrático com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e lâminas aplicadas (P<0,01), de acordo com a Equação 10 e a Figura 24.

A Equação 10, da superfície de resposta, foi obtida a partir da regressão ajustada aos dados de produtividade de matéria seca (MS) do capim-tanzânia, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água, durante o período seco:

$$MS = 1.441,47 + 11,84D - 0,01D^2 + 66,22L - 0,28L^2 \quad R^2 = 0,88 \quad (10)$$

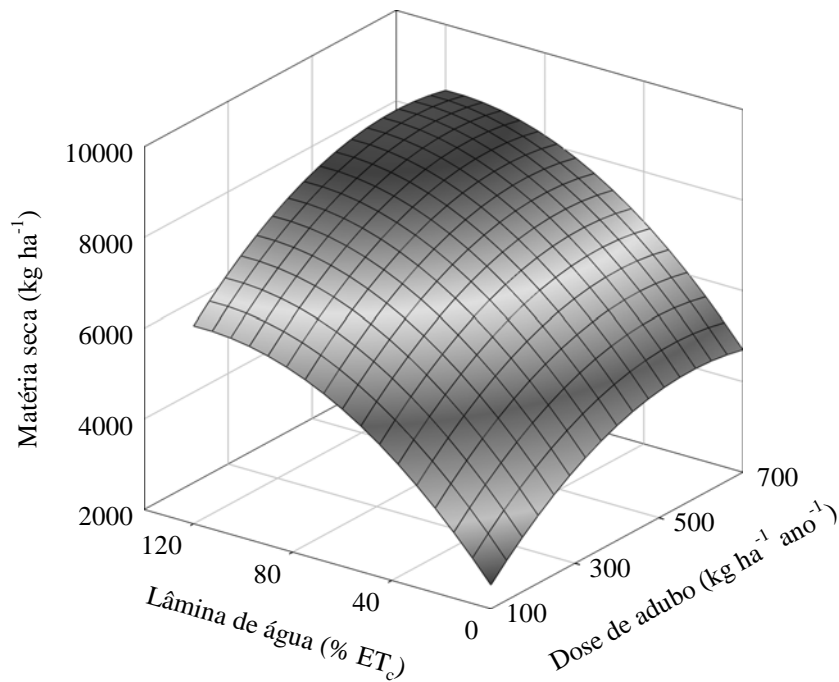


Figura 24 – Estimativa da produtividade de matéria seca do capim-tanzânia, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período seco.

A menor produtividade no período seco foi de 2.523 kg ha⁻¹ de MS, com dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação (0% ET_c). A máxima produtividade nesse período foi de 8.706 kg ha⁻¹ de MS, com a dose de 576,79 kg ha⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 116% ET_c, resultando em aumento de 246%. Esse aumento mostra a importância da irrigação e da adubação nitrogenada e potássica para incrementar a produtividade do capim-tanzânia no período seco do ano.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que para cada unidade porcentual da ET_c até o ponto de inflexão, igual a 116% ET_c, houve acréscimo médio de 33,11 kg ha⁻¹ de MS e, do ponto de inflexão à maior lâmina (120% ET_c), houve redução média de 0,98 kg ha⁻¹ de MS.

Mantendo a lâmina de água constante, observou-se que para cada quilograma de adubo aplicado até o ponto de inflexão de máxima produtividade, correspondente a 577 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, houve acréscimo médio de 9,8 kg ha⁻¹ de MS; a

partir desse ponto, o aumento da dose até $700 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ do adubo resultou em redução média de $1,27 \text{ kg ha}^{-1}$ de MS.

A partir da Equação 10 da superfície de resposta para a estimativa da produtividade de matéria seca no período seco, mantendo as lâminas de água constantes e variando as doses do adubo, obteve-se a Figura 25. Nessa figura, pode-se observar que as lâminas 100 e 120% da ET_c tiveram respostas semelhantes e que a irrigação foi mais eficiente no período seco para ganhos de produtividade do capim-tanzânia. A dose de máxima produtividade foi de $577 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N:0,8 K_2O . No entanto, quando fixaram as doses de adubo e variou a lâmina (Figura 26), observou-se efeito decrescente do ganho de produtividade a partir da dose de máxima produtividade, sendo a produtividade de MS com a dose de $700 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N:0,8 K_2O inferior à aplicação da dose de $500 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N:0,8 K_2O .

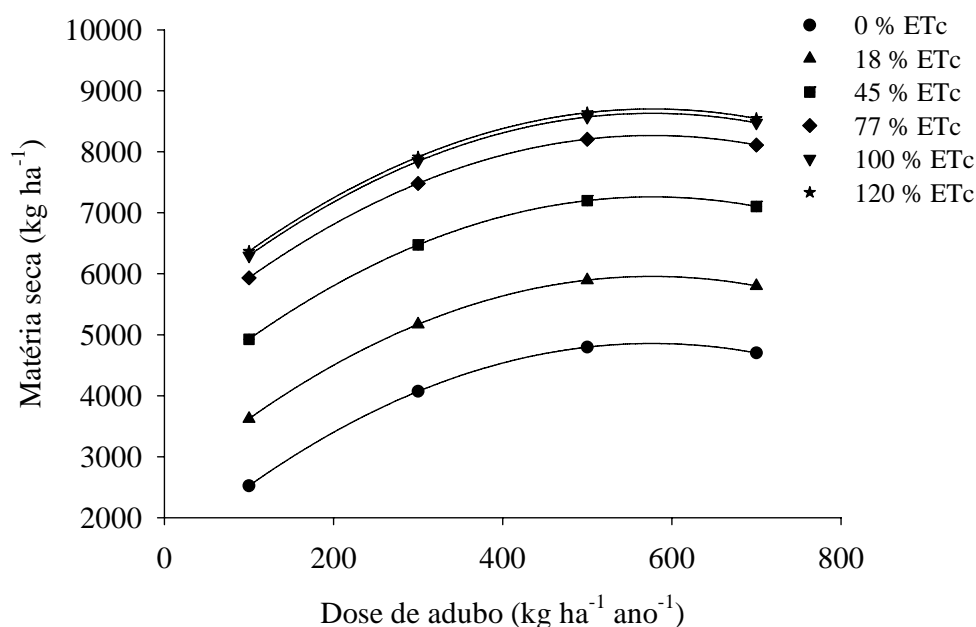


Figura 25 – Produtividade de matéria seca do capim-tanzânia nas diferentes lâminas aplicadas (% ET_c), em função da dose do adubo (kg ha^{-1} de N:0,8 K_2O), durante o período seco.

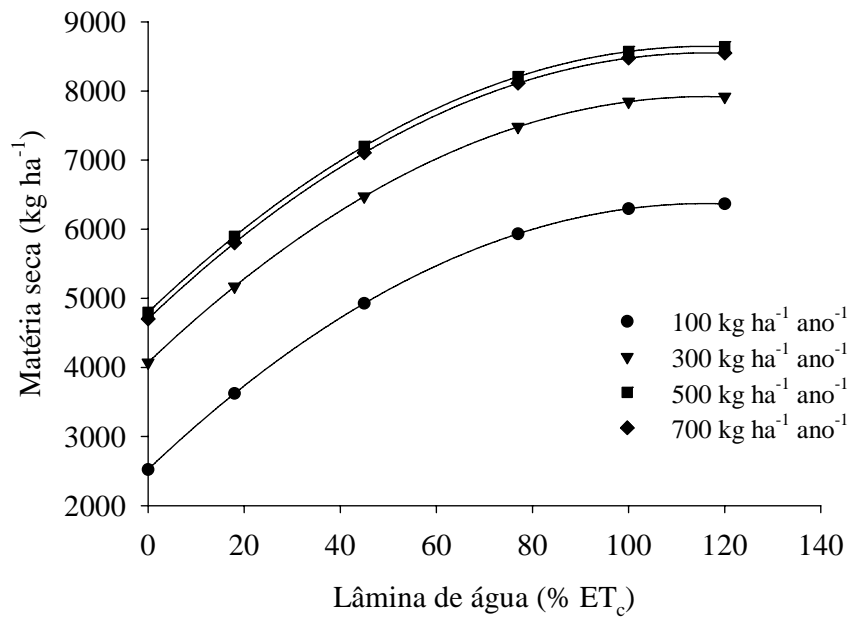


Figura 26 – Produtividade de matéria seca do capim-tanzânia nas diferentes doses do adubo (kg ha⁻¹ de N:0,8 K₂O), em função das lâminas aplicadas (% ET_c), durante o período seco.

Durante o período chuvoso, a produtividade de matéria seca do capim-tanzânia teve comportamento quadrático com as doses do adubo combinado N:0,8 K₂O (P<0,01) e linear com as lâminas de água aplicadas (P<0,10), Equação 11 e Figura 27.

$$\hat{MS} = 5.227,58 + 17,1504^{**} D - 0,0127353^{**} D^2 + 5,9053^{ns} L \quad R^2 = 0,81 \quad (11)$$

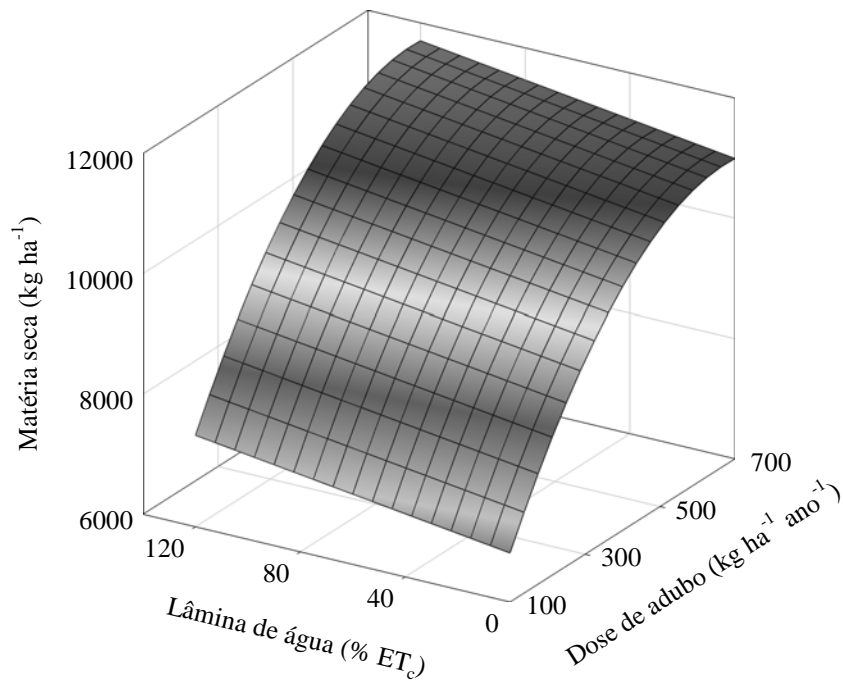


Figura 27 – Estimativa da produtividade de matéria seca do capim-tanzânia em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período chuvoso.

A menor produtividade no período chuvoso foi de 6.815 kg ha⁻¹ de MS, com dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação (0% ET_c). A maior produtividade nesse período foi de 11,710 kg ha⁻¹ de MS, com a dose estimada de 672,95 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água aplicada de 120% da ET_c, resultando em um aumento de 72,82%.

Como no período seco a produtividade máxima de MS foi igual a 8.706 kg ha⁻¹, esse valor representa 74% da produtividade máxima obtida no período chuvoso.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que para cada unidade porcentual da ET_c houve acréscimo na estimativa da produtividade de matéria seca de 5,91 kg ha⁻¹. No entanto, mantendo a lâmina de água constante, observou-se que para cada quilograma de adubo aplicado até o ponto de inflexão de máxima produtividade, correspondente a 673 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, houve acréscimo médio de 7,82 kg ha⁻¹ de MS. Esse resultado comprova que o capim-tanzânia, no período chuvoso, foi de 60% mais eficiente na conversão do adubo em MS, comparativamente ao período seco com irrigação.

A Figura 28 foi obtida a partir da Equação 11 da superfície de resposta para estimativa de produtividade de matéria seca no período chuvoso, mantendo-se as lâminas constantes e variando-se as doses. Comparando as Figuras 25 e 28, observou-se que o efeito das doses do adubo na produtividade de matéria seca no capim-tanzânia foi mais pronunciado no período chuvoso, devido à elevação da temperatura e ao aumento do fotoperíodo. Entretanto, como era esperado, o efeito da lâmina de água aplicado na irrigação foi maior no período seco do ano.

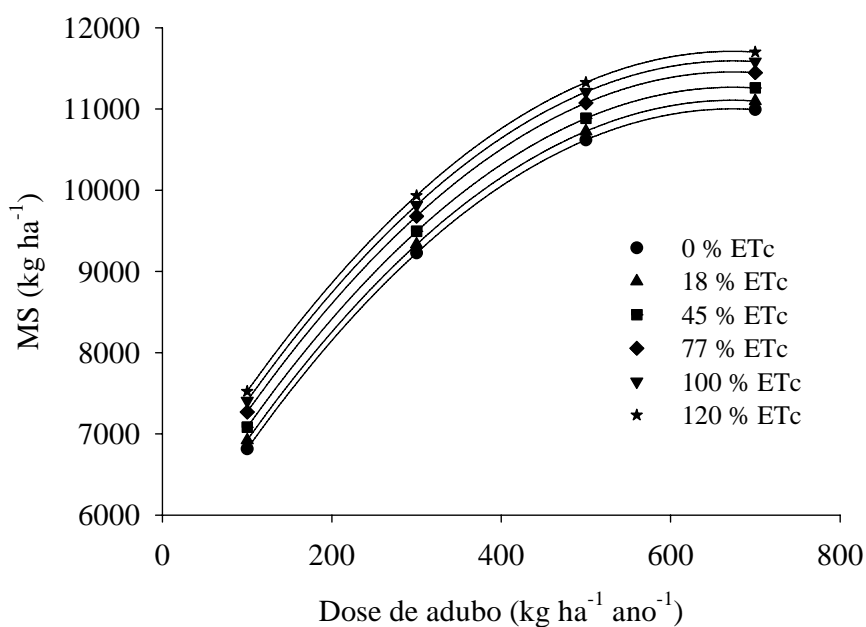


Figura 28 – Produtividade de matéria seca do capim-tanzânia nas diferentes lâminas aplicadas (% ET_c), em função da dose do adubo (kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O), durante o período chuvoso.

A Figura 29 foi também obtida a partir da Equação 11, porém mantendo-se as doses do adubo constantes e variando-se as lâminas. Nessa figura, observa-se efeito linear e crescente do ganho de produtividade em função da lâmina aplicada e que o aumento das doses resultou em ganhos decrescentes de produtividade de matéria seca do capim-tanzânia. Comparando as Figuras 26 e 29, observa-se efeito quadrático da lâmina de água aplicada na produtividade de matéria seca do capim-tanzânia no

período seco e efeito linear no período chuvoso e que lâminas acima de 116% ET_c provocam queda na produtividade.

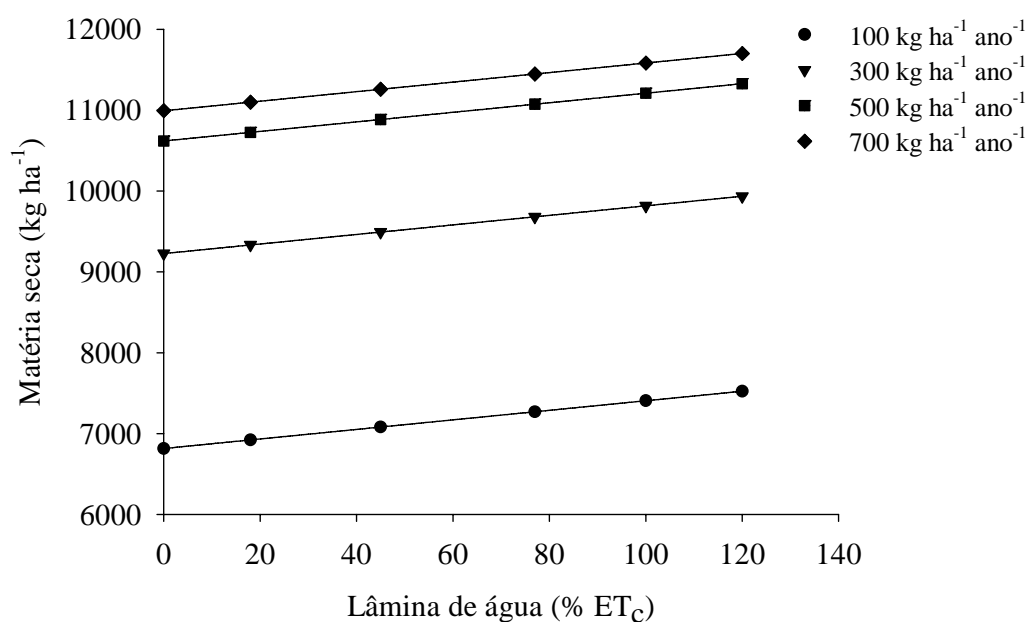


Figura 29 – Produtividade de matéria seca do capim-tanzânia nas diferentes doses ($kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de N:0,8 K_2O), em função das lâminas aplicadas (% ET_c), durante o período chuvoso.

Na Tabela 9 são apresentadas as produtividades de matéria seca do capim-tanzânia para a combinação de período, dose de adubo e lâmina de água. Na dose de $100\ kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de N:0,8 K_2O , as produtividades de matéria seca no período seco diferiram das obtidas no período chuvoso para as lâminas de 0, 18 e 45% da ET_c . Nas demais doses, a produtividade de matéria seca no período seco não diferiu daquela do período chuvoso somente na lâmina de 45% da ET_c e na dose de $300\ kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$, na lâmina de 120% da ET_c com a dose de $500\ kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ e na lâmina de 100% da ET_c com a dose de $700\ kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$.

Tabela 9 – Valores médios da produtividade de matéria seca do capim-tanzânia das combinações de período, lâmina de água e dose de adubo

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	100		300	
	P1	P2	P1	P2
0	3.614 b	7.351 a	3.696 b	9.069 a
18	4.706 b	7.397 a	5.113 b	1.360 a
45	4.807 b	6.491 a	6.097 a	9.953 a
77	6.010 a	7.068 a	7.344 b	9.344 a
100	5.570 a	7.418 a	7.618 b	10.751 a
120	6.562 a	5.117 a	8.626 b	11.241 a

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	500		700	
	P1	P2	P1	P2
0	4.945 b	9.953 a	4.150 b	10.774 a
18	5.064b	9.834a	5.247 b	11.263 a
45	7.334 b	10.664 a	7.269 b	12.074 a
77	8.704 b	11.048 a	8.041 b	13.284 a
100	8.818 b	11.496 a	9.229 a	10.287 a
120	8.938 a	10.651 a	8.640 b	11.130 a

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas para cada lâmina de água e dose de adubo não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. P1 = período seco e P2 = período chuvoso.

A maior produtividade de MS do capim-tanzânia foi de 20.215 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Na literatura, o potencial produtivo (JANK et al., 2005) dessa cultivar é de 26 t ha⁻¹ ano⁻¹. Segundo Pinheiro (2002), o potencial produtivo simulado para a região sul do Estado do Tocantins é de 37.125 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Aparentemente induz a acreditar que a produtividade alcançada neste experimento seja inferior ao potencial da cultivar, e isso pode ser justificado pela diferença metodológica da estimativa da produção de matéria seca, em que nesse caso foi computado apenas o material passível de ser consumido pelo animal, o que pode ser constatado pelos resultados obtidos por Alencar (2007), em Governador Valadares, MG, onde foi adotado metodologia semelhante de simulação de pastejo em capim-tanzânia, em que a produtividade média de dois anos foi de 66% da observada neste trabalho.

Soares Filho (2001), cultivando capim-tanzânia em sistema não-irrigado, no Município de Piacatu, SP, com adubação nitrogenada de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e intervalo de corte de 35 e 49 dias nas estações seca e chuvosa, obteve produtividade média de MS na estação seca equivalente a 18% da obtida na estação chuvosa. Neste trabalho, a relação foi de 74,34%. Diante disso, pode-se constatar que a irrigação e adubações nitrogenada e potássica ajudam a equilibrar a produção de forragem entre o período seco e o chuvoso na região sul do Estado do Tocantins.

Observa-se, na Tabela 9, que a produtividade de MS nos diversos tratamentos foi, em geral, maior (P<0,05) no período chuvoso em relação ao período seco. Tal resultado é decorrente das menores temperaturas e, ou, das maiores amplitudes térmicas observadas no período seco. Dessa forma, houve alteração no metabolismo da planta, resultando em menor produção de MS.

Lourenço (2004), em experimento com capim-tanzânia em ambiente protegido, submetido a diferentes lâminas de água e doses de N, observou que, independentemente da adubação nitrogenada, a produtividade máxima de MS foi obtida com a lâmina de irrigação entre 75 e 100% da evapotranspiração de referência. Esse mesmo autor verificou que, quanto maior a dose de N, mais significativo o efeito da deficiência hídrica na produção da forragem do capim-tanzânia, ou seja, quanto mais intensificado o sistema de produção, maior a redução na produtividade quando ocorrem veranicos. Dessa forma, o uso da irrigação torna-se mais um atrativo como forma de seguro dos investimentos na produção de forragem, no caso de ocorrência de veranicos, além de melhorar a eficiência de uso de adubos nitrogenados e potássicos.

Neste trabalho, os valores estimados de máxima produção de matéria seca do capim-tanzânia, nos três períodos estudados, foram diferentes dos obtidos por Soria et al. (2003). Os resultados de produção de matéria seca obtidos por esses autores foram representados por equações de regressão que, na sua maioria, apresentaram tendências lineares nas doses testadas, de até 2.079 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹. Entretanto, eles relataram que, nas doses superiores a 756 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, não houve efeito crescente sobre a produção de massa seca. Neste estudo, a máxima produção de MS, estimada em 20.215 kg ha⁻¹ ano⁻¹, foi obtida com uma dose de 630 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O. A diferença observada nas doses de N pode ser justificada pelo uso do potássio e por condições experimentais distintas. De acordo com Monteiro et al.

(1980), resultados não significativos do uso do nitrogênio em forrageiras tropicais podem estar associados à não aplicação do potássio nas adubações de cobertura.

4.4.4. Altura de plantas

No período seco, a altura de plantas (ALT) do capim-tanzânia teve comportamento quadrático com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e com as lâminas aplicadas (P<0,01), de acordo com a Equação 12 e a Figura 30.

$$\hat{ALT} = 25,1728 + 0,0511493^{**} D - 3,59954 \cdot 10^{-5**} D^2 + 0,358192^{**} L - 1,58186 \cdot 10^{-3**} L^2 \quad (12)$$
$$R^2 = 0,88$$

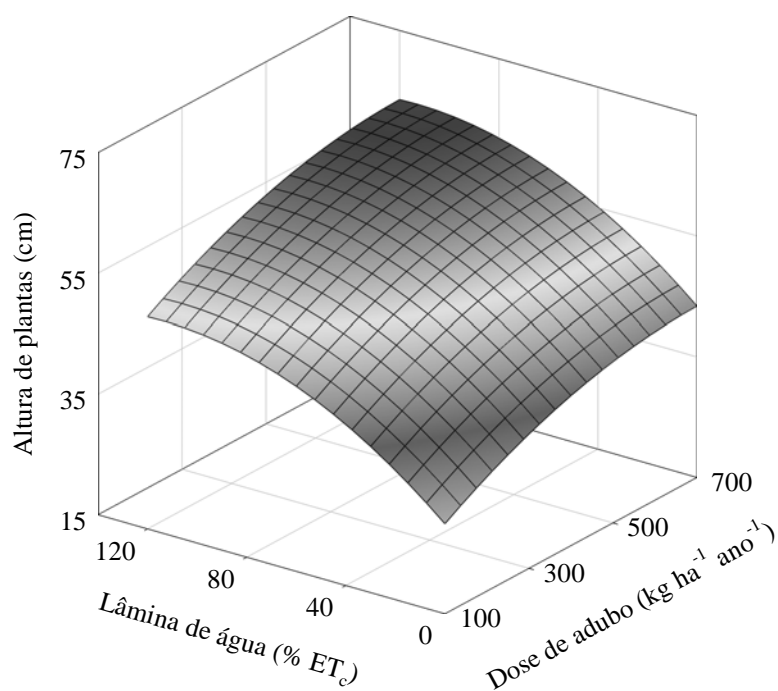


Figura 30 – Estimativa da altura de plantas do capim-tanzânia, em função das doses de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período seco.

A menor altura de plantas do capim-tanzânia no período seco foi estimada em 29,93 cm, com a aplicação da menor dose de 100 kg ha⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência

da irrigação (0% ET_c). A maior altura nesse período foi de 63,61 cm, com a aplicação da dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água estimada de 113% ET_c, obtendo-se um aumento de 33,69 cm na altura do capim-tanzânia no período seco do ano.

Mantendo a lâmina de água constante, verificou-se que para cada quilograma de adubo adicionado houve acréscimo médio de 2,23 x 10⁻² cm na altura do capim-tanzânia, ou um total de 13,42 cm desde a menor até a maior dose aplicada.

Fixando a dose de adubo, verificou-se que, para cada unidade porcentual da ET_c até o ponto de inflexão de 113% ET_c, houve acréscimo médio de 0,18 cm na altura, ou um total de 20,28 cm.

Durante o período chuvoso, a altura de plantas do capim-tanzânia teve comportamento quadrático com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e com as lâminas de água aplicadas (P<0,10), conforme a Equação 13 e a Figura 31.

$$\hat{ALT} = 52,0262 + 0,159978^{**} D - 1,15639 \cdot 10^{-4*} D^2 + 0,25595^{**} L - 1,59732 \cdot 10^{-3**} L^2 \quad (13)$$

$$R^2 = 0,90$$

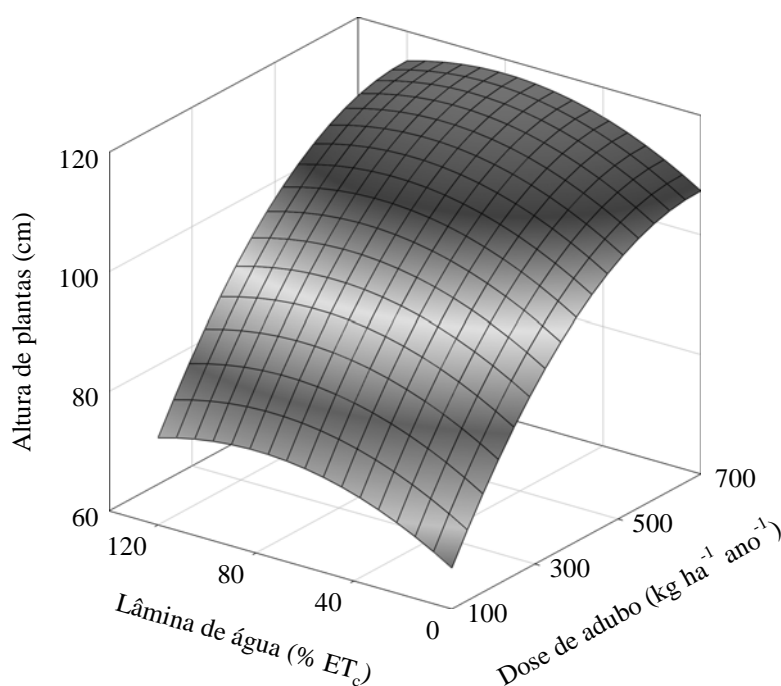


Figura 31 – Estimativa da altura de plantas do capim-tanzânia, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período chuvoso.

A menor altura de plantas do capim-tanzânia no período chuvoso foi de 66,87 cm, com a aplicação da menor dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação (0% ET_c). A maior altura nesse período foi de 132,40 cm, com a dose de 691,71 kg ha⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 80% da ET_c, resultando em uma diferença de 33,69 cm.

A altura máxima que o capim-tanzânia atingiu no período chuvoso foi praticamente o dobro da altura máxima alcançada no período seco, igual a 63,61 cm.

Ao fixar a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que para cada unidade porcentual da ET_c aplicada até o ponto de inflexão, igual a 80% da ET_c, houve acréscimo médio de 0,13 cm na altura e, do ponto de inflexão à lâmina de 120% da ET_c, redução média de 6,71 x 10⁻²cm na altura de plantas. Ao manter a lâmina de água constante, observou-se que para cada quilograma de adubo aplicado até o ponto de inflexão de máxima altura, correspondente a 691,71 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, houve crescimento médio de 6,84 x 10⁻²cm na altura do capim-tanzânia, perfazendo um total de 40,49 cm.

Na Tabela 10 são apresentadas as alturas do capim-tanzânia para as combinações de período, lâmina de água e dose de adubo. Nas doses de 100, 300, 500 e 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹, as alturas do capim-tanzânia no período seco diferiram das obtidas no período chuvoso para todas as lâminas de água estudadas. Essa diferença pode ser justificada pelas menores temperaturas mínimas ocorridas no período seco do ano. De acordo com Canto et al. (2001), ocorre relação direta entre altura de plantas e produtividade de MS, o que pôde ser comprovado neste experimento, ao ser observado o mesmo comportamento para ambos quando se variaram a dose do adubo e a lâmina de água.

A altura média de plantas durante o período chuvoso (98,39 cm) foi superior à altura média no período seco (50,95 cm), mostrando mais uma vez que a temperatura e o fotoperíodo foram limitantes ao crescimento, mesmo em condições de suprimento de adubo e lâminas adequadas.

Tabela 10 – Valores médios da altura (cm) do capim-tanzânia nas combinações de período, lâmina de água e dose de adubo

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	100		300	
	P1	P2	P1	P2
0	37,04b	75,97a	38,25b	94,30a
18	36,91b	66,11a	41,01b	90,20a
45	43,19b	77,43a	49,55b	90,55a
77	47,78b	78,65a	55,81b	99,93a
100	47,39b	72,64a	57,26b	102,57a
120	45,17b	70,55a	57,06b	99,42a

	500		700	
	P1	P2	P1	P2
	0	42,69b	108,54a	38,19b
18	43,96b	100,58a	46,04b	108,00a
45	58,54b	113,33a	58,12b	122,85a
77	57,60b	112,93a	62,67b	125,54a
100	65,89b	111,80a	62,05b	113,18a
120	61,04b	112,01a	69,55b	115,46a

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas para cada lâmina de água e dose de adubo não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. P1 = período seco e P2 = período chuvoso.

4.4.5. Proteína bruta

Durante o período seco, o teor de proteína bruta (PB) do capim-tanzânia teve comportamento quadrático com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,05) e com as lâminas aplicadas (P<0,01), de acordo com a Equação 14 e a Figura 32.

$$\hat{PB} = 5,75631 + 0,0100297^{**}.D - 5,70.10^{-6*}.D^2 + 0,05^{**}.L - 3,4.10^{-4**}.L^2 \quad (14)$$

$$R^2 = 0,90$$

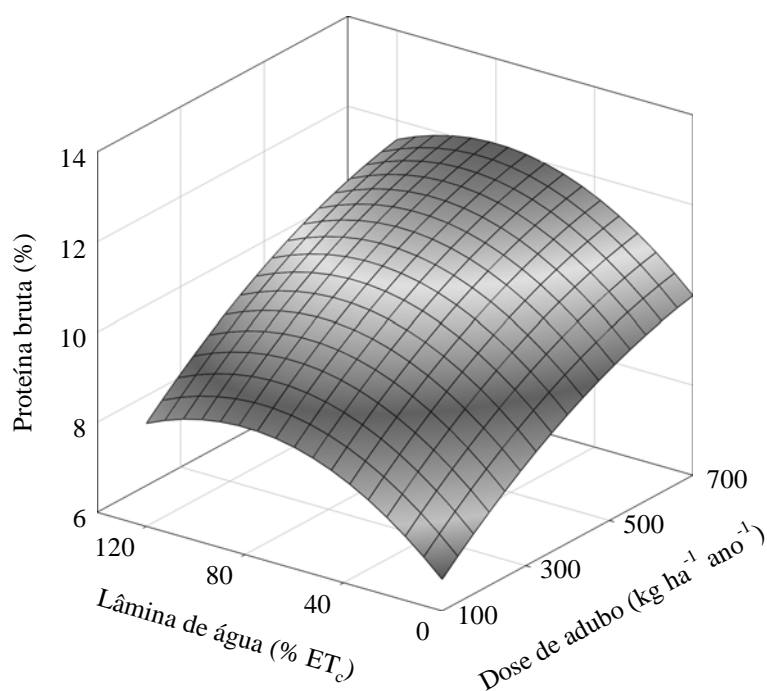


Figura 32 – Estimativa da porcentagem de proteína bruta do capim-tanzânia, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período seco.

O menor teor de proteína bruta no período seco foi de 6,70%, com a aplicação da dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação (0% ET_c). O maior teor nesse período foi de 12,11%, com a aplicação da dose de 700 kg ha⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água máxima estimada de 80% ET_c, obtendo-se um aumento de 5,41% nos teores de PB do capim-tanzânia no período seco do ano.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que o aumento de cada unidade porcentual da ET_c, até o ponto de inflexão de 80% da ET_c, resultou em incremento médio de $2,65 \times 10^{-2}$ % no teor de PB; a partir desse ponto até a lâmina de 120% da ET_c ocorreu redução média de $1,31 \times 10^{-2}$ %. Com lâmina de água constante, observou-se que cada quilograma do adubo aplicado provocou acréscimo médio de $1,01 \times 10^{-2}$ % no teor de PB do capim-tanzânia, com total acumulado de 6,07% entre a menor e a maior dose aplicada no período seco do ano.

No período chuvoso, o teor de proteína bruta do capim-tanzânia teve comportamento linear com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e com as lâminas de água aplicadas (P<0,01), conforme a Equação 15 e a Figura 33.

$$\hat{PB} = 9,33592 + 4,03159 \cdot 10^{-3} D - 0,0163479 L \quad R^2 = 0,87 \quad (15)$$

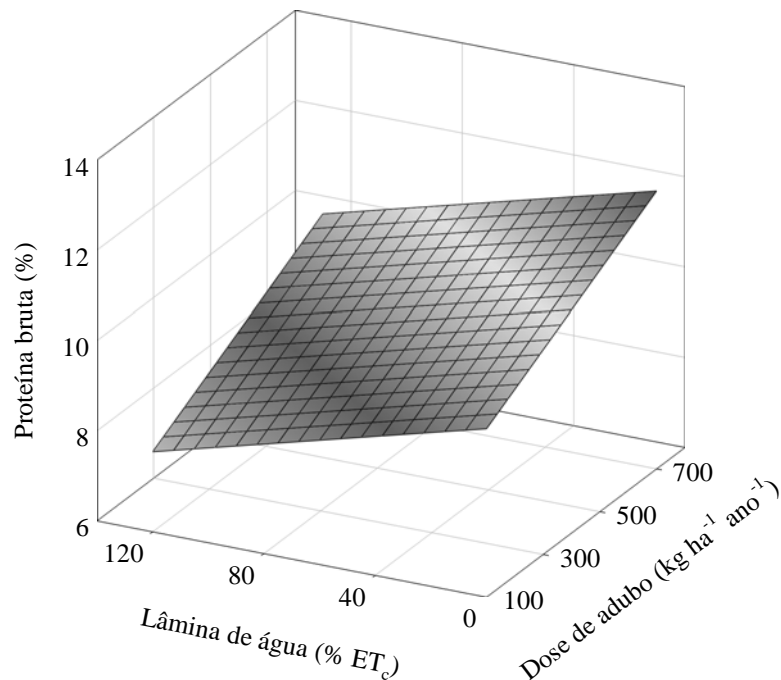


Figura 33 – Estimativa da porcentagem de proteína bruta do capim-tanzânia, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período chuvoso.

O menor teor de proteína bruta no período chuvoso foi de 7,77%, com a aplicação da dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água aplicada de 120% da ET_c. O maior teor nesse período foi de 12,15%, com a aplicação da dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e ausência de irrigação, 0% da ET_c.

Quando manteve constante a dose do adubo, verificou-se uma redução de 1,96% no teor de proteína bruta, desde a menor até a maior lâmina aplicada. Por sua vez, quando a lâmina foi mantida constante, verificou-se um acréscimo de 2,42% no

teor de proteína bruta no capim-tanzânia, para a variação da dose de 100 a 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, durante o período chuvoso.

Na Tabela 11 são apresentados os teores médios de proteína bruta do capim-tanzânia das combinações de lâmina de água, dose de adubo e período do ano. Na dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, os teores de proteína bruta do capim-tanzânia no período seco diferiram dos valores obtidos no período chuvoso apenas nas lâminas de irrigação de 0 e 18% da ET_c. Nas doses de 500 e 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, os teores de proteína bruta no período seco diferiram dos teores no período chuvoso em todas as lâminas aplicadas. Na dose de 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹, os teores da proteína bruta no período seco não diferiram no período chuvoso somente na lâmina de água de 77% da ET_c, e nas demais lâminas houve diferença estatística entre os dois períodos avaliados.

Observa-se na Tabela 11 que os teores médios de proteína bruta no período chuvoso foram maiores que os obtidos no período seco na ausência de irrigação e na lâmina aplicada de 18% da ET_c, em todas as doses de adubo aplicadas. Isso pode ser justificado pelo acúmulo do adubo aplicado em cobertura no período seco, provocando efeito residual no solo no período chuvoso.

Tabela 11 – Valores médios de proteína bruta (%) do capim-tanzânia nas combinações de lâmina de água, dose de adubo e estação

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	100		300	
	P1	P2	P1	P2
0	6,96b	9,75 ^a	8,23b	9,86a
18	7,83b	9,06 ^a	9,32b	10,55a
45	8,57a	8,53 ^a	10,19a	9,49b
77	8,25a	8,56 ^a	9,78a	9,33a
100	8,32a	8,25a	9,94a	9,18b
120	8,56a	8,18a	10,32a	9,02b
	500		700	
	P1	P2	P1	P2
0	8,84b	11,24a	8,98b	13,21a
18	10,47b	11,72a	11,34b	12,14a
45	11,57a	10,46b	12,20a	11,17b

77	11,43a	9,92b	12,24a	10,18b
100	11,08a	9,79b	11,26a	10,17b
120	10,97a	9,61b	12,16a	9,82b

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas para cada lâmina de água e dose de adubo não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. P1 = período seco e P2 = período chuvoso.

Santos et al. (2002) obtiveram teores médios de 7,3% de PB no capim-tanzânia no Município de Recife, PE, sendo menores que os encontrados neste trabalho, possivelmente em razão de o manejo ter sido por corte e de se ter usado menor adubação nitrogenada.

Alencar (2007), em experimento conduzido em Governador Valadares, MG, com diversas gramíneas forrageiras tropicais, em diferentes lâminas de água de irrigação, obteve valores médios de 10,05 e 9,54% de PB nos períodos seco e chuvoso, respectivamente, muito próximos dos valores encontrados neste experimento, de 9,95 e 9,97% nos dois períodos, respectivamente.

4.4.6. Fibra em detergente neutro

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) do capim-tanzânia, no período seco, teve comportamento linear com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e com as lâminas de água aplicadas (P<0,01), de acordo com a Equação 16 e a Figura 34.

$$\text{FDN} = 63,46 + 2,52 \cdot 10^{-3} D - 0,03L \quad R^2 = 0,59 \quad (16)$$

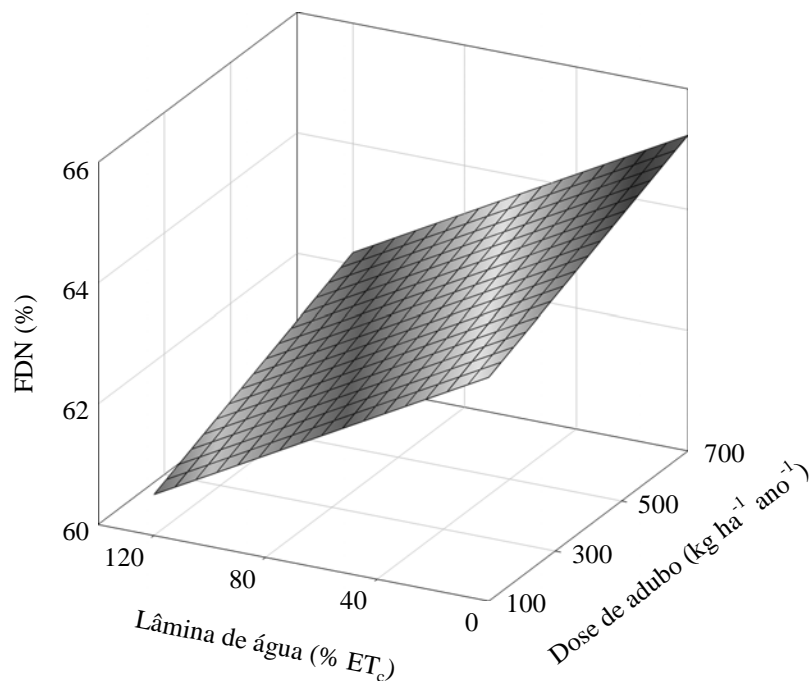


Figura 34 – Estimativa de fibra em detergente neutro do capim-tanzânia, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período seco.

O menor teor de FDN foi de 60,67% com a aplicação da menor dose de adubo e da maior lâmina de água. No entanto, o maior teor foi de 65,22%, com a maior dose de adubo e na ausência de irrigação.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, obteve-se uma redução total de 3,04% nos teores de FDN do capim-tanzânia, demonstrando, dessa maneira, o efeito da irrigação na melhoria da qualidade da forragem durante o período seco do ano.

Ao manter a lâmina de água constante nesse período, verificou-se um acréscimo total de 1,51% nos teores da FDN, ou uma taxa de $2,52 \times 10^{-3}$ % no teor de FDN por quilograma do adubo adicionado.

No período chuvoso não houve efeito das fontes de variação dose e lâmina de água no teor de fibra em detergente neutro, tendo sido adotado o valor médio de FDN, nesse período, igual a 64,0%.

Na Tabela 12 são apresentados os teores médios de fibra em detergente neutro do capim-tanzânia nas combinações de lâmina de água, dose de adubo e estação. Comparando os valores médios de FDN nas diversas doses e lâminas de irrigação estudadas, notou-se que as diferenças significativas observadas entre os teores obtidos nos períodos seco e chuvoso ocorrem de maneira casuística, não obedecendo a uma tendência, embora se esperasse predominância de valores maiores de FDN no período chuvoso quando as condições climáticas são mais favoráveis

para o desenvolvimento vegetativo, provendo, dessa maneira, envelhecimento mais precoce do capim, comparativamente com o período seco.

Alencar (2007), em seu experimento em Governador Valadares, MG, obteve teores de FDN de 66,73 e 68,36% nos períodos seco e chuvoso, respectivamente, superiores aos valores médios encontrados neste experimento, de 62,95 e 64,01% da FND, nos respectivos períodos. Essa melhoria na qualidade da forragem observada neste experimento pode estar associada à aplicação da adubação potássica em cobertura.

Tabela 12 – Valores médios de fibra em detergente neutro (%) do capim-tanzânia na interação lâmina de água x dose de adubo x estação

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	100		300	
	P1	P2	P1	P2
0	63,43b	64,95a	64,74a	64,00a
18	63,29a	64,17a	65,05a	64,05a
45	61,24b	65,01a	62,41b	64,48a
77	61,29b	64,58a	61,29b	65,03a
100	62,68b	64,37a	61,66b	63,98a
120	62,16a	62,75 ^a	61,34b	62,95a

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	500		700	
	P1	P2	P1	P2
0	64,54a	63,07b	66,69a	62,76b
18	63,87a	62,93a	65,89a	64,43a
45	62,50a	63,03a	64,26a	64,49a
77	60,87b	63,89a	61,60b	65,39a
100	62,26b	63,91a	63,46a	64,42a
120	61,88b	64,01a	62,48a	63,65a

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas para cada lâmina de água e dose de adubo não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. P1 = período seco e P2 = período chuvoso.

4.5. Capim-xaraés

4.5.1. Produtividade de matéria verde

A produtividade de matéria verde (MV) do capim-xaraés durante todo o período experimental teve comportamento linear com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e com as lâminas de água aplicadas (P<0,05), conforme ilustrado na Equação 17 e na Figura 35.

$$\hat{MV} = 45.808,60 + 52,893^{**} D + 36,6355^{**} L \quad R^2 = 0,92 \quad (17)$$

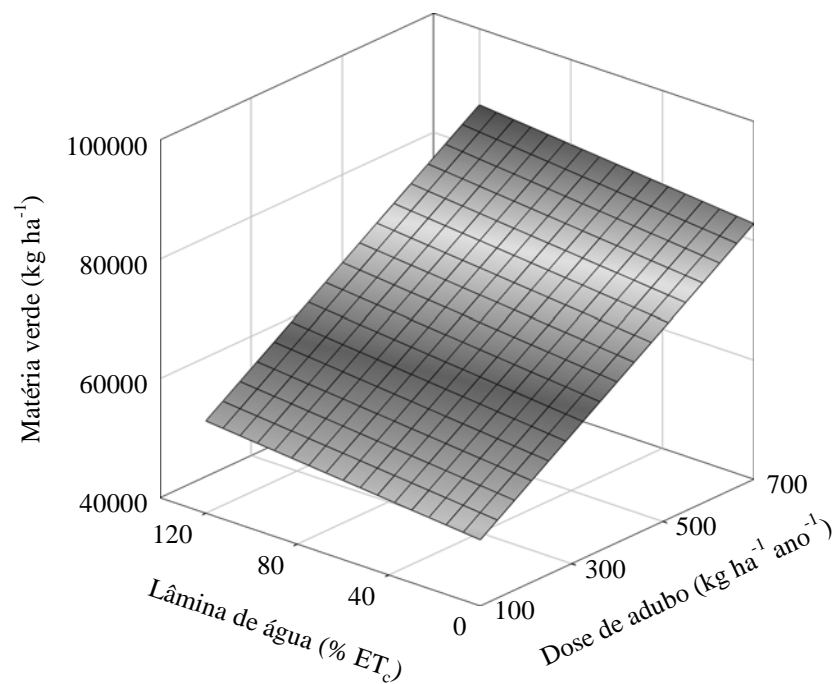


Figura 35 – Estimativa da produtividade de matéria verde do capim-xaraés, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período experimental.

A menor produtividade no período experimental foi de 51.098 kg ha⁻¹ de MV, com a aplicação da dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação

(0% ET_c). A maior produtividade nesse período foi de 87.230 kg ha⁻¹ de MV, com a aplicação da dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e a lâmina de água de 120% ET_c, resultando em um aumento de 70,71%. Essa constatação reforça a importância da irrigação e da dose combinada de N:0,8 K₂O para a produção do capim-xaraés no período acumulado do ano.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que em cada unidade porcentual da ET_c houve acréscimo médio de 36,64 kg ha⁻¹ de MV. Mantendo a lâmina de água constante, observou-se que em cada quilograma de adubo aplicado houve acréscimo de 52,89 kg ha⁻¹ de MV.

Durante o período seco, a produtividade de matéria verde (MV) do capim-xaraés teve comportamento linear com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e com as lâminas aplicadas (P<0,01), conforme ilustrado na Equação 18 e na Figura 36.

$$\hat{MV} = 12.500,90 + 19,9517^{**} D + 100,768^{**} L \quad R^2 = 0,91 \quad (18)$$

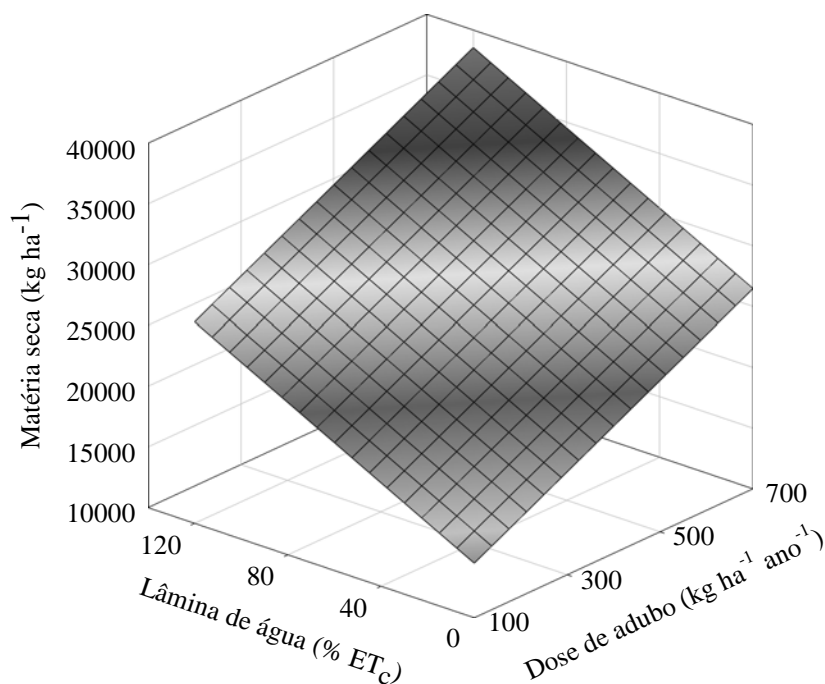


Figura 36 – Estimativa da produtividade de matéria verde do capim-xaraés, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período seco.

A menor produtividade no período seco foi de 14.496 kg ha⁻¹ de MV, com a dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação (0% ET_c). A maior produtividade nesse período foi de 38.559 kg ha⁻¹ de MV, com a aplicação da maior dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 120% ET_c, obtendo-se um aumento de 166%. Essa constatação indica a importância da irrigação e da aplicação de nitrogênio e potássio no aumento da produtividade do capim-xaraés no período seco do ano, contribuindo para reduzir a estacionalidade da produção de forragem.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que em cada unidade porcentual da evapotranspiração do capim-xaraés (ET_c) houve um adicional de 101 kg ha⁻¹ na produção de matéria verde. Mantendo a lâmina de água constante, observou-se que cada quilograma da dose do combinado de N:0,8 K₂O proporcionou acréscimo de 19,95 kg ha⁻¹ de MV.

Durante o período chuvoso, a produtividade de matéria verde (MV) do capim-xaraés teve comportamento quadrático com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,05) e linear com as lâminas de água aplicadas (P<0,01), de acordo com a Equação 19 e a Figura 37.

$$\hat{MV} = 28.965,3 + 64,5227^{**} D - 0,0394768^{*} D^2 - 64,1323^{**} L \quad R^2 = 0,86 \quad (19)$$

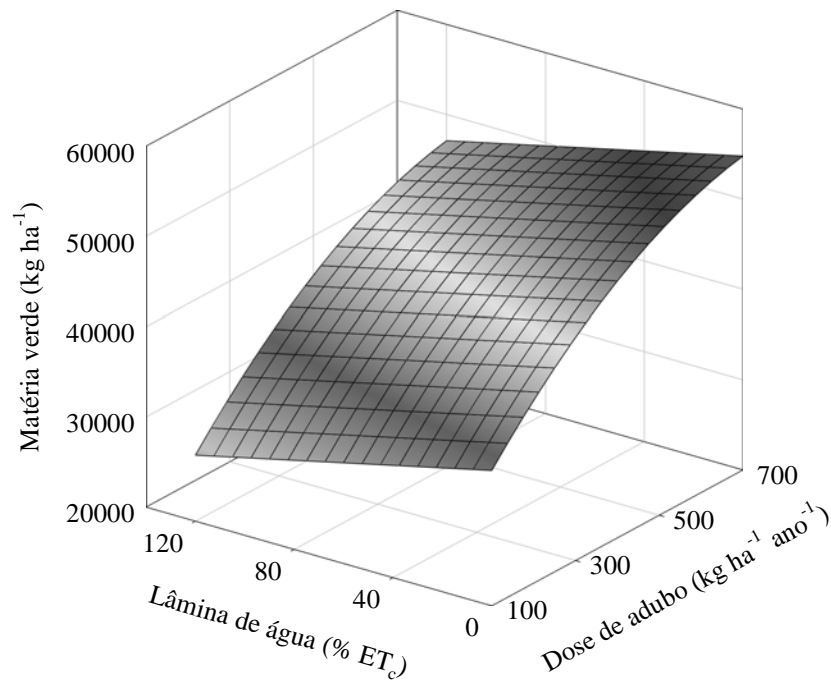


Figura 37 – Estimativa da produtividade de matéria verde do capim-xaraés, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período chuvoso.

A menor produtividade no período chuvoso foi de 27.327 kg ha⁻¹ de MV, com a aplicação da menor dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação 0% ET_c. A maior produtividade observada nesse período foi de 54.787 kg ha⁻¹ de MV, com a aplicação da maior dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 120% da ET_c, obtendo-se um aumento de 100% na produtividade.

Como no período seco a produtividade máxima da MV foi igual a 38.559 kg ha⁻¹, isso representa 70% da produtividade obtida no período chuvoso.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que em cada unidade porcentual da ET_c houve redução na estimativa da produtividade de matéria verde de 64,13 kg ha⁻¹. Mantendo a lâmina de água constante, observou-se que cada quilograma de adubo aplicado proporcionou acréscimo médio de 64,52 kg de MV. Esse resultado indica que o capim-xaraés foi 123% mais eficiente na conversão do adubo em matéria verde no período chuvoso, comparativamente ao período seco do ano.

Na Tabela 13 são apresentadas as produtividades de matéria verde (MV) do capim-xaraés nas combinações de período, dose de adubo e lâmina de água. Na dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, as produtividades de matéria verde do capim-

xaraés no período seco diferiram das obtidas no período chuvoso, nas diversas lâminas estudadas, à exceção de 100 e 120% da ET_c . Nas doses de 300 e 500 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de $N:0,8\ K_2O$, as produtividades de matéria verde no período seco diferiram das produtividades obtidas no período chuvoso em todas as lâminas de irrigação. Na dose de 700 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$, as produtividades de matéria verde do período seco diferiram do período chuvoso em todas as lâminas de irrigação, exceto na lâmina de água de 100% ET_c .

Tabela 13 – Valores médios da produção da matéria verde ($kg\ ha^{-1}$) do capim-xaraés nas combinações de período, lâmina de água e dose de adubo

Lâmina de Água (% ET_c)	Dose de $N:0,8\ K_2O$ ($kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$)			
	100		300	
	P1	P2	P1	P2
0	16.655 b	30.251 a	18.451 b	51.841 a
18	15.477 b	32.155 a	21.478 b	43.695 a
45	20.696 b	32.663 a	23.585 b	39.278 a
77	22.357 b	29.058 a	28.915 b	36.432 a
100	24.358 a	29.489 a	26.790 b	44889 a
120	24.207 a	30.353 a	31.288 b	38.625 a

Lâmina de Água (% ET_c)	Dose de $N:0,8\ K_2O$ ($kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$)			
	500		700	
	P1	P2	P1	P2
0	20.412 b	52.050 a	25.724 b	57.777 a
18	23.402 b	50.519 a	28.183 b	55.980 a
45	26.776 b	47.064 a	29.890 b	49.316 a
77	28.492 b	40.882 a	33.858 b	48.365 a
100	30.710 b	43.764 a	43.013 a	48.355 a
120	33.226 b	41.540 a	38.717 b	48.924 a

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas para cada lâmina de água e dose de adubo não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. P1 = período seco e P2 = período chuvoso.

4.5.2. Porcentagem da matéria seca

A porcentagem de matéria seca (PMS) do capim-xaraés durante o período experimental teve comportamento linear com as doses de $N:0,8\ K_2O$ ($P<0,01$) e quadrático com as lâminas aplicadas ($P<0,01$), conforme a Equação 20 e a Figura 38.

$$\hat{PMS} = 26,3329 - 6,77612 \cdot 10^{-3**} D + 0,036993** L - 2,66157 \cdot 10^{-4**} L^2 \quad (20)$$

$$R^2 = 0,93$$

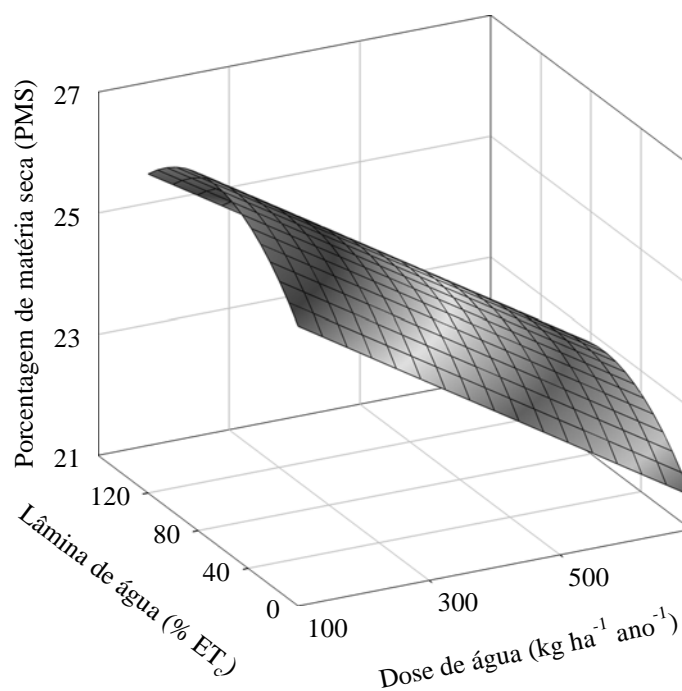


Figura 38 – Estimativa da porcentagem de matéria seca do capim-xaraés, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período experimental.

A menor porcentagem de matéria seca no período experimental foi de 21,59%, com a dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação. A maior porcentagem de matéria seca nesse período foi de 26,94%, com a aplicação da dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água estimada de 69,49% ET_c, resultando em um incremento no teor de MS de 8,35%.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que cada unidade porcentual da ET_c até o ponto de inflexão de 69,45% da ET_c proporcionou acréscimo médio de $1,92 \times 10^{-2}\%$, e do ponto de inflexão à lâmina de 120% ET_c houve uma redução média de $1,42 \times 10^{-2}\%$ nos teores de matéria seca do capim-xaraés. No entanto, mantendo a lâmina de água constante, houve redução de $2,66 \times 10^{-4}$ nos teores de matéria seca para cada quilograma de adubo aplicado.

Durante o período seco, a porcentagem de matéria seca do capim-xaraés teve comportamento linear com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e com as lâminas aplicadas (P<0,01), conforme ilustrado na Equação 21 e na Figura 39.

$$\hat{PMS} = 29,6111 - 5,65713 \cdot 10^{-3} D - 0,020294 L \quad R^2 = 0,85 \quad (21)$$

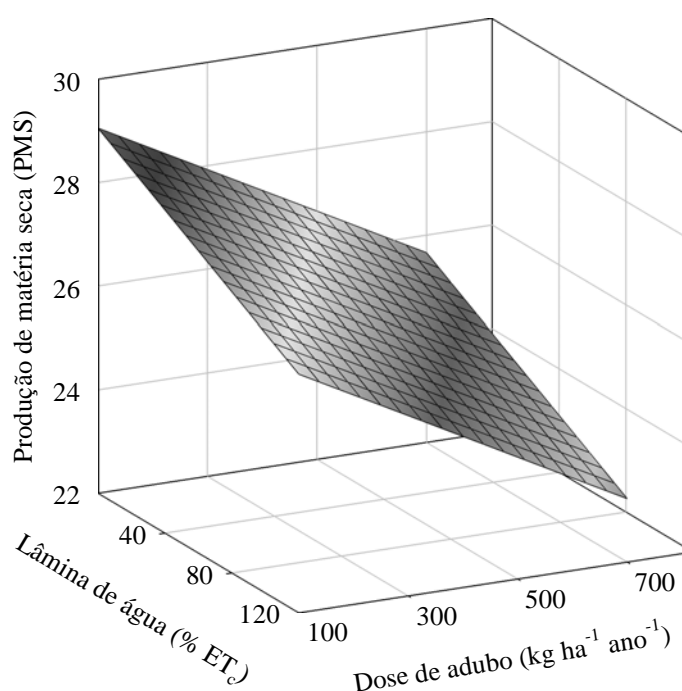


Figura 39 – Estimativa da porcentagem de matéria seca do capim-xaraés, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período seco.

A menor porcentagem de matéria seca no período seco foi de 23,22%, com a dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 120% ET_c. A maior porcentagem de matéria seca foi de 29,05%, com a dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e ausência de irrigação (0% ET_c), equivalente a uma diferença de 5,83%.

Ao manter a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que em cada unidade porcentual da ET_c houve redução de 0,02% nos teores da MS. Mantendo a lâmina de água

constante, observou-se que para cada quilograma do adubo aplicado houve redução de $5,7 \times 10^{-3}\%$, perfazendo um total de 0,68% nos teores de MS, valor esse insignificante e inferior aos 3,4% vistos no capim-tanzânia.

Durante o período chuvoso, a porcentagem da matéria seca do capim-xaraés teve comportamento linear com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e com as lâminas aplicadas (P<0,01), de acordo com a Equação 22 e a Figura 40.

$$\hat{PMS} = 25,4683 - 7,34298.10^{-3**} D + 0,0154437** L \quad R^2 = 0,88 \quad (22)$$

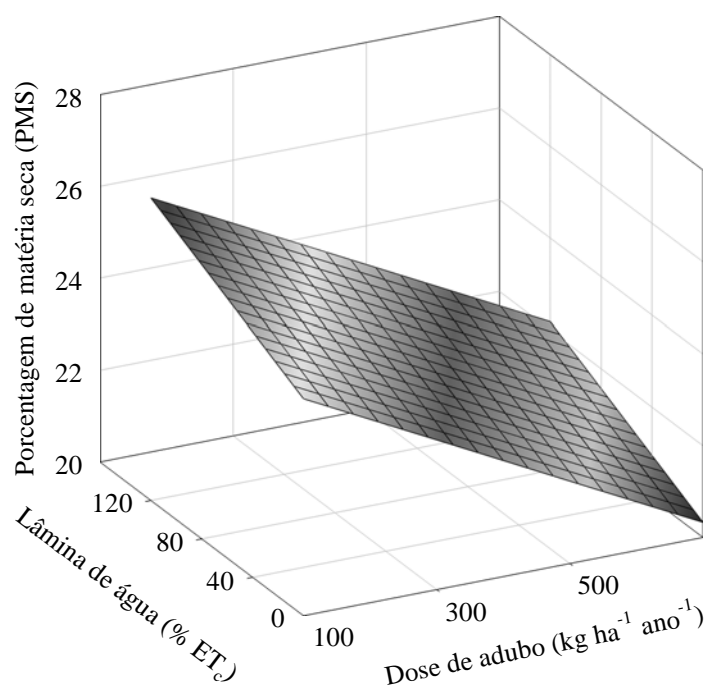


Figura 40 – Estimativa da porcentagem de matéria seca do capim-xaraés, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período chuvoso.

O menor teor de matéria seca no período chuvoso foi de 23,22%, com a dose de 700 kg ha⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação. O maior teor nesse período foi de 26,58% com a dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e a lâmina de água aplicada de 120% da ET_c, equivalente a uma diferença de 3,36%.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que em cada unidade porcentual da ET_c aplicada houve acréscimo de 0,02% nos teores da MS. Mantendo a lâmina de

água constante, observou-se que para cada quilograma do adubo aplicado houve redução de $7,34 \times 10^{-3}$ %. A diminuição acumulada no teor de matéria seca do capim-xaraés entre a maior e menor dose do adubo foi de 4,4%, no período chuvoso.

Observou-se o efeito decrescente nos teores da PMS em função da dose do adubo, tanto no capim-xaraés quanto no capim-tanzânia, o que pode ser justificado pelo fato de o efeito benéfico do adubo no desenvolvimento vegetativo ser mais intenso que o processo de envelhecimento da forragem.

Na Tabela 14 são apresentadas as porcentagens de matéria seca do capim-xaraés nas combinações de período, dose de adubo e lâmina de água. Nas doses de 100 e 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹, as porcentagens de matéria seca do capim-xaraés no período seco diferiram das obtidas no período chuvoso, com as diversas lâminas estudadas, à exceção de 100% da ET_c. Nas doses de 300 e 500 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, a porcentagem de matéria seca do capim-xaraés no período seco não diferiram das obtidas no período chuvoso somente nas lâminas de água de 77 e 100% da ET_c e 77 e 120% da ET_c, respectivamente.

Observa-se, na Tabela 14, que o fato de no período seco os teores de PMS serem, no geral, superiores aos verificados no período chuvoso pode ser justificado em razão de as condições climáticas serem menos favoráveis ao desenvolvimento vegetativo do que no período chuvoso, favorecendo a maior lignificação do tecido vegetal.

Tabela 14 – Valores médios da porcentagem de matéria seca (%) do capim-xaraés na interação período x lâmina de água x dose de adubo

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	100		300	
	P1	P2	P1	P2
0	29,01a	24,86b	27,34a	22,67b

18	28,79a	25,33b	27,44a	24,32b
45	28,65a	25,44b	27,42a	24,84b
77	27,54a	25,58b	25,98a	25,09a
100	27,12a	25,66a	25,54a	25,21a
120	27,60a	25,83b	23,50b	25,11a

	500		700	
	P1	P2	P1	P2
0	27,02a	20,76b	26,16a	19,62b
18	26,00a	21,93b	24,76a	20,47b
45	26,59a	23,07b	23,95a	20,87b
77	25,57a	24,64a	24,76a	21,89b
100	24,86a	22,46b	23,62a	22,20a
120	24,37a	23,11a	23,77a	22,03b

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas para cada lâmina de água e dose de adubo não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. P1 = período seco e P2 = período chuvoso.

4.5.3. Produtividade de matéria seca

A produtividade de matéria seca do capim-xaraés durante todo o período experimental teve comportamento quadrático com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e lineares com as lâminas aplicadas (P<0,01), conforme pode ser observado na Equação 23 e na Figura 41.

$$MS = 11.394,90 + 16,76D - 0,01D^2 + 13,39L \quad R^2 = 0,86 \quad (23)$$

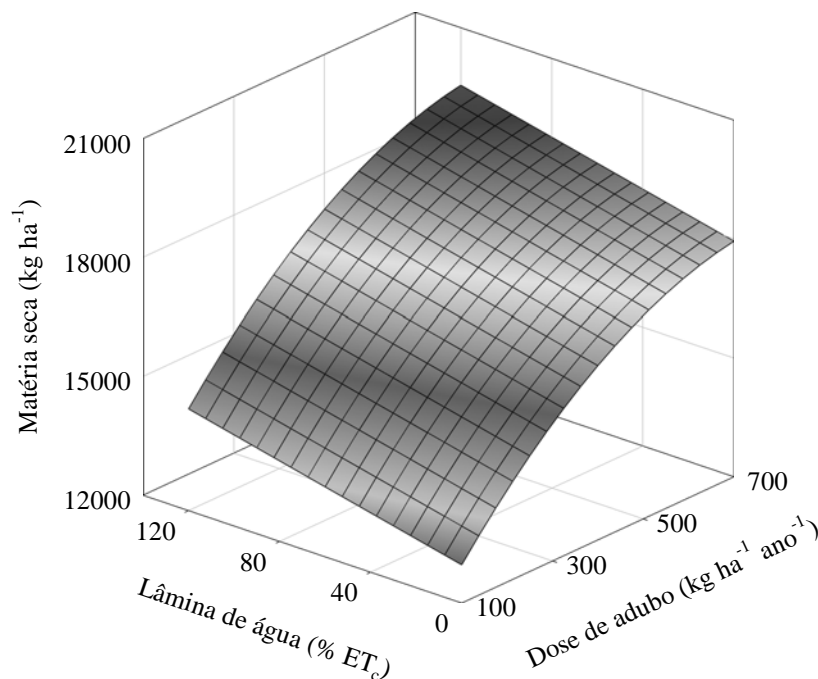


Figura 41 – Estimativa da produtividade de matéria seca do capim-xaraés, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período experimental.

A menor produtividade no período experimental foi de 12.965 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS, com a aplicação da dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação. A maior produtividade nesse período foi de 19.548 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS, com a aplicação da dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 120% da ET_c, obtendo-se um aumento de 50,8%. Apesar de esse ganho de produtividade do capim-xaraés ser expressivo, o mesmo foi inferior aos 121,2% observados no capim-tanzânia sob as mesmas condições.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que em cada unidade porcentual da ET_c houve acréscimo de 13,39 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS. Mantendo a lâmina de água constante, observou-se que para cada quilograma de adubo aplicado houve um acréscimo médio de 8,29 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS. Em outras palavras, a eficiência do uso da irrigação e do adubo promoveu ganhos de 1.606 e 5.803 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS, respectivamente, para o capim-xaraés. Valores esses, de conversão em MS, muito inferiores aos observados no capim-tanzânia, que foram de 4.601 e 7.686 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS, respectivamente, durante o período experimental.

Na Figura 42 são representadas as produtividades de MS do capim-xaraés nas diferentes lâminas aplicadas (% ET_c), em função das doses de N:0,8 K₂O (kg ha⁻¹ ano⁻¹) durante o período experimental. Comparando essa figura com a 28, obtida para o capim-tanzânia, observou-se que o capim-xaraés foi mais produtivo nas menores doses de adubo e na condição de sequeiro (0% ET_c). No entanto, o capim-tanzânia foi mais responsivo nas lâminas de água e doses do adubo combinado.

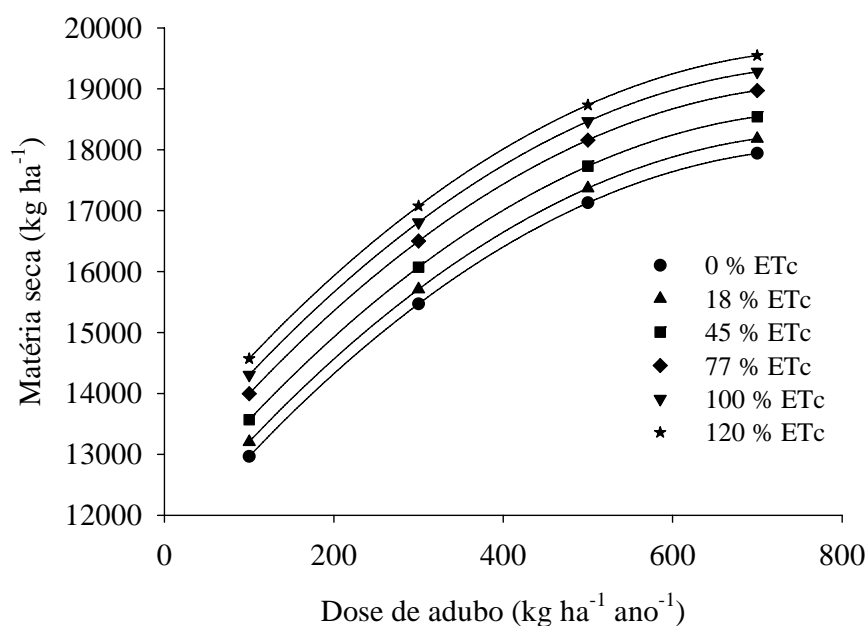


Figura 42 – Produtividade de MS do capim-xaraés nas diferentes lâminas aplicadas (%ET_c), em função das doses de adubo (kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O), durante o período experimental.

Fixando as doses de adubo variando as lâmina de água na Equação 23, obtêm-se as curvas apresentadas na Figura 43. Observa-se comportamento linear de produtividade de MS em função da lâmina de água, contrastando com o efeito quadrático obtido na produtividade de MS do capim-tanzânia (Figura 23).

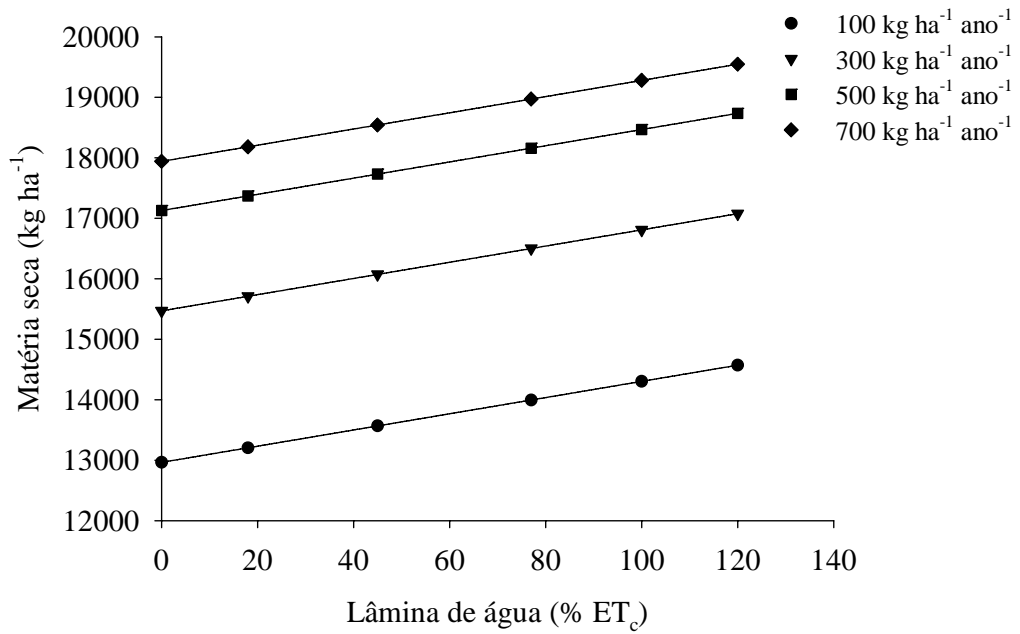


Figura 43 – Produtividade de MS do capim-xaraés nas diferentes doses de adubo ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N;0,8 K_2O), em função das lâminas aplicadas (% ET_c), durante o período experimental.

Durante o período seco, a produtividade de matéria seca do capim-xaraés teve comportamento linear com as doses de N:0,8 K_2O ($P < 0,01$) e com as lâminas aplicadas ($P < 0,01$), de acordo com a Equação 24 e a Figura 44.

$$\hat{\text{MS}} = 4.115,61 + 3,70358^{**} D + 20,5061^{**} L \quad R^2 = 0,87 \quad (24)$$

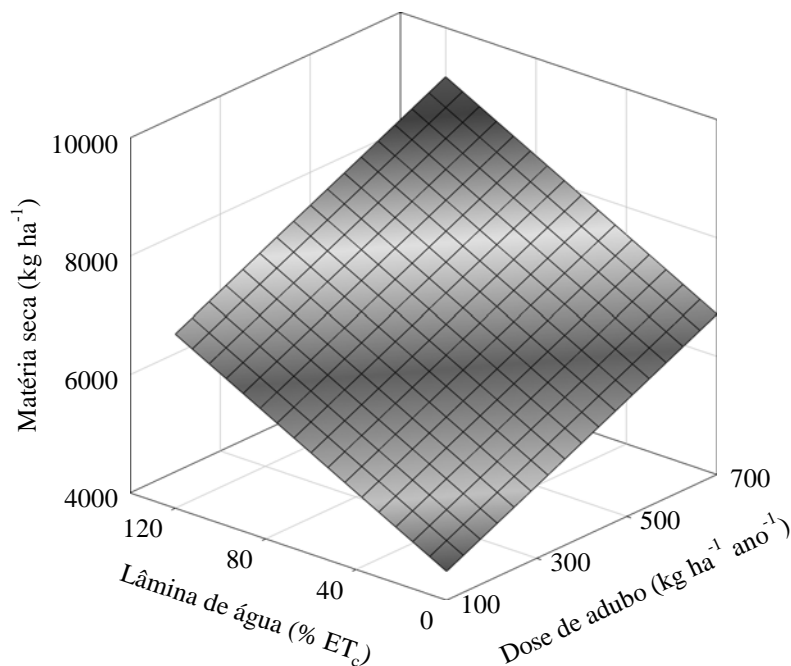


Figura 44 – Estimativa da produtividade de matéria seca do capim-xaraés, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período seco.

A menor produtividade no período seco foi de 4.486 kg ha⁻¹ de MS, com dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação. A maior produtividade nesse período foi de 9.169 kg ha⁻¹ de MS, com a dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 120% ET_c, resultando em aumento de 104% na produtividade da MS. Esse aumento indica a importância da irrigação e da adubação nitrogenada e potássica para incrementar a produtividade do capim-xaraés no período seco do ano.

Pode-se observar que, apesar da superioridade do capim-tanzânia em converter os insumos água e dose de adubo em ganhos de 246% de matéria seca, o capim-xaraés mostrou-se superior, com a produção de 9.169 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS, em comparação com a produção de 8.706 kg ha⁻¹ de MS do capim-tanzânia.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se que em cada unidade porcentual da (ET_c) houve acréscimo de 20,51 kg ha⁻¹ de MS. Mantendo a lâmina de água constante, observou-se que cada quilograma de adubo aplicado promoveu acréscimo médio de 3,7 kg ha⁻¹ de MS.

A partir da Equação 24, mantendo as lâminas de água constantes e variando as doses, obteve-se a Figura 45, na mesma equação. Mantendo as doses constantes e variando as lâminas, obteve-se a Figura 46, a qual indica que tanto a dose de adubo como a lâmina de água colaboraram para o incremento da produtividade do capim-xaraés no período seco e que o efeito linear na produtividade da MS difere dos efeitos quadráticos obtidos na produção do capim-tanzânia (Figuras 25 e 26).

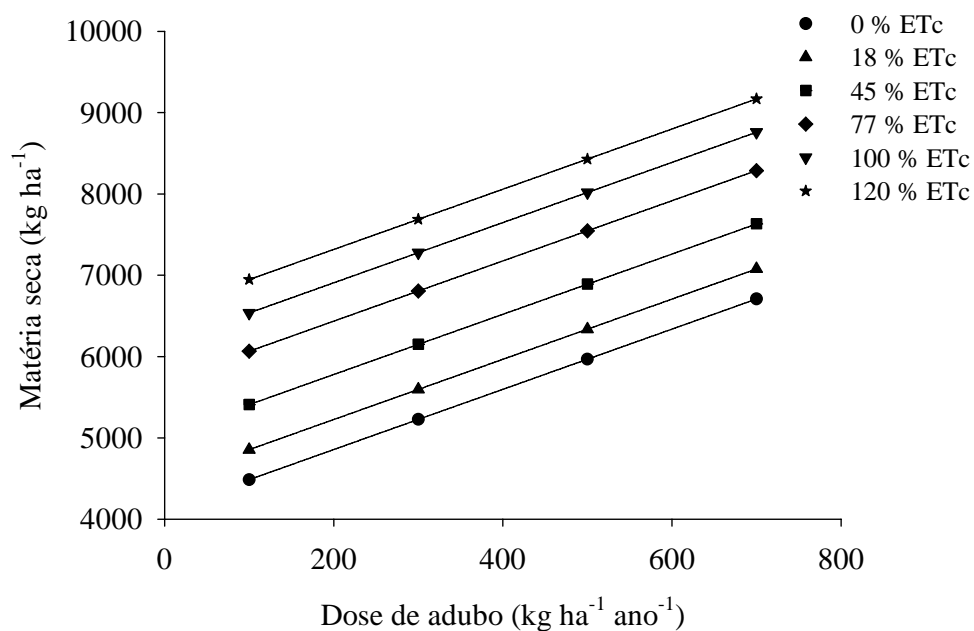


Figura 45 – Produtividade de matéria seca do capim-xaraés nas diferentes lâminas aplicadas (%ET_c), em função das doses de adubo (kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O), durante o período seco.

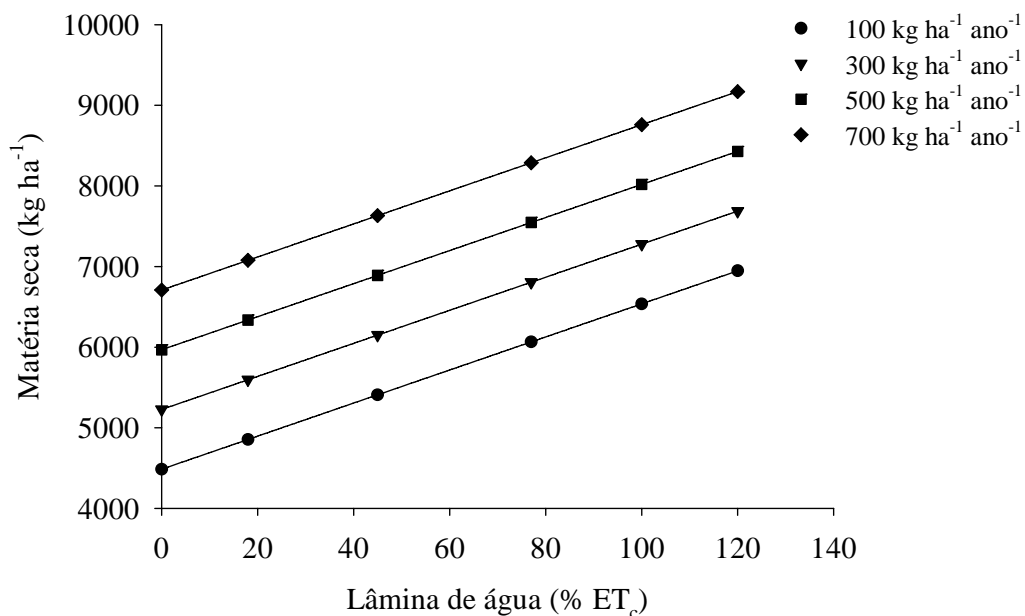


Figura 46 – Produtividade de matéria seca do capim-xaraés nas diferentes doses de adubo (kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O), em função das lâminas aplicadas (% ET_c), durante o período seco.

Durante o período chuvoso, a produtividade de matéria seca do capim-xaraés teve comportamento quadrático com as doses do combinado N:0,8 K₂O (P<0,01) e linear com as lâminas de água aplicadas (P<0,01), conforme a Equação 25 e a Figura 47.

$$MS = 7.014,38 + 14,98D - 0,01D^2 - 7,11L \quad R^2 = 0,75 \quad (25)$$

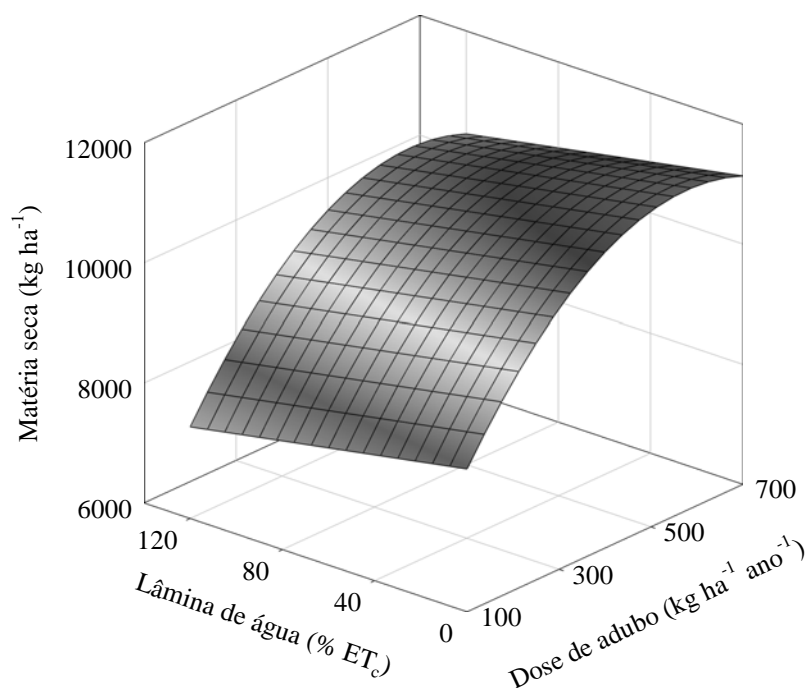


Figura 47 – Estimativa da produtividade de matéria seca do capim-xaraés, em função das doses de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período chuvoso.

A menor produtividade no período chuvoso foi de 7.528 kg ha⁻¹ de MS, com a aplicação da dose de 100 kg ha⁻¹ de N:0,8 K₂O e da lâmina de água de 120% ET_c. A maior produtividade nesse período foi de 11.333 kg ha⁻¹ de MS, com a aplicação da dose máxima estimada de 576,73 kg ha⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 120% da ET_c, resultando em um aumento de 50%.

Posto que no período seco a produtividade máxima foi igual a 9.169 kg ha^{-1} , isso representa 87,49% da produtividade obtida no período chuvoso, superior aos 74% obtidos pelo capim-tanzânia sob as mesmas condições.

Fixando a dose de $\text{N:0,8 K}_2\text{O}$, verificou-se que em cada unidade porcentual da ET_c houve uma redução de $7,12 \times 10^{-2} \text{ kg ha}^{-1}$ de MS do capim-xaraés. No entanto, mantendo a lâmina de água constante, observou-se que cada quilograma de adubo aplicado até o ponto de inflexão de máxima produtividade, correspondente a $576,73 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de $\text{N:0,8 K}_2\text{O}$, proporcionou acréscimo médio de 11 kg ha^{-1} de MS; a partir desse ponto, com o aumento da dose até $700 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ houve redução média de $3,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de MS.

Aplicando a Equação 25 da superfície de resposta para a estimativa de produtividade de matéria seca do capim-xaraés no período chuvoso e mantendo as lâminas de água constantes e variando as doses de $\text{N:0,8 K}_2\text{O}$, obteve-se a Figura 48 e de maneira inversa, a Figura 49. Em ambas as figuras, nota-se que a dose de $\text{N:0,8 K}_2\text{O}$ foi o fator que mais colaborou para os ganhos de produtividade da MS do capim-xaraés, sendo pouco expressivo o efeito da lâmina de água aplicado na irrigação. Essa redução pode ser devida à inversão do *line source*, em que tratamentos sem irrigação ou pouco irrigados no período seco apresentam maiores produtividades no período chuvoso. Esse fenômeno pode ter sido ocasionado por maior concentração de nutrientes no solo nos tratamentos com elevados déficits hídricos no período seco em relação aos tratamentos de maior lâmina. Entretanto, esse mesmo fenômeno não foi observado no experimento com capim-tanzânia submetido às mesmas condições. Um aspecto a ser observado na inversão do *Line Source* no período chuvoso é uma pequena colaboração para a redução da estacionalidade de produção da MS, já que o principal fator foi o uso da irrigação no período seco do ano. A redução na estacionalidade da produção da MS do capim-xaraés no período seco e período chuvoso foi de 59,19 para 87,49%, sem e com o uso da irrigação, respectivamente, valores esses superiores aos observados no capim-tanzânia, que foram de 44,15 para 74,35%, respectivamente. É importante salientar que os valores dessa relação são muito superiores aos valores encontrados na região centro sul do Brasil, tanto nas condições de sequeiro quanto nas de irrigado, comprovando as excelentes condições climáticas para a atividade pecuária (AGUIAR, 1998; BENEDETTI et al., 2000; ALENCAR, 2007).

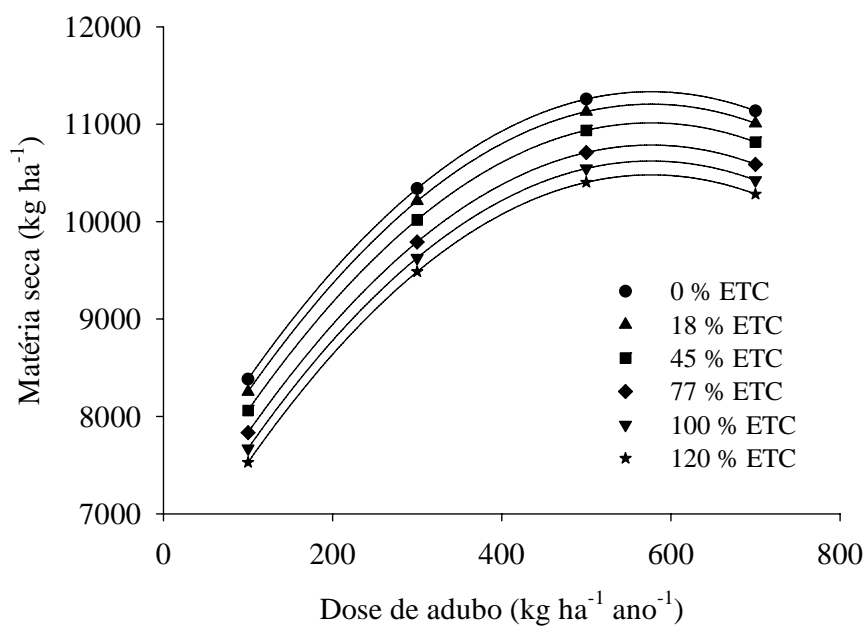


Figura 48 – Produtividade de MS do capim-xaraés nas diferentes lâminas aplicadas (%ET_c), em função das doses (kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O), durante o período chuvoso.

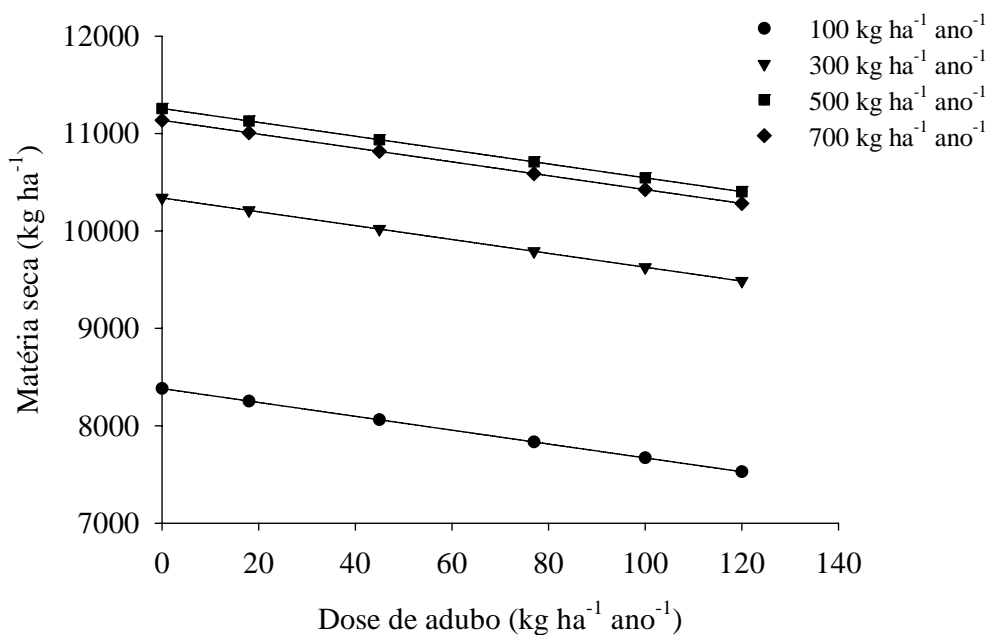


Figura 49 – Produtividade de MS do capim-xaraés nas diferentes doses (kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N;0,8 K₂O), em função das lâminas aplicadas (% ET_c), durante o período chuvoso.

Na Figura 50 são apresentadas as produções de matéria seca das duas gramíneas estudadas e a variação da temperatura mínima diária mensal durante o período experimental. As produções variaram de 592 a 2.208 kg ha⁻¹ de MS do capim-xaraés e de 967 a 2.160 kg ha⁻¹ de MS do capim-tanzânia. Observa-se, na mesma figura, que, em geral, a variação na produção de MS acompanhou a variação da temperatura mínima diária mensal ao longo do ano.

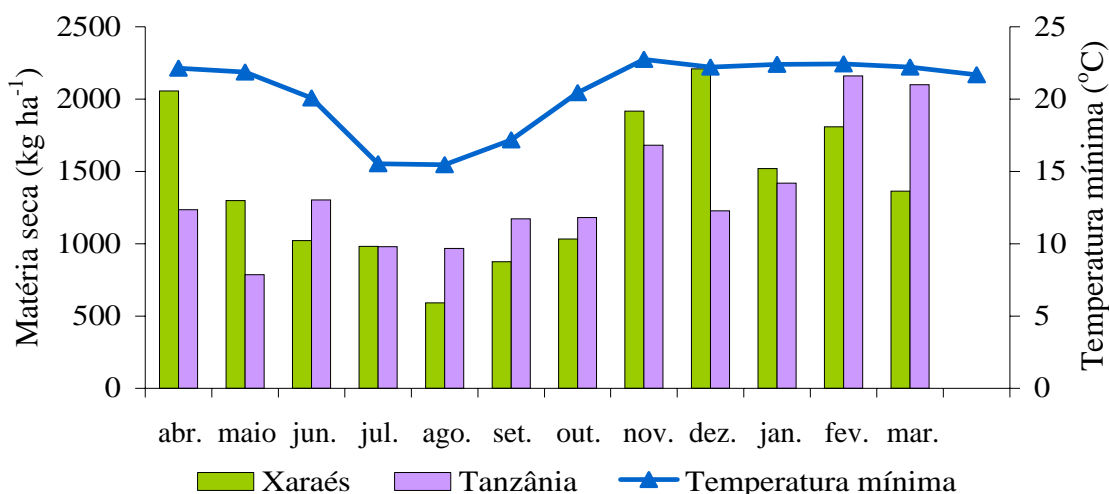


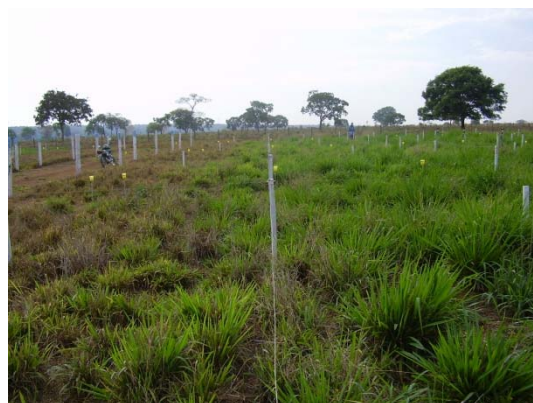
Figura 50 – Produtividade de matéria seca dos capins-tanzânia e xaraés e variação da temperatura mínima diária mensal durante o período experimental.

Rolim (1994) mencionou que baixa temperatura noturna nas regiões tropicais e subtropicais seria o principal agente causador da estacionalidade da produção de forragem em capim do gênero *Panicum*. Na Figura 50, observa-se que, além do gênero *Panicum*, também o *Brachiaria*, representado pelo capim-xaraés, apresentou estacionalidade de produção de forragem ainda maior que a do capim-tanzânia.

Além da temperatura, a disponibilidade de água no solo é outro fator que afeta a taxa fotossintética da planta e, conseqüentemente, a produção de forragem ao longo do ano (SILVA,1995; EASTEIN; SULLIVAN, 1984). Na Figura 51, pode-se observar que no final da estação outono-inverno o longo período de estiagem afetou tanto o capim-tanzânia quanto o capim-xaraés, se comparado com as subparcelas que receberam irrigações. Já no período primavera-verão, ou período chuvoso (Figura 52), não é possível visualizar os sintomas de deficiência hídrica.



(a)



(b)

Figura 51 – Vistas das pastagens 15 dias após a sétima colheita: capim-xaraés (a) e capim-tanzânia (b).



(a)



(b)

Figura 52 – Vistas das pastagens 21 dias após a 11ª colheita: capim-xaraés (a) e capim-tanzânia (b).

Na Tabela 15 são apresentadas as produtividades de matéria seca do capim-xaraés para a interação período x dose de adubo x lâmina de água. As produtividades de matéria seca do capim-xaraés no período seco diferiram das obtidas no período chuvoso nas seguintes situações: na dose de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, nas lâminas de 0, 18 e 45% da ET_c ; nas doses de 300 e 500, as produtividades em todas as lâminas de água, exceto nas lâminas de 45% e 120%, respectivamente, e, por fim, na dose de $700 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, todas as lâminas de água, exceto em 18 e 100% da ET_c .

Tabela 15 – Valores médios da produtividade da matéria seca (kg ha⁻¹) do capim-xaraés para a interação período x lâmina de água x dose de adubo

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	100		300	
	P1	P2	P1	P2
0	4.834 b	7.522 a	5.027 b	11.751 a
18	4.459 b	8.145 a	5.893 b	10.599 a
45	5.930 b	8.305 a	6.468 a	9.763 a
77	6.145 a	7.421 a	7.511 b	9.140 a
100	6.593 a	7.562 a	6.838 b	11.347 a
120	6.611 a	7.835 a	7.343 b	9.699 a

	500		700	
	P1	P2	P1	P2
	0	5.502 b	10.739 a	6.733 b
18	6.058 b	11.051 a	6.992 b	11.468 a
45	7.123 b	10.842 a	7.152 a	10.289 a
77	7.281 b	10.081 a	8.356 b	10.598 a
100	7.633 b	9.847 a	10.149 a	10.733 a
120	8.095 a	9.596 a	9.133 b	10.770 a

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas para cada lâmina de água e dose de adubo não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. P1 = período seco e P2 = período chuvoso.

4.5.4. Altura de plantas

No período seco, a altura do capim-xaraés teve comportamento linear com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e com as lâminas aplicadas (P<0,01), como se observa na Equação 26 e na Figura 53.

$$\hat{ALT} = 44,1055 + 0,0113669^{**} D + 0,0793013^{**} L \quad R^2 = 0,79 \quad (26)$$

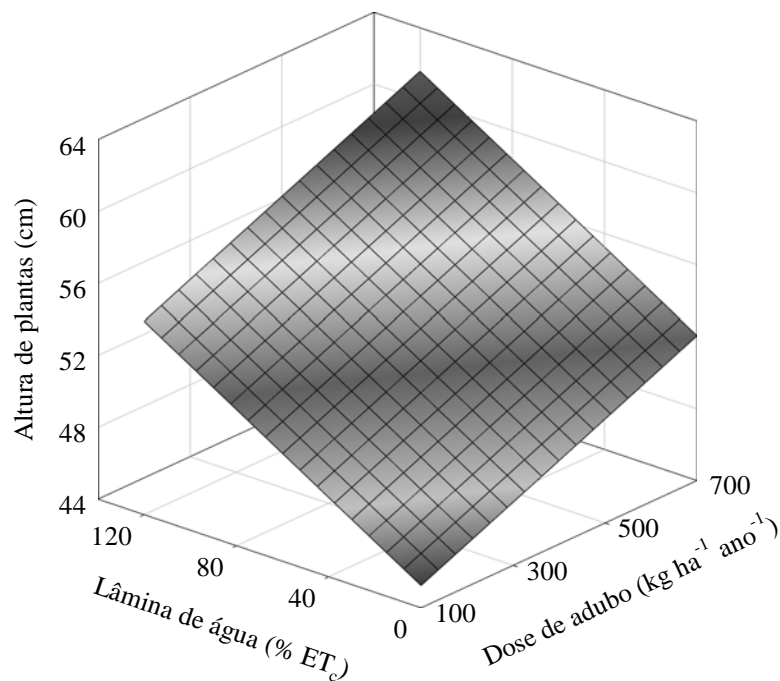


Figura 53 – Estimativa da altura de plantas do capim-xaraés, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período seco.

A menor altura estimada do capim-xaraés no período seco foi de 45,24 cm, com a aplicação da dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação. A maior altura nesse período foi de 61,57 cm, com a aplicação da dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 120% da ET_c, obtendo-se um aumento de 16,33 cm na altura do capim-xaraés no período seco do ano.

Mantendo a lâmina constante, verificou-se que cada quilograma de adubo adicionado promoveu um crescimento de $1,14 \times 10^{-2}$ cm ou um total de 6,82 cm, desde a menor até a maior dose de adubo aplicada. Esse total representa praticamente a metade do crescimento observado no capim-tanzânia, ou seja, 13,42 cm.

Fixando a dose do adubo, verificou-se que cada unidade porcentual da ET_c aplicada promoveu um crescimento de $1,36 \times 10^{-1}$ cm, ou um total de 9,51 cm na altura, inferior aos 20,28 cm obtidos no capim-tanzânia.

À semelhança do ocorrido no capim-tanzânia, no período chuvoso não houve efeito das fontes de variação dose e lâmina de água na altura do capim-xaraés, tendo sido adotado o valor médio de altura nesse período igual a 79,52 cm. No caso do capim-tanzânia, a altura média foi de 98,39 cm.

Na Tabela 16 são apresentadas as alturas de plantas do capim-xaraés para as combinações de período, dose de adubo e lâmina de água. Nas doses de 100, 300, 500 e 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹, as alturas do capim-xaraés no período seco diferiram das obtidas no período chuvoso, em todas as lâminas de água estudadas.

Tabela 16 – Valores médios da altura (cm) do capim-xaraés na interação período x lâmina de água x dose de adubo

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	100		300	
	P1	P2	P1	P2
0	49,24b	84,03a	46,00b	82,22a
18	44,79b	75,28a	49,87b	82,64a
45	47,74b	75,29a	53,24b	80,76a
77	51,07b	83,19a	54,61b	81,78a
100	52,58b	76,11a	58,17b	82,92a
120	52,00b	78,54a	55,32b	78,82a

Lâmina de Água (% ET _c)	500		700	
	P1	P2	P1	P2
	0	47,57b	75,87a	49,21b
18	51,97b	80,52a	50,99b	75,97a
45	54,65b	80,31a	58,26b	77,78a
77	55,86b	80,49a	59,26b	81,11a
100	61,82b	85,76a	60,49b	78,96a
120	56,03b	77,05a	61,11b	78,19a

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas para cada lâmina de água e dose de adubo não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. P1 = período seco e P2 = período chuvoso.

4.5.5. Proteína bruta

No período seco, o teor de proteína bruta do capim-xaraés teve comportamento linear com as doses de N:0,8 K₂O (P<0.01) e com as lâminas de água aplicadas (P<0,01), conforme a Equação 27 e a Figura 54.

$$\hat{PB} = 6,47002 + 4,86091 \cdot 10^{-3} D + 0,0105101 L \quad R^2 = 0,87 \quad (27)$$

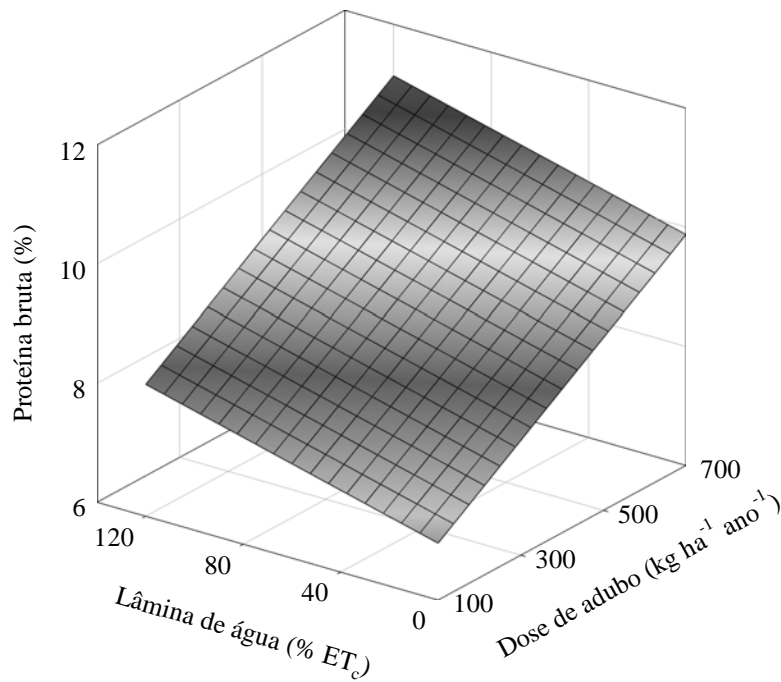


Figura 54 – Estimativa do teor de proteína bruta do capim-xaraés, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período seco.

O menor teor de proteína bruta no período seco foi de 6,96%, com a aplicação da dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação. O maior teor nesse período foi de 11,13%, com a aplicação da dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 120% ET_c, obtendo-se um aumento de 4,17%.

Ao fixar a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se redução total de 1,26% no teor de PB entre a menor e maior lâmina aplicada. Mantendo a lâmina de água constante, observou-se redução de 2,91% entre a menor e a maior dose aplicada no período seco do ano.

Durante o período chuvoso, o teor de proteína bruta do capim-xaraés teve comportamento linear com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e com as lâminas de água aplicadas (P<0,01), de acordo com a Equação 28 e a Figura 55.

$$PB = 7,90 + 5,37 \cdot 10^{-3} D - 0,02L \quad R^2 = 0,89 \quad (28)$$

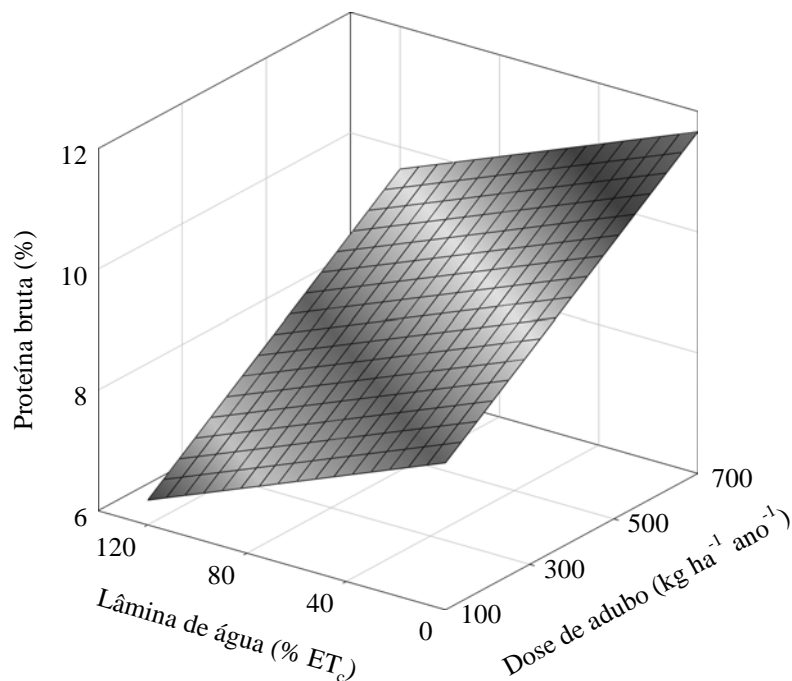


Figura 55 – Estimativa da porcentagem de proteína bruta do capim-xaraés, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período chuvoso.

O menor teor de proteína bruta no período chuvoso foi de 6,40%, com a aplicação da dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O e lâmina de água aplicada de 120% da ET_c. O maior teor nesse período foi de 11,66%, com a aplicação da maior dose do adubo e ausência de irrigação, equivalente a um acréscimo de 5,26 no teor de PB.

Cada unidade porcentual da ET_c reduziu 1,69 x 10⁻²% o teor de PB quando se fixou a dose de N:0,8 K₂O. Mantendo a lâmina de água constante, observou-se que cada quilograma de adubo aplicado proporcionou um acréscimo de 5,37 x 10⁻³% no teor de PB do capim-xaraés nesse período.

Na Tabela 17 são apresentados os teores de proteína bruta (PB) do capim-xaraés nas combinações de período, dose de adubo e lâmina de água. Os teores de proteína bruta do capim-xaraés no período seco diferiram dos valores obtidos no período chuvoso, nas seguintes situações: na dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, nas lâminas de 0, 77 e 120% da ET_c; na dose de 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em 0, 100 e 120% da ET_c; e nas demais doses de 500 e 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ nas lâminas de 45 e 100% da ET_c, respectivamente.

Tabela 17 – Valores médios de proteína bruta (%) do capim-xaraés nas combinações de lâmina de água, dose de adubo e período

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	100		300	
	P1	P2	P1	P2
0	6,67b	8,49a	7,19b	9,81a
18	7,56a	7,41a	8,35a	8,71a
45	7,91a	7,33a	8,58a	8,21a
77	7,94a	7,00b	8,60a	8,07a
100	7,71a	7,03a	8,75a	7,90b
120	8,09a	7,01b	9,11a	8,24b

	500		700	
	P1	P2	P1	P2
	0	8,25b	11,11a	8,81b
18	9,99b	10,99a	10,79b	11,74a
45	9,27a	9,39a	10,76a	10,55a
77	9,90a	8,81b	10,81a	9,96b
100	9,79a	9,23a	10,71a	9,44a
120	10,12a	8,84b	11,07a	9,25b

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas para cada lâmina de água e dose de adubo não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. P1 = período seco e P2 = período chuvoso.

4.5.6. Fibra em detergente neutro

O teor de fibra em detergente neutro do capim-xaraés, no período seco, teve comportamento quadrático com as doses de N:0,8 K₂O (P<0,05) e linear com as lâminas aplicadas (P<0,01), de acordo com a Equação 29 e a Figura 56.

$$\hat{\text{FDN}} = 60,1457 + 5,03014 \cdot 10^{-3} \cdot D - 7,05858 \cdot 10^{-6} \cdot D^2 - 0,0132049 \cdot L \quad (29)$$

$$R^2 = 0,47$$

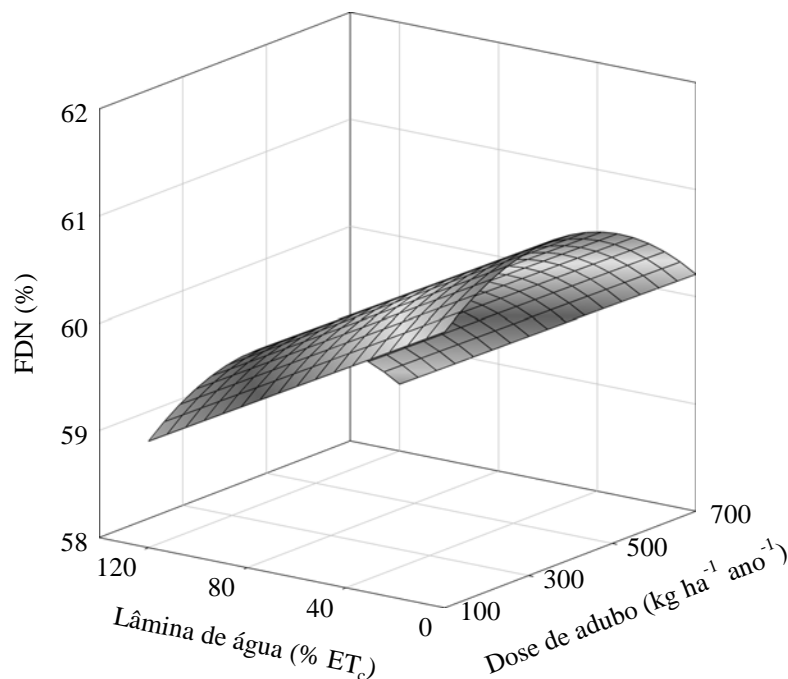


Figura 56 – Estimativa de fibra em detergente neutro do capim-xaraés, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período seco.

O menor teor de FDN observado no período seco foi de 58,61% com a aplicação da dose de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N:0,8 K₂O, na ausência da irrigação. O maior teor de FDN foi de 61,04%, com a dose de adubo estimada em 356,31 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e na ausência da irrigação, obtendo-se um aumento de 2,42%.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se uma redução de 0,43% no teor de FDN, desde a menor até a maior lâmina de água aplicada. Com lâmina de água constante, observou-se um acréscimo de 0,46% a partir da menor dose até o ponto de inflexão de máximo teor, na dose de 356,31 kg ha⁻¹ ano⁻¹; desse ponto até a maior dose de adubo houve redução de 0,83% nos teores de FDN.

O teor de FDN do capim-xaraés durante o período chuvoso teve comportamento quadrático em função das doses de N:0,8 K₂O (P<0,01) e linear com as lâminas aplicadas (P<0,01), de acordo com a Figura 57, sendo estimado pela seguinte equação:

$$\hat{\text{FDN}} = 60,1761 - 8,41163 \cdot 10^{-3**} D - 1,09 \cdot 10^{-5**} D^2 + 0,0184875** L \quad (30)$$

$$R^2 = 0,73$$

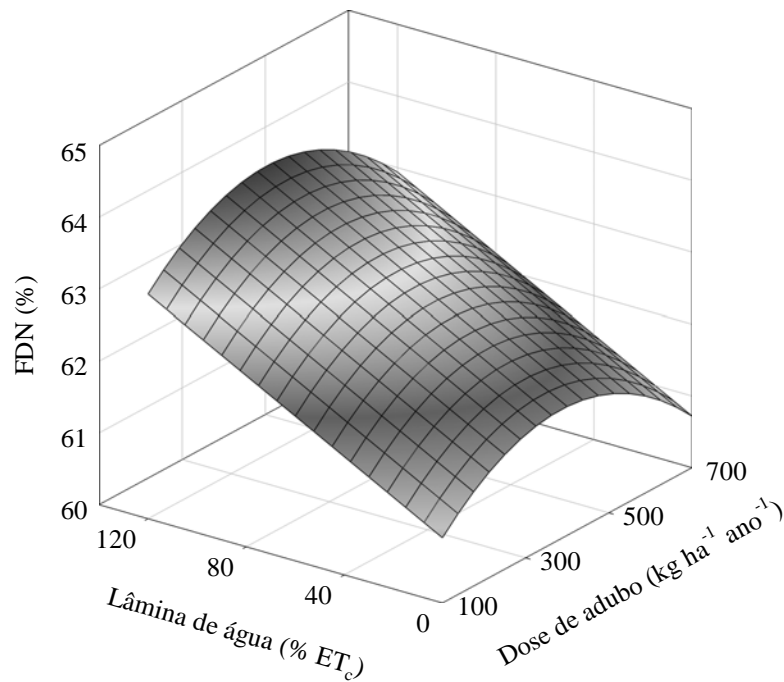


Figura 57 – Estimativa de fibra em detergente neutro do capim-xaraés, em função da dose de N:0,8 K₂O e da lâmina de água aplicada, durante o período chuvoso.

O menor teor de FDN observado nesse período seco foi de 60,71% com a aplicação da menor dose de adubo e na ausência da irrigação. O maior teor da FDN foi de 64,01%, com a dose estimada de 385,51 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e lâmina de água de 120% ET_c, obtendo-se um aumento de 3,3% no teor de FDN.

Fixando a dose de N:0,8 K₂O, verificou-se uma redução de 2,21% no teor de FDN, desde a menor até a maior lâmina de água aplicada. Com lâmina de água constante, observou-se um acréscimo de 0,77% a partir da menor dose até o ponto de inflexão de máximo teor, na dose de 358,51 kg ha⁻¹ ano⁻¹; desse ponto até a maior dose de adubo houve redução de 1,07% nos teores de FDN.

Na Tabela 18 são apresentados os teores de fibra em detergente neutro (FDN) do capim-xaraés para as combinações de período, dose de adubo e lâmina de água. Na dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹, os teores de FDN do capim-xaraés no período seco diferiram significativamente, no nível de 5% de probabilidade, dos valores obtidos no período chuvoso, com as lâminas de 77, 100 e 120% da ET_c, enquanto nas doses de 300, 500 e 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ a diferença significativa ocorreu em todas as lâminas de água, exceto em 0 e 18% da ET_c.

Observa-se na Tabela 18 e nas Figuras 56 e 57 que os teores de fibra em detergente neutro no período chuvoso se inverteram em função da lâmina de água aplicada. Esse comportamento pode ser justificado pela inversão do *line souce*, com ocorrência de maiores produtividades do capim-xaraés nas menores lâminas de água aplicada.

Tabela 18 – Valores médios de fibra em detergente neutro (%) do capim-xaraés na interação lâmina de água x dose de adubo x estação

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	100		300	
	P1	P2	P1	P2
0	60,59a	61,24a	62,63a	62,61a
18	59,70a	61,18a	60,96a	62,55a
45	59,98a	61,39a	60,64b	63,24a
77	59,10b	62,00a	60,65b	62,79a
100	59,51b	62,64a	59,90b	63,52a
120	58,70b	63,10a	59,93b	63,86a

Lâmina de Água (% ET _c)	Dose de N:0,8 K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	500		700	
	P1	P2	P1	P2
0	59,91a	61,38a	61,25a	60,17a
18	60,11a	61,30a	59,32a	60,76a
45	59,55b	62,40a	59,41b	61,10a
77	59,44b	63,53a	59,88b	62,41a
100	59,38b	63,58a	58,87b	63,59a
120	58,89b	62,77a	58,88b	63,49a

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas para cada lâmina de água e dose de adubo não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. P1 = período seco e P2 = período chuvoso.

5. CONCLUSÕES

1. O capim-tanzânia foi mais produtivo do que o capim-xaraés durante o período experimental, com produtividade máxima de matéria seca estimada de $20.216 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ obtida com lâmina de água aplicada igual a 949 mm (107% da ET_c) e dose de adubo de $630 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N:0,8 K_2O .

2. No período seco, o capim-xaraés foi mais produtivo do que o capim-tanzânia, com produtividade máxima de 9.169 kg ha^{-1} obtida com lâmina de água aplicada de 639 mm (120% da ET_c) e dose de adubo de $700 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N:0,8 K_2O .

3. No período chuvoso, o capim-tanzânia foi mais produtivo do que o capim-xaraés, com produtividade máxima de $11.710 \text{ kg ha}^{-1}$ obtida com lâmina de água aplicada de 351 mm (120% da ET_c) e dose de adubo de $673 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N:0,8 K_2O .

4. Os dois capins estudados apresentaram baixa estacionalidade da produção de matéria seca, potencializada principalmente pela irrigação, sendo o capim-xaraés superior ao capim-tanzânia.

5. No período chuvoso, as lâminas de água aplicadas reduziram a produtividade de matéria seca do capim-xaraés, comparativamente ao tratamento com ausência de irrigação, em decorrência da inversão no “line-source”.

6. Em condições de restrição dos nutrientes nitrogênio e potássio e na ausência de irrigação, o capim-xaraés foi mais produtivo do que o capim-tanzânia.

7. As lâminas de água e as doses do adubo combinado de N:0,8 K₂O aplicadas durante o período seco do ano influenciaram positivamente a produtividade de matéria seca, a altura de plantas e os teores de proteína bruta e de fibra em detergente neutro.

6. REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **A evolução da gestão de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2002.

AGUIAR, A.P.A. Possibilidade de intensificação do uso da pastagem através de rotação sem e com uso mínimo de fertilizantes In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2003. p. 85-138.

AGUIAR, A. P. A. **Manejo de pastagens**. Uberaba, MG: FAZU, 2002. 71 p. (CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MANEJO DA PASTAGEM).

AGUIAR, A.P.A. et al. Produção de uma pastagem de Tifton 85 irrigada por aspersão em malha, sob condições de pastejo intensivo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 15., 2005, Teresina. **Anais...** Teresina: ABID, 2005. CD-ROM.

AGUIAR, A.P.A. et al. Crescimento de uma pastagem de capim Brachiário (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) irrigada e manejada intensivamente, In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

AGUIAR, A.P.A. **Manejo de pastagens**. Guaíba, RS: Livraria e Editora Agropecuária, 1998. 139 p.

ALENCAR, C.A.B. Defendendo a irrigação por aspersão semifixa de baixa pressão, em pastagens irrigadas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO LEITE, 2., Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2002. p. 293-313.

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**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 125 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ALLEN, R.G. et al. **Crop evapotranspiration** – Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage. Rome: FAO, 1998. 319 p. (Paper 56).

ALVES, A.C.; RODRIGUES, R.C.; BRENNECHKE, K.; HERLING, R.; FARIA, L.A.; PLESE, L.P.M. Produção de massa seca, área foliar e perfilhamento da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés sob doses de nitrogênio e potássio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005.

ALVIN, M.J.; BOTREL, M.A.; NOVELLY, P.E. Produção de gramíneas tropicais e temperadas, irrigadas na época seca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 15, n. 5, p. 384-392, 1986.

ALVIN, M.J.; BOTREL, M.A.; MARTIUS, C.E. et al. Efeito de dose de nitrogênio e de intervalos de corte sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta do Tifton 85. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1988, Botucatu. **Anais...** Botucatu, SP, 1988. v.2, p. 492-494.

ANDRADE, A.C. **Produtividade e o valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum purpurium* Schum. cv. Napier) sob diferentes doses de nitrogênio e potássio**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 52 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ANDRADE, A.C.; FONCECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; ALVARES, V.H.; MARTINS, C.E.; SOUZA, D.P.H. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio, **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 6, p. 1589-1595, 2000.

ANDRADE, A.C.; FONCECA, D.M.; QUEIROZ, D.S.; SALGADO, L.T.; CECON, P.R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante. (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Napier). **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, p. 1643-1651, dez. 2003. Edição Especial.

ANDRADE, J.B.; BENEVIDE, R.P.; FERRI JÚNIOR, E.; PAULINO, V.T.; HENRIGUE, W. Nitrogênio e potássio na produção e composição da *Brachiaria brizantha*. Stapf. Cv. Marandu. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 1996. v. 2, p. 283-285.

ANUALPEC: Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2003 e 2006. Disponível em: <<http://www.agrafnp.com.br/prodserv/estatisticas/index.php>>. Acesso em: 11 jun. 2007.

AZENEGASHE, O. A.; ALLEN, V.; FONTENOT, J. Grazing sheep and cattle together or separately: effect on soil and plants. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 3, p. 380-386, 1997.

BALSALOBRE, M.A.A.A.; SANTOS, P.M.; MAYA, M.A.; PENATE, M.A.; CORSI, M. Pastagem irrigadas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2003. p. 265-296.

BENEDETTI, E.; DEMETRIO, R.A.; COLMANETTI, A.L. Avaliação da resposta da cultivar Tanzânia (*Panicum maximum*) irrigado em solos de cerrado brasileiro. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE LECHE, 7., 2000, La Havana – **Cuba**. **Anais...** La Havana: FEPAL, 2000. p. 29.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. 625 p.

BUENO, M.E.G. **Potencial produtivo e qualitativo de gramíneas tropicais sob diferentes níveis de adubação nitrogenada, irrigação e época do ano**. Maringá, PR: UNIPAR, 2006. 81 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Paraná, Maringá.

BURKART, A. Evolution of grasses and grasslands in South America. **Taxon**, Austrália, v. 24, n. 1, p. 53-66, 1975.

BURMAN, R.D. et al. Water requirements. In: JENSEN, M. E. **Design operation of farm irrigation system**. St. Joseph: ASAE, 1983. p.189-232.

CARVALHO, S.R.; SILVA, A.T.; COSTA, F.A.; SOUTO, S.M.; LUCAS, E.D. Influência da irrigação e da adubação em dois cultivares do capim elefante (*Penisetum purpurium* schum). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Zootecnia, v. 10, p. 23-30, 1975.

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

CORRÊA, L. A.; SANTOS, P. M. **Produção de carne em pastagens adubadas**, versão eletrônica, jan. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorteRegiaoSudeste/producaocarne.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2004.

CORSI, M. **Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter productivity, tillering and quality of tropical grass *Panicum maximum* Jacq.** Wooster: Ohio State University, 1984. 125 f. Thesis (Ph. D.) – Ohio State University, Ohio.

CORSI, M.; NUSSIO, L.G. Manejo do capim elefante: correção e adubação de solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 10., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1993. p. 87-115.

COSTA, K.A.P.; RODRIGUES, R.B.; OLIVEIRA, I.P.O.; SAMPAIO, F.M.T.; MAGALHÃES, R.T.M.; RABELOS, N.A.; RODRIGUES, C.; OLIVEIRA, A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de massa seca e composição bromatológica de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Marandu, Xaraés e MG4). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia, GO: SBZ, 2005.

COUTINHO, E.L.M.; RODRIGUES, L.R.A.; CONSOLINI, F.; CATOLIN, M.; NATALE, W. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produção de matéria seca e na composição mineral do capim Coastcross irrigado, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2001. p. 299-301.

CUNHA, F.F.; SOARES, A.A.; BATISTA, R.O.; SOUZA, G.F.; SOUZA, D.O.; ABREU, F.V.S. Efeito de diferentes turnos de rega e lâmina de irrigação no consumo de água de *Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. 15., 2005. Teresina. **Anais...** Teresina, PI: 2005. CD-ROM.

CRUZ FILHO, A. B. et al. Produção de leite a pasto usando capim-elefante: Dados parciais de transferência de tecnologia no Norte de Minas Gerais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Soc. Bras. Zoot., 1996. v. 1, p. 504-506.

DIAS FILHO, M.B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. 2. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 173 p.

DERESZ, F. Manejo de pastagem de capim-elefante para produção de leite e carne. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 2., 1994, Juiz de Fora. **Anais...** Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p. 116-137.

EASTIN, J. D.; SULLIVAN, C.Y. Environmental stress influences on plant persistence physiology, and production. In: TESAR, MB. **Physiological basis of crop growth and development**. Madison: American Society Agronomy, 1984. Cap. 8, p. 210-236.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rev. atual. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1979. 212 p. (EMBRAPA-CNPS, Documento1).

EUCLIDES, V. P. B. Novidades em forrageiras para a pecuária em regiões tropicais. In: SEMINÁRIO DE PASTURAS Y SUPLEMENTACION ESTRARÉGICA EM GANADO BOVINO, 4., 2002, Asuncion. **Proceedings...** Asuncion: UNA, 2002. p. 1-12.

GAMEH, M.A.; ANGLE, J.S.; AXLEY, J.H. Effects of urea-potassium choride and nitrogen transformations on ammonia volatilization from urea. **Soil Science Society Journal**, v. 54, p.1768-1772, 1990.

GARCIA, J.C.R. **Efeitos de diferentes lâminas d'água sobre a cultura da aveia irrigada por inundação temporária**. Lavrás, MG, 1993. 71 f. Dicteração (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

GARGANTINI, P.E.; HERNANDES, F.B.T.; VANZELA, L.S.; LIMA, R.C. Irrigação e adubação nitrogenada em capim mombaça na região oeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 15., 2005, Teresina. **Anais...** Teresina: ABID, 2005. CD-ROM.

GHASSEMI, J.N.; GHASSEMI, F.; NIX, H.; JAKEMAN, A.J. **Salinisation of land and water resources: human causes, extent, management and case studies**. [S.l.]: CABI Publishing, 1995.

GHELFI FILHO, H. **Efeito da irrigação sobre a produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) variedade Napier**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1972. 77 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

HANKS, R.J. et al. Line source sprinkler for continuous variable irrigation crop production studies. **Soil. Sci. of Amer. Journ.**, Madison, v. 40, p. 426-429, 1976.

IMHOFF, S.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1493-1500, 2000.

JANK, L.; VALLE, C.B.; RESENDE, R.M.S. Grass and forage improvement in the tropics and sub-tropics. In: MCGILLOWAY, D. A. (Ed.). **Grassland: a global resource**. Wageningen: Academic Publishers, 2005. p. 69-80.

JENSEN, M.E.; BURMAN, R.D.; ALLEN, R.G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. New York: ASCE, 1990. 332 p.

LADEIRAS, N.P.; SYKES, D.J.; DAKER, A.; GOMIDE, J.A. estudos sobre a produção e irrigação dos capins pangola, sempre-verde e gordura durante o ano de 1965. **Revista Ceres**, v. 13, n. 74, p. 105-116, 1966.

LOPES, R.S.; FONCECA, D.E.; OLIVEIRA, R.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; ANDRADE, A.C.; STOK, L. A.; MARTINS, C. E. Disponibilidade de matéria seca em pastagens de capim-Elefante irrigadas. **Scientia Agrícola**, Lavras, Agrotec., v. 27, n. 6, p. 1388-1394, nov./dez., 2003.

LOURENÇO, L.F.; COELHO, R.D.; SORIA, L.G.T.; PINHEIRO, V.D.; CORSI, M. Coeficiente de cultura (Kc) do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq) irrigado por pivô central. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: SBZ, 2001. p. 1013-1017.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. **Agronômica Ceres**, p. 251, 1980.

MALDONADO, H.; DAHER, F.H.; PEREIRA, A.V. Efeito da irrigação na produção de matéria seca do capim elefante (*Pennisetum purpurium* Schum) em campos dos Goytacazes, RJ. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, MG: SBZ, 1997.

MARCELINO, K.R.A.; LEITE, G.G.; VILELA, L. Efeito da adubação nitrogenada e da irrigação sobre a produtividade e índice de área foliar de duas gramíneas cultivadas no cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: SBZ, 2001. p. 230-231.

MARCELINO, K.R.A.; VILELA, L.; LEITE, G.G.; GUERRA, A.F.; DIOGO, J.M.S. 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, v. 32, n. 2, p. 268-275, 2003.

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

MARTHA JR., G.B. **Balanço de ^{15}N e perdas de amônia por volatilização em pastagem de capim-elefante**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1999. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARTHA JR., G.B.; CORSI, M.; TRIVELIM, P.C.O.; VILELE, L.; PINTO, T.L.F.; TEIXEIRA, G.M.; MANZONI, C.S.; BARIONI, L.G. Perdas da amônia por volatilização em pastagem de capim-tanzânia adubada com uréia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2240-2247, 2004.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CUNHA, D.N.F.V.; HUBACK, J. F. Adubação nitrogenada e partição de matéria seca em plantas de capim-xaraés. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005.

MATSUMOTO, E.; ISEPON, J.; BASTOS, J.F.P.; MELLO, S.Q.S. Produção de matéria seca de cinco cultivares de *Panicum maximum* Jacq. Submetidos à irrigação (compact disk). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

MAYA, F.L.A. **Produtividade e viabilidade econômica da recria e engorda de bovinos em pastagens adubadas intensivamente com e sem irrigação**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.

MONTEIRO, F.A.; LIMA, S.A.A.; WERNER, J.C.; MATTOS, H.B. Adubação potássica em leguminosa e em capim-Colonião (*Panicum maximum* Jacq.) adubados com níveis de nitrogênio ou consorciado com leguminosa. **Boletim Industrial Animal**, v. 37, n. 1, p. 127-147, 1980.

MULLER, M. M. L. et al. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1409-1418, 2001.

MULLER, M. S.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; GARCÍA, A. G. OVEJERO, R.F.L. Produtividade do *Panicum maximum* cv. Mombaça irrigado sob pastejo rotacionado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, jul./set. 2002.

MULLER, M. M. L. et al. Degradação de pastagens na região amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1409-1418, 2001.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S.C.; ADESE, B. Perspectivas futuras do uso de gramíneas em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. p. 130-141.

PINHEIRO, V.D.; COELHO, R.D.; LOURENÇO, L.F. Viabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim Tanzânia em diferentes regiões do Brasil. In: SIPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2002. p. 160-188.

PIRES, W. **Manual de pastagem**. 1. ed. Viçosa, MG: Editora Fapi, 2006. 302 p.

POSTEL, S.L. Water for food production: will there be enough in the 2025? **BioScience**, Washington, v. 48, n. 8, p. 629-637, 1998.

PRIMAVESI, O.; CORRÊIA, L.A.; PRIMAVESI, A.C. et al. **Adubação com uréia em pastagem de *cynodon dactylon* cv.coastcree sob manejo rotacionado: eficiência e perdas**. São Carlos: Embrapa Pecuária Suldeste, 2001. 42 p. (Circular Técnico, 30).

RAPPORT, B.D.; AXLEY, J.H. Potassium chloride for improved urea fertilizer efficiency. **Soil Science Society America Journal**, v. 48, p. 399-401, 1984.

RASSINE, J.B.; MENDONÇA, F.C.; FERREIRA, R.P. Duração da estacionalidade de produção de pastagem irrigada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM.

RASSINI, J.B. Avaliação da resposta das forrageiras Tanzânia (*Panicum maximum*) e Capim Elefante (*Pennisetum purpureum*) à irrigação, na Região Sudeste do Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife, PE. **Anais...** Recife, PE: SBZ, 2002a. p. 1569.

RASSINI, J.B. **Irrigação de pastagens**: frequência e quantidade de aplicação de água em latossolo textura média, São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Suldeste, 2002b. 7 p. Embrapa Pecuária Suldeste: Circular Técnico, 31).

RASSINI, J.B. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 8, 2004.

RIBEIRO, E. M.; COSTA, R.N.T.; DA SILVA, R.G.; BENEVIDES, Y.I.; BORBE, R.S.; DE AQUINO, D.C. Produtividade do capim Tanzânia aos níveis de água e adubação nitrogenada no Vale do Curu, CE. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 15., 2005, Teresina. **Anais...** Teresina: ABID, 2005. CD-ROM.

RICHARDS, L. A. Methods of measuring soil moisture tension. **Soil Science Of American Journal**, Baltimore, n. 68, p. 95-112, 1951.

ROLIM, F.A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de; FARIA, V.P. de (Ed.). **Pastagens**: fundamentos de exploração racional. 2. ed. Piracicaba, SP: FEALQ, 1994. p. 533-565.

SAMANI, Z.A.; HARGREAVES, G. H. **A crop water evaluation manual for Brazil** – The International Irrigation Center. Logan, Utah, USA: Department of Agricultural and Irrigation Engineering, Utha State University, 1985.

SANTOS, M.V.F.; BATISTA, J.C. et al. Propriedade e composição química de gramíneas tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 32, n. 4, 2003.

SANTOS, N.L.; CHAVES, M.A.; TEODORO, S.M.; MUETA, R.M.; SILVA, M.W.R.; MARANHÃO, C.M.A.; FRANCO, I.L. Disponibilidade de matéria seca em três gramíneas sob condição irrigada e não irrigada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM.

SETTI, M.C.B.C. **Reuso de água**: condição de contorno. São Paulo: Escola Politécnica, 1995. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo.

SILVA, D.F.; OLIVEIRA, R.A.; BATISTA, R.O.; LEITE, C.V. Efeito da aplicação de diferentes lâminas de água na produção de matéria seca da grama-esmeralda, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 15., 2005, Teresina. **Anais...** Teresina: ABID, 2005. CD-ROM.

SILVA, S. D. Condições endo-climáticas para a produção de Panicum sp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1995. p. 120-146.

SOARES FILHO, C. V. **Avaliação de dez gramíneas forrageiras na região noroeste do estado de São Paulo**. Jaboticabal, SP: UNESP, 2001. 117 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SÓRIA, L.G.T. **Produtividade do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em função da lâmina de irrigação e de adubação nitrogenada.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2002. 170 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

SORIA, L.G.T.; COELHO, R.D.; HERLING, V.R.; PINHEIRO, V. Resosta do capim Tanzânia a aplicação do nitrogênio e de lâminas de Irrigação. I: Produção de forragem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 430-436, 2003.

SOUZA, E.M.; ISEPON, O.J.; ALVES, J.B.; BASTOS, J.F.P.; LIMA, R.S. Efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a massa de forragem de cultivares de *panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1146-1155, 2005.

TAGLIAFERRE, C. **Desempenho do irrigâmetro[®] e de dois minievaporímetros para estimativa da evapotranspiração de referência.** Viçosa, MG: UFV, 2006. 99 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** Sunderland: Sinauer Associates, 1998. 792 p.

TESTEZLAF, R.; MATSURA, E.E.; CARDOSO, J. L. **Defendendo a irrigação agrícola.** Campinas, SP: UNICAMP, 2001. 12 p.

TEODORO, R.E.F.; AQUINI, T.P.; CHAGAS, L.A.C.; MENDONÇA, F.C. Irrigação no capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia. **Biosci J.**, v. 18, n. 1, p. 13-21, jun. 2002.

UNESCO. **Água:** uma crise de governança, diz Relatório da ONU, 2006. Disponível em: <http://www.unesco.org.br/noticias/releases/wwr/mostra_documento>. Acesso em: 10 jul. 2006.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.B.P.; MACEDO, M.C.M. et al. Selecting new *Brachiaria* for Brazilian pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceeding...** Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2001. p. 13-14.

VALLE, C.B.; JUNK, L.; RESENDE, R.M.S. Lançamento de cultivares forrageiras: o processo e seus resultados – cvs. Massai, Pojuca, Campo Grande e Xaraés. In: NUCLEOS DE ESTUDOS DE FORRAGICULTURA, 4., 2003, Lavras. **Proceeding...** Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 2003. p. 179-225.

VALLENTINE, J.F. **Grazing management.** San Diego: Academic Press, 1990. 553 p.

VÁSQUEZ, R. Effects of irrigation and nitrogen levels on the yields of Guinea grass, Para grass, and Guinea Grass-kudzu and Para grass-kudzu mixtures in Lajas Valley. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 49, n. 4, p. 389-412, 1965.

VERZIGNASSI, J.B.; FERNANDES, C.D. **Doenças em forrageiras**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 50 p. (Documento, 50).

VICTOR, C.M.T.; FONSECA, D.M.; COSER, A.C.; MARTINS, C.E.; NASCIMENTO-JUNIOR, D.; MORAES, L.C.D.; OLIVEIRA, I.M.; MAGALHÃES, M.A. Altura e taxa de crescimento de capim-elefante irrigado com diferentes lâminas d'água e dose de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM.

VILA NOVA, N. A.; TONATO, F.; PEDREIRA, C. G. S.; MEDEIROS, H. M. Método alternativo para calculo da temperatura base de gramínea forrageirs. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 545-549, mar./abr. 2007.

VILELA, G.A. A engorda regada. **Panorama Rural**, São Paulo, a.1, n. 4 p. 20-6, jun. 1999.

VILELA, H.; VILELA, D.; BARBOSA, F.A.; BENEDETTI, E.; NOGUEIRA, A.C. Irrigação do capim elefante paraíso (compact disk). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.

VILELA, L. et al. Produtividade do capim-marandu (*Brachiaria brizantha*) sob irrigação e adubação nitrogenada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004a. CD-ROM.

VITOR, C.M.T. **Adubação nitrogenada e lâmina de água no crescimento do capim-elefante**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 77 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

WERNER, J.C. Calagens para plantas forrageiras. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de; FARIA, V.P. de (Eds.). **Pastagem: fundamentos de exploração racional**. 2. ed. Piracicaba, SP: FEALQ, 1994. p. 111-120.

ANEXOS

Anexo A – Resumo das análises de variância das variáveis MS, MV, %MS, ALT, PB e FDN no capim-tanzânia, no esquema de parcelas subsubdivididas

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio					
		MS	MV	%MS	ALT	PB	FDN
Dose de adubo (D)	3	104054600**	2654962000**	179,031**	7044,343**	73,485**	9,925**
Resíduo (a)	12	1790416	31545910	5,258	213,589	0,711	2,431
Lâmina de irrigação (L)	5	28898130**	561458300**	57,146**	1271,084**	2,449**	13,462**
D x L	15	3096160*	49574080*	1,466 ^{ns}	125,157 ^{ns}	0,354 ^{ns}	1,068 ^{ns}
Resíduo (b)	60	1585793	23347040	2,151	104,440	0,303	1,259
Estação (E)	1	529943200**	13455240000**	927,200**	108031**	0,014 ^{ns}	53,893**
E x D	3	10774180**	166377300**	48,413**	1791,017**	2,188**	7,225**
E x L	5	12830490**	369026900**	90,867**	221,218**	20,356**	22,950**
E x D x L	15	1616765 ^{ns}	28590360 ^{ns}	1,509 ^{ns}	32,460 ^{ns}	0,974**	2,403*
Resíduo (c)	72	1825818	30352390	2,670	49,230	0,222	1,070
CV (%) parcela		16,506	17,662	8,593	19,572	8,466	2,456
CV (%) subparcela		15,535	15,194	5,496	13,686	1,210	1,767
CV (%) subsubparcela		16,669	17,325	6,157	9,397	4,728	1,6297

** , * e ^{ns} F significativos a 1 e 5% de probabilidade e não-significativo a 5% de probabilidade, respectivamente. CV - coeficiente de variação.

Anexo B – Resumo das análises de variância das variáveis MS, MV, %MS, ALT, PB e FDN no capim-tanzânia, no esquema de parcelas subdivididas

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio					
		MS	MV	%MS	ALT	PB	FDN
Dose de adubo (D)	3	208109200**	5309924000**	358,061**	14088,690**	146,970**	19,850**
Resíduo (a)	12	3580832	63091830	10,517	427,179	1,422	4,862
Lâmina de irrigação (L)	5	57796260**	1122917000**	114,292**	2542,168**	4,897**	26,925**
D x L	15	6192319*	99148160*	2,932 ^{ns}	250,314 ^{ns}	0,709 ^{ns}	2,136 ^{ns}
Resíduo (b)	60	3171587	46694080	4,303	208,880	0,605	2,5171
CV (%) parcela		11,671	12,489	6,076	13,840	5,986	1,736
CV (%) subparcela		10,985	10,744	3,887	9,678	3,906	1,250

** , * e ^{ns} F significativos a 1 e 5% de probabilidade e não-significativo a 5% de probabilidade, respectivamente. CV - coeficiente de variação.

Anexo C – Resumo das análises de variância das variáveis MS, MV, %MS, ALT, PB e FDN no capim-xaraés, no esquema de parcelas subdivididas

119

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio					
		MS	MV	%MS	ALT	PB	FDN
Dose de adubo (D)	3	61346430**	2315569000**	135,358**	114,264 ^{ns}	84,132**	15,067**
Resíduo (a)	12	2312643	49546840	2,990	99,274	0,508	3,233
Lâmina de irrigação (L)	5	3714200**	48984080*	2,687 ^{ns}	181,422**	1,551**	1,698*
D x L	15	901002 ^{ns}	14083090 ^{ns}	1,709 ^{ns}	46,427 ^{ns}	0,507**	0,994 ^{ns}
Resíduo (b)	60	1081675	18789660	1,473	49,128	0,209	0,708
Estação (E)	1	439037600**	12455410000**	345,496**	32734,630**	0,004**	294,373**
E x D	3	7594829**	200739000**	6,404**	158,932**	0,368**	1,192 ^{ns}
E x L	5	14537390**	512579200**	23,924**	105,309**	17,234**	18,236**
E x D x L	15	1376990 ^{ns}	34571330 ^{ns}	1,136 ^{ns}	5,719 ^{ns}	0,383 ^{ns}	0,962 ^{ns}
Resíduo (c)	72	1147459	19572740	1,276	12,408	0,241	1,304
CV (%) parcela		18,235	20,354	6,973	14,990	7,888	2,942
CV (%) subparcela		12,471	12,534	4,893	10,545	5,061	1,377
CV (%) subdividida		12,845	12,793	4,5557	5,300	5,4317	1,868

** , * e ^{ns} F significativos a 1 e 5% de probabilidade e não-significativo a 5% de probabilidade, respectivamente. CV - coeficiente de variação.

Anexo D – Resumo das análises de variância das variáveis MS, MV, %MS, ALT, PB e FDN no capim-xaraés, no esquema de parcelas subdivididas

120

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio					
		MS	MV	%MS	ALT	PB	FDN
Dose de adubo (D)	3	122692900**	4631137000**	270,715**	228,528 ^{ns}	168,263**	30,134**
Resíduo (a)	12	4625285	99093680	5,981	198,549	1,017	6,467
Lâmina de irrigação (L)	5	7428400**	97968150*	5,373 ^{ns}	362,843**	3,101**	3,395*
D x L	15	1802004 ^{ns}	28166170 ^{ns}	3,418 ^{ns}	92,853 ^{ns}	1,015**	1,989 ^{ns}
Resíduo (b)	60	2163349	37579310	2,945	98,256	0,419	1.416
CV (%) parcela		4,078	4,551	4,931	10,599	5,578	2,080
CV (%) subparcela		8,8184	8,863	3.4602	7,457	3.5788	0,973

** , * e ^{ns} F significativos a 1 e 5% de probabilidade e não-significativo a 5% de probabilidade, respectivamente. CV - coeficiente de variação.

Anexo E – Produtividade de MS do capim-tanzânia e do capim-xaraés, nos três períodos, em condições de irrigação e de sequeiro

	Capim	
	Tanzânia	Xaraés
	kg ha ⁻¹ de MS	kg ha ⁻¹ de MS
Produção máxima anual	20.215,84	19.547,00
Produção máxima período seco	8.705,90	9.168,80
Produção máxima período chuvoso	11.710,00	10.479,68
Produção máxima anual de sequeiro	15.607,44	17.940,74
Produção máxima período seco de sequeiro	4.857,51	6.708,12
Produção máxima período chuvoso de sequeiro	11.001,61	11.333,60

Anexo F – Índices e relações das produções do capim-tanzânia e do capim-xaraés, em condições de irrigação e de sequeiro, sob condições de maximização da produção de MS das forragens

	Capim	
	Tanzânia	Xaraés
Período seco/total anual (%) irrigado	43,06	46,91
Período seco/período chuvoso (%) irrigado	74,35	87,49
Período seco/total anual (%) sequeiro	31,12	37,39
Período seco/período chuvoso (%) sequeiro	44,15	59,19
EUA* (kg MS/mm de água) período anual	4,86	4,34
EUA* (kg MS/mm de água) período seco	5,57	6,90
EUA* (kg MS/mm de água) período chuvoso	2,02	-2,39
EUD** (kg MS/kg da dose) período anual	12,20	8,29
EUD** (kg MS/kg da dose) período seco	9,80	7,41
EUD** (kg MS/kg da dose) período chuvoso	15,19	6,19
PB*** (%) período anual irrigado	10,87	10,28
PB*** (%) período seco irrigado	11,69	11,13
PB*** (%) período chuvoso irrigado	10,12	8,97
PB*** (%) período anual sequeiro	11,46	11,03
PB*** (%) período seco sequeiro	9,64	9,87
PB*** (%) período chuvoso sequeiro	11,66	11,00
FDN*** (%) período anual irrigado	63,21	60,94
FDN*** (%) período seco irrigado	61,98	58,62
FDN*** (%) período chuvoso irrigado	63,50	63,62
FDN*** (%) período anual sequeiro	64,29	60,51
FDN*** (%) período seco sequeiro	64,92	60,21
FDN*** (%) período chuvoso sequeiro	63,54	61,40

*Eficiência média de uso de água nas maiores doses ou doses de máxima produção.

**Eficiência média do uso da dose nas maiores lâminas ou lâminas de máxima produção.

***Teor nas maiores doses ou doses de máxima produção.